

MINIMUM MALİYETLİ UYGUN BESLENME BİLEŞİMLERİNİ  
OLUŞTURMADA SIFIR-BİR TAM SAYILI DOĞRUSAL  
PROGRAMLAMA

VE

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YUNUSEMRE KAMPÜSÜ ÖĞRENCİ  
KAFETERİYASINDA BİR UYGULAMA DENEMESİ

Mahmut Atlas

Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
İstatistik Anabilim Dalı  
Yöneylem Araştırması Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

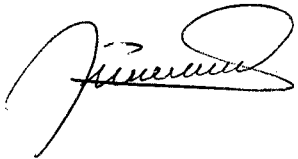
Danışman: Doç. Dr. Ahmet Öztürk

Kasım-1988


Anadolu Üniversitesi  
Mekkezi Kütüphanesi

MAHMUT ATLAS'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "MINIMUM MALİYETLİ UYGUN BESLENME BİLEŞİMLERİNİ OLUŞTURMA-DA SIFIR-BİR TAM SAYILI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA ve ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YUNUSEMRE KAMPÜSÜ ÖĞRENCİ KAFETERİYASINDA BİR UYGULAMA DENEMESİ" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

13.12/ 1988

Başkan: Prof. Dr. Necla Kömlekçi 

Üye : Doç. Dr. Ahmet Öztürk 

Üye : Doç. Dr. Ali Fuat Yüzer 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 27. ARALIK 1988  
gün ve ...198/2..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem Kaya

  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Günümüzde sanayileşmeye paralel olarak bir çok kişi evinin dışında, iş yerlerinde toplu olarak beslenebilmektedir. Toplu beslenme yapılan yerlerde dengeli ve sağlıklı beslenmeyi sağlayacak beslenme planlarının hazırlanması önemli bir sorundur. Çünkü en uygun beslenmeyi minimum maliyet ile gerçekleştirecek beslenme planlarının hazırlanması gerekmektedir. İşte; toplu beslenme yapılan yerlerde minimum maliyetli en uygun beslenme planlarının hazırlanmasında yararlanılacak bir teknik olan sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama modelinin tanıtımını amaçladığımız ve Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampüsü Öğrenci Kafeteryasında uygulamasını yaptığımız bu çalışmamız üç bölümden oluşmaktadır.

Çalışmamızın ilk bölümünde genel olarak dünyada ve Türkiye'de beslenme durumu günlük standart ihtiyaç tabloları yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Yeterli ve dengeli beslenmenin önemi, beslenme verimlilik ilişkisi ve toplu beslenmenin önemi üzerinde yine bu bölümde durulmuştur.

Doğrusal programlama ve tam sayılı programlama tanımlanarak, tam sayılı programlama çözüm yaklaşımları çalışmamızın ikinci bölümünde verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, modelin çözümünde kullanılan teknik, sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama bir örnek ile açıklanmaya çalışılmıştır. Genel diyet modelinin sıfır-bir tam sayılı matematiksel yazılımı yine bu bölümde verilmiştir.

Modelin kurulması ve uygulaması çalışmamızın üçüncü bölümünü oluşturmaktadır. Bu bölümde öncelikle model için verilerin nasıl elde edildiği anlatılmıştır. Modelin değişkenleri tanımlanarak kısıtlayıcı denklemler ve amaç fonksiyonu belirlenmiş ve model kurulmuştur. Model kurulduktan sonra çözüm aşamasına bu bölümde geçilmiştir. Modelin çözümü, Anadolu Üniversitesi Bilgi İşlem Merkezi'nde bulunan MPSX paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Modelin çözümü sonucu, 21 çalışma gününü kapsayan öğlen yemekleri için bir aylık beslenme planı bu bölümde anlatılmıştır. Kişi başına bir aylık öğlen beslenme maliyeti 8.622 TL olarak hesaplanmıştır.

## ABSTRACT

Nowadays parallel to industrialization the most of people are collectively nourished outside of their houses. People have to design nutrition plans in order to have a healthy and efficient nutrition. This plan should make the efficient nutrition at a minimum cost. In this study, zero-one integer programming model is discussed to describe the efficient nutrition. In order to make this study more clear a research at Anadolu University Cafeteria is done.

Our study involves three parts. In the first part, the nutritional condition both in Turkey and in the world is discussed by giving tables for daily standard nutrition needs. The importance of sufficient and balanced nutrition is also supported by nutrition-productivity relations and collective nutrition. These are also expressed in the first part of this study.

By defining linear programming and integer programming and their solution approaches are discussed in the second part. Also, a method which is used and technical zero-one integer programming are explained by an example. The zero-one integer mathematical form of general diet model is also discussed in this part.

Third part is concerned about model building and implementation of the model. In this part firstly an obtaining of data is explained. By defining the variables, constraints, and objective function is determined for is built. Construction of the model after building of the model, solution step is also mentioned in this part. Solution of the model is obtained by using the packet programming MPSX in Anadolu University Computer Center. The present the solution, a nutrition plan for 21-working day lunches is prepared. Nutrition cost per/person for-a-month time is computed as 8.622 TL. If we compare this cost with the market conditions is very low.

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Ahmet Öztürk'e en içten teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince benden ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Anadolu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü Başkanı Prof. Dr. Necla Çömlekçi'ye ve değerli hocalarım, Prof. Dr. Ersoy Canküyer, Prof. Dr. Özer Serper, Prof. Dr. İmdat Kara ve İstatistik Bölümü diğer elemanlarına ve de tüm yardımcı geçenlere teşekkürlerimi sunarım.

Kasım-1988

Mahmut Atlas

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	iv
TABLOLAR DİZİNİ .....	x
GİRİŞ .....	1
I. DÜNYADA ve TÜRKİYE'DE BESLENME .....	5
I.1. Dünyada Beslenme: .....	5
I.1.1. Dünyanın beslenme sorunları .....	5
I.1.2. Dünyada beslenme standartları .....	7
I.2. Türkiye'de Beslenmenin Genel Bir Ana- lizi .....	10
I.2.1. Yeterli ve dengeli beslenmenin önemi .....	10
I.2.2. Besin elementleri tüketimi .....	11
I.2.3. Beslenmenin önemi ve verimlilik... ..	14
I.2.4. Beslenme sorunlarının belirlen- mesi ve kaynakları .....	16
I.2.5. Beslenme sorunlarının çözümü i- çin yapılan öneriler .....	18
I.3. Türkiye'de Toplu Beslenme ve Beslenme Politikası .....	18
I.3.1. Toplu beslenmenin önemi .....	18
I.3.2. Beslenme politikası .....	19
II. TAM SAYILI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA ve DİYET PROBLEMİ .....	21
II.1. Doğrusal Programlama .....	21
II.2. Tam Sayılı Programlama .....	23
II.2.1. Tam sayılı programlamaya i- lişkin varsayımlar .....	25
II.2.2. Tam sayılı programlama çözüm yaklaşımları .....	26

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
II.2.3. Sıfır-bir tam sayılı model ve çözüm tekniği .....	27
II.3. Tam Sayılı Modelin Diyet Problemi	
Açısından Ele Alınması .....	30
II.3.1. Diyet problemi .....	30
II.3.2. Genel diyet probleminin ma- tematiksel yazılımı .....	33
III. SIFIR-BİR TAM SAYILI MODELİN ANADOLU ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİ KAFETERİYASINDA UYGULANMASI .....	36
III.1. Model İçin Verilerin Elde Edilmesi .....	36
III.1.1. Sağlık standartları .....	37
III.1.2. Yiyeceklerin beslenme açı- sından özellikleri .....	38
III.1.3. Modelin karar değişkenleri .....	41
III.1.4. Modelin katsayılar matrisi .....	42
III.1.5. Yiyecek maliyetlerinin el- de edilmesi .....	45
III.2. Modelin Kurulması .....	47
III.2.1. Amaç fonksiyonunun belir- lenmesi .....	47
III.2.2. Kısıtlayıcı denklemlerin belirlenmesi	
III.3. Modelin Çözümü ve Sonuçların Yorum- lanması .....	53
SONUÇ ve ÖNERİLER .....	59
EKLER .....	62
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	77

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
EKLER. ....:.....	62
EK.1. İlk Gün İçin Çözümün Yer Aldığı Bilgisayar Çıktısı..	62
EK.2. Anket Formu .....	74
EK.2A. Anket Sonucuna Göre Et Yemekleri Tercihleri .....	75
EK.2B. Anket Sonucuna Göre Etli Sebze Yemekleri Tercihleri	76

## TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablolar</u>	<u>Sayfa</u>
I. 1. FAO ve British Medical Association'ın Tavsiye Ettikleri Günlük Besleyici Madde Miktarları .....	8
I. 2. Türkiye İçin Önerilen Günlük Enerji ve Besin Öğeleri Tüketim Standartları.....	9
III.1. Temel Besleyici Elementler ve Günlük İhtiyaçlar .....	37
III.2. Bir Kişinin Öğlen, Yemek Bileşenlerinden Karşılanması Gereken Besin Elementi İhtiyaç Miktarları .....	38
III.3. Anadolu Üniversitesi Öğrenci Kafeteryasında Kasım Ayında Hazırlanabilen Yemekler.....	39
III.4. Toplu Beslenme Yapılan Kurumlarda Kullanılabilen Yemeklerin Bir Porsiyonlarının Besin Öğeleri Değerleri .....	43
III.5. Anadolu Üniversitesi Öğrenci Kafeteryasında Hazırlanabilen Yemek Türlerinin Kasım-1987 Fiyatları İle Porsiyon Maliyetleri .....	46
III.6. Kasım-1987 İlk 10 Gün İçin Günlük Yemek Bileşenleri .....	55
III.7. Kasım-1987 Son 10 Gün İçin Günlük Yemek Bileşenleri .....	57

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	
I.1. Beslenme ve Üretim İlişkileri .....	15

## GİRİŞ

İşletmenin temel amaçlarından birisi, eldeki kıt kaynakları en iyi bir şekilde kullanarak, işletmenin verimli çalışmasını sağlamaktır. Özellikle 1950'den sonra geliştirilen matematiksel teknikler, işletmenin türlü sorunlarının çözümüne dönük olmuştur. Kıt kaynakların etkin kullanımı yanında, türlü işletme sorunlarının çözümünde yaygınca kullanılan yöneylem araştırması çözüm tekniklerinden birisi doğrusal programlamadır. Doğrusal programlama matematiksel teknikler içinde önemli bir yer tutmaktadır. Gerçek yaşamda bir çok problemin doğrusallık göstermesi ve uygulama kolaylığı doğrusal programlamanın önemini artıran nedenlerdir.

Yöneylem araştırması karar vermek için yapılan bilimsel bir yaklaşım olarak tanımlanabilir. Karar problemlerinin yöneylem araştırması yoluyla incelenmesine bir model ile başlanır. Model, gerçek yaşamdaki olayların soyut bir görünümünü tasvir ederek, bilimsel düşünmede ve karar vermede en önemli rolü oynar(1). Karar verme durumunda olan yöneticilerin modellerden yararlanabilmesi için, karar verme ile model ilişkisi, karar verme sürecinin aşamaları ve genel bir modelin nasıl kurulabileceği üzerine bilgileri olmalıdır(2). Bu durumda yöneticilerin, yöneylem araştırmasına ilgi duymaları kaçınılmazdır. Çünkü karar vericiler, yöneylem araştırmasının yardımıyla politika ve eylemlerini bilimsel olarak belirleyebilmekte, kararlarının tutarlılığı ve uygulanabilirliği artmaktadır.

---

(1) Özer Serper, Necmi Gürsakal, 1982, Doğrusal Programlama, BİTİA İşletme Fakültesi Yayını, 15, Bursa, s.1

(2) Ahmet Öztürk, 1986, Leontief Modeli ve Doğrusal Programlama, Örnek Kitapevi, Bursa, s.2

Beslenme, canlının normal hayati görevlerini yerine getirebilmesi için ihtiyaç duyulan gıdaların uygun bir şekilde tüketilmesidir. Günümüzde, bireylerin bir çoğu evinin dışında, iş yerlerinde toplu olarak beslenmektedir. Özellikle hastane, fabrika, üniversite gibi çok sayıda bireyin bulunduğu yerlerde, toplu beslenme sorunu önemini korumaktadır. Çünkü, çok sayıda bireyi aynı anda besleyebilmek için büyük maliyetler söz konusudur. Beslenme işleminin, özellikle toplu beslenme işleminin, bilimsel esaslardan uzak gelişi güzel yapılması bir taraftan insanların yetersiz ve dengesiz beslenmesine, diğer taraftan besin israfına yol açabilir. Toplu beslenme faaliyeti, sağlık ve ekonomik kurallara uygun yürütüldüğünde halkın sağlık düzeyinin iyileşmesine ve ekonomik gelişmesine yardımcı olacaktır.

Sorun çözme bilimi olarak ele alınan yöneylem araştırması toplu beslenme konusunda yöneticilere yardımcı olmaktadır. Şöyle ki, toplu beslenmenin yapıldığı yerlerde en uygun beslenmeyi sağlayacak aylık yemek planlarının hazırlanması bir sorundur.. Bu sorun yöneylem araştırması tekniklerinden biri olan "sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama modeli" yardımıyla çözülebilir. Eldeki bilgilerimize göre, ülkemizde toplu beslenmenin olduğu yerlerde, en uygun beslenme planlarının hazırlanmasında söz konusu modelden yararlanılmadığı görülmüştür.

Çalışmamız, toplu beslenme yapılan Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampüsü Öğrenci Kafeteryasında, sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama modelini aylık beslenme planlarının hazırlanmasında kullanarak, böyle bir eksikliğin giderilmesini amaçlamaktadır; buna bağlı olarak sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama tekniğinin, en uygun beslenme planlarının hazırlanabilmesinde uygulanabilirliğini ortaya koymaktır.

Dünya nüfusunun hızla arttığı günümüzde, insanların dengeli ve yeterli bir şekilde beslenebilmeleri her geçen gün güçleşmektedir. Artık ülkelerin refah düzeylerini gösteren ölçülerden birisi beslenme düzeyleri olmaktadır. Di-

ğer ülkelerde olduğu gibi ülkemiz içinde beslenme olayı önemli bir konudur. Besin maddesi üretimi yönünden kendi kendine yeten ender ülkelere birisi olan Türkiye'de beslenme yönünde önemli sorunların olması ilginçtir. Bunun nedenleri ise beslenme eğitiminde görülen eksiklik ile kaynak dağılımındaki dengesizliklerdir.

Dengeli ve yeterli beslenme, bireylerin temel gereksinimlerini karşılayan besin elementlerinin yeterli miktarda alınması halinde mümkün olmaktadır. Çalışmamızın birinci bölümü söz konusu bilgileri ve Türkiye'nin beslenme politikasını içermektedir.

Doğrusal programlama modeli varsayımlarından birisi karar değişkenlerinin sürekli, değerlerinin de tam sayı ve kesirli olmasıdır. Girdi ve çıktıların bölünmezlik sorunu, karar değişkenlerinin tam sayı değer alınmasını gerektirir. Doğrusal programlama probleminin tam sayılı çözümünün elde edilmesinde kullanılan işlem tam sayılı programlamadır. Tam sayılı programlamada, model değişkenleri kesikli olduğu gibi, bu değişkenlerden bazıları veya tümü tam sayı değerlidir. Bu haliyle tam sayılı programlama, karar değişkenlerinin tam sayı olması gereken problemlerin modellenmesi ve çözümüne ilişkin kavram ve teknikleri içeren bir doğrusal programlama olarak gelişmektedir. İşte doğrusal programlama ve tam sayılı programlamaya ilişkin tanımlar, tam sayılı programlama çözüm yaklaşımları, çalışmamızın ikinci bölümünde verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca çalışmamızın bu bölümünün son kısmında, diyet probleminin tarihsel gelişimi ve genel diyet modelinin sıfır-bir tam sayılı matematiksel yazılımı açıklanmaya çalışılmıştır.

Modelin kurulması ve uygulanması çalışmamızın üçüncü bölümünü oluşturmaktadır. Bu bölümde öncelikle modelin oluşumunu sağlayan verilerin nasıl elde edildiği anlatılmıştır. Modelin değişkenleri tanımlanarak kısıtlayıcı denklemler yazılmıştır. Modelin özelliğinden dolayı, modele günlük üç tür yemek oluşumunu sağlayacak yeni kısıtlayıcılar eklenmiştir. Amaç fonksiyonunu oluşturmak için gerekli olan yiye-

cek maliyetleri ayrıntılı bir şekilde yemekhane (Kafeterya) yönetiminden alınarak hesaplanmıştır. Gerekli verilerin tamamının elde edilmesinden sonra model kurulmuş ve çözüm aşamasına bu bölümde geçilmiştir.

Çalışmamızın son ana kısmında modelin, Anadolu Üniversitesi Bilgi İşlem Merkezinde (IBM 43-41 model) MPSX paket programı kullanılarak çözümleri elde edilmiştir. Çözümler önce ilk 10 çalışma günü için elde edilmiş olup daha sonraki 10 çalışma günü için ilk 10 çalışma günü çözümlerde yer alan yemek türlerinin hangilerinin tekrar modele dahil edilebileceğine karar verebilmek için bir anket yapılmıştır. Ankette 145 kişiden yemek sınıflarını tercih sıralamasına tabi tutmaları istenmiştir. Anket sonuçlarına göre sonraki 10 çalışma günü için model yeniden düzenlenmiş ve uygun çözümler elde edilmiştir. Kasım-1987 için elde edilen 21 günlük uygun çözümler tablolar halinde verilerek bu bölümde yorumlanmıştır.

## I. DÜNYADA ve TÜRKİYE'DE BESLENME

Bu kısımda beslenme konusunda genel bilgi verebilmek amacıyla dünyada genel olarak beslenme sorunları ve beslenme standartları tablolarının açıklanması ile, Türkiye'de ki beslenmenin genel bir analizi yapılmaya çalışılacaktır.

### I.1. Dünyada Beslenme

#### I.1.1. Dünyanın beslenme sorunları

Ülkelerin refah düzeylerini gösteren ölçülerden birisi de beslenmedir. Gelişmiş ülkelerde beslenme sorunu, az gelişmiş ülkelere göre daha az düzeydedir(3). Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması insanların yeterli ve dengeli biçimde beslenmesini daha da güçleştirmektedir(4). Bunun yanında ekonomik ve sosyal yapıdaki farklılaşmalar, toplumların türlü kesimleri arasında farklı beslenmelere neden olmaktadır.

Eksik beslenme ve açlığın maliyeti yüksektir. Çünkü eksik ve hatalı beslenme kişilerin ekonomik ve toplumsal gelişmesini engellediği, türlü araştırmalarla doğrulanmıştır(5).

Bu gün dünya nüfusunun %30'u gelişmiş ülkelerde, %70'i ise az gelişmiş ülkelerde yaşamaktadır. Dünya gıda üretiminin ise %60'ı gelişmiş ülkelere, %40'ı az gelişmiş ülkelere üretilmektedir. Ayrıca az gelişmiş ülkelerde gıda sektörünün üretim artışı, ortalama nüfus artışının gerisinde kalmaktadır(6).

---

(3) Beslenme Sorunları, 1969, Milli Prodüktivite Merkezi Tarım Şubesi, 49, Ankara, s.7

(4) E. Canküyer, S. Aral, S. Akgün ve Ş. Tuncer, 1979, Hayvansal Besinlerin Üretimi ve Tüketim Sorunları, TTB-TVHB Birinci Ulusal Beslenme Kongresi Bildiriler 7-9 Kasım, Ogun Kadeşler Matbaacılık, Ankara, s.5

(5) Türkiye Gıda Maddeleri Üretimi ve Beslenme, 1981, Türkiye Gelişme Araştırmaları Vakfı, 3, Ankara, s.191

(6) J. Yankowsky, 1975, "Aç Bir Dünya İçin Üretim ve Dağıtım; Kanadanın Rolü Nedir?" Can. Jour. Eco. Vol. 23.3, s.29-47

Dünyada görülen eksik ve hatalı beslenmenin önde gelen nedenlerinden birisi beslenme konusundaki eğitim eksikliğidir. Bir diğeri de besin maddelerinin dağılımında, bir başka deyişle gıda maddelerine sahip olma fırsatlarındaki dengesizliktir(7).

Az gelişmiş ülkelerde beslenme eksiklikleri, yaygın yoksulluğun temel ve doğrudan sonucu olmaktadır. Bu yoksul ve kötü beslenen gruplar aynı zamanda, toplumda siyasi baskı oluşturamadıkları gibi ekonomik etkileride yok denecek kadar azdır. Az gelişmiş ülkelerde gelir dağılımı gayri adil olduğundan milli gelir artışından, daha çok üst gelir grupları yararlanmaktadır. Yoksul dediğimiz düşük gelirli-ler milli gelir artışlarından, özellikle enflasyonist ortamlarda çok az yararlanabilmektedirler. Dolayısıyla iyi beslenmelerine ekonomik güçleri yeterli olmamaktadır(8).

