

15419

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ**  
**Sosyal Bilimler Enstitüsü**  
**İşletme Anabilim Dalı**

**Abdullah NARALAN**

**DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNDE MALİYET  
MİNİMİZASYONU VE BİR UYGULAMA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Yöneticisi**  
**Doç.Dr. Sibkat KAÇTIOĞLU**

**Erzurum - 1991**

**Yükseköğretim Kurulu**  
**Dokümantasyon Merkezi**

i  
**İÇİNDEKİLER**

**I. KISIM**

**DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE ÜRETİM PLANLAMASI**

**Sayfa No:**

<b>GİRİŞ</b> .....	1
<b>1. ÜRETİM YÖNETİMİ</b> .....	2
1.1. Üretim ve Üretim Yönetiminin Tanımı. ....	2
1.2. Üretim Yönetiminin Tarihçesi .....	2
1.3. İşletmelerde Üretim Yönetiminin Diğer Birimler ile İlişkisi .....	4
1.4. İşletmelerde Üretim Sistemi .....	5
1.4.1. Üretim Tipleri .....	6
<b>2. ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROLÜ</b> .....	7
2.1. Üretim Planlaması .....	7
2.1.1. Üretim Planlamasının Amaç ve Kapsamı .....	8
2.1.2. Üretim Planlaması Araçları .....	8
2.1.3. Üretim Planlaması Çeşitleri .....	9
2.2. Üretim Kontrolü .....	10
2.2.1. Malzeme ve Stok Kontrolü .....	11
2.2.2. Personel ve İşgücü Kontrolü .....	13
2.2.3. Maliyet Kontrolü .....	14
2.2.4. Tamir ve Bakım Kontrolü .....	15
2.2.5. Kalite Kontrolü .....	15
2.2.6. Envanter Kontrolü .....	16
2.3. Üretim Planlaması ve Kontrolunda Matematiksel Metodlar .....	17
2.3.1. Üretim Planlaması ve Kontrolunda Kullanılan Bazı Metodlar ve Kullanım Alanları .....	18
<b>3. ÜRETİM PLANLAMASINDA DOĞRUSAL PROGRAMLAMA</b> .....	19
3.1. Doğrusal Programlamanın Tanımı .....	19
3.2. Doğrusal Programlamanın Tarihçesi .....	19
3.3. Doğrusal Programlama Problemlerinin Unsurları .....	20
3.4. Doğrusal Programlama Problemlerinin Varsayımları .....	21
3.5. Doğrusal Programlama Problemlerinde Kullanılan Bazı Kavramlar..	21
3.6. Genel Bir Doğrusal Programlama Modeli .....	22

3.6.1. Doğrusal Programlama Modelinin Matris Notasyonu ile İfadesi .....	23
3.7. Doğrusal Programlama Çözüm Teknikleri .....	24
3.7.1. Grafik Çözüm Tekniği .....	24
3.7.1.1. Bir Minimizasyon Probleminin Grafik Çözümü ..	24
3.7.2. Simpleks Çözüm .....	27
3.7.2.1. Sınırlayıcılar .....	28
3.7.2.2. Standart Form .....	28
3.7.2.3. Kanonik Form .....	29
3.7.2.4. Simpleks Çözüm .....	31

## II. KISIM UYGULAMA

4. ÖRNEK UYGULAMA .....	37
4.1. Fabrika Hakkında Bilgi ve İşleyiş Şeması .....	37
4.2. Üretilen Ürünler ve Miktarları .....	39
4.3. Yem Konusunda Genel Bilgiler .....	40
4.4. Kullanılan Yem Hammaddeleri ve Bazı Kavramlar .....	41
4.5. Uygulamanın Amacı .....	45
4.6. Çözüm için Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması .....	45
4.6.1. Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi .....	47
4.6.2. Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi .....	52
4.6.3. Yumurta Civciv Yemi .....	55
4.6.4. Piliç Büyütme Yemi .....	57
4.6.5. Piliç Geliştirme Yemi .....	59
4.6.6. Kuzu Buzağı Başlangıç Yemi .....	62
4.6.7. Kuzu Buzağı Büyütme Yemi .....	64
4.6.8. Üresiz Süt Yemi .....	66
4.6.9. Üresiz Besi Yemi .....	69
4.7. Sonuçların Değerlendirilmesi .....	71
SONUÇ .....	76
SUMMARY .....	78
EK-1: Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi Birinci Model .....	79

EK-2: Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi İkinci Model .....	80
EK-3: Yumurta Cıvciv Yemi Birinci Model .....	81
EK-4: Yumurta Cıvciv Yemi İkinci Model .....	82
EK-5: Piliç Büyütme Yemi Birinci Model .....	83
EK-6: Piliç Büyütme Yemi İkinci Model .....	84
EK-7: Piliç Geliştirme Yemi Birinci Model .....	85
EK-8: Piliç Geliştirme Yemi İkinci Model .....	86
EK-9: Kuzu Buzağı Başlangıç Yemi Birinci Model .....	87
EK-10: Kuzu Buzağı Başlangıç Yemi İkinci Model .....	88
EK-11: Kuzu Buzağı Büyütme Yemi Birinci Model .....	89
EK-12: Kuzu Buzağı Büyütme Yemi İkinci Model .....	90
EK-13: Üresiz Süt Yemi Birinci Model .....	91
EK-14: Üresiz Süt Yemi İkinci Model .....	92
EK-15: Üresiz Besi Yemi Birinci Model .....	93
EK-16: Üresiz Besi Yemi İkinci Model .....	94
KAYNAKLAR.....	95

## GİRİŞ

Her geçen gün daha da karmaşık bir çevre içinde fonksiyonlarını icra etmekte olan işletmeler, alternatif seçenekler arasından seçim yapmak için bilimsel teknikler kullanmaktadırlar.

İşletmelerde karar verme problemi, üretim girdilerinin tedarikinden üretim sonrası satış ve pazarlama gibi faaliyetlere kadar herhangi bir safhada ortaya çıkabilmektedir. Bütün karar verme durumlarında problemin çözümü için çeşitli matematiksel metodlar ve tekniklerden oluşan Yöneylem Araştırmasından faydalanılır. Bu bilimin ortaya çıkmasında II. Dünya Savaşının beraberinde getirdiği sıkıntıların büyük rolü olduğu söylenebilir. Bu modellerden en çok kullanılan bir tanesi Doğrusal Programlama Metodudur.

1947 yılına kadar W. Leontief ve L. V. Kantorovich gibi matematikçilerin formüle ettikleri ancak bir çözüm tekniği ortaya koyamadıkları bu model için ilk olarak George B. Dantzig "Simpleks Çözüm" tekniğini geliştirmiştir. Yüksek işlem hızına sahip bilgisayarların kullanılmasıyla model işletme problemlerine kolaylıkla uygulanmaya başlanmış ve kesin sonuçlar alınabilmektedir.

Maliyet minimizasyonunun, doğrusal programlama metoduyla gerçekleştirilmesi, çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Çalışma iki kısım ve dört bölümden meydana gelmektedir. Birinci kısım üretim planlaması ve kontrolü ile doğrusal programlama modelinin teorik açıklamalarına, ikinci kısım ise Yem Sanayi T.A.Ş. Erzurum Yem Fabrikasında, yemlerin hammadde maliyetlerinin minimize edilmesiyle ne kadarlık bir tasarruf sağlanabileceğinin incelenmesine ayrılmıştır.

Birinci kısmın ilk bölümünde üretim yönetiminin tanımı, tarihçesi ve diğer birimlerle olan ilişkisi üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde, üretim planlaması ve kontrolünün mahiyeti, üretim planlama ve kontrolünde kullanılan matematiksel metodlar ve modeller ile kullanım alanları ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, üretim planlamasında kullanılan doğrusal programlama modelinin tanımı, tarihçesi, unsurları ve varsayımları, matematiksel ifadesi ile çözüm teknikleri incelenmiştir.

İkinci kısmın ilk bölümü olan dördüncü bölümde örnek uygulama yapılmış, uygulamanın yapıldığı işletme ve üretilen ürünler hakkında bilgiler verilmiş, her ürün için iki ayrı model kurulup hammadde maliyetleri minimize edilmeye çalışılmış ve elde edilen çözüm değerleri fiili maliyetlerle karşılaştırılmıştır.

Sonuç bölümünde ise çalışma hakkında genel bir değerlendirme yapılmış fabrikadaki yüksek maliyetlerin azaltılması hususunda önerilerde bulunulmuştur.

# 1. ÜRETİM YÖNETİMİ

## 1.1 Üretim ve Üretim Yönetiminin Tanımı

Mühendisler "fiziksel bir varlık üzerinde onun değerini arttıracak bir değişiklik yapmayı veya hammadde veya yarımamülleri kullanılabilir bir mamüle dönüştürmeyi"<sup>(1)</sup> üretim sayarlarken ekonomistler üretimi "mal ve hizmetlerin meydana getirilmesi işlemi"<sup>(2)</sup> olarak tanımlamışlardır. İkinci tanım birincisini de içine aldığından daha geniş bir tanım olduğu için işletmeciler tarafından oldukça yaygın bir kabul görmektedir.