Eksik ve hatalı beslenmenin kendi başına ekonomik gelişmeyi engelleyen önemli bir öge olduğu her zaman hatırd tutulmalıdır. Bunun için beslenme ile ilgili bozuklukların düzeltilmesinde gelir dağılımı adil olmadıkça, ekonomik kalkınma sürecinde milli gelirin artması bir çözüm değildir.

Az gelişmiş ülkelerin beslenme sorunları ana hatlarıyla şu şekilde sıralanabilir(9).

-Bu ülkelerde yeterli düzeyde gıda maddesi tüketilememektedir.

-Yoksulluk ve kötü beslenme içiçedir.

-Beslenme konusunda bilgisizlik ve gıda maddesi dağılımında oransızlık vardır.

Beslenme sorunlarının giderilmesi için politikacıların ve plancıların konuya eğilmesi gerekir. Ancak, politikacılar

(7) T.P. Phillips, 1975, Dünya Besin Üretiminde Bazı Problemler ve Çözümler, Can. Jour. of Eco. Vol. 23.3, s.9-28

(8) G.G. Harison, 1980, Strategies For Solving World Food Problems, Nutrition Food and Man Pearson, P.B. ve Green Well, P., Tucson, s.142

(9) Türkiye Gıda Maddeleri Üretimi ve Beslenme, s.9

ve plancılar beslenme sorununa fazla önem vermemektedirler. Bunun tek nedeni ise öncelikli başka sorunlar değil, verilerin yetersizliğidir(10). Beslenme konusunda yapılacak etkin çalışmalar, beslenme sorununa daha sağlıklı yaklaşılmasına yardımcı olacaktır.

Günümüzde dünya beslenme sorununun varlığını herkes kabul etmektedir. Bu nedenle her toplum, kısa ve uzun dönemdeki beslenme sorunlarına çözüm arama uğraşı içine girmiştir(11).

Kanımızca beslenme problemine yeterli bilgiler ile hazırlanan planlar yardımıyla çözüm aranmalıdır. Ancak bu durum uzun dönemdeki soruna çözüm getirirken, kısa dönemde sorunun çözümü ise mümkün görünmemektedir.

#### I.1.2. Dünyada beslenme standartları

Gıda tüketimi ve beslenme konusunda, bireylerin günlük standart besin gereksinmelerinin ne miktarlarda olduğunu belirleyen kaynaklardan birisi besleyici madde ihtiyaç tablolarıdır.

Dünyada ilk besleyici madde ihtiyaç tabloları, 1943 yılında A.B.D.'de hazırlanmıştır. Bunu İngiltere ve Kanada izlemiştir. Bunlardan ayrı olarak FAO ve BMA (British Medical Association)'ın hazırlayıp uygun gördüğü besleyici madde miktarları Tablo I-1'de görülmektedir. Bu tablodaki değerlerin sağlıklı beslenme için yeterli olduğu ilgili kuruluşlarca belirtilmiştir. Tablo I-1'de, insan sağlığını optimum düzeyde tutmak için gerekli 20 kadar besleyici elementten sadece altısı alınmıştır. Çünkü bu elementler diyetin yeter-

---

(10) D.G. Johson, 1977, World Food Problems and Prospects, Washington, s.40

(11) a.g.k., s.1

liliğini belirleyen ana etmenlerdir. Burada diyet, günlük alınan yiyecek ve içeceklere verilen genel bir isimdir. Diyet konusuna II.bölümün son ana kısmında kapsamlı bir şekilde ele alınacağından burada değinilmeyecektir.

TABLO-I.1. FAO ve BMA'nın Önerdikleri Günlük Besleyici Madde Miktarları (1950)

Cinsiyet	FAO			BMA		
	Enerji (Kcal)	Protein (gr)	Kal. (mg)	Demir (mg)	A Vit. (I.A.)	C Vit. (mg)
Erkek	3200	35	500	12	5000	20
Kadın	2300	30	500	12	5000	20
Hamile	2500	40	1000	15	6000	40
Emzikli	3300	60	2000	15	8000	50
1. Yaş	1200	30	600	7,5	3000	10
5. Yaş	1700	30	500	8,5	3000	15
15.Yaş	2900	30	700	15	5000	30

Kaynak: Ayşe Erkut, 1970, İnsanların günlük besleyici madde istikakı ve bunların karşılanması için vücuda alınması gereken besin çeşit ve miktarları tebliği Beslenme sorunları semineri, MPM Yayını, 73, Ankara, s.38

Yukarıdaki tabloda verilen kalori miktarı ancak normal veya orta derecede faaliyet gösteren kişiler için yeterlidir. Bu tablonun yanında, ülkemiz gerçeklerine göre MPM'nin düzenlemiş olduğu değerleri gösteren tablo (TABLO-I.2) izleyen sayfada verilmiştir. Tablo-I.2'ye bakıldığında ülkemiz için önerilen günlük ihtiyaç listeleri ile FAO ve BMA'nın belirttiği ihtiyaç listeleri arasında pek büyük bir farklılık görünmemektedir.

Tablo-I.1 ve Tablo-I.2'de verilen değerler bizzat vücuda alınması gereken besin elementleri miktarlarıdır. Bu miktarlar sağlıklı bir kişinin iyi beslenmesi için yeterlidir.

Tablo-I.2. Türkiye İçin Önerilen Günlük Enerji ve Besin Öğeleri Tüketim Standartları (Orta derecede fiziksel çalışma yapanlar için)

Yaş Cinsiyet	Enerji (kcal)	Protein (gr)	Kalsiyum (mg)	Demir (mg)	A.Vit. (I.U)	Thiamin (mg)	Ribof. (mg)	Niasin (mg)	C. Vit. (mg)
0-1	800	22	500	8	2100	0,3	0,4	5,0	30
1-3	1300	25	500	8	2100	0,5	0,7	8,6	40
4-6	1700	31	500	9	2100	0,7	0,9	11,2	40
7-9	2100	38	500	10	2667	0,8	1,2	13,9	50
10-12 E	2500	45	600	10	3843	1,0	1,4	16,5	50
13-15 E	3100	65	700	15	4834	1,2	1,6	20,0	50
16-19 E	3600	80	700	15	5000	1,4	1,9	23,3	50
10-12 K	2400	43	600	10	3834	1,0	1,3	16,9	50
13-15 K	2600	67	600	20	4834	1,1	1,4	17,0	60
16-19 K	2400	70	600	20	5000	1,0	1,3	16,0	60
20-39 E	3000	65	500	10	5000	1,2	1,7	20,0	60
40-49 E	2700	65	500	10	5000	1,2	1,5	18,0	60
50-69 E	2500	65	600	10	5000	1,0	1,4	16,5	60
70+ E	2200	65	700	10	5000	0,9	1,2	14,0	60
20-39 K	2200	55	500	22	5000	0,9	1,2	14,0	70
40-49 K	2000	55	500	22	5000	0,8	1,1	13,0	60
50-69 K	1800	55	600	10	5000	0,7	1,0	12,0	50
70+ K	1700	55	700	10	5000	0,7	0,9	11,5	50
Gebelik-ek	150	20	500	23	1000	0,1	0,1	0,1	30
Emzikli-ek	800	15	500	5	3000	0,3	0,4	5,0	30

Kaynak: A. Baysal, T. Kutluay, 1986, Toplu Beslenme Yapılan Kurumlar İçin Yemek Planlama Kurulları ve Yıllık Yemek Listeleri, Ankara, s.13

Günlük ihtiyaç tablolarında görülmeyen diğer bir çok mineral ve vitaminlerin bazılarının günlük ihtiyaç miktarının bilinmemesi ve eksiklik belirtileri göstermemeleri nedeniyle tablolara dahil edilmemişlerdir. Ele alınan mevcut besleyici elementleri tam karşılayacak iyi bir diyet planı, diğer besleyici element ihtiyaçlarının da karşılayacak niteliktedir. Ayrıca, Tablo-I.1 ve I.2'deki standartlar, insanların sağlıklı gelişmesi ve yaşamı için beslenme bilminin uygulanmasında kullanılan önemli araçlardır.

## I.2. Türkiye'de Beslenmenin Genel Bir Analizi

Bu kısımda Türkiye'deki beslenme durumu, beslenme sorunları ve sorunların çözümü için öneriler ele alınacaktır. Ayrıca Türkiye'de toplu beslenmenin önemine ve genel olarak beslenme politikasına değinilecektir.

### I.2.1. Yeterli ve dengeli beslenmenin önemi

Yeterli ve dengeli beslenme: bir canlının normal hayati görevlerini yerine getirebilmesi için ihtiyaç duyduğu besin elementlerini belli bir oran dahilinde almasıdır. Bir noktada sağlığın temeli yeterli ve dengeli beslenmeye dayanır. Canlılar için gerekli olan besin elementlerinin başlıcaları karbonhidratlar, yağlar, proteinler, vitaminler ve minerallerdir (12).

İnsanoğlunun büyümesi ve gelişmesi, vücudun çalışması, dış etkenlere ve hastalıklara karşı dirençli olabilmesi için, belirli besin elementlerine ihtiyaç duyar. Bunun yanında yeterli ve dengeli beslenmenin verim gücüne etkisi büyüktür.

Yeterli ve dengeli beslenmenin üstünlüklerini şu şekilde sıralayabiliriz (13).

---

(12) Beslenme sorunları, s.10

(13) Ayşe Baysal, 1978, Beslenme-Üretim İlişkileri ve Türkiye'de Toplu Beslenmenin Önemi, Türkiye'de Gıda Kayıpları Bildirileri 11-12 Ocak 1977, MPM Yayınları, 214, Ankara, s.18

a- Kötü beslenme sonucu oluşacak hastalıklara ayrılan harcamaları azaltır.

b- Fiziksel gücü ve dolayısıyla verimliliği artırarak birim üretim maliyetinin düşmesine ve gelir miktarının artmasına neden olur.

c- Algılama ve eğitim niteliğinin artmasını sağlar.

Yeterli ve dengeli beslenebilmek için gerekli koşulların başında, yeterli miktarda gıda maddelerinin üretilmesi ve üretilen gıda maddeleri tüketiminin dengeli dağılması gelir.

### I.2.2. Besin elementleri tüketimi

Bu kısımda gıdaların içinde bulunan enerji ve türlü besin elementlerinin tüketim durumu değerlendirilerek, önerilen günlük miktarlar ile karşılaştırılmaya çalışılacaktır. Değerlendirmemizde, 1974 Türkiye Beslenme Sağlık Gıda Tüketimi Araştırması bulguları esas alınacaktır(14). Araştırmada ele alınan ölçü, 20-40 yaş arası yetişkin bir erkek bireyin tükettiği günlük besin elementi miktarlarıdır.

#### a- Enerji (Kalori) Durumu

İnsanların beslenmesinde öncelikle dikkate alınması gereken nokta, enerji ihtiyacının karşılanmasıdır. Birey günlük yaşamında harcadığı enerjiyi almak zorundadır.

Vücutta enerji oluşturan maddeler esas olarak karbonhidratlar, proteinler ve yağlardır. Normal bir diyetle karbonhidratlardan alınan enerji toplam enerjinin %55-65'i olmalıdır. Gelişmiş ülkelerde yetişkin bir erkek için uygun ve ucuz bir diyet 70 gr protein, 80 gr yağ, 500 gr karbonhidrat içerir. Kanada, ABD ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde bireyler günlük enerjinin 1/3'ünü yağlardan sağla-

---

(14) Ayşe Baysal, 1978, Türkiye-1974 Ulusal Beslenme-Sağlık ve Gıda Tüketimi Araştırması, Araştırma Yöntemi ve Araçları, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, s.40-48

maktadırlar(15). Buna karşılık ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde, günlük enerji ihtiyacının büyük bir kısmı ucuz olması dolayısıyla karbonhidratlardan sağlanmaktadır.

1974'de yapılan araştırmaya göre Türkiye'de ulusal düzeyde günlük kalori tüketimi 2291 kcal'dir. Kişi başına günlük standart ihtiyaç ise ortalama 2000-2500 kcal arasındadır(16).

Kişi başına düşen ortalama kalori tüketimi ülkemiz genelinde yeterli olmasına karşın, bölgeler ve aileler arasında da yiyecek dağılımındaki düzensizlik nedeniyle yeterli düzeyde Enerji tüketemeyen aile sayısı oldukça yüksektir. Ulusal diyetle kalori ihtiyacı daha çok tahıllardan sağlanmaktadır. Bu diyet değiştirilirse, örneğin et ve kurubaklagillerin tüketim içindeki payları artırılırsa beslenme üzerine olumlu sonuçlar vereceği uzmanlarca dile getirilmiştir.

#### b- Protein Durumu

Proteinler, büyüme ve gelişme için olduğu kadar, hayatın devamı içinde gerekli olan temel besin maddeleridir. Vucudun canlılığı, kanın dolaşımı, solunum ve sindirim gibi olayların olabilmesi ancak alınan besinlerin hücrelerde enerjiye dönüşmesi ile sağlanabilir. hücrelerin yenilenmesinde proteinler ile mümkündür(17). Yetişkinlerde kalori ihtiyacı temin edildiğinde protein eksikliği ender olarak görülmektedir.

Türkiye'de ortalama protein tüketimi kişi başına günde ortalama 68 gr olarak hesaplanmıştır. Günlük ihtiyaç ise en az 40 gr kadardır. Ortalama tüketilen protein miktarı ihtiyacı karşılayacak düzeydedir. Bunun yanında sağlıklı beslenebilmek için toplam protein ihtiyacının %25'inden fazlası hayvansal kaynaklı gıdalardan sağlanmalıdır(18).

(15) Beslenme Sorunları, s.13

(16) Türkiye'de Gıda Maddeleri Üretim Politikası, 1980, Türkiye Gelişme Araştırmaları Vakfı, 2, Ankara, s.25

(17) Ayşe Baysal, 1987, Genel Beslenme Bilgisi, 3.Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, s.15

(18) Ayşe Baysal, 1978, Türkiye-1974 Ulusal..., s.40

Türkiye'nin ekonomik büyümesinde, halkın sağlıklı ve dengeli beslenmesinde en büyük role sahip olan hayvancılık sektörü, henüz ülke için yeterli üretim düzeyine ulaşamamıştır. Bu nedenle Türk halkının beslenmesinde hayvansal gıdalar (et, süt, balık, yumurta) yetersiz kalmaktadır. Dengeli beslenmede önemli yeri olan hayvansal protein, yetersiz düzeyde alındığında bir sorun yaratmamasına rağmen vucut için gereklidir(19). Ayrıca hayvansal besinlerin az tüketilmesinde en başta gelen neden, tüketicilerin gelir düzeylerinin düşük olmasıdır.

#### c- Yağ Durumu

Diğer besin elementleri gibi hücre yapısı ve biyolojik ihtiyaçlar için yağlar, diyetle bulunması gereken zorunlu besin elementleridir. Genel olarak, diyetteki yağın insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu da bir gerçektir. Ayrıca kişinin bir günde ne kadar yağ alması gerektiği konusunda da kesin bir düşünce yerleşmemiştir. Vucut enerji ihtiyacını diğer besinlerden temin ettikten sonra, acil yağ asidini karşılayacak ve yağda eriyen vitaminlerin taşınmasını sağlayacak kadar yağ almasının bir sakıncası yoktur. Bu durumda kişinin günlük alması gereken yağ miktarı 40-43 gr kadardır. Bunun en az yarısının bitkisel sıvı yağlardan temin edilmesi önerilmektedir(20).

#### d- Kalsiyum Durumu

İnsan vücudunda en fazla bulunan mineral kalsiyumdur. Vucudun ortalama %1,5-2'sini kalsiyum oluşturur. Kalsiyum için en iyi kaynak süt ürünleridir. Normal yetişkinler için günlük 500 mg kalsiyum yeterli olabilmektedir(21). Türkiye'de tüketilen kalsiyum miktarı yeterli düzeydedir.

(19) E. Canküyer ve diğerleri, 1979, s.5

(20) Ayşe Baysal, 1987, Genel..., s.28-32

(21) a.g.k., s.47

### e- Demir Durumu

Yetişkin bir insanın vücudunda ortalama 3-6 gr arasında da demir bulunmaktadır. Türkiye'de diyetin niteliği, özellikle hayvansal protein yönünden göz önüne alınırsa, demir ihtiyacını karşılayabilmesi için yetişkin erkeklerin günde 10 mg, kadınlarında 20 mg demir tüketmeleri uygun görülmektedir(22).

Yetersiz miktarda demir tüketilmesi halinde demir eksikliğine bağlı olarak kansızlık ortaya çıkmaktadır. Demir yönünden zengin yiyecekler sırasıyla, et, yumurta, pekmez, kuru meyveler ve yapraklı sebzelerdir(23).

### I.2.3. Beslenmenin önemi ve verimlilik

Diğer canlılar gibi insanlar da, yaşamlarını etkin bir şekilde sürdürebilmek için gerekli besin maddelerini tüketmek zorundadırlar. Ayrıca kişilerin beden, kafa ve ruh sağlığını koruyabilmeleri ve daha üretken olmaları için iyi bir şekilde beslenmeleri gerekmektedir.

Beslenme düzeyi düşük olan ülkelerin emek verimliliği yönünden uğradığı kayıplar oldukça yüksektir. Bir toplum, yeterince beslenemiyorsa kalkınma için gerekli atılımı yapamaz ve dolayısıyla kaynaklarını etkin bir şekilde kullanamadığından az gelişmişlik süreci içinde yaşamlarını sürdürmek zorunda kalır. Ekonomik gelişme, ancak normalin üstünde emeğin verimli çalışmasıyla gerçekleştirilebilir.

Çalışanların kişisel verimliliğinin artmasında beslenmenin en önemli katkısı, bebeklik ve çocukluk devresinden itibaren başlar. Çünkü bir işin kolaylıkla, daha kısa süre içinde ve daha uygun bir şekilde yerine getirilmesi, onu yapanın fiziksel yeteneklerine bağlıdır.

Üretim için birinci koşul, sağlıklı bir vücut yapısına sahip olmaktır. İnsanların vücut yapısı kalıtım ve bes-

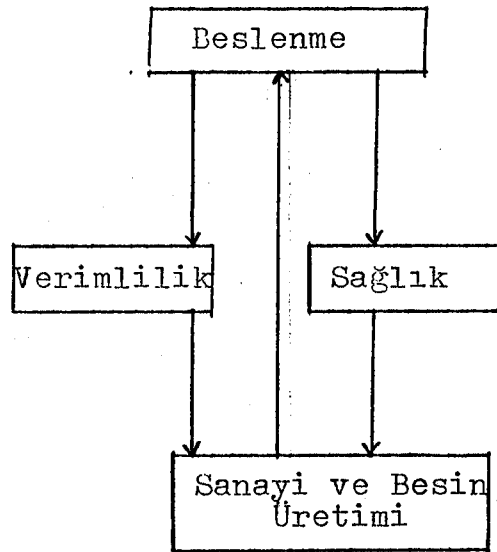
• (22) Ayşe Baysal, 1987, Genel..., s.32

(23) a.g.k., s.50

lenmenin bir ürünüdür. Sanayileşme, belirli bilgi ve becerileri olan insan gücünü ister. Okul çağında yetersiz ve dengesiz beslenen öğrencilerin dikkatsiz ve isteksiz olduğu dolayısıyla öğrenimlerini güç sürdürdükleri görülmektedir(24).

Yetersiz ve dengesiz olan diyet düzeltildiğinde, çalışma veriminin ve başarının yükseldiği türlü araştırmalarla doğrulanmıştır. Yetersiz ve dengesiz beslenme verimi düşürdüğü gibi, yetişkin ölümlerinin nedenleri arasında da yer alır. Bugün Afrika'da bu durum yaşanmaktadır. Öte yandan sanayileşmiş ülkelerde verimi yüksek düzeyde tutmak için kişilerin beslenmesine ayrı bir önem verilmektedir(25)

Şekil-I.1. Beslenme ve Üretim İlişkileri



Kaynak: Türkiye gıda kayıpları bildirileri 11-12 Ocak 1977, MPM Yayınları, 214, Ankara, 1978

Şekil-I.1'de görüldüğü gibi beslenme, sağlığın korunması ve iş veriminin artırılması için gereklidir. İyi beslenme, çalışanın sağlık durumunu ve dolayısıyla iş verimini artırır. Emek verimliliğinin artması sonucuda besin üretimi ve sanayi üretimi artması doğaldır. İyi beslenme ekonomik koşulların gelişmesinde de önemli rol oynar.

(24) Ayşe Baysal, 1978, Beslenme Üretim İlişkileri, 1978, s.15

(25) a.g.k., s.16

Az gelişmiş ülkelerde işçi başına çıktı düzeyi, yani emek verimliliği, gelişmiş ülkelere göre oldukça düşüktür. Ayrıca emek etkin bir şekilde kullanılmaktadır(26). Bizce bunun nedeninde yatan gerçek iyi beslenememedir.

#### I.2.4. Beslenme sorunlarının belirlenmesi ve kaynakları

Türkiye'de beslenme konusunda yapılmış olan türlü araştırmalara bakarak önemli beslenme sorunları olduğunu söyleyebiliriz. Yapılan araştırmalarda, Türkiye'de beslenme ile ilgili temel sorunun, eksik enerji tüketimi olduğu belirtilmiştir(27).

Daha önce belirttiğimiz gibi, Türkiye'de halkın gıda ve besleyici elementler yönünden ortalama tüketim düzeyi normal standartlara uygun görülmektedir. Ancak 1974 Araştırmasına göre daha düşük düzeyde enerji tüketenlerin oranı %42'ye yakındır. Ayrıca 1980 nüfus sayım sonuçları değerlendirildiğinde 8 milyona yakın insan "yarı aç" ya da "gizli aç" olarak nitilendirilebilir(28). Bu sorunun kaynağı dengelessiz besin dağılımıdır.

Türkiye'de beslenme sorunu iki farklı yaklaşım altında ele alınmaktadır. Birincisi, gıda maddelerinin miktar olarak yetersizliği anlamında eksik beslenme, ikincisi gıda maddelerinin içinde bulunan besleyici madde içerikleri açısından yetersizliğini belirleyen hatalı beslenmedir. Durum böyle olunca ülkemizde eksik ve hatalı beslenmenin olduğu söylenebilir. Ayrıca bunları çocuk, hamile ve emzikli kadınların beslenme sorunlarında eklenebilir.

Şimdi Beş Yıllık Kalkınma Planlarında beslenme sorunlarına verilen önemi değerlendirmeye çalışalım.

(26) Ahmet Öztürk, 1987, Ekonomik Planlama, Örnek Kitapevi, Bursa, s.11

(27) Türkiye'de Gıda Maddeleri Üretimi ve Beslenme, 1981, s.191

(28) a.g.k., s.191

Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında, yetersiz ve dengesiz beslenme önemli bir sağlık sorunu olarak önemini korumuştur. Beslenme sorununun başlıca nedenleri: dengesiz gelir dağılımı, bazı gıdaların kalitesizliği, gıda dağılımında bölgesel dengesizlikler, üretim ve pazarlamada yetersizlikler ve beslenme konusunda bilgisizlik ile eğitim noksanlığıdır(29).

Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında beslenme sorunlarının nedenleri açıklanmıştır. Planda yer aldığına göre, Türkiye'de dengesiz, yetersiz ve de hatalı beslenme vardır. Nüfusun %17,5'nin yetersiz kalori tüketimi, %10'nun protein yetersizliği, %2,5'nin de protein yönünden dengesiz beslenme ile karşı karşıya olduğu saptanmıştır(30). Bu durumu dünya standartlarına göre değerlendirirsek, ülkemizde orta derecede bir beslenme sorunun olduğunu söyleyebiliriz.

Kendi yiyecek ihtiyacının tamamına yakınına üretebilen bir ülke durumunda olan Türkiye'de beslenme sorunu, gelir dağılımındaki dengesizlikten, ulaştırma ve dağıtımda görülen yetersizlikten ve beslenme konusundaki eğitimsizlikten kaynaklanmaktadır. Öte yandan, beslenme kalıbı içinde bitkisel besinlerin temel tüketim maddesi olması ve hayvansal yiyeceklerin yeterince tüketime dönük üretilememesi de kalitesiz beslenmeyi oluşturmaktadır(31).

Kuşkusuz yiyeceklerin kalite kontrolü insan sağlığı için yararlı ve çok önemlidir. Türkiye'de bu alanda yeterli ekonomik örgütlenme ve gerekli standartların yaygınlaştırılmadığı görülmektedir. Bu konuda hükümetin ve ilgili kuruluşların çalışmalarını yoğunlaştırmaları, toplum sağlığı yönünden son derece yararlı olacağı kanısındayız.

---

(29) Devlet Planlama Teşkilatı Üçüncü Beş Yıl 1973-1977, Yeni Strateji ve Kalkınma Planı, Ankara, 1973, s.815

(30) DPT Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983, Ankara, 1979, s.462

(31) DPT Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983, Ankara, 1979, s.463

### I.2.5. Beslenme sorunlarının çözümü için yapılan öneriler

Toplumun beslenmesi konusunda, aksaklıklar arasında ilk göze çarpanı ve en önemlisi, eksik enerji tüketimi olduğuna göre, öncelikle bu sorunun çözümüne çalışılmalıdır.

Türkiye, nüfusu yılda 1 milyonun üstünde artan bir ülkedir. Kişi başına düşen gelir artışı ve gelişen sanayileşme çeşitli gıdalara olan talep yapısını değiştirmiştir. Türk halkı daha iyi beslenmek, kaliteli yiyecekler yemek ve daha ucuza beslenmek istemektedir(32).

Enerji ve protein yönünden ihtiyacın karşılanmasında patates, kuru baklagiller oldukça zengin besin maddeleridir. Bu yiyeceklerin tüketimi yönlendirilmelidir.

Et, süt, yumurta gibi hayvasal gıdaların beslenmede önemli yeri olmasına rağmen fiyatların yüksek olması nedeniyle yeterince tüketilememektedir. Bunların üretim artışı özendirilmeli ve düşük gelirli bireylere merkezi ve yerel yönetimlerce temel gıda yardımı yapılmalıdır.

### I.3. Türkiye'de Toplu Beslenme ve Beslenme Politikası

Bu kısımda ülkemiz açısından toplu beslenmenin önemi ve beslenme konusunda yürütülen politikalar ele alınacaktır.

#### I.3.1. Toplu beslenmenin önemi

Beslenme, insanların temel gereksinmelerinin özünü oluşturur. Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş, yeni teknolojik gelişmeler bireylerin evi dışında çalışmayı, eğitim görmeyi ve benzeri yerlerde beslenmeleri gereğini ortaya koymuştur. Toplu beslenme yapılan yerlerin bir bölümü okullar, hastaneler, yurtlar ve fabrikalardır.

Toplu beslenme; ev dışında çok sayıda insanın bir arada beslenmesi için besinlerin planlanması, hazırlanması ve bunların servis işlemlerini içerir. Toplu beslenme sanayi-

---

(32) Türkiye'de Gıda Maddeleri Üretimi ve Beslenme, s.193

leşmeye paralel bir şekilde gelişmiş ve günümüz yaşantısının bir parçası olmuştur.

Bugün nüfusumuzun %10'u (5 milyon) toplu beslenme yapılan kurumlarda beslendiği düşünülürse, nüfusumuzun önemli bir bölümünün bu şekilde beslendiği görülmektedir(33). Bu işlemin önemli ölçüde harcama getireceği açıktır.

Beslenme işleminin bilimsel esaslardan uzak gelişigüzel yapılması bir taraftan besin israfına, diğer taraftan insanların yetersiz ve dengesiz beslenmesine yol açabilir. Bu nedenle toplu beslenme sistemi sağlık ve ekonomik kural-lara uygun olarak yürütülmesi halinde, toplumun sağlık düzeyinin yükselmesine ve ekonomik gelişmesine yardımcı olacaktır.

Toplu beslenmenin yapıldığı yerlerden birisi de üniversite ve yüksek okullardır. İlerki bölümlerde görüleceği üzere, Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampüsü Öğrenci Kafeteryası, toplu beslenme planlaması için uygulama alanı olarak seçilmiştir.

### I.3.2. Beslenme politikası

Kaynakların alternatif gıda maddeleri üretimi için ayrıldığında, Türkiye'de genellikle daha çok hayvansal protein üretimine ve tüketimine yönelik bir politika izlendiği görülmektedir. Enerji gereksinimi göz ardı edilmiştir (34). Ancak beslenme konusundaki plan ve politikaların belirlenmesinde sağlıklı verilerin bulunması önkoşuldur. Güvenilir ve kullanılabilir verilerin derleme ve değerlendirme işlemi, özellikle küçük boyutlu kişisel girişimler olarak son yıllarda yoğunlaşmıştır. Türkiye'de beslenme sorununun çeşidi, tipleri, yaygınlık durumu, ağırlığı ve nedenleri konusunda bir dizi bilgilendirme sağlandığı halde bu bilgilerin kullanımını sınırlı kalmaktadır(35).

(33) Ayşe Baysal, 1978, Beslenme-Üretim..., s.31

(34) Türkiye'de Gıda Maddeleri Üretimi ve Beslenme, s.195

(35) a.g.k., s.197

Türkiye'de beslenme politikası iki temel amacı gerçekleştirecek şekilde planlanırsa, soruna çözüm getirilbileceği düşüncesindeyiz. Bunlar;

i - Toplumun yeterli ve dengeli beslenebilmesi için gerekli besinlerin yeterli miktarda ve halkın alım gücüne uygun şekilde sağlanması gerekir.

ii- Halkın gerekli besinleri ülke ekonomisine uygun şekilde talep ederek, besin değerlerini kaybettirmeden tüketmesine yardımcı olunmasıdır.

Ancak bu temel amaçlar içinde dengesiz ve yetersiz beslenen grupların (bebek, okul çağındaki çocuklar ve anneler gibi) sorunlarına öncelik verilmesi başlangıç hedefini oluşturmalıdır. Uygun ve etkin bir beslenme politikasının önkoşulu, toplumdaki yeni yapısal değişimleri yansıtacak yeni bilgileri elde etmektir. Beslenme politikası diğer iktisadi konularla da uyum içinde olmalıdır(36). Bunlarla birlikte beslenme konusunda etkili araştırmalar yapılmalı ve sonuçlar kısa sürede ilgili birimlere ulaştırılmalıdır.

Toplumun beslenme konusunda eğitilmesi, eğitim için kitle iletişim araçlarının kullanılması ve yiyeceklerin besleyici yönden zenginleştirilmesi (örneğin, halkın temel besin maddesi olan ekmeğin demirle zenginleştirilmesi, kansızlık sorununa bir ölçüde çözüm getirebilir) toplum sağlığına çok yararlı olacak beslenme politikası olarak dile getirilebilir(37).

(36) Türkiye'de Gıda Maddeleri Üretimi ve Beslenme, 1981, s.199

(37) Ayşe Baysal, 1979, Türkiye'nin Beslenme Durumunun Genel Değerlendirmesi ve Beslenme Sorunlarının Çözümü İçin Öneriler, TTB ve TVHB Ulusal Beslenme Kongresi Bildiriler, 7-9 Kasım 1979, Ogun Kardeşler Matbaacılık, Ankara, s.84

## II. TAM SAYILI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA ve DİYET PROBLEMİ

Bu bölümün kapsamını doğrusal programlama ile ilgili tanımlar, tam sayılı ve sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlamanın açıklanması oluşturacaktır. Bunlara bağlı olarak tam sayılı doğrusal programlama modeli diyet problemi açısından ele alınacaktır.

### II.1. Doğrusal Programlama

Doğrusal programlama yöneylem araştırmasında kullanılan en yaygın tekniklerden birisidir. Günümüze kadar doğrusal programlamaya ilişkin pek çok tanım yapılmıştır. Burada, bunlardan çalışmamıza uygun bir kaçına yer verilecektir.

Doğrusal programlama arzulanan hedeflere ulaşmak için kıt kaynakların etkili bir biçimde kullanılması veya dağıtılması sorununu çözen bir tekniktir(38). Doğrusal programlama problemi, amaç fonksiyonu doğrusal olan, kısıtlayıcıların yönü doğrusal eşitlik ve eşitsizliklerden oluşan, bir matematiksel programlama tekniğidir(39).

Değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı kalarak, belirli bir amaca ulaşabilmek için yazılacak fonksiyonu en uygun (optimum) kılmaya çalışan matematiksel tekniğe doğrusal programlama denir(40)

Doğrusal programlamanın bir başka tanımı ise, doğrusal ve programlama kelimelerinin anlamından çıkarılabilir. "Doğrusal" iki veya daha çok değişken arasında aynı yönde ilişki, "Programlama" ise matematiksel tekniklerin kullanılması olarak açıklandığında Doğrusal Programlama,

- 
- 1 (38) Saul I. Gass, 1975, Linear Programming Methods and Applications, Mc Grow-Hill Book Company, New York, s.3
- 2 (39) David G. Luenberger, 1973, Introduction to Linear and Nonlinear Programming, Adison-Wesley Publishing Company, Sydney, s.2
- 3 (40) Ahmet Öztürk, 1984, Yöneylem Araştırması, Uludağ Üniversitesi Yayını, 3-040-0113, Bursa, s.17

kıt kaynakların optimal dağılımını belirlemek amacıyla kullanılan matematiksel bir tekniktir(41).

Doğrusal programlama verilen optimallik ölçütüne bağlı kalarak, kıt kaynakların optimal dağılımını içeren deterministik matematiksel tekniktir de denilebilir(42).

Tanımlardan görüldüğü gibi, doğrusal programlama kıt kaynakların optimal dağıtımında kullanılan yöneylem araştırması çözüm tekniklerinden birisidir.

Doğrusal programlamada karar değişkenleri  $X_j$  ve kâr veya maliyet sabit katsayıları da  $c_j$  ile gösterilirse, genel doğrusal programlama modeli;

$$\begin{aligned} \text{Eniyi } Z &= \sum_j c_j X_j \\ \text{Kısıtlayıcı,} \\ \sum_i \sum_j a_{ij} X_j &\leq b_i & \begin{array}{l} i \ 1,2,3,\dots,m \\ j \ 1,2,3,\dots,n \end{array} \\ \text{ve } X_j &\geq 0 \end{aligned}$$

şeklinde formüle edilebilir.

Doğrusal programlama kaynakların optimal dağılımında, bütçeleme işlemlerinde, eniyi üretim bileşeninin bulunmasında, ulaştırma problemlerinde, reklamcılık ve finansman gibi pek çok faaliyetlerde kullanılmaktadır. Ayrıca maksimum kârın ve minimum maliyetin belirlenmesinde, gölge fiyatların belirlenmesinde temel yöntem olarak türlü doğrusal programlama modelleri kullanılmaktadır(43). Gelişen bilgisayar olanakları doğrusal programlamayı makro ve mikro ekonomik faaliyet düzeylerinde başarıyla kullanılabilen bir araç haline getirmiştir(44).

Doğrusal programlamanın bu denli geniş bir uygulama ve kullanım alanı olmasının temel nedeni, uygulamada orta-

- 4 (41) Özer Serper, Necmi Gürsakal, 1982, s.4-5
- 5 (42) Richard E. Trueman, 1981, Quantitative Methods For Decision Making in Business, The Dryden Press, New York, s.214
- 6 (43) Lawrence Lapin, 1975, Quantitative Methods for Business Decision, Harcourt Brace Jav: Inc., New York, s.60
- 7 (44) Ann J. Hughes, Dennis E. Growlog, 1973, Linear Programming: Nan Emphasis on Decision Making, Addison-Wesley Publishing Company, Atlanta, s.15

ya çıkan sorunlar ile bunlarla ilgili amaçların ve kısıtlayıcıların daha çok doğrusal olma özelliğinden kaynaklanmaktadır(45). Ayrıca doğrusal programlama modellerinin çözümlerinin kolay olması da bu tekniği çekici kılmaktadır(46).

## II.2. Tam Sayılı Programlama

Doğrusal programlama problemlerinin çözüm değerleri çoğu kez tamsayı olmayan kesirli pozitif sayılardır. Bunun yanında uygulamada, çözüm değerlerinin tamsayı olmasını gerektiren bir çok problem bulunmaktadır(47). Çünkü ekonomik yaşamda her zaman girdi ve çıktıların bölünmezlik sorunları ile karşı karşıya kalırız. Bölünmezlikleri ele alan problemlerin çözümleri de tamsayı olmak zorundadır. Otomobil üretimi, buzdolabı üretimi, makina üretimi ve bunların depolanması, yüklenmesi problemleri, sermaye bütçelemesi ve atama problemleri gibi problemler tam sayılı doğrusal programlamaya birer örnek teşkil ederler(48).

Son yıllarda tam sayılı programlama yöntemiyle problemlerin formüle edilmesi ve çözümlerinin araştırılması daha da yaygınlaşmıştır(49) Bunun nedenlerinden birisi, pek çok yönetsel ve ekonomik karar probleminin tam sayılı olarak formüle edilmesindedir. Diğer bir neden ise kaynak tahsis problemlerini özelleştiren olayların tam sayılı değişkenler ile ifade edilmeden çözüme ulaşamayacağıdır (50) Ayrıca günlük yaşamımızda sorunları çözmek için formüle ettiğimiz matematiksel modellerin, yapıları gereği model değişkenlerinin tamamı veya bir kısmı tam sayılı olmak zorundadır. Çünkü bazı problemlerin tam sayılı olmayan çözüm değerlerinin ekonomik bir anlamı yoktur. Yukarıda de-

- 
- 4 (45) İ. Kara, 1980, Yöneylem Araştırması Ders Notları, Eskişehir, s.72
- 9 (46) D.G. Luenberger, 1973, a.g.k., s.2
- (47) D.R. Plane, C. McMillan jr., 1971, Discrete Optimization, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, s.91
- (48) A. Öztürk, 1986. Leontief Modeli ve Doğrusal Programlama, s.134
- (49) N.P. Lomba, E. Turban, 1974, Appliet Programming for Management, Holt, Rinehart ve Winston, New York, s.255
- (50) D.P. Plane, 1971, a.g.k., s.91

ğindiğimiz gibi, girdi ve çıktıların bölünmezlik özellikleri karar değişkenlerinin çözümünün tam sayı olmasını gerektirir(51).

Bu açıklamalardan yararlanarak tam sayılı programlamayı tanımlarsak; karar değişkenlerinin tam sayılı olması gereken problemlerin modellenmesi ve çözümüne ilişkin kavram ve tekniklere tam sayılı programlama denir(52). Bir başka deyişle doğrusal programlama modeli ifade edilen problemlerin, tam sayılı çözümlerinin elde edilmesinde kullanılan tekniğe tam sayılı programlama denir(53).

Tam sayılı doğrusal programlama modeli genel olarak aşağıdaki şekilde formüle edilebilir;

$$\text{Eniyi } Z = \sum_j C_j X_j$$

Kısıtlayıcı

$$\sum_i \sum_j a_{ij} X_j \geq b_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$X_j \geq 0 \text{ ve tam sayı}$$

Doğrusal programlama modeli ile tam sayılı doğrusal programlama modeli arasındaki fark, doğrusal programlama modelindeki karar değişkenlerinin sıfır ve sıfırdan büyük olma koşulu ( $X_j \geq 0$ ) aranırken, tam sayılı programlamada ise değişken değerlerinin sıfıra eşit ve sıfırdan büyük tam sayı değer ( $X_j = 0$  ve tam sayı) almaları gerekir(54).

Doğrusal programlama modellerinde, tam sayılı değişkenlerin üç farklı türü ile karşılaşılabilir(55). Şimdi bunları kısaca açıklamaya çalışalım;

- 
- (51) H.P. Williams, 1985, Model Building in Mathematical Programming, John Wiley and Sons, New York, s.148
- (52) İ. Kara, 1986, Yöneylem Araştırması Doğrusal Olmayan Modeller, Anadolu Univ., 139, Eskişehir, s.95
- (53) A.J. Hughes, D.E. Growlog, 1973, a.g.k., s.317
- (54) A. Öztürk, 1986, a.g.k., s.135
- (55) İ. Kara, 1984, Tam Sayılı ve Dinamik Programlamaya Giriş, Eskişehir, s.3

a-Karma tam sayılı programlama: karar değişkenlerinin bir kısmının tam sayı değer alması durumudur. Yani  $n$  tane karar değişkeninden ( $X_n$ ),  $k$  tanesi için tam sayı olma koşulu,  $n-k$  tanesi için de pozitif olma koşulu vardır.

b- Bütünüyle tam sayılı programlama: karar değişkenlerinin tamamının tam sayı değer alması durumudur. Yani,  $\forall j$  için  $X_j \geq 0$  ve tam sayı.

c- Sıfır-bir tam sayılı programlama: karar değişkenlerinin tamamının sıfır veya bir (0-1) değerini almaları istendiğinde sıfır-bir tam sayılı programlama söz konusudur. Yani bir değişken çözüm kümesine girer ise 1, girmez ise 0 değerini alır.

Çalışmamızın konusu olan eniyi beslenme problemi bu tam sayılı programlama türlerinden sıfır-bir tam sayılı programlama modeline uygun düşmektedir. Bu nedenle bundan sonraki kısımda tam sayılı programlamanın varsayımları ve çözüm yaklaşımları kısaca açıklandıktan sonra, sıfır-bir tam sayılı programlama ve çözüm tekniği üzerinde durulacaktır.

## II.2.1. Tam sayılı programlamaya ilişkin varsayımlar

Doğrusal programlama için geçerli olan varsayımlar tam sayılı doğrusal programlama için de geçerlidir.

### a- Doğrusallık Varsayımı

Amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar, karar değişkenlerinin doğrusal bir fonksiyonu olarak formüle edilir. Bir anlamda işletmenin girdileri ile çıktıları arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu kabul edilir. Amaç fonksiyonunun doğrusal olabilmesi için karar değişkenleri ( $X_j$ )'lerin birinci dereceden ve amaç fonksiyonu katsayıları ( $C_j$ )'lerin sabit olması gerekir(56).