Üretimde bulunmak için değişik türlerde, farklı fiyatlarda ve özelliklerde üretim faktörlerini ve unsurlarını biraraya getirmek gerekir. Bu üretim faktörlerinin farklı şekillerde bir araya getirilmesiyle değişik ürünler elde edilir. İşletmelerde amaç, kâr olduğundan maliyeti minimum tutup, kâr arttırmak isteyen karar vericinin hangi ürünleri hangi teknoloji ile, kimin için ve ne kadar üreteceğini ve hangi üretim fonksiyonlarından geçirecek hangi üretim faktörlerini nasıl kullanacağını iyi hesaplaması gerekir. Yukarıda sayılan sorulara verilecek alternatif cevaplar arttıkça karar verme durumunda olan kişi veya kişilerin daha dikkatli olması gerekecektir.

İşte bu aşamada üretim yönetimi önem kazanmaktadır. Üretim yönetimi; işletmenin elinde bulunan malzeme, makine ve insan gücü kaynaklarının belirli miktarlardaki mamülün istenilen niteliklerde (kalitede), istenilen zamanda ve mümkünse en düşük maliyetle üretimini sağlayacak biçimde bir araya getirilmesidir<sup>(3)</sup>.

Üretim yönetimi, mal ve hizmetlerin, minimum maliyette, istenilen program ve miktarlarda belirli şartlara göre üretilmesi gibi üretim süreci ile alakalı karar verme ile ilgilidir. Bu hedeflere ulaşmada üretim yönetimi, üretim sistemlerinin planı ve kontrolü gibi geniş iki faaliyet alanı ile yardımlaşır<sup>(4)</sup>.

Günümüzde modern üretim tekniklerinin var olması, üretime giren faktörlerin artması, ihtiyaçların çeşitlenmesi ve rakip üretimlerin artması ile üretim yönetimi daha karmaşık ve önemli bir şekil almıştır.

## 1.2 Üretim Yönetiminin Tarihçesi

Üretim faaliyetlerinin insanlık tarihi kadar eski olmasına karşılık, üretim yönetimi kavramı o kadar eski değildir. Üretim sistemlerinin sorunlarının incelenmesi ile ilgili ilk çalışmaların ünlü iktisatçı Adam Smith ile başladığı kabul edilir<sup>(5)</sup>. A. Smith 1776'da yazdığı

(1) Bülent Kobu, Üretim Yönetimi, 6. Baskı, İstanbul Üniv., Yayın No: 3424, İstanbul 1987, s. 1

(2) Elwood Buffa, Modern Production Management, Third Edition, John Wiley and Sons Inc., New York 1969, s. 29

(3) Kobu, a.g.e., s. 7

(4) Buffa, a.g.e., s. 29

(5) İsmet Barutçugil, Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri, Genişletilmiş İkinci Baskı, Uludağ Üniv., Yayın No: 3-054-0163, Bursa 1988, s. 299

"Ulusların Zenginliği" (The Wealth of the Nations) adlı kitabında iş bölümünün üretimi arttırdığından söz eder.

A. Smith'den sonra İngiliz Charles Babbage, Smith'in incelemelerini geliştirdi ve üretim ekonomisi ve organizasyonu ile alakalı ilgi çekici konuların sayısını artırdı. Düşüncelerini 1832'de "On the Economy of Machinery and Manufactures" adlı kitabında özetledi<sup>(6)</sup>.

Üretim yönetiminin 20. yüzyıldaki ilk ismi ise Frederick Winslow Taylor'dur. A. Smith ve C. Babbage'ın, gözlemci ve yazar olmalarına rağmen Taylor bir uygulayıcı idi. Taylor bir işçi olarak atıldığı hayatta, son derece yeni ve geliştirici fikirler ile öne çıktı ve yeni bir felsefe doğdu.

F.W. Taylor'un felsefesine göre,

- 1- İş yönetiminde bilimsel kurallar geçerlidir,
- 2- Çalışanların seçimi ve eğitiminde bilimsel ve sistematik metodlar geçerlidir,
- 3- İşçi ile yönetici arasında sağlam bir işbirliği ve anlayış olmalıdır,
- 4- Yönetim ile işçiler arasında adil bir işbölümüne gidilmesi gerekir.