---

(56) D.G. Luenberger, 1973, a.g.k., s.2

b- Toplanabilirlik Varsayımı

Bu varsayım, değişik üretim faaliyetlerine kaynak olan üretim girdileri toplamının, her bir işleme giren üretim girdileri toplamına eşit olduğunu belirtir(57).

c- Sınırlılık Varsayımı

Üretim sürecinde yer alan kaynakların sonlu olduğu varsayılır.

d- Negatif Olmama Varsayımı

Doğrusal programlamada yer alan karar değişkenleri, aylak değişkenler ve artık değişkenlerin değerleri sıfır veya sıfırdan büyük olmalıdır.

## II.2.2. Tam sayılı programlama çözüm yaklaşımları

Tam sayılı programlama problemlerini çözmek için, bir dizi çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir. Geliştirilen bu çözüm yaklaşımlarının birinin diğerine üstünlüğü problemin yapısına göre değişebilmektedir(58).

Geliştirilen yaklaşımlardan bir kaçını kısaca incelemeye çalışalım.

a- Tam sayılandırma (Yuvarlama): Problemin yapısına göre uygun tekniklerden birisiyle çözümü sağlandıktan sonra temelde yer alan karar değişkenleri uygun tam sayıya yuvarlanarak yaklaşık eniyi tam sayılı çözüme ulaşılır(59). Tam sayılı programlama problemlerini çözmek için başka tekniklerin bulunmasına rağmen bunların tartışılması, problemin basit bir yöntem olan yuvarlama ile çözümünden sonraya bırakılmasında yarar vardır(60).

b- Ayrışıklı algoritma: Burada yapılan işlem karma tam sayılı bir modeli, bütünüyle tam sayılı hale dönüştürerek çözümünü arama işlemidir(61).

---

(57) A. Öztürk, 1986, a.g.k., s.97

(58) D.R. Plane, 1971, a.g.k., s.70

(59) İ. Kara, 1986, a.g.k., s.134

(60) D.R. Plane, 1971, a.g.k., s.69

(61) İ. Kara, 1986, a.g.k., s.136

c- Gomory kesme düzlemi tekniği: problem çözüldükten sonra temelde yer alan değişkenler tamsayılı değil ise, tam sayılı çözüm elde etmek için, her ardıştırmada modele, tam sayılı değer alacak değişkenlere göre yeni kısıtlayıcı eklenerek işlemlere devam edilmesidir(62).

d- Sayımlama yöntemleri: Bu yaklaşım, verilen modelin tam sayı tüm uygun çözümlerini gözönüne alarak, eniyi çözümü aramaktır(63). Değişken sayısı ve olası birleşimler az ise bu yöntem daha verimli, fakat uygulamada çok sayıda birleşimler güç ve zaman alıcıdır. "Dal ve Sınır" tekniği sayımlama yöntemlerinden geliştirilmiş ve oldukça uygulama alanı olan tekniklerden birisidir. Diğer bir teknik de sıfır-bir tam sayılı programlama için geliştirilen Balas'ın algoritması (Toplamlı algoritma) dır(64).

e- Grup Teorisi algoritmaları:  $X \geq 0$  koşulu göz önüne alınmadığında, tam sayı değişkenlerle ilgili özel kısıtlar altındaki tam sayılı programlama modelinin, bir grup üzerinde tanımlanmış enküçükleme problemi şeklinde ele alınmasıdır.

### II.2.3. Sıfır-bir tam sayılı model ve çözüm tekniği

Sıfır-bir tam sayılı model, tam sayılı doğrusal programlama modelinin özel bir durumunu yansıtır. Bu tür bir modelde sözkonusu olay, gerçekleşmesi muhtemel bir işlemin yapılması ( $X=1$ ) ya da yapılmaması ( $X=0$ ) şeklindedir(65).

Sıfır-bir tam sayılı programlama modelinin çözümünde, karar değişkenleri yalnız sıfır veya bir değerini alabilir. Değişken sayısı az olduğunda, bu yöntemle çözüm kolaylıkla bulunabilir. Modelde yer alan değişken sayısı arttığında ise tüm değişkenleri taramak güç bir iştir. Örneğin çözümü istenen bir modelde yer alan değişkenler vektörü:

(62) İ. Kara, 1986, a.g.k., s.136

(63) N.P. Loomba, E.Turban, 1974, a.g.k., s.257.,

(64) İ. Kara, 1986, a.g.k., s.136

(65) D.R. Plane, 1971, a.g.k., s.69

$$X = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_{n-1}, X_n)$$

olsun.

Modelde yer alan her bir değişken için iki değer söz konusu olduğundan, modelin çözümü en fazla  $2^n$  kadardır(66).

Sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama modelinin genel yazılımı aşağıdaki gibidir(67).

$$\text{Eniyi } Z = \sum_j c_j X_j$$

Kısıtlayıcı;

$$\sum_i \sum_j a_{ij} X_j \geq b_i \quad \begin{array}{l} i=1,2,3,\dots,m \\ j=1,2,3,\dots,n \end{array}$$

ve  $X_j = 0$  veya 1

Sıfır-bir tam sayılı programlama modelini çözebilmek için özel tekniklere ihtiyaç vardır. Daha önce de belirttiğimiz gibi sıfır-bir tam sayılı programlama problemlerinin çözümünde sayımlama yöntemlerinden dal ve sınır tekniği kullanılabilir. Ancak bu tekniğin uygulanmasında, her seferinde ele alınan modelin yeniden çözülmesi gerektiğinden, çözüme ulaşmak güç ve zaman alıcıdır. Karşılaşılan bu işlem yükünden kurtulmak amacıyla geliştirilen diğer bir teknik "Balas (Toplamlı) Algoritması"dır(68).

Şimdi Balas Algoritmasını açıklamaya çalışalım:

Bir çok karar problemi sıfır-bir tam sayılı olarak formüle edilebilmektedir. Bunlara örnek olarak, fonların bağımsız paylaşılması, geliştirme projeleri, sermaye bütçeleme problemleri gösterilebilir. Bu tür problemlerin çözümünde toplamalı algoritma kullanılır(69).

(66) G. Zoutendijk, 1976, Mathematical Programming Methods, Nort-Holland Publising Company, Amsterdam, s.225

(67) H.M. Wagner, 1975, Principles of Operations Research: With Applications to Managerial Decision, Prentice/Hall International, Inc., London, s,482

(68) N.P. Loomba, E. Turban, 1974, a.g.k., s.257

(69) N.P. Loomba, E. Turban, 1974, a.g.k., s.258

Bir modelde  $X=(X_1, X_2, \dots, X_n)$  gibi,  $n$  sayıda karar değişkeni ve bunlardan  $p$  tanesinin değeri ( $p < n$ ) belirlenmiş olsun. Bu durumda değerleri belirli olan  $p$  adet değişken kısmi cözüm kümesini oluşturur. Burada oluşan kısmi cözüm kümesi, uygun cözüm olmayabilir. Geriye kalan  $n-p$  sayıdaki değişkene de serbest (bağımsız) değişken denir. Burada değeri araştırılacak olan serbest değişkenlerdir. Toplamlı algoritmanın uygulanmasında, kısmi cözümlerin her biri düğümleri, yani  $p$  tane dallandırma noktasını, serbest değişkenler ise ilgili düğümlerden yapılacak dallara karşılık gelirler(70).

Bu durumda  $p$  sayıdaki değişkenden oluşan bir kısmi cözümünden,  $p$  tanesinin değeri bilindiğinden,  $n-p$  serbest değişkene göre,  $2^{n-p}$  sayıda dal üretilecektir. Yani  $n$  değişkenden  $p$  tanesinin değeri bilinmektedir ve bunlardan hareketle geliştirilecek seçenek sayısı  $2^{n-p}$  tane olacaktır. O halde, bir kısmi cözümünden oluşturulacak dallandırmanın gerekli olmadığı ortaya konabilirse, yalnız o kısmi cözümünden  $2^{n-p}$  tane seçenek bütünüyle gözönüne alındığı halde tek tek işleme tabi tutulmayacaktır. Toplamlı Algoritmanın temelinde yatan düşüncede budur(71).

Sıfır-bir tam sayılı modelin bilgisayar yardımı ile daha kısa sürede cözümü için, toplamlı algoritma üzerinde araştırma ve çalışma yapılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu yönde yapılan çalışmalarda özellikle üzerinde durulan özellik, amaç fonksiyonu katsayılarının pozitif olması ve kısıtlayıcıların yönleride aynı yönde olması şeklindedir(72)

Çok sayıda değişken ve kısıtlayıcı içeren doğrusal programlama problemlerinin bilgisayar yardımıyla cözümleri-

(70) İ. Kara, 1986, a.g.k., s.152

(71) a.g.k., s.153

(72) H.M. Salkın, 1975, Integer Programming, Addison Wesley Publishing Company, London, s.84

nin kolaylaşması tam sayılı programlama modelinin ve diğer yöneylem araştırması tekniklerinin uygulama alanını genişletmiştir(73). Yöneylem araştırması tekniklerinin kullanımının yaygınlaşması ve gerçek olaylara uygulanması bir bakıma bilgisayarı güncelleştirdiği söylenebilir. Bunun tersi de söylenebilir, şöyle ki, bilgisayarın gelişmesi yöneylem araştırması tekniklerinin önemini ve kullanım alanını yaygınlaştırmıştır.

### II.3. Tam Sayılı Modelin Diyet Problemi Açısından Ele Alınması

Çalışmamızın ana konusu, Anadolu Üniversitesi Kafeteryası için uygun bir beslenme programı veya diyet programı belirlemektir. O nedenle önce diyet probleminin tanımı ve diyet modeli için modelin formüle edilmesi gerekmektedir.

#### II.3.1. Diyet problemi

Diyet günlük alınan yiyecek ve içeceklere verilen genel bir isimdir. Bununla birlikte dilimizde diyet sözcüğü ilgili uzman tarafından önerilen ya da uygulanan bir beslenme programı anlamında da kullanılmaktadır. Ayrıca diyetin perhiz anlamında vardır(74). Çalışmamızda diyet günlük alınan yiyecek ve içeceklere verilen genel bir isim olarak kabul edilmiştir.

Tükettiğimiz besin maddeleri ile eniyi ve enucuza nasıl beslenebiliriz sorusu günlük yaşamımızla iç içedir. Helle hızlı enflasyonist ortamda yaşayan sabit ve dar gelirli kişiler için böyle bir sorunun cevabı daha da önem arz eder.

Yaşamsal önemi olan bu sorunun yanıtı bizce, sağlık için gerekli minimum temel beslenme koşullarını karşılayacak, en ekonomik olan diyetin belirlenebilmesidir. Bir başka ifade ile bu sorunun yanıtı türlü yiyeceklerden en uygununun

(73) H. Sarıarslan, 1986, Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama, A.Ü. Siyasal Bilgiler Fak. ve B.Y.Y.O. Basım-evi, Ankara, s.205

(74) E. Sencer, 1983, Beslenme ve Diyet, İ.Ü. Tıp Fakültesi Vakfı Bayda Yayını, 4, İstanbul, s.1

seçimi olmaktadır. Bu seçimi yapabilmek için de diyet problemi çözmek gerekir. Diyet probleminin çözümünde kullanılan teknik doğrusal programlamadır. Türlü kaynaklardan edindiğimiz bilgilere göre doğrusal programlama yöntemiyle çözümü elde edilen ilk ekonomik problemlerden birisi de diyet problemidir. Başlangıçta diyet probleminin sayısal bir örneği alınarak çözümü araştırılmıştır, daha sonra artan bir şekilde, beslenmeyle ilgili ilginç uygulamalara ışık tutmuştur(75).

✓ Tarihsel olarak incelediğimizde, Stigler'in Diyet Probleminin, ilk diyet problemi olduğunu görürüz. Bu problem 77 yiyecek ve 9 besleyici elementi içermektedir(76). Bu elementler protein, niasin, vitamınA, thamine, v.b. gibi bisinlerdir. Probleme satın alma işlemi bir yılı kapsayan beslenme miktarına göre düzenlenmiştir. Problemin çözümü simplex yöntemiyle yapılmış ve minimum maliyete ulaşılmıştır. Modelin çözümünde 9 yiyecek yer almıştır. Bunlar Buğdayunu(Tahılunu), Süt, Yerfıstığı, Yağ, Domuz eti, Sığır eti, Lahana, Patates ve Ispanaktır. Hazırlanan diyet planının toplam maliyeti 1946 fiyatlarıyla 39, 67 dolardır (77).

✓ Böyle bir diyet programının her ne kadar ucuz olduğu görülse de, kişinin sürekli olarak aynı yiyecekleri yemesi düşünülemez. Stigler'in dediği gibi hiç kimse bunu başkasına öneremez(78). Stigler'in Diyet Problemi uygulaması, 9 yiyecekten daha fazla çözüm veren bir diyet programının oluşturulması gereğini gündeme getirmiştir.

✓ Genel diyet problemine diğer bir çözüm yaklaşımı da çeşitli besin gruplarına göre, her bir grup besin için problemi ayrı ayrı modelleyerek çözüm aramak şeklindedir. Kıs-

---

(75) R. Dorfman, P. Samuelson, R. Solow, 1958, Linear Programming and Economic Analysis, Mc Grow Hill Book Company, Inc., Tokyo, s.9-15

(76) a.g.k., s.8

(77) S.I. Gass, 1975, Linear Programming, s.293

(78) a.g.k., s.294

men faydalanılan bu yöntemde, her bir grup yiyecek, (et yemekleri, etli sebze yemekleri, çorbalar, v.b.) ayrı bir diyet problemi olarak ele alınır. Çıkan çözüm değerleri genel diyet probleminde birleştirilerek çözüme ulaşılır. Ancak bu tür çözümde maliyetin arttığı gözlenmiştir(79).

✓ Standart diyet problemi üzerinde yapılan sonraki çalışmalar, minimum günlük ihtiyaçları karşılayacak günlük yemek bileşenleri listelerinin oluşturulması şeklindedir. Toplu beslenmenin yürütüldüğü okul, hastane, fabrika, v.b. yerlerde bu işlem, aylık yemek bileşenleri listelerinin hazırlanması şeklinde düzenlenebilir.

✓ Diyet problemi en uygun beslenmenin planlanması yanında, sanayide üretim planlamasında da yararlı olmaktadır. Özellikle uygun yem karışımını, petrol karışımını ve dondurma karışımını oluşturmada yaygınca kullanılan bir modeldir (80). Bunların yanında deniz altılarının, özellikle uzun süreli göreve çıkan askeri deniz altılarının beslenme planlarında, diyet problemi yararlı olabilmektedir. Böylece diyet problemi bir çok önemli işletme kararlarının alınmasında, arz ve talebin belirlenmesinde önemli rol oynar.

✓ Yapılan incilemelerde yöneylem araştırması tekniklerinden yararlanılarak, toplu çalışılan yerlerdeki beslenmeyle ilgili bir çalışmanın bugüne kadar yapılmadığı görülmektedir. Çalışmamızın ilerleyen kısımlarında böyle bir çalışmanın nasıl yapılabileceği gösterileceğinden bu konuya burada değinilmeyecektir.

Şimdi toplu beslenme yapılan yerler için, minimum maliyetli beslenme planlarının hazırlanmasında geçerli olabilecek diyet problemini, genel diyet modeli adı altında formüle etmeye çalışalım.

---

(79) S.I. Gass, 1970, An Illustrated Guide to Linear Programming, Mc Grow Hill Book Company, Inc., New York, s.30

(80) Y. Tulunay, 1980, Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları, Sermet Matbaası, İstanbul, s.274

### II.3.2. Genel diyet probleminin matematiksel yazılımı

Temel amacımız zorunlu ihtiyaçları çeşitli besleyicilerden minimum maliyette sağlamaktır. Bir günde bir kişinin alması gereken besleyici madde miktarı standart olarak belirlenmiştir. Bu besleyici madde miktarları içinde doğal elementler bulunmaktadır. Diyetisyen bu doğal elementleri, kişinin ihtiyacını karşılayacak düzeyde verebileceği bir beslenme planı hazırlamak durumundadır.

Genel diyet modelini, önce modelde yer alan simgeleri açıklayarak aşağıdaki şekilde yazabiliriz.

- $m$  : Besleyici element sayısını  
 $n$  : Besleyici yiyecek sayısını  
 $a_{ij}$  : Bir birim  $j$  yiyeceğinde bulunan  $i$ 'inci besleyici element miktarı  
 $b_i$  : Bir kişiye günlük gerekli olan en az  $i$ 'inci besleyici element miktarını  
 $c_j$  :  $j$ 'inci yiyeceğin bir biriminin fiyatını  
 $X_j$  :  $j$ 'inci yiyeceğin türünü  
 göstermektedir.

Yeterli ve dengeli beslenme için öncelikle en az ihtiyaçların karşılanması gerekir.  $n$  sayıdaki yiyecekten  $X_j$ 'leri öyle seçmek gerekir ki, her bir besin elementinden gerekli miktar alınsın. Bu durum da matematiksel olarak aşağıdaki gibi kısıtlayıcılar şeklinde formüle edilebilir.

$$\begin{array}{rcl}
 a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots & + a_{1j}X_j + \dots & + a_{1n}X_n \geq b_1 \\
 a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots & + a_{2j}X_j \dots & + a_{2n}X_n \geq b_2 \\
 \vdots & \vdots & \vdots \\
 a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots & + a_{ij}X_j + \dots & + a_{in}X_n \geq b_i \\
 \vdots & \vdots & \vdots \\
 a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots & + a_{mj}X_j + \dots & + a_{mn}X_n \geq b_m
 \end{array}$$

Öte yandan alınması gereken türlü yiyeceklerin birim maliyetleri toplamına Z dersek, Z'nin minimum olması gerekir ki problem ekonomik bir çözüme ulaşsın. Bu durumda amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } Z \quad c_1 X_1 \quad c_2 X_2 \quad c_3 X_3 \quad \dots \quad c_j X_j \quad \dots \quad c_n X_n$$

şeklinde yazılacaktır.

Kısıtlayıcıları ve amaç fonksiyonunu belirledikten sonra genel diyet problemi modelini şu şekilde yazabiliriz.

$$\text{Min } Z \quad c_1 X_1 \quad c_2 X_2 \quad c_3 X_3 \quad \dots \quad c_j X_j \quad \dots \quad c_n X_n$$

Kısıtlayıcılar;

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots \quad + a_{1j} X_j + \dots \quad + a_{1n} X_n \geq b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots \quad + a_{2j} X_j + \dots \quad + a_{2n} X_n \geq b_2$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + \dots \quad + a_{ij} X_j + \dots \quad + a_{in} X_n \geq b_i$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots \quad + a_{mj} X_j + \dots \quad + a_{mn} X_n \geq b_m$$

ve

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \geq 0$$

Bu modele minimum tipdeki standart doğrusal programlama modeli denir. Ayrıca  $b_i \geq 0$  olmalıdır.

- Genel diyet modeli yukarıda yazıldığı gibi olmakla beraber toplu beslenme yapılan yerlerin ihtiyacını karşılayamaz. Yiyecek birimleri, bir porsiyon ölçü birimine göre tüketileceğinden, yiyecek türünü gösteren  $X_j$ 'ler 1'den büyük değer alamaz. Çünkü toplu beslenme yapılan yerlerde verilen günlük yemek bileşeni, her yemek türünden ancak bir porsiyon verilmesini gerektirecek şekilde planlanır. Durum böyle olunca karşımıza problemin çözümünün tam sayılı olması ve aynı zamanda sıfır-bir tam sayılı olması gereği ortaya çıkmaktadır. Bu durumda genel diyet modeli sıfır-bir tam sayılı olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{Min } Z \quad c_1 X_1 \quad c_2 X_2 \quad c_3 X_3 \quad \dots \quad c_j X_j \quad \dots \quad c_n X_n$$

Kısıtlayıcılar;

$$\begin{array}{rcl} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots & + a_{1j}X_j + \dots & + a_{1n}X_n \geq b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots & + a_{2j}X_j + \dots & + a_{2n}X_n \geq b_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots & + a_{ij}X_j + \dots & + a_{in}X_n \geq b_i \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots & + a_{mj}X_j + \dots & + a_{mn}X_n \geq b_m \end{array}$$

ve

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_j, \dots, X_n = 0 \text{ veya } 1$$

Görüldüğü gibi diyet modelinin genel yazılımında, doğrusal programlama ile tam sayılı doğrusal programlama arasındaki tek fark modelin son satırında yer alan sıfırdan büyük olma şartının, değişkenlerin yalnız sıfır veya bir değerini alabilecekleri şeklinde değişmesidir.

### III. SIFIR-BİR TAM SAYILI MODELİN ANADOLU ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİ KAFETERYASINDA UYGULANMASI

Ekonomik yaşamda karşımıza çıkan soru- ların çözümü için geliştirilen bir model, gerçek problemlerin çözümünde uygulanabilme kolaylığı ve tutarlı çözümlere ulaşabildiği ölçüde değer kazanır.

Bu bölümde, kuramsal olarak açıklamaya çalıştığımız eniyi beslenme (diyet) problemi için, gereken verileri elde ederek ve gerçek değerlere bağlı kalarak modeli kurmaya çalışacağız.

Model için verilerin elde edilmesine geçmeden önce, modelin uygulandığı yeri kısaca tanıtmakta yarar görmekteyiz.

Enuygun beslenme modeli, Anadolu Üniversitesi Yunus- emre Kampüsü Öğrenci Kafeteryasında Kasım-1987 için uygulanmıştır. Kafeterya tüm Üniversite personeline ve öğrencilere hizmet vermektedir. Hizmetini çalışma günlerinde yalnız öğle yemeği vererek sürdürmektedir. Kafeteryada yemek planı, aylık yemek fişi ve yemek kartları satıldıktan sonra hizmet talep eden birey sayısına göre yapılmaktadır. Yemekleri hazırlamak için gerekli malzemeler, özelliklerine göre aylık, haftalık ve hatta yıllık olarak toptan satın alınmaktadır. Satınalım için ayrılan ödenek, yıllık olarak Üniversite bütcesince tahsis edilmekte ve kafeterya bu ödenek ile işlerini yürütmektedir.

#### III.1. Model İçin Verilerin Elde Edilmesi

Herhangi bir yemek planlayıcısının (diyetisyen) uygulamak istediği diyet programını bilimsel olarak yapabilmesi için, ne tür yiyeceklerden ne kadar tüketileceğinin hesaplanmasında bazı standartların verilmiş olması gerekmektedir. En uygun beslenme modelinin çözülebilmesi için de bazı standartlar kabul edilmiştir.

### III.1.1. Sağlık standartları

İnsan sağlığıyla ilgili araştırma kurumları, normal gelişmiş sağlıklı bir insanın, ne tür ve ne miktarda besleyici elementlere ihtiyaç duyduğunu, yaptıkları bilimsel çalışmalarla belirlemişlerdir. Belirlenen söz konusu verilerin bir kısmının MPM'nin çeşitli yayınlarında yer aldığı görülmektedir.

Yetişkin bir kişinin günlük beslenme ihtiyaçlarını karşılayacak beş temel besin elementi ile günlük minimum ihtiyaçlar (Tablo-III.1)'de verilmiştir. Bireyin yiyeceklerden aldığı besleyici doğal element sayısı 20'ye yakın olmasına rağmen (Tablo-III.1)'de belirtilen 5 temel besleyici element yeterli miktarda alındığında diğer besleyici elementler için bir eksiklik duyulmamaktadır. Örneğin, ülkemizde tahıllı yiyeceklerin tüketimi çok olduğundan, genelde vitaminler yönünden bir eksiklik söz konusu değildir.

Tablo-III.1. Temel Besleyici Elementler ve Günlük İhtiyaçlar

Enerji ve Bes. Element.	Günlük İhtiyaçlar
Enerji	2500 kcal
Protein	55 gr
Yağ	40 gr
Kalsiyum	500 mg
Demir	10 mg

Besleyici elementlerin (kalori, demir, v.s.) gereğinden fazla alınması da dengesiz bir diyet sonucunu doğurabilmektedir.

Üniversite kafeteryasında yalnız öğle yemeği servisi yapıldığına göre Tablo-III.1'de belirtilen günlük ihtiyaç miktarlarının 2/5'inin öğlen yemeğinde karşılanması yeterli olacaktır. Doğal olarak biriyler beslenirken ekme tüketmektedirler. Kişi başına ortalama ekme tüketimi 60 gr/öğlen yemeği kadardır. Şu halde bir kişinin öğlen yemeğinde,

yalnız yemek bileşenlerinden alması gereken besleyici element miktarları Tablo-III.2'deki gibi olmalıdır.

Tablo-III.2. Bir Kişinin Öğlen Yemek Bileşenlerinden Karşıllanması Gereken Besin Elementi İhtiyaç Mik.

Enerji ve Bes. Element.	Öğ. Yem. Kar. Top. Miktar	60gr Ek. Bes. El. İç.	Öğ. Yem. Bilş. Kar. Bes. El. M.
Enerji	1000 kcal	148 kcal	852 kcal
Protein	22 gr	4,74 gr	17,26 gr
Yağ	16 gr	0,60 gr	15,40 gr
Kalsiyum	200 mg	12 mg	188 mg
Demir	4 mg	0,78 mg	3,22 mg

Yukarıdaki tablonun hazırlanmasında izlenen işlem, öğlen yemeğinde kişi başına ortalama 60gr ekmeğin tüketildiğine göre, 60gr ekmeğin içerdiği besleyici element miktarları, öğlen yemeğinden karşılanacak toplam ihtiyaç miktarlarından çıkarılarak, öğlen yemeğinde verilecek yemek bileşenlerinden karşılanması gereken besin element miktarları (Tablo-III.2'nin son sütununda) bulunmuştur.

Çalışmamızda (Tablo-III.2)'nin son sütununda yer alan besleyici element miktarlarını karşılayacak çözümler araştırılacaktır.

### III.1.2. Yiyeceklerin beslenme açısından özellikleri

Vücudumuzun ihtiyacı olan enerji, protein, yağ, kalsiyum, demir ve vitaminlerin kaynağı yiyeceklerimizdir. Yiyeceklerin içerdiği besin elementleri tür ve miktarları yönünden ayrıcalık gösterir. Çok çeşitli olan yiyeceklerimiz bazılarını enerji, bazılarını protein ve bazılarını da diğer besin elementleri yönünden zenginleştirir.

Yiyecekler genellikle yemek olarak tüketilir. Yemekler özelliklerine göre üç ana grup altında toplanabilir.

## Birinci Grup (Kap) Yemekler

A-Et Yemekleri

B-Etli Sebze Yemekleri

## İkinci Grup Yemekler

A-Tahıllı Yemekler

B-Çorbalar

## Üçüncü Grup Yemekler

A-Tatlılar

B-Salatalar

C-Kompostolar

D-Meyveler

Çalışmamızda yalnız öğle yemeği ele alındığından üç ana grupta toplanan yemeklerin her birinden bir adet (bir porsiyon) yemek vermek gerekmektedir. Bir öğlen yemeğinde bir adet birinci gruptan, bir adet ikinci gruptan ve bir adet de üçüncü gruptan olmak üzere toplam üç kap yemek bulunmalıdır.

Üniversite kafeteryasında hazırlanabilen (Kasım-1987 için) yemekler, gruplar altında toplanarak Tablo-III.3'de verilmiştir.

Tablo-III.3. Anadolu Üniversitesi Kafeteryasında Kasım A-yında Hazırlanabilen Yemekler

I. Grup YemeklerA-Et Yemekleri

Terbiyeli Köfte

İzmir "

Izgara "

Kadınbudu "

Taskebabı

Bahçe Kebabı

Güveç

Rosto Et (pat. Kız.)

Rosto Et ( " Pür.)

Fırında Koyun

B-Etli Sebze Yemekleri

Kabak Dolma (Yoğurtlu)

Kıy. Biber Dolma

Türlü

Kıy. Patates

Kuru Fasulye

Kuru Nohut

Yumuştalı Ispanak

Patlıcan Musakka

Kıy. Ispanak

Kıy. Bezelye

## Tablo-III.3 (devamı)

Patlıcan Kebap  
Haşlama Tavuk

Kıy. Taze Fasulye  
Kıy. Karnıbahar  
Karnıyarık

II. Grup YemeklerA-Tahıllı Yemekler

Bulgur Pilavı  
Pirinç "  
Fırında Makarna  
Peynirli "  
Soslu "  
Tepsi Böreği

B-Çorbalar

Pirinç Çorba  
Şehriye "  
Domates "  
Kır. Mercimek Çorba  
Yayla Çorba  
Sebze "  
Düğün "

III. Grup YemeklerA-Tatlılar

Sütlaç  
Kadayıf

B-Salatalar

Domates  
Karışık  
Kıvırcık  
Marul  
Cacık

C-Kompostolar

Kuru Kayısı  
Vişne  
Kuru Erik  
Elma

D-Meyvalar

Üzüm  
Kavun  
Karpuz  
Elma  
Yoğurt

### III.1.3. Modelin karar değişkenleri

Karar değişkeni: sistemin davranışını etkileyen ve alabileceği değerler karar verici tarafından belirlenen değişkenlere karar değişkeni veya kontrol edilebilen değişken denir. Karar değişkeni bu şekilde tanımlandığında, modelde yer alan karar değişkenleri (Tablo-III.3)'de verilen yemek türleri olacaktır. Modelde yer alan karar değişkenleri genel olarak  $X_j$  simgesiyle gösterilebilir. Burada  $X_j$ , j'inci yiyecek türünden tüketilecek miktarı (porsiyon) göstermektedirler.

Bu durumda karar değişkenleri;

$X_1$ : Terbiyeli Köfte

$X_2$ : İzmir "

$X_3$ : Izgara "

$X_4$ : Kadınbudu "

$X_5$ : Taskebabi

$X_6$ : Bahçe Kebabı

$X_7$ : Güveç

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

$X_{47}$ :Vişne Komposto

$X_{48}$ :Erik "

$X_{49}$ :Elma "

$X_{50}$ :Üzüm

$X_{51}$ :Kavun

$X_{52}$ :Karpuz

$X_{53}$ :Elma

$X_{54}$ :Yoğurt

şeklinde oluşacaktır. Karar değişkenlerinin ölçü birimleri bir porsiyon olarak kabul edilmiştir. Her bir yemek türünün bir porsiyon ağırlıkları Tablo-III.4'ün ilk sütununda yer almaktadır. Burada, modelde yer alan yemek türlerinin her bir porsiyonlarındaki beslenme elementi miktarlarının sabit oranlarda bulunduğu varsayılacaktır.

Tablo-III.4. Toplu Beslenme Yapılan Kurumlarda Kullanılabilen Yemeklerin Bir Porsiyonlarının Besin Öğeleri Değerleri

YEMEKLER	1 Por. ağır. gr.	Enerji kcal.	Prote. gr.	Yağ gr.	Kal. mg.	Demir mg.
<b>Et Yemekleri</b>						
Terbiyeli Köfte	250	231	12,8	15,6	16,1	2,0
İzmir "	250	343	14,6	20,6	23,1	2,6
Izgara "	160	309	15,4	16,4	70,0	2,5
Kadınbudu "	200	417	16,2	27,1	30,2	3,0
Taskebabi "	220	348	16,9	23,1	20,3	2,8
Bahçevan Kebabı	250	339	17,7	23,3	47,2	3,4
Güveç	250	461	19,8	27,4	13,1	2,4
Rosto Et (pat.k.)	160	348	18,4	23,5	17,0	3,0
Rosto Et (pat.h.)	160	311	18,6	18,5	18,2	3,1
Fırında Koyun	200	293	15,8	23,1	13,2	2,3
Patlıcan Kebabı	250	406	17,2	31,0	46,2	3,5
Haşlama Tavuk	250	259	26,2	10,5	31,3	2,6
<b>Etlı Sebze Yem.</b>						
Kabak Dolma	200	247	11,1	13,3	149,3	1,8
Kıy. Biber Dol.	220	226	11,2	13,4	19,7	2,4
Türlü	250	221	10,1	11,8	50,8	2,7
Kıy. Patates	250	250	10,1	11,5	24,0	2,3
Kuru Fasulye	250	336	19,1	14,2	51,4	5,4
Kuru Nohut	250	350	17,4	16,5	75,4	4,9
Yumurtalı Ispa	180	206	10,6	14,2	150,7	6,2
Patlıcan Musakka	250	201	9,6	11,6	47,5	2,7
Kıy. Ispanak	220	276	15,6	14,6	248,9	6,2
Kıy. Bezelye	250	298	18,3	12,0	47,1	4,2
Kıy. Taze Fasulye	250	222	11,1	11,8	94,8	3,6
Kıy. Karnıbahar	250	187	11,3	11,7	63,8	2,7
Karnıyarık	220	270	9,6	19,6	47,1	2,7
<b>Tahıllı Yemekler</b>						
Bulgur Pilavı	175	291	6,5	12,9	25,0	1,9
Pirinç "	175	326	4,1	12,6	6,6	0,5
Fırında Makarna	250	505	19,4	21,3	278,6	1,6
Peynirli "	200	354	10,7	13,5	115,0	0,8
Soslu "	200	337	7,1	12,1	112,0	0,7
Tepsi Böreği	200	421	15,0	17,7	108,6	5,5
<b>Çorbalar</b>						
Pirinç Çorba	200	114	1,2	6,2	5,3	0,2
Şehriye "	200	115	1,8	6,3	6,2	0,2
Domates "	200	161	3,4	9,6	53,0	0,5
Kır. Mercimek	200	183	7,9	6,7	24,9	2,3
Yayla Çorba	200	115	8,8	5,8	42,9	0,5
Sebze "	210	92	1,1	6,3	16,6	0,7
Düğün "	210	122	5,9	5,8	12,0	1,1

Tablo-III.4 (devamı)

YEMEKLER	1 Por. ağır. gr.	Enerji kcal.	Prote. gr.	Yağ gr.	Kal. mg.	Demir mg.
<b>Tatlılar</b>						
Sütlaç	250	347	8,4	6,7	265,0	0,3
Tel Kadayıf	150	430	6,5	13,7	36,9	4,2
<b>Salatalar</b>						
Domates Salat.	150	127	1,1	10,4	12,4	0,9
Karışık "	150	123	1,3	10,3	34,6	1,2
Kivircik "	80	84	0,9	7,7	32,1	0,9
Marul "	100	93	1,6	7,7	74,2	1,9
Cacık	230	131	4,5	8,4	166,1	0,5
<b>Kompostolar</b>						
Kuru Kayısı Kom.	225	184	0,8	0,2	13,5	0,6
Vişne "	230	194	1,1	0,2	18,0	0,2
Kuru Erik "	230	178	0,6	0,2	20,0	0,8
Elma "	220	193	0,2	0,2	3,9	0,3
<b>Meyvalar</b>						
Üzüm	150	108	0,9	1,0	21,4	1,3
Kavun	500	77	1,4	0,3	41,3	3,3
Karpuz	500	73	1,3	0,3	15,0	0,5
Elma	200	101	0,5	0,5	9,6	0,6
Yoğurt	250	77	4,8	3,9	180,0	0,0

Kaynak: A. Baysal, T. Kutluay, 1986; Toplu Beslenme Yapılan Kurumlar İçin Yemek Planlama Kuralları ve Yıllık Yemek Listelere, MPM Yayın, Ankara

### III.1.5. Yiyecek maliyetlerinin elde edilmesi

Maliyet denilince genellikle iki tür maliyetten söz edilir. Bunlar sabit maliyetler ve değişken maliyetlerdir. Sabit maliyetler üretim miktarına bağlı kalmaz iken, değişken maliyetler üretim miktarına bağlı olarak değişirler. Bu iki maliyetin toplamı, toplam maliyeti oluşturur. Bir üretim sürecinde değişken maliyetlerin kontrol altında tutulması önemlidir(81). Bunun için değişken maliyetleri en-küçüklemeyle toplam maliyeti de en-küçükleme mümkündür.

Bu açıklamaların ışığında modelimizde yer alan maliyetler değişken maliyetlerdir. Kafeteryada hazırlanabilen yemeklerin bir porsiyonunun maliyeti kafeterya yöneticilerinden alınarak belirlenmiştir. Elde edilen birim porsiyon maliyetleri Tablo-III.5'de verilmiştir.

Tablo-III.5'de verilen maliyetler, kafeteryada hazırlanarak tüketime hazır hale gelmiş yemeklerin bir porsiyonunun değişken maliyetidir. Bununla birlikte başka maliyet unsurları da söz konusudur. Bunlar işçilik, hava gazı, elektrik ve su gibi sabit maliyetlerdir. Bu maliyetlerin bir aydan diğer bir aya önemli bir değişiklik göstermedikleri varsayılarak, bunlar çalışmamızda işleme alınmamışlardır. Bizim için göz önüne alınması gereken değişken maliyetlerdir. Değişken maliyetler, sabit maliyetlerin dışında, yemeklerin hazırlanmasında kullanılan malzemelerin oluşturduğu maliyetlerdir.

Çalışmanın amacı, en uygun beslenmeyi minimum maliyet ile gerçekleştirmek olduğundan, değişken maliyetlerin minimumda gerçekleşmesi halinde, buna bağlı olarak toplam maliyet de minimum yapılmış olacaktır.

---

(81) Y. Tulunay, 1980, a.g.k., s.146

Tablo-III.5. Anadolu Üniversitesi Öğrenci Kafeteryasında Hazırlanan Yemek Türlerinin KASIM-1987 Fiyatları İle Porsiyon Maliyetleri

Yemek Tür.	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>
Bir Por. Mal.(TL)	351	358	350	425	488	387	240	463	463	571	335	382	148	171	272	160	183	149	135	174

Yemek Tür.	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>	X <sub>25</sub>	X <sub>26</sub>	X <sub>27</sub>	X <sub>28</sub>	X <sub>29</sub>	X <sub>30</sub>	X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	X <sub>34</sub>	X <sub>35</sub>	X <sub>36</sub>	X <sub>37</sub>	X <sub>38</sub>	X <sub>39</sub>	X <sub>40</sub>
Bir Por. Mal. (TL)	155	229	225	175	210	34	30	122	130	125	144	33	38	48	45	36	37	35	43	44

Yemek Tür.	X <sub>41</sub>	X <sub>42</sub>	X <sub>43</sub>	X <sub>44</sub>	X <sub>45</sub>	X <sub>46</sub>	X <sub>47</sub>	X <sub>48</sub>	X <sub>49</sub>	X <sub>50</sub>	X <sub>51</sub>	X <sub>52</sub>	X <sub>53</sub>	X <sub>54</sub>
Bir Por. Mal. (TL)	117	120	85	85	59	100	150	54	60	75	50	40	90	62

### III.2. Modelin Kurulması

Elde edilen verilerin yardımıyla uygulamada kullanılacakımız modeli kurmak mümkündür. Şimdi sırasıyla gerçek rakamlarla amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcıları belirlemeye çalışalım.

#### III.2.1. Amaç fonksiyonunun belirlenmesi

Modelde yer alan karar değişkenleri ( $X_j$ ) her bir yemek türü ve birim maliyetler ( $c_j$ ) her bir yemek türünün bir porşyon maliyeti olarak tanımlandığında, amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde yazılabilir. Tabidirki minimum maliyetli beslenme amacımıza uygun olarak amaç fonksiyonu minimum tipte bir fonksiyon olacaktır.

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 351X_1 + 358X_2 + 350X_3 + 425X_4 + 488X_5 + 387X_6 + 240X_7 + 463X_8 \\ & + 463X_9 + 571X_{10} + 335X_{11} + 382X_{12} + 148X_{13} + 171X_{14} + 272X_{15} + 160X_{16} \\ & + 183X_{17} + 149X_{18} + 135X_{19} + 174X_{20} + 155X_{21} + 229X_{22} + 225X_{23} + 175X_{24} + \\ & 210X_{25} + 34X_{26} + 30X_{27} + 112X_{28} + 130X_{29} + 125X_{30} + 144X_{31} + 33X_{32} + 38X_{33} \\ & + 48X_{34} + 45X_{35} + 36X_{36} + 37X_{37} + 35X_{38} + 43X_{39} + 44X_{40} + 117X_{41} + 120X_{42} + \\ & 85X_{43} + 59X_{44} + 100X_{45} + 150X_{46} + 54X_{47} + 60X_{48} + 75X_{49} + 50X_{50} + 40X_{51} + \\ & 40X_{53} + 90X_{54} + 62X_{54} \end{aligned}$$

#### III.2.2. Kısıtlayıcı denklemlerin belirlenmesi

Dengeli ve yeterli beslenme ancak belirli standartların kabul edilmesiyle başarılacağına göre, bireylerin öğlen yemeğinde standart olarak belirlenen besin elementleri ihtiyaç miktarları, modelde sağ taraf sabitlerini ( $b_i$ ) oluşturacaklardır. Modelin sağ taraf sabitleri olan beş temel besin elementi (bkz. Tablo-III.2)'de belirtilen miktarlarda karşılanmalıdır.

O halde birinci beslenme elementinin yeterince sağlanmış olabilmesi için, birinci kısıtlayıcı denklem;

$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + a_{14}X_4 + \dots + a_{1j}X_j + \dots + a_{1n}X_n \geq b_1$  olmalıdır. Eşitsizliğin yönünün ( $\geq$ ) olmasının nedeni, birinci beslenme elementinden enaz  $b_1$  kadar tüketilmesi gerektiğini belirtmek içindir.

Yukarıdaki eşitsizlikten yararlanarak, modelde yer alacak esas kısıtlayıcıları aşağıdaki şekilde yazabiliriz.

Kısıt 1:  $231X_1 + 343X_2 + 309X_3 + 417X_4 + 348X_5 + \dots + 270X_{25} + 291X_{26} + \dots + 108X_{50} + 77X_{51} + 73X_{52} + 101X_{53} + 77X_{54} \geq 852$  kcal.