Taylor'un bu görüşleri genel olarak kabul görmüş ve Carl Barth, Frank ve Lilian Gilberth, Harrington Emerson tarafından uygulanmıştır.

Matematiksel bir analizi, 1915'te F. W. Harris, Stok kontroluna uygulamış, F. E. Raymond ve diğerleri bu modeli geliştirmişlerdir. Ancak üretim yönetimi ile ilgili önemli adımlar 1920-1930 yıllarında olmuştur. 1920'lerde psikolojik davranışlar gözlenmeye başlanmış, ve 1930'larda da Hawthorne deneyleri yapılarak üretkenlikte psikolojik faktörlerin etkisi ortaya konmuştur.

1924'te Walter Shewhart'ın istatistiksel kalite kontrolunu endüstriye uygulaması ve 1934'te L.H.C. Tippett'in iş örnekleme teorisini geliştirmesi üretim yönetimi biliminde önemli gelişmeler olarak kabul edilir<sup>(7)</sup>.

Daha başka matematiksel modeller ileri sürülmüşse de uygulamaların yaygınlaşması, bilgi işlem makinelerinin gelişim yılları olan 1950-1960 yıllarına kadar gerçekleşmemiştir. II. Dünya Savaşı yıllarında askeri amaçlarla kullanılan bazı matematiksel metodlar, bilgisayarların yaygınlaşması ile geliştirilmiştir. Bu arada savaş araç gereçlerini kullanmada insanın başarısı üzerinde de önemle durulmuştur.

1950 ve daha sonraları, doğrusal programlama, simülasyon, yüksek hızlı bilgi işlem makinaları ve otomasyon alanında önemli gelişmeler olmuştur. Elde edilen bilgilerin uygulamaya konulması çabuklaşmış, bilgisayarlar vasıtasıyla da daha kesin ve doğru sonuçlar elde edilmeye başlanmıştır.

---

(6) Buffa, a.g.e., s. 4

(7) Barutçugil, a.g.e., s.301



### **1.3 İşletmelerde Üretim Yönetiminin Diğer Birimler ile İlişkisi**

Bir işletmede üretim yönetimi biriminin diğer birimlerle ilişkisiz olduğu söylenemez. Mesela, bir finansman, pazarlama, üretim yönetimi birimleri ayrı işler görmesine rağmen, organizasyonun genel amacı doğrultusunda birbirlerinin bilgilerine ve görüşlerine ihtiyaç duyarlar. Maliyetin minimizasyonunda finansman birimi yöneticisi ile üretim yöneticisinin ayrı ayrı çalışmaları belki de maliyetleri arttıracaktır. Çünkü maliyeti azaltabilen bir unsur diğer birim veya birimlerin maliyetlerini arttırıcı bir unsur olarak ortaya çıkabilecektir. Ancak bütün birimlerin koordineli ve bilimsel çalışmalarıyla hedefe ulaşmak daha kolay olacaktır.

Üretim organizasyonlarının hedefi ise, maliyetlerin minimizasyonu veya kârın maksimizasyonudur. Organizasyonların ve üretimin büyüklüğü ve yapısı ile üretim yönetimi biriminin diğer birimlerle olan ilişki derecesi de değişir. Fakat genel olarak bu ilişkiler şu şekilde özetlenebilir.

#### **1- Muhasebe Finansman ile Üretim Yönetimi:**

Muhasebe finansman birimi, işletmenin bütçeleri ve maliyet analizlerinin hazırlanması, makine ve teçhizat alımında, yenilenmesinde veya kaynak kullanımı hususunda özkaynak veya kredi bulunmasının maliyetlere olan etkileri, üretim hacmi, mamül ve/veya yarımamül, hammaddelerin stok durumlarının işletmeye ilave yük getirip getirmeyeceğinin araştırılmasını ve muhasebe sisteminde organizasyonun işleyişine göre standart veya fiili maliyetlere ve bunların arasındaki farklara ilişkin bilgiler ile maliyet hesaplarında kullanılan metodlar ve kâr marjlarının, genel imalat maliyetlerinin, ürüne yansıma derecelerine ait bilgileri üretim yönetimi birimine ulaştırır.

#### **2- Tedarik ile Üretim Yönetimi:**

Üretimde kullanılacak makine ve teçhizatın, üretim girdilerinin miktarları, nitelikleri, kaliteleri, teknolojileri ve fiyatları bakımından kontrollerinin yapılması ile, stokların devir hızlarına göre siparişlerin ne kadar ve ne zaman verileceğinin belirlenmesi gibi konularda tedarik birimi üretim yönetimini bilgilendirir.