Kısıt 2:  $12,8X_1 + 14,6X_2 + 15,4X_3 + 16,2X_4 + 16,9X_5 + \dots + 9,6X_{25} + 6,5X_{26} + \dots + 0,9X_{50} + 1,4X_{51} + 1,3X_{52} + 0,5X_{53} + 4,8X_{54} \geq 17,26$  gr.

Kısıt 3:  $15,6X_1 + 20,6X_2 + 16,4X_3 + 27,4X_4 + 23,1X_5 + \dots + 19,6X_{25} + 19,6X_{26} + \dots + X_{50} + 0,3X_{51} + 0,3X_{52} + 0,5X_{53} + 3,9X_{54} \geq 15,34$  gr.

Kısıt 4:  $16,1X_1 + 23,1X_2 + 70X_3 + 30,2X_4 + 20,3X_5 + \dots + 47,1X_{25} + 26X_{26} + \dots + 21,4X_{50} + 41,3X_{51} + 15X_{52} + 9,6X_{53} + 180X_{54} \geq 188$  mg

Kısıt 5:  $2X_1 + 2,6X_2 + 2,5X_3 + 4X_4 + 2,8X_5 + \dots + 2,7X_{25} + 1,9X_{26} + \dots + 1,3X_{50} + 3,3X_{51} + 0,5X_{52} + 0,6X_{53} + 0X_{54} \geq 3,22$  mg

Ancak daha öncede belirttiğimiz gibi, bir grup yemekten aynı anda (bir günde) iki kap yemek verilmemesi gerekmektedir. Her gruptan yalnız bir tür yemek çözüm kümesinde yer alabilecek koşulunun modele eklenmesi gerekir. Bunun için yeni özel kısıtlayıcılara ihtiyaç vardır.

Birinci grup yemekler için yeni özel kısıtlayıcı;

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + \dots + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} = 1$$

İkinci ve üçüncü grup yemekler için de benzer şekilde yeni özel kısıtlayıcılar yazılabilir.

$$X_{26}+X_{27}+X_{28}+X_{29}+X_{30}+X_{31}+X_{32}+X_{33}+X_{34}+X_{35}+X_{36}+X_{37}+X_{38}=1$$

$$X_{39}+X_{40}+X_{41}+X_{42}+X_{43}+X_{44}+X_{45}+X_{46}+X_{47}+X_{48}+X_{49}+X_{50}+X_{51}+$$

$$X_{52}+X_{53}+X_{54}=1$$

Modele bu üç yeni özel kısıtlayıcı ekleyerek çözümü araştırıldığında, her bir yemek grubundan bir adet olmak üzere toplam üç tür yemek çözüm kümesine girecek, dolayısıyla bir gün için minimum maliyetli yemek bileşeni oluşturulabilecektir. Bu şekilde, bir gün için uygun yemek bileşeni oluşturulmakla beraber bir aylık bir diyet programı yapılmak istendiğinde bu yöntem sağlıklı işlemez; bir aylık yemek planı için modelin birder fazla ardışık çözümlerinin araştırılması zorunludur.

Buna rağmen Kasım-1987'de 21 çalışma günü için model yukarıda belirtilen üç özel kısıt ilavesiyle çözümlenerek bir plan yapılırsa: önce günlük çözüm kümesine giren yemek türleri sıfıra eşitlenerek bir daha modelde yer almamaları sağlanır. Böylece aynı tür yemeklerin tekrar verilme durumu olmaz. Ancak bu şekilde çözümler araştırılırsa, çözüm kümesine giren yemek türlerinin belirli sınıflardaki yemeklerde toplanma riski vardır. Örneğin birinci gruptan çözüme girecek esas yemeğin, etli sebze yemeklerinde toplanması söz konusudur, çünkü etli sebze yemekleri et yemeklerine göre daha düşük maliyete sahiptir. Şu halde yalnız üç yeni özel kısıt ile aylık yemek planı oluşturmak sakıncalı olacaktır.

Belirttiğimiz bu sakıncalı durumu etkisiz hale getirmek için, modele yine yeni özel kısıtlayıcıların ilave edilmesi gerekmektedir. Modele yine yeni özel kısıtlayıcıların ilave edilmesindeki düşünce; "Bir problemde karar vericinin seçeneklerle ilgili özel tutumları veya problemin yapısı gereği seçenekler arası zorunlu ilişkiler söz konusu olabilir. Bu durumlarda, her bir tutum veya zorunlu ilişki karşılığı modele özel kısıtlayıcıların yazılması gerekir(82)".

Yeni kısıtlayıcılar düşünülürken toplu beslenme yapılan yerlerde genel bir uygulamada göz önüne alınmalıdır. Bu uygulama haftanın beş çalışma gününün, iki gününde et yemeği, diğer üç gününde etli sebze yemeğinin birinci kap yemek olarak verilmesidir. İkinci ve üçüncü kap yemekler de birinci kap yemeğe uygun olarak oluşturulur.

Yaptığımız açıklamalara göre modele ilave edilecek yeni özel kısıtlayıcılar, I. kap için aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\text{Kısıt 6: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} \geq 0$$

$$\text{Kısıt 7: } X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} = 0$$

Daha önce yazdığımız ;

$$\text{Kısıt 8: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + \dots + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} = 1$$

olarak, Kısıt 6 ve Kısıt 7'nin toplamına eşittir.

Bu kısıtlayıcılar yardımıyla, ilk gün için etli sebze yemeği birinci kap yemek olarak çözüm kümesine girmiş ise, bir sonraki gün için birinci kap yemeğin et yemeği olarak çözüm kümesine girmesi sağlanacaktır. Bunun içinde  $K_{7}=0$  olarak kabul edilerek, modelin çözümünün araştırılması gerekir.

Yukarıda sadece birinci grubun alt sınıfları için yeni özel kısıtlar yazılmıştır. Benzer şekilde ikinci ve üçüncü grubun alt sınıfları içinde yeni özel kısıtlayıcılar yazılabilir. Ancak bu grublarda yer alan yemek türlerinin sınıflara düşen sayıları az olduğundan ve benzer yemek türlerinin sadece biri modele dahil edildiğinden (örneğin bir çok tatlı türü yerine modele sadece sütlüç ve kadayıf alınmıştır, çünkü içerikleri bir birine çok yakındır), bu grubun sınıfları için yeni özel kısıtlayıcıların yazılmasına gerek duyulmamıştır. Ayrıca ikinci ve üçüncü grup yemek maliyetleri birinci grup yemek maliyetlerine göre çok düşük bir düzeydedir. Maliyetin esas kısmını birinci grup yemekler oluşturmaktadır.

İkinci ve üçüncü grup yemeklerden günlük bir tür çıkmasını sağlayacak kısıtlar da daha önce yazdığımız yeni özel kısıtlar Kısıt:9 ve 10 olarak isimlendirilirse:

$$\text{Kısıt 9: } X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} + X_{30} + X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{37} + X_{38} = 1$$

$$\text{Kısıt10: } X_{39} + X_{40} + X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + X_{48} + X_{49} + X_{50} + X_{51} + X_{52} + X_{53} + X_{54} = 1$$

şeklinde olacaktır.

Bütün bunların yanında çözüm kümesine giren yemek türlerinin tekrar tekrar çözüm kümesinde yer almaması için ÇIKAN adı altında sıfıra eşit olan yeni bir kısıt daha modele eklenmelidir:

$$\text{Kısıt11: } \text{ÇIKAN} = 0$$

Sonuç olarak modele, günlük üç tür yemek bileşenini sağlayacak ve aynı yemek türünün tekrar tekrar verilmesini önleyecek 6,7,8,9,10,11 nolu kısıtlayıcılar, yeni özel kısıt olarak ilave edilmiştir.

Bunlara ek olarak modelde yer alan yemek türlerinin ölçü birimleri, daha önce de belirtildiği gibi "bir porsiyon" olarak alınmıştır. Modelin karar değişkeni ( $X_k$ ) çözümde ya yer alacak ( $X_k=1$ ) ya da yer almayacaktır ( $X_k=0$ ). Bu durumda modelde yer alan karar değişkenleri en az SIFIR en fazla BİR değerini alabileceklerinden, modelin çözümünde SIFIR-BİR tam sayılı doğrusal programlama tekniği kullanılacaktır. Şu halde son olarak modele

$$X_j = 0 \text{ veya } 1 \quad (j=1,2,3,4,5, \dots, 50,51,52,53,54)$$

kısıtı eklenmelidir.

Yapılan tüm açıklamalar ışığında SIFIR-BİR tam sayılı doğrusal programlama modeli bir bütün olarak izleyen sayfadaki gibi yazılabilir.

$$272X_{15}+160X_{16}+183X_{17}+149X_{18}+135X_{19}+174X_{20}+155X_{21}+229X_{22}+225X_{23}+175X_{24}+210X_{25}+34X_{26}+30X_{27}+112X_{28}+130X_{29}+125X_{30} \\ +150X_{47}+54X_{48}+60X_{49}+75X_{50}+50X_{51}+40X_{52}+90X_{53}+62X_{54}$$

$$21X_{15}+250X_{16}+336X_{17}+350X_{18}+206X_{19}+201X_{20}+276X_{21}+298X_{22}+222X_{23}+187X_{24}+270X_{25}+291X_{26}+326X_{27}+505X_{28}+354X_{29}+337X_{30}+ \\ 45+184X_{46}+194X_{47}+178X_{48}+193X_{49}+108X_{50}+77X_{51}+73X_{52}+101X_{53}+77X_{54} \geq 852$$

$$1X_{13}+11, 2X_{14}+10, 1X_{15}+10, 1X_{16}+19, 1X_{17}+17, 4X_{18}+10, 6X_{19}+9, 6X_{20}+15, 6X_{21}+18, 3X_{22}+11, 1X_{23}+11, 3X_{24}+9, 6X_{25}+6, 5X_{26}+ \\ 1, 1X_{41}+1, 3X_{42}+0, 9X_{43}+1, 6X_{44}+4, 5X_{45}+0, 8X_{46}+1, 1X_{47}+0, 6X_{48}+0, 2X_{49}+0, 9X_{50}+1, 4X_{51}+1, 3X_{52}+0, 5X_{53}+4, 8X_{54} \geq 17, 26$$

$$1X_{13}+13, 4X_{14}+11, 8X_{15}+11, 5X_{16}+14, 2X_{17}+14, 2X_{18}+14, 2X_{19}+11, 6X_{20}+14, 6X_{21}+12, 8X_{23}+11, 7X_{24}+19, 6X_{25}+19, 6X_{26}+ \\ 7X_{40}+10, 4X_{41}+10, 3X_{42}+7, 7X_{43}+7, 7X_{44}+8, 4X_{45}+0, 2X_{46}+0, 2X_{47}+0, 2X_{48}+0, 2X_{49}+X_{50}+0, 3X_{51}+0, 3X_{52}+0, 5X_{53}+3, 9X_{54} \geq 15, 34$$

$$3+19, 7X_{14}+50, 8X_{15}+24, 4X_{17}+75, 4X_{18}+150, 7X_{19}+47, 5X_{20}+248, 9X_{21}+47, 1X_{22}+94, 8X_{23}+63, 8X_{24}+47, 1X_{25}+26, 6X_{27}+ \\ 2, 4X_{41}+34, 6X_{42}+32, 1X_{43}+74, 2X_{44}+166, 1X_{45}+13, 5X_{46}+18, 20X_{48}+3, 9X_{49}+21, 4X_{50}+41, 3X_{51}+15, 5X_{52}+9, 6X_{53}+18, 10X_{54} \geq 188$$

$$+2, 3X_{16}+5X_{17}+4, 9X_{18}+6, 2X_{19}+2, 7X_{20}+6, 2X_{21}+4, 2X_{22}+3, 6X_{23}+2, 7X_{24}+2, 7X_{25}+1, 9X_{26}+0, 5X_{27}+1, 6X_{28}+0, 8X_{29}+0, 7X_{30}+5, 5X_{31}+ \\ 0, 6X_{46}+0, 2X_{47}+0, 8X_{48}+0, 3X_{49}+1, 3X_{50}+3, 3X_{51}+0, 5X_{52}+0, 6X_{53}+0, 5X_{54} \geq 3, 22$$

5=I

AMAÇ FONKSİYONU:

$$\text{MIN } Z = 351X_1 + 358X_2 + 350X_3 + 425X_4 + 488X_5 + 387X_6 + 240X_7 + 463X_8 + 463X_9 + 571X_{10} + 335X_{11} + 382X_{12} + 148X_{13} + 171X_{14} + 144X_{31} + 33X_{32} + 38X_{33} + 48X_{34} + 45X_{35} + 36X_{36} + 37X_{37} + 35X_{38} + 43X_{39} + 44X_{40} + 117X_{41} + 120X_{42} + 85X_{43} + 85X_{44} + 59X_{45} + 100$$

$$\text{KIS1: } 231X_1 + 343X_2 + 309X_3 + 417X_4 + 348X_5 + 339X_6 + 461X_7 + 348X_8 + 311X_9 + 293X_{10} + 406X_{11} + 259X_{12} + 247X_{13} + 226X_{14} + 421X_{31} + 114X_{32} + 115X_{33} + 161X_{34} + 183X_{35} + 115X_{36} + 92X_{37} + 122X_{38} + 347X_{39} + 430X_{40} + 127X_{41} + 123X_{42} + 84X_{43} + 93X_{44} + 13$$

$$\text{KIS2: } 12,8X_1 + 14,6X_2 + 15,4X_3 + 16,2X_4 + 16,9X_5 + 17,7X_6 + 19,8X_7 + 18,4X_8 + 18,6X_9 + 15,8X_{10} + 17,2X_{11} + 26,2X_{12} + 14,1X_{27} + 19,4X_{28} + 10,7X_{29} + 7,1X_{30} + 15X_{31} + 1,2X_{32} + 1,8X_{33} + 3,4X_{34} + 7,9X_{35} + 3,3X_{36} + 1,1X_{37} + 5,9X_{38} + 8,4X_{39} + 6,5X_{40}$$

$$\text{KIS3: } 15,6X_1 + 20,6X_2 + 16,4X_3 + 27,1X_4 + 23,1X_5 + 23,3X_6 + 27,4X_7 + 23,5X_8 + 18,5X_9 + 23,1X_{10} + 31X_{11} + 10,5X_{12} + 13,12,3X_{27} + 21,3X_{28} + 13,5X_{29} + 12,1X_{30} + 17,7X_{31} + 6,2X_{32} + 6,3X_{33} + 9,6X_{34} + 6,7X_{35} + 5,8X_{36} + 6,3X_{37} + 5,8X_{38} + 6,7X_{39} + 1$$

$$\text{KIS4: } 16,1X_1 + 23,1X_2 + 70X_3 + 30,2X_4 + 20,3X_5 + 47,2X_6 + 13,1X_7 + 17X_8 + 18,2X_9 + 13,2X_{10} + 46,2X_{11} + 31,3X_{12} + 49,3X_{13} + 278,6X_{28} + 115X_{29} + 112X_{30} + 108,6X_{31} + 5,2X_{32} + 6,2X_{33} + 53X_{34} + 24,9X_{35} + 42,9X_{36} + 16,6X_{37} + 12X_{38} + 265X_{39} + 36,9X_{40} +$$

$$\text{KIS5: } 2X_1 + 2,6X_2 + 2,5X_3 + 3X_4 + 2,8X_5 + 3,4X_6 + 2,4X_7 + 3X_8 + 3,1X_9 + 2,3X_{10} + 3,5X_{11} + 2,6X_{12} + 1,8X_{13} + 2,4X_{14} + 2,7X_{15} + 0,2X_{32} + 0,2X_{33} + 0,5X_{34} + 2,3X_{35} + 0,5X_{36} + 0,7X_{37} + 1,1X_{38} + 0,3X_{39} + 4,2X_{40} + 0,9X_{41} + 1,2X_{42} + 0,9X_{43} + 1,9X_{44} + 0,5X_{45}$$

$$\text{KIS6: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} \geq 0$$

$$\text{KIS7: } X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} = 0$$

$$\text{KIS8: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25}$$

$$\text{KIS9: } X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} + X_{30} + X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{37} + X_{38} = 1$$

$$\text{KIS10: } X_{39} + X_{40} + X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + X_{48} + X_{49} + X_{50} + X_{51} + X_{52} + X_{53} + X_{54} = 1$$

$$\text{KIS11: } \text{ÇIKAN} = 0$$

$$X_j = 0 \text{ veya } 1 \quad j = 1, 2, 3, \dots, 52, 53, 54$$

### III.3. Modelin Çözümü ve Yorumlanması

Toplu beslenme yapılan yerlerde aylık yemek planlarının hazırlanabilmesi amacıyla geliştirdiğimiz sıfır-bir tam sayılı programlama modelinin çözümü, Anadolu Üniversitesi Bilgi İşlem Merkezi'nde bulunan MPSX paket programı kullanılarak elde edilmiştir.

Aylık yemek planlarının hazırlanmasında yararlı olabilecek model sadece Kasım-1987'de Anadolu Üniversitesi Öğrenci Kafeteryasında uygulanmış ve günlük çözümler elde edilmiştir. Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe ve Cuma çalışma günleri olarak ele alınmış ve Kasım-1987 için 21 günlük yemek bileşenleri oluşturulmuştur. Modelin çözümü sırasında ilk önce ilk iki haftalık (10 çalışma günü) minimum maliyetli günlük yemek bileşenleri elde edilmiştir.

Modelin çözümü için kullanılan MPSX paket programının izlenen adımları şu şekilde sıralanabilir.

MPSX / 370

1. Adım: Başla
2. Adım: Kontrol programlama kütüğünü oluştur.
3. Adım: Karar modelini oluştur.
4. Adım: Veri kütüğünü oluştur. (Karar değişkenleri, amaç fonksiyonu ve sağ taraf sabitlerini kapsar MPSXDATA)
5. Adım: Sistem komutları yardımıyla MPSX/370 paket programı çağır.
6. Adım: MPSX Listing
7. Adım: Hata varsa başa dön.
8. Adım: Çözüm, Çıktı ve dur.

Yukarıda sıraladığımız bu adımlar yerine getirilerek ilk gün için modelin çözümü bulunmuştur. İlk gün için çözümde, modele yeni eklenen kısıtlayıcılardan sadece Kıs 8, Kıs 11 ve Kıs 17 işleme sokulmuştur. Çözümde  $X_{19}$ ,  $X_{27}$ ,  $X_{39}$  değişkenleri girmiştir. Bu durumda ilk günün yemek bileşeni, yani karar değişkenlerimiz bir porsiyon olarak:

$X_{19}$  : Yumurtalı Ispanak

$X_{27}$  : Pirinç Pilavı

$X_{39}$  : Sütlaç

şeklindedir. İlk gün için toplam maliyet 208 TL olarak bulunmuştur. Bu çözümle ilgili bilgisayar çıktısı EK.1.'de verilmiştir(✱). Ayın ilk günü için elde edilen çözüm kümesinde görüldüğü gibi birinci kap yemek etli sebze yemekleri sınıfından Yumurtalı Ispanaktır. İkinci gün için çözüm kümesi araştırılmaya başlanmadan önce birinci kap yemeğin, et yemeği sınıfından olması sağlanmalıdır. Bunun için Kıs 7=0 olması gerekmektedir. Ayrıca çözümde yer alan karar değişkenleri sıfıra eşitlenmelidir ki tekrar çözüm kümesinde yer alsınlar. O halde,

$$\text{Çıkan} + X_{19} + X_{27} + X_{39} = 0$$

olur.

Yemek listesinde esas yemeğin bir gün et, bir gün etli sebze yemeklerinden birisi olması Kıs 6 veya 7'nin sıfıra eşitlenmesiyle sağlanarak, birinci günkü çözüm yöntemi izlenerek ilk 10 günlük yemek bileşenleri Tablo III.6'daki gibi elde edilmiştir.

Tablo III.6'da görüldüğü gibi ilk 10 günün minimum maliyetli, uygun beslenmeyi sağlayacak günlük yemek bileşenleri hazırlanmış durumdadır. Günlük yemek maliyetleri "esas yemek sınıfı" göz önünde bulundurulmak şartıyla her gün artmaktadır. Bunun nedeni düşük maliyetli yemeklerin çözüm kümesine öncelikle girmesidir. Çözüm işlemine bu şekilde devam ettiğimizde maliyetlerin artmaya devam edeceği açıktır. Bu durumda maliyetlerin artmasını kısmen önlemek için, daha önce çözümde yer alan yemek türlerini yeniden modele dahil etmek gerekmektedir. Çünkü bu yemekler minimum maliyetli çözümlerde yer almıştır. Her ne kadar bu şekilde bazı yemekler bir ay içinde iki kez verilmiş olacaklarsa da, bir sıklık ifade etmemektedir. Fakat daha önce çözüme giren yemek

---

(✱) Örnek olarak yalnız ilk gün için çözümün yer aldığı bilgisayar çıktısı tabloları EK.1.'de verilmekle yetinilmiştir. Diğer bilgisayar çıktılarının verilmemiş olmasının nedeni, çalışmamızın hacmini büyütmek içindir.

Tablo-III.6. Kasım-1987 İlk 10 Gün İçin Günlük Yemek Bileşenleri

Günler	2 Kasım Pazartesi	3 Kasım Salı	4 Kasım Çarşamba	5 Kasım Perşembe	6 Kasım Cuma
I. Hafta Günlük Yemek Bileşenleri	X <sub>19</sub> : Yumurtalı Ispanak X <sub>27</sub> : Pirinç Pilavı X <sub>39</sub> : Sütlaç	X <sub>7</sub> : Güveç X <sub>39</sub> : Soslu Makarna X <sub>45</sub> : Cacık	X <sub>13</sub> : Kabak Dol. (Yoğurtlu) X <sub>26</sub> : Bulgur Pilavı X <sub>40</sub> : Telkadayıf	X <sub>4</sub> : Kadınbudu Köfte X <sub>35</sub> : Kır. Mer. Çorba X <sub>54</sub> : Yoğurt	X <sub>18</sub> : Kuru Nohut X <sub>28</sub> : Fırında Makarna X <sub>52</sub> : Karpuz
Top. Mal.	208 TL	424 TL	226 TL	532 TL	301 TL
	9 Kasım Pazartesi	10 Kasım Salı	11 Kasım Çarşamba	12 Kasım Perşembe	13 Kasım Cuma
II. Hafta Günlük Yemek Bileşenleri	X <sub>17</sub> : Kuru Fasulye X <sub>34</sub> : Domates Çorba X <sub>44</sub> : Marul Salata	X <sub>3</sub> : Izgara Köfte X <sub>29</sub> : Peynirli Makarna X <sub>49</sub> : Elma	X <sub>23</sub> : Kıy. Taze Fasulye X <sub>36</sub> : Yayla Çorba X <sub>47</sub> : Vişne Kompos.	X <sub>12</sub> : Haşlama Tavuk X <sub>28</sub> : Fırında Makarna X <sub>50</sub> : Üzüm	X <sub>14</sub> : Kıy. Biber Dolma X <sub>31</sub> : Tepsi Böreği X <sub>48</sub> : Kuru Erik Kompos
Top. Mal.	316 TL	540 TL	411 TL	569 TL	415 TL

türlerinin tamamı modele dahil edilirlerse, sonraki 10 gün için aynı çözüm kümelerinin çözümde yer alması kaçınılmaz olmaktadır. Bu bizi aylık yemek planı yerine 10 günlük yemek planı ile sınırlamaktadır. Böyle bir sınırlamayı gidermek için daha önce çözümde yer alan yemeklerin tamamı değil de bir kısmı modele dahil edilmelidir.

Bu durumda modele hangi yemek türlerinin yeniden dahil edileceklerine karar verilmesi gerekmektedir. Böyle bir kararın verilebilmesi için en sağlıklı yolun, kafeteryadan yararlanan öğrenci, öğretim elemanı ve diğer personelin yemek türleri hakkında tercihlerinin dikkate alınmasıdır.

Her gün ortalama 5000 kişinin öğlen yemeklerini kafeteryada yediği göz önüne alınırsa, bunların hepsinin tercihlerini belirlemek güç ve zaman alıcı bir iştir. Bu nedenle 5000 kişi içerisinde basit tesadüfi örnekleme metoduyla belirlenen 145 kişiye anket yapılarak esas yemek tercihleri sorulmuştur(83). Yapılan ankette bireylere kafeteryada hazırlanabilen I.kap yemekler sınıfları halinde verilmiş ve en çok istedikleri yemekten başlayarak, sınıfları kendi içlerinde numara sırasına koymaları istenmiştir(84).

Anket sonuçlarına göre et yemekleri sınıfından en çok isteklerin yoğunlaştığı 7 çeşit yemeğin, etli sebze yemekleri sınıfından en çok isteklerin yoğunlaştığı 8 çeşit yemeğin modelde yer alması sağlanmıştır. Çözümde daha önce hiç yer almamış yemek türleri modelde aynen kalmışlardır.

Anket sonuçlarına göre yapılan değişiklikten sonra modelin yeniden ardışık çözümleri araştırılmış ve son 10 gün için elde edilen günlük yemek bileşenleri listesi ve günlük maliyetler Tablo III.7'de gösterilmiştir.

(85) Örnekleme konusunda geniş bilgi için bkz. Özer Serper ve Mustafa Aytaç, 1988, Örnekleme, Filiz Kitapevi, İstanbul ve Necla Çömlekçi, 1982, İstatistik, Bilim Teknik Kitapevi, Eskişehir, s.175

(84) Yapılan anket formunun bir örneği EK.2'de, anket sonuçlarını gösteren tablolar EK.2A ve EK.2B'de verilmiştir.

Tablo-III.7. Kasım-1987 Son 10 Gün İçin Günlük Yemek Bileşenleri

Günler	16 Kasım Pazt.	17 Kasım Salı	18 Kasım Çarş.	19 Kasım Perş.	20 Kasım Cuma
III. Hafta Günlük Yemek Bileşenleri	X <sub>13</sub> : Kabak Dolma X <sub>27</sub> : Piring Pilavı X <sub>40</sub> : Telkada.	X <sub>5</sub> : Taskebabı X <sub>35</sub> : Kır. Mer. Çorba X <sub>39</sub> : Tatlı	X <sub>16</sub> : Kıy Pat. X <sub>37</sub> : Sepze Çorba X <sub>53</sub> : Elma	X <sub>4</sub> : Kadınbudu Köfte X <sub>33</sub> : Şehriye Çorba X <sub>40</sub> : Tatlı	X <sub>14</sub> : Kıy. Biber Dolma X <sub>36</sub> : Düğün Çorba X <sub>42</sub> : Karışık Salata
Top. Mal.	222 TL	502 TL	287 TL	507 TL	326 TL
Günler	22 Kasım Pazt.	23 Kasım Salı	24 Kasım Çarş.	25 Kasım Perş.	26 Kasım Cuma
IV. Hafta Günlük Yemek Bileşenleri	X <sub>17</sub> : Kuru Fasulye X <sub>31</sub> : Tepsi Böreği X <sub>45</sub> : Cacık	X <sub>3</sub> : Izgara Köfte X <sub>28</sub> : Fırında Makarna X <sub>52</sub> : Karpuz	X <sub>20</sub> : Patlıcan Musakka X <sub>31</sub> : Tepsi Böreği X <sub>46</sub> : Kaysı Kom.	X <sub>12</sub> : Haşlama Tavuk X <sub>24</sub> : Peynirli Makarna X <sub>43</sub> : Kıvırcık Salata	X <sub>8</sub> : Rosto Et Pat. Kız. X <sub>33</sub> : Şehriye Çorba X <sub>47</sub> : Vişne Kom.
Top. Mal.	386 TL	576 TL	418 TL	597 TL	651 TL

Son olarak da Kasım-1987'nin son çalışma günü için günlük yemek bileşeni, ilk günün yemek bileşeni aynen alınarak çözüm işlemi tamamlanmıştır. 21'inci günün yemek bileşeni  $X_{19}, X_{27}, X_{39}$  ve toplam maliyeti 208 TL olacaktır. Aylık yemek planları sürekli bir şekilde yapıldığında, 21'inci günün yeni plan dönemi içine düşeceği açıktır. Aylık yemek planları hazırlanırken, uygulama kolaylığı olması açısından dört hafta üzerinden yapılması daha uygun olacaktır.

Çalışmamızda buraya kadar, toplu beslenmenin yapıldığı A.Ü. Öğrenci kafeteryasında aylık yemek planının bilimsel bir yaklaşımla nasıl hazırlanması gerektiğini açıklamaya çalıştık. Hazırlanan aylık planda yer alan yemek türleri Tablo III.6 ve 7'de görüldüğü gibidir. Bu yemek planı uygulandığında birey 21 günlük öğlen yemeği için 8622 TL gibi minimum bir maliyette uygun beslenebilecektir. Günümüzün ekonomik koşulları göz önüne alındığında bir kişinin 21 günlük öğlen beslenmesinin 8622 TL'ye gerçekleştirilebilmesi oldukça düşük bir maliyettir.

Bunun yanında, çözüm sonuçlarına bakılarak günlük yemek bileşenlerini oluşturan yemeklerin bir birine uygunluğu ve sıralaması tartışılabilir. Ancak çözümlerde yer alan yemek türleri renk, tat, kıvam ve şekil uyumları dikkate alınarak yeniden oluşturulabilir. Bu durumda, günlük beslenme standartlarından küçük sapmalar olmakla birlikte, aynı maliyetle bir aylık diyet planı hazırlanabilir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

İnsanlar yaşamlarını etkin bir şekilde sürdürebilmeleri için, ihtiyaç duydukları besin maddelerini tüketmek zorundadır. Bugün dünyada, belirgin bir şekilde beslenme sorununun olduğunu herkes kabul etmektedir. Dünya ülkelerinin gelişmiş ve az gelişmiş olarak iki gruba ayrıldığı günümüzde, gelişmiş ülkelere beslenme sorunu, az gelişmiş ülkelere göre çok daha düşük düzeydedir. Özellikle az gelişmiş ülkelerde görülen belirgin beslenme sorunlarının nedenleri, yetersiz ve dengesiz beslenme, beslenme kaynaklarının azlığı, aşırı nüfus artışı, eğitim eksikliği ve dengesiz besin dağılımı olarak sıralanabilir.

Gelişmekte olan ülkemizde, önemli denebilecek düzeyde beslenme sorunları mevcuttur. Temel sorun ise eksik enerji tüketimidir. Besin üretimi yönünden kendi kendine yetebilen ender ülkelerden birisi olan Türkiye'de beslenme sorunlarının temelinde eğitim eksikliği ve gıda maddelerine sahip olma olanaklarında görülen dengesizlikler yatmaktadır. Ülkemizde beslenme sorununa üst yönetimlerin çözüm getirebilmesi için gerekli olan bilimsel araştırmalar yetersizdir. Beslenme, ülkelerin refah düzeylerini belirten bir gösterge olduğuna göre, beslenme sorununun öncelikle ele alınması gerekir. Çünkü, ekonomik kalkınma sürecinde sağlıklı ve emek verimliliği yüksek işgücüne ihtiyaç vardır.

Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçen ülkelere, kişilerin toplu olarak çalışmak zorunda oldukları ve eğitim gördükleri kurum ve kuruluşlar ortaya çıkmıştır. Çalışanların işgücü verimliliklerinin artırılması ancak uygun çalışma ortamı ve uygun beslenme ile mümkün olmaktadır. Toplu çalışma düzeni, beraberinde toplu beslenmeyi getirmiştir. Bugün özellikle fabrika, okul ve hastane gibi kuruluşlar toplu beslenmenin yapıldığı yerlere birer örnek teşkil ederler. Toplu beslenme ev dışında çok sayıda kişinin bir arada beslenmesidir. Ayrıca beslenme verim gücünü artırması yanında sağlıklı bir beslenme alışkanlığı kazandırması açısından da önem arzeder.

Yukarıda özetlediğimiz beslenmenin önemi ve ülkemizdeki durumun bir değerlendirilmesi çalışmamızın birinci bölümünde açıklanmıştır.

Toplu beslenmenin yapıldığı yerlerde, bireyin günlük beslenme ihtiyaçlarının en uygun bir şekilde karşılanması ve bunun minimum maliyetle gerçekleştirilebilmesi en çok istenen bir durumdur. Bu nedenle, minimum maliyetle en uygun beslenmenin nasıl yapılabileceği önemli bir sorundur. İşte problem çözümü bilimi olarak da tanımlanan yöneylem araştırması çözüm tekniklerinden sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama, en uygun beslenme probleminin çözümünde yararlı olabilecek bir tekniktir. Toplu beslenme sorununun çözümüne ilişkin yapılacak bilimsel çalışmalara katkısı olacağına inandığımız sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama modeli, ayrıntılı olarak çalışmamızın ikinci bölümünde ele alınmıştır. Ayrıca modelde günlük yemek bileşenlerinin her gün farklı olması istendiği için önceki yemek bileşenine giren karar değişkenleri sıfıra eşitlenerek, bir sonraki yemek bileşenine girmesi önlenmektedir. Literatürde yer almayan bu konu çalışmamızda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Bünyesinde çok sayıda öğretim elemanı, öğrenci ve diğer çalışanları barındıran Anadolu Üniversitesi tüm bunların beslenme ihtiyaçlarını kafeteryada karşılamakta ve büyük harcamalarda bulunmaktadır. Diğer taraftan uygun beslenme ile bireyin verim ve algılama gücünü en iyi şekilde sağlamak ve artırmak üniversite yönetimi için önemli bir sorundur. Bu sorunun çözümünde yardımcı olabilecek sıfır-bir tam sayılı doğrusal programlama modeli, aylık yemek planı hazırlanmasında nasıl kullanıldığı çalışmamızın üçüncü bölümünde ayrıntılı biçimde gösterilmiştir.

Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampüsü Öğrenci Kafeteryasında uyguladığımız model, kafeteryanın temel beslenme probleminin çözümünü amaçlamamıştır. Ancak geliştirdiğimiz ve çözümünü elde ettiğimiz model, kafeterya yöneticilerine ileriye dönük yemek planlamasında yardımcı olabilecek bir araç ni-

teligindedir. Öğrenci kafeteryasına Kasım-1987 için uyguladığımız modelin çözümünde elde edilen aylık toplam maliyet, kişi başına 8.622 TL.'dir. Bu maliyete, su, elektrik, işçilik gibi giderler sabit kabul edildiğinden dahil edilmemiştir. Çözüm sonucu elde edilen bu maliyet piyasa koşulları gözönüne alındığında oldukça düşüktür.

Çalışmamızda ele aldığımız model toplu beslenme yapılan yerlerin aylık yemek planlarını bilimsel bir yaklaşım içinde minimum maliyet nasıl hazırlanabileceğine örnek teşkil etmektedir. Ayrıca bu model kafeterya yönetimine;

- Kafeterya için gerekli olan malzemenin en uygun satın alımında,
  - Piyasa koşullarını göz önüne alarak hangi yiyeceklerin stoklanmasının uygun olacağına belirlenmesinde,
  - Minimum maliyetli en uygun beslenmeyi sağlayacak aylık yemek bileşenlerinin belirlenmesinde,
- üstünlükler sağlayabilir.

İstenen her ay için kullanılacak malzemenin birim fiyatları ve mevsime göre özellikleri yeniden belirlendiğinde minimum maliyetli beslenme planlarının hazırlanması yardımcı olabilmektedir.

Sonuç olarak, gelişen ülkeler içinde beslenmenin önemi ve Türkçe ve yabancı kaynaklarda çok az incelenen sıfır-bir tam sayılı programlama modelinin minimum maliyetli en uygun beslenme probleminin çözümünde nasıl yararlı olabileceği ayrıntılı şekilde çalışmamızda ele alınmıştır.

EKLER

EK.1. İlk Gün İçin Çözümün Yer Aldığı Bilgisayar Çıktısı

MPSX/370 R1.7

MPSCL EXECUTION

PAGE 3 88/043

NUMBER OF ELEMENTS BY COLUMN ORDER

19	X1	.....9	X2	.....8	X3	.....9	X4	.....9	X5	.....8	X6	.....8	X7	.....9
26	X8	.....8	X9	.....8	X10	.....8	X11	.....8	X12	.....9	X13	.....9	X14	.....8
33	X15	.....8	X16	.....8	X17	.....9	X18	.....9	X19	.....9	X20	.....8	X21	.....9
40	X22	.....8	X23	.....9	X24	.....8	X25	.....8	X26	.....8	X27	.....8	X28	.....9
47	X29	.....8	X30	.....9	X31	.....9	X32	.....8	X33	.....8	X34	.....9	X35	.....9
54	X36	.....9	X37	.....8	X38	.....8	X39	.....9	X40	.....9	X41	.....8	X42	.....8
61	X43	.....8	X44	.....9	X45	.....9	X46	.....8	X47	.....9	X48	.....9	X49	.....9
68	X50	.....9	X51	.....9	X52	.....9	X53	.....8	X54	.....8				

## NUMBER OF ELEMENTS BY ROW ORDER, EXCLUDING RHS'S, INCLUDING SLACK ELEMENT

1	N	MALIYET	.....55	G	CIKAN	.....29	G	KIS1	.....55	G	KIS2	.....55	G	KIS3	.....55	G	KIS4	.....55	G	KIS5	.....54
8	G	KIS6	.....13	G	KIS7	.....14	E	KIS8	.....26	G	KIS9	.....7	G	KIS10	.....8	E	KIS11	.....14	G	KIS12	.....3
15	G	KIS13	.....6	G	KIS14	.....5	G	KIS15	.....6	E	KIS16	.....17									

## PROBLEM STATISTICS

18 LP ROWS      72 VARIABLES      477 LP ELEMENTS      DENSITY = 36.80  
 0 ARE SOS      54 ARE INTEGER

THESE STATISTICS CONTAIN ONE SLACK VARIABLE FOR EACH ROW

0 MINOR ERRORS,      0 MAJOR ERRORS.

THERE ARE      15 EMPTY BLOCKS STILL AVAILABLE ON PROBFIL

SETUP AYSE1

TIME = 0.01

MIN SCALE

1 MATRIX FILE
2 ETA FILES
2 SCRATCH FILES
1 MIXWORK FILE

XPRICE = 0

.....POOLS..... NUMBER SIZE TOTAL
BASIC ARRAYS 912
INTEGER ARRAYS 5624
MIXWORK BUFFERS 3 30720 92160
WORK REGIONS 12 232 2784
SPILL ARRAYS 1 2968 2968
ETA BUFFERS 6 8192 49152
MATRIX BUFFERS 2 4096 8192
.....TOTAL..... 161792

ROWS (LOG.VAR.) TOTAL NORMAL .FREE. FIXED BOUNDED
18 14 1 3 0
COLUMNS (STR.VAR.) 54 0 0 0 54 54 ARE INTEGER ( 54 ARE 0-1)

477 ELEMENTS - DENSITY = 36.80 - 2 MATRIX RECORDS (WITHOUT RHS'S)

OPTIMIZE MACRO CALLED

CRASH TIME 0.02 MINS.

CHERCHE

INFEASIBILITIES 8 AT START
0 AFTER CHERCHE 10 SELECTED STRUCTURALS
FEASIBLE

PRIMAL OBJ = MALIYET RHS = RHST

TIME = 0.02 MINS. PRICING = 5
SCALE = 1.00000

ITER VECTOR VECTOR REDUCED NUMBER FUNCTION NUMBER SUM
NUMBER OUT IN COST NONOPT VALUE INFEAS INFEAS
M 11 8 37 .42187- 10 290.0000 0 .

MPSX/370 RI.7

MPSCL EXECUTION

	ITER NUMBER	VECTOR OUT	VECTOR IN	REDUCED COST	NUMBER NONOPT	FUNCTION VALUE	NUMBER INFEAS	SUM INFEAS
M	12	3	46	.15234	6	214.9159	0	.
	13	46	45	.06546-		211.0857	0	.
	14	19	25	.16546-		211.0857	0	.
M	15	44	50	.16585-	10	208.3821	0	.
M	16	12	70	.05373-	2	207.7044	0	.

OPTIMAL SOLUTION

XDOOPT DEMAND SET

SAVE - TIME 0.03

NAME =

THERE ARE 14 EMPTY BLOCKS STILL AVAILABLE ON PROFILE

OPTIMIX MACRO CALLED

---

MIXSTART - TIME = 0.03

STANDARD

NUMBER OF INTEGER VARIABLES (EXCLUDING SOS VARIABLES) = 54 ( 0 ARE FLAGGED)
NUMBER OF 0-1 VARIABLES (EXCLUDING SGS VARIABLES) = 54

AT CONTINUOUS OPTIMUM,

NUMBER OF FIXED INTEGER VARIABLES (EXCLUDING SOS VARIABLES) = 0

MIXWORK CAPACITY

1 MIXWORK BUFFER CONTAINS 132.3 NCOES

MIXWORK FILE CAN CONTAIN 6344 NODES

MIXFLOW - TIME = 0.03

INVERT - TIME = 0.03 - ITERATION....16

MIXFLOW - TIME = 0.03

NODES POSTPONED IF ESTIMATION BEYOND INFINITY

NODES POSTPONED IF FUNCTIONAL BEYOND INFINITY

NODES DROPPED IF FUNCTIONAL BEYOND INFINITY

Table with 9 columns: BRANCHING NODE, NODE NUMBER, BRANCHING VAR NO, BRANCHING VAR VALUE, FUNCTIONAL VALUE, ESTIMATION VALUE, NON-INT INT VAR, NON-SAT SOS, PSDO-COST, ITER NO. Includes data for node 1 and node 2, and a note about integer solution at node 2.

XDOPRINT DEMAND SET

MPSX/370 R1.7

MPSCL EXECUTION

SECTION 1 - ROWS

NUMBER	..ROW..	AT	..ACTIVITY..	SLACK ACTIVITY	..LOWER LIMIT.	..UPPER LIMIT.	..DUAL ACTIVITY
1	MALIYET	BS	208.00000	208.00000-	NONE	NONE	1.00000
2	CIKAN	BS	2.00000	2.00000-	.	NONE	.
3	KIS1	BS	879.00000	27.00000-	852.00000	NONE	.
4	KIS2	BS	23.10000	5.84000-	17.26000	NONE	.
5	KIS3	BS	33.50000	18.16000-	15.34000	NONE	.
6	KIS4	BS	422.30000	234.30000-	188.00000	NONE	.
7	KIS5	BS	7.00000	3.78000-	3.22000	NONE	.
8	KIS6	LL	.	.	.	NONE	105.00000-
9	KIS7	BS	1.00000	1.00000-	.	NONE	.
10	KIS8	EQ	1.00000	.	1.00000	1.00000	135.00000-
11	KIS9	BS	1.00000	1.00000-	.	NONE	.
12	KIS10	LL	.	.	.	NONE	3.00000-
13	KIS11	EQ	1.00000	.	1.00000	1.00000	30.00000-
14	KIS12	BS	1.00000	1.00000-	.	NONE	.
15	KIS13	BS	.	.	.	NONE	.
16	KIS14	BS	.	.	.	NONE	.
17	KIS15	BS	.	.	.	NONE	.
18	KIS16	EQ	1.00000	.	1.00000	1.00000	40.00000-

## SECTION 2 - COLUMNS

NUMBER	COLUMNS	AT	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
19	X1	IV	.	351.00000	.	1.00000	111.00000
20	X2	IV	.	358.00000	.	1.00000	118.00000
21	X3	IV	.	350.00000	.	1.00000	110.00000
22	X4	IV	.	425.00000	.	1.00000	185.00000
23	X5	IV	.	488.00000	.	1.00000	248.00000
24	X6	IV	.	387.00000	.	1.00000	147.00000
25	X7	IV	.	240.00000	.	1.00000	.
26	X8	IV	.	463.00000	.	1.00000	223.00000
27	X9	IV	.	463.00000	.	1.00000	223.00000
28	X10	IV	.	571.20000	.	1.00000	331.20000
29	X11	IV	.	335.00000	.	1.00000	203.00000
30	X12	IV	.	382.00000	.	1.00000	142.00000
31	X13	IV	.	148.00000	.	1.00000	13.00000
32	X14	IV	.	171.00000	.	1.00000	36.00000
33	X15	IV	.	272.00000	.	1.00000	137.00000
34	X16	IV	.	160.00000	.	1.00000	25.00000
35	X17	IV	.	183.00000	.	1.00000	48.00000
36	X18	IV	.	149.00000	.	1.00000	14.00000
37	X19	IV	1.00000	135.00000	.	1.00000	.
38	X20	IV	.	174.00000	.	1.00000	39.00000
39	X21	IV	.	155.00000	.	1.00000	20.00000
40	X22	IV	.	229.00000	.	1.00000	94.00000
41	X23	IV	.	225.00000	.	1.00000	90.00000
42	X24	IV	.	175.00000	.	1.00000	40.00000
43	X25	IV	.	210.00000	.	1.00000	75.00000
44	X26	IV	.	34.00000	.	1.00000	4.00000
45	X27	IV	1.00000	30.00000	.	1.00000	.
46	X28	IV	.	112.00000	.	1.00000	82.00000
47	X29	IV	.	130.00000	.	1.00000	100.00000
48	X30	IV	.	125.00000	.	1.00000	95.00000
49	X31	IV	.	144.00000	.	1.00000	114.00000
50	X32	IV	.	33.00000	.	1.00000	.
51	X33	IV	.	38.00000	.	1.00000	5.00000
52	X34	IV	.	48.00000	.	1.00000	15.00000
53	X35	IV	.	45.00000	.	1.00000	12.00000
54	X36	IV	.	36.00000	.	1.00000	3.00000
55	X37	IV	.	37.00000	.	1.00000	4.00000
56	X38	IV	.	35.00000	.	1.00000	2.00000
57	X39	IV	1.00000	43.00000	.	1.00000	3.00000
58	X40	IV	.	44.00000	.	1.00000	4.00000
59	X41	IV	.	117.00000	.	1.00000	77.00000
60	X42	IV	.	120.00000	.	1.00000	80.00000
61	X43	IV	.	85.00000	.	1.00000	45.00000
62	X44	IV	.	85.00000	.	1.00000	45.00000
63	X45	IV	.	59.00000	.	1.00000	19.00000
64	X46	IV	.	100.00000	.	1.00000	60.00000
65	X47	IV	.	150.00000	.	1.00000	110.00000
66	X48	IV	.	54.00000	.	1.00000	14.00000
67	X49	IV	.	60.00000	.	1.00000	20.00000

MIXFLOW - TIME = 0.04

NODES POSTPONED IF FUNCTIONAL BEYOND 208.000

NODES DROPPED IF FUNCTIONAL BEYOND 208.000

	NODE NUMBER	BRANCHING VAR NO	BRANCHING VAR VALUE	FUNCTIONAL VALUE	ESTIMATION VALUE	NON-INT INT VAR	NON-SAT SOS	PSDO-COST	ITER NO
LOWER BRANCH	3	57	.	207.8357	207.836	3	0	.1456	20 WAITING
*** ANY FURTHER SOLUTION CANNOT BE BETTER THAN				207.836	- ESTIMATION OF THE BEST ONE IS			207.836	

	NODE NUMBER	BRANCHING VAR NO	BRANCHING VAR VALUE	FUNCTIONAL VALUE	ESTIMATION VALUE	NON-INT INT VAR	NON-SAT SOS	PSDO-COST	ITER NO
BRANCHING NODE	3	58	.6913	207.8357	207.836	3	0		20
LOWER BRANCH		58		237.9730				43.5971	21 DROPPED
UPPER BRANCH		58		208.2204				1.2462	22 DROPPED
*** ANY FURTHER SOLUTION CANNOT BE BETTER THAN				208.000	- ESTIMATION OF THE BEST ONE IS			208.000	

A BRANCHING NODE IS SOUGHT IN THE WAITING SET

NO BRANCHING NODE HAS BEEN FOUND - SEARCH IS OVER

OPTIMAL INTEGER SOLUTION IS NOW RESTORED AS CURRENT SOLUTION

MIXSAVE - TIME = 0.04

NODE SAVED	FUNCTIONAL VALUE	ESTIMATION	INTEGER VARIABLES			SOS			
			INT (FIXED)	NOINT (QUASI)	SAT (FIXED)	NOSAT (QUASI)			
2	208.00000000	INTEGER	54	1	0	0	0	0	0

THIS TREE OCCUPIES 1 BLOCKS OF 2048 BYTES.

THERE ARE 13 EMPTY BLOCKS STILL AVAILABLE ON PROBFIL

MIXSTATS - TIME = 0.04

PROBLEM NAME = AYSE1

.....PROBLEM STATISTICS .....

ROWS 18  
 COLUMNS 54  
 VARIABLES 72  
 INTEGER VARIABLES 54  
 ELEMENTS 477  
 DENSITY '36.80

...COMPUTATIONAL ELEMENTS....

FUNCTIONAL (MIN) MALIYET  
 RESTRAINTS RHST  
 BOUNDS

.....ENVIRONMENT.....

C.P.U.  
 CORE ALLOCATED 380904  
 OPERATING SYSTEM OS

	TIME	ITERATION NO.	NODE NO.	FUNCTIONAL VALUE	STRATEGY
	SINCE MIXSTART	SINCE SETUP			
CONTINUOUS OPTIMUM		16	1	207.7044	
FIRST INTEGER SOLUTION	0.00	17	2	208.0000	
OPTIMAL INTEGER SOLUTION	0.00	17	2	208.0000	
OPTIMALITY PROVED	0.01	22	3		
TIME OF SEARCH	0.01	22	3		PURE

NUMBER OF INTEGER VARIABLES NOT INTEGER AT CONTINUOUS OPTIMUM = 2

NUMBER OF INTEGER SOLUTIONS FOUND = 1

BRANCHES ABANDONED WHILE COMPUTING = 2

MPSX/370 R1.7

MPSCL EXECUTION

## INTEGER NODES

I	-----I	-----I
I		I
I	NODE	2
I		I
I	-----I	-----I
I		I
I	FUNCTIONAL	208.0000
I		I
I	-----I	-----I
I		I
I	ESTIMATION	INTEGER
I		I
I	-----I	-----I
I		I
I	37=X19	1.0000
I	45=X27	1.0000
I	57=X39	1.0000
I		I
I	-----I	-----I

MIXFIX - TIME = 0.05

INTEGER VARIABLES ARE FIXED AT

VAR.NO	ACTIVITY	VAR.NO	ACTIVITY	VAR.NO	ACTIVITY	VAR.NO	ACTIVITY	VAR.NO	ACTIVITY	VAR.NO	ACTIVITY
19	0	20	0	21	0	22	0	23	0	24	0
25	0	26	0	27	0	28	0	29	0	30	0
31	0	32	0	33	0	34	0	35	0	36	0
37	1	38	0	39	0	40	0	41	0	42	0
43	0	44	0	45	1	46	0	47	0	48	0
49	0	50	0	51	0	52	0	53	0	54	0
55	0	56	0	57	1	58	0	59	0	60	0
61	0	62	0	63	0	64	0	65	0	66	0
67	0	68	0	69	0	70	0	71	0	72	0

EXIT - TIME = 0.05

## EK.2. Anket Formu

Aşağıda verilen yemek gruplarından en çok istediğinize (1) vererek 1'den n'e kadar sıralayınız.

I. KAP YEMEKLERI.1. ET YEMEKLERİ

- ( ) Terbiyeli Köfte  
 ( ) İzmir "  
 ( ) Izgara "  
 ( ) Kadınbudu "  
 ( ) Taskebabi  
 ( ) Bahçe Kebabı  
 ( ) Güveç  
 ( ) Rosto Et (Patates Kız.)  
 ( ) Rosto Et (Patates Pür.)  
 ( ) Fırında Koyun  
 ( ) Patlıcan Kebap  
 ( ) Haşlama Tavuk

(n=12)

I.2. ETLİ SEBZE YEMEKLERİ

- ( ) Kabak Dolma  
 ( ) Kıymalı Biber Dolma  
 ( ) Türlü  
 ( ) Kıymalı Patates  
 ( ) Kuru Fasulye  
 ( ) Kuru Nohut  
 ( ) Yumurtalı Ispanak  
 ( ) Patlıcan Musakka  
 ( ) Kıymalı Ispanak  
 ( ) Kıymalı Bezelye  
 ( ) Kıymalı Taze Fasulye  
 ( ) Kıymalı Karnıbahar  
 ( ) Karnıyarık

(n=13)

EK.2A. Anket Sonucuna Göre Et Yemekleri Tercihleri

Yemek Türleri	Tercih Sırası.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Tercih bil. kişiTop.
Terbiyeli Köfte		3	6	3	3	3	12	12	9	25	9	26	32	143
İzmir "		-	-	9	-	10	27	23	19	3	9	18	26	144
Izgara "		26	17	13	10	10	11	12	13	10	20	-	2	144
Kadınbudu "		28	19	13	6	10	19	10	7	10	3	9	11	145
Taskebabı		12	13	17	36	14	12	17	7	5	6	6	1	145
Bahçe Kebabı		-	3	7	16	23	10	10	24	12	17	12	10	144
Güveç		-	13	20	20	24	6	13	3	13	12	14	6	144
Rosto Et (Pat. k.)		24	29	16	14	3	20	3	20	6	6	-	3	144
Rosto Et (Pat. k.)		29	17	14	10	3	10	6	10	25	9	11	-	144
Fırında Koyun		20	15	24	18	3	-	16	6	6	6	13	16	143
Patlıcan Kebap		-	3	10	9	23	6	17	3	2	26	16	28	143
Haşlama Tavuk		11	12	12	13	17	13	7	7	17	13	10	10	142
Ankete katılan toplam kişi sayısı														145

EK.2B. Anket Sonucuna Göre Etli Sebze Yemekleri Tercihleri

Yemek Türleri	Tercih sırası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Tercih bil. kişi Ton
Kabak Dolma		27	25	8	26	3	25	10	3	3	-	3	2	10	145
Biber "		41	30	17	11	19	12	3	2	6	3	-	-	-	144
Türlü		3	3	25	23	8	17	18	13	6	3	-	8	12	141
Kıy. Patates		4	5	8	13	12	14	20	15	10	3	11	19	4	138
Kuru Fasülye		14	11	8	15	7	6	7	13	14	15	11	7	8	136
Kuru Nohut		-	7	13	6	18	18	6	8	7	18	12	13	13	139
Yumurtalı Isp.		-	11	3	4	3	10	20	16	14	17	7	13	18	136
Patlıcan Musakka		10	16	19	16	22	6	7	10	7	10	3	7	11	144
Kıy. Ispanak		-	-	3	13	3	11	16	16	15	22	17	14	7	137
Kıy. Bezelye		11	7	12	14	18	3	20	20	14	12	12	1	-	144
Kıy. Taze Fasülye		3	11	14	12	14	18	14	14	14	6	14	6	-	140
Kıy. Karnıbahar		3	7	-	-	20	-	11	18	6	3	23	18	29	138
Karnıyarık		35	24	25	3	6	16	3	7	5	7	11	1	2	145
Ankete katılan toplam kişi sayısı															145

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- ARAL, S., CANKÜYER, E., AKGÜN, S., ve TUNCER, Ş., 1979, Türkiye'de Hayvansal Besinlerin Üretimi ve Tüketim Sorunları, B.U.B.K.B.Ö. (Birinci Ulusal Beslenme Kongresi Bildiri Özetleri) 7-9 Kasım, TTB ve TVHB (Türk Tabipler Birliği ve Türk Veteriner Hekimleri Birliği, Ongun Kardeşler Matbaacılık, Ankara
- BAYSAL, A., 1978, Türkiye-1974 Ulusal Beslenme Sağlık ve Gıda Tüketimi Araştırması, Araştırma Yöntemleri ve Araçları, Hacettepe Üniversitesi Yayını, Ankara
- BAYSAL, A., 1978, Beslenme-Üretim İlişkileri ve Türkiye'de Toplu Beslenmenin Önemi, Türkiye Gıda Kayıpları Bildirileri 11-12 Ocak 1977, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 214, Ankara
- BAYSAL, A., 1979, Türkiye'nin Beslenme Durumunun Genel Değerlendirmesine ve Beslenme Sorunlarının Çözümü İçin Öneriler, B.U.B.K.B.Ö. 7-9 Kasım, TTB ve TVHB, Ongun Kardeşler Matbaacılık, Ankara
- BAYSAL, A. ve KUTLUAY, T., 1986, Toplu Beslenme Yapılan Kurumlar İçin Yemek Planlama Kuralları ve Yemek Listeleri, MPM Yayını, Ankara
- BAYSAL, A., 1987, Genel Beslenme Bilgisi, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara
- ÇÖMLEKÇİ, N., 1982, İstatistik, Bilim Teknik Kitapevi, Eskişehir
- DORFMAN, R., SAMUELSON, P.A. ve SOLOW, R.M., 1958, Linear Programming and Economic Analysis, Mc Grow-Hill Book Company, Inc., Tokyo
- DPT, 1973, Üçüncü Beş Yıl 1973-1977, Yeni Strateji ve Kalkınma Planı, Ankara
- DPT, 1979, Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı 1979-1983, Ankara
- ERKUT, A., 1970, İnsanların Günlük Besleyici Madde İstihkakı ve Bunların Karşıllanması İçin Vücuda Alınması Gereken Besin Çeşit ve Miktarları Tebliği, Beslenme Sorunları Semineri 12-17 Ocak, MPM Yayını, 73, Ankara

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- GASS, S., 1970, An Illustrated Guide to Linear Programming, Mc Grow-Hill Book Company, Inc., New York
- GASS, S., 1975, Linear Programming Methods and Applications, Mc Grow-Hill Book Company, New York
- HUGHES, A.J. ve GROWIÖG, D.E., 1973, Linear Programming: An Emphasis on Decision Making, Adison-Wesley Publishing Company, Atlanta
- HARİSON, G.G., 1986, Strategies for Solving World Food Problems, Nutrition Food and Man Pearson, P.B. ve Green Well, P., Tucson
- JOHSON, D.G., 1977, World Food Problems and Prospects, Washington
- KARA, İ., 1980, Yöneylem Araştırması Ders Notları, Eskişehir
- KARA, İ., 1984, Tam Sayılı ve Dinamik Programlamaya Giriş, Eskişehir
- KARA, İ., 1986, Yöneylem Araştırması Doğrusal Olmayan Modeller, Anadolu Üniversitesi Yayını, 139, Eskişehir
- LAPİN, L., 1975, Quantitative Method for Business Decisions, Horcourt Brace Jovanovich Inc., New York
- LUENBERGER, D.G., 1975, Introduction to Linear and Nonlinear Programming, Adison-Wesley Publishing Company, New York
- LOOMBA, N.P. ve TURBAN, E., 1974, Applied Programming for Management, Holt Rinehart ve Winston, Inc., New York
- MPM TARIM ŞUBESİ, 1979, Beslenme Sorunları, MPM Yayını, 49, Ankara
- ÖZTÜRK, A., 1984, Yöneylem Araştırması, Uludağ Üniversitesi Yayını, 3-040-0113, Bursa
- ÖZTÜRK, A., 1986, Leontief Modeli ve Doğrusal Programlama, Örnek Kitapevi, Bursa
- ÖZTÜRK, A., 1987, Ekonomik Planlama, Örnek Kitapevi, Bursa
- PLANE, D.R. ve McMİLLAN, C.Jr., 1971, Discrete Optimization, Prentice-Hall, Inc., New Jersey

EK.2B. Anket Sonucuna Göre Etli Sebze Yemekleri Tercihleri

Yemek Türleri / Tercih sırası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Tercih bil. kişi Ton
Kabak Dolma	27	25	8	26	3	25	10	3	3	-	3	2	10	145
Biber "	41	30	17	11	19	12	3	2	6	3	-	-	-	144
Türlü	3	3	25	23	8	17	18	13	6	3	-	8	12	141
Kıy. Patates	4	5	8	13	12	14	20	15	10	3	11	19	4	138
Kuru Fasulye	14	11	8	15	7	6	7	13	14	15	11	7	8	136
Kuru Nohut	-	7	13	6	18	18	6	8	7	18	12	13	13	139
Yumurtalı Isp.	-	11	3	4	3	10	20	16	14	17	7	13	18	136
Patlıcan Musakka	10	16	19	16	22	6	7	10	7	10	3	7	11	144
Kıy. Ispanak	-	-	3	13	3	11	16	16	15	22	17	14	7	137
Kıy. Bezelye	11	7	12	14	18	3	20	20	14	12	12	1	-	144
Kıy. Taze Fasulye	3	11	14	12	14	18	14	14	14	6	14	6	-	140
Kıy. Karnıbahar	3	7	-	-	20	-	11	18	6	3	23	18	29	138
Karnıyarık	35	24	25	3	6	16	3	7	5	7	11	1	2	145
Ankete katılan toplam kişi sayısı														145

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- PHILLIPS, T.P., 1975, Dünya Besin Üretiminde Bazı Problemler ve Çözümler, Canadian Journal of Agricultural Economics, Vol. 23-3
- SALKIN, H.M., 1975, Integer Programming, Adision Wesley Publishing Company, London
- SARIARSLAN, H., 1986, Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama, A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi ve Basın Yayın Yüksek Okulu Basımevi, Ankara
- ENCER, E., 1983, Beslenme ve Diyet, İ.T.Ü. Tıp Fakültesi Vakfı, Bayda Yayını, 41, İstanbul
- SERPER, Ö. ve GÜRSAKAL, N., 1982, Doğrusal Programlama, B.İ. T.İ.A. İşletme Fakültesi Yayını, 15, Bursa
- SERPER, Ö. ve AYTAÇ, M. 1988, Örnekleme, Filiz Kitapevi, İst.
- TRUEMAN, R.E., 1981, Qantitative Methods for Decision Making in Business, The Dryden Press, New York
- TULUNAY, Y., 1980, Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları, Sermet Matbaası, İstanbul
- TÜRKİYE GELİŞME ARAŞTIRMALARI VAKFI, 1980, Türkiye'de Gıda Maddeleri Üretim Politikası, Türkiye Gelişme Araştırmaları Vakfı Yayını, 2, Ankara
- TÜRKİYE GELİŞME ARAŞTIRMALARI VAKFI, 1981, Türkiye'de Gıda Maddeleri Üretimi ve Beslenme, Türkiye Gelişme Araştırmaları Vakfı Yayını, 3, Ankara
- WAGNER, H.M., 1975, Principles of Operations Research With Applications to Managerial Decision, Prentice/Hall International, Inc., London
- WILLIAMS, H.P., 1985, Model Building in Mathematical Programming, John Wiley and Sons, New York
- YANKOWSKY, J., 1975, "Aç Bir Dünya İçin Üretim ve Dağıtım Kanananın Rolü Nedir?" Jour. of Agr. Eco. Vol. 23-3
- ZOUTENDIJK, G., 1976, Mathematical Programming Methods, North-Holland Publishing Company, Amsterdam