#### **3- Pazarlama ile Üretim Yönetimi:**

Yapılan pazar araştırmaları neticeleri, tüketicilerin arzu ve talepleri, satış arttırıcı reklâm, promosyon faaliyetlerinin durumu ile ilgili bilgileri ve dağıtım, pazarlama faaliyetlerinin zamanlanması ile ilgili bilgileri pazarlama birimi üretim yönetimi birimine ulaştırırken, üretim yönetimi birimi de kalite durumu, üretim hızı ve gecikmeler ile ilgili bilgileri pazarlama birimine aktarır.

#### **4- Araştırma Geliştirme ile Üretim Yönetimi :**

Araştırma geliştirme birimi de, araştırmalar sonucu bulunan yeni ürün tasarımları, kaliteyi arttırıcı unsurlar ile ilgili bilgileri ve makine teçhizatın teknolojilerinin takibi ve en uygun olanların tedariki için gerekli bilgilerin üretim yönetimine verilmesini gerçekleştirir.



### 5- Personel ile Üretim Yönetimi :

Üretim için gerekli iş gücünün nitelik ve nicelik durumları ve bunların nasıl temin edileceği, personel birimine üretim yönetimince bildirilirken, işgören alımı, seçimi ve yetiştirmenin yanısıra eğitim, endüstriyel ilişkiler, özendirici ücret sistemi, uygun çalışma koşulları, işgüvenliği ve işgücünün refahı gibi ortak etkileşim alanları personel ve üretim yönetimini bir araya getirmektedir<sup>(8)</sup>.

Görüldüğü gibi bilgi akışı ve ilişkiler sadece bir yönde değildir. Üretim yönetimine doğru bilgi akışı olabileceği gibi üretim yönetimi biriminden de diğer birimlere doğru bilgi akışı olabilir.

### 1.4 İşletmelerde Üretim Sistemi

Üretim sistemi; çeşitli girdilerin, bir ya da daha fazla çıktılar şekline dönüştürülmesi işlemi olarak tanımlanabilir<sup>(9)</sup>. Buna göre Optner, işletmecilik yaklaşımının, girdi çıktı modelinde beş faktör olduğunu ileri sürer. Bunlar<sup>(10)</sup>,

- 1- Girdiler,
- 2- İşlemler,
- 3- Çıktılar,
- 4- Kontrol,
- 5- Feedback (geribesleme).

Aslında Optner'in saydığı bu faktörler yukarıdaki tanıma, kontrol ve geribesleme fonksiyonlarının eklenmesinden oluşmuştur.

Üretim sistemlerinin düzenlenmesi ile ilgili uzun ve kısa dönem problemleri şöyle özetlenebilir<sup>(11)</sup>.

Uzun dönem problemleri :

- 1- Ürünlerin tasarımı ve seçimi,
- 2- Makine teçizat ve işlemlerin seçimi,
- 3- İşlenmiş parçaların ürün tasarımı,
- 4- İş tasarımı,
- 5- Sistemin kuruluş yeri seçimi,
- 6- Fabrika içi düzenlemesi.

(8) Barutçugil, a.g.e., s.30

(9) Demir Aslan, Üretim Ekonomisi ve Politikası, Atatürk Ün., Yayın No: 396, Ankara 1975, s. 4

(10) Nurettin Yelken, Hulusi Demir, Üretim Planlaması ve Kontrolü, Ege Ün., İşletme Fak. Yayın No: 133/2, Bornova 1978, s. 16

(11) Buffa, a.g.e., s. 41

**Kısa dönem problemleri :**

- 1- Stok ve üretim kontrolü,
- 2- Sistemin tamir ve bakımı,
- 3- Kalite kontrolü,
- 4- İşgücü kontrolü,
- 5- Maliyet kontrolü.

Uzun dönem problemleri, üretim sistemlerinin düzenlenmesi ile ilgili iken, kısa dönem problemleri genellikle, işlem ve kontrol sistemlerinin tasarımı ile ilgilidir.

Küçük veya büyük miktarlarda üretim gerçekleştiren bütün işletmelerde üretim sistemlerinin yapısı aynıdır. Farklı olan sadece büyüklükleridir. Yani üretim girdileri, işlemler, çıktılar vb. gibi faktörlerin büyüklükleri değişmektedir.

#### **1.4.1 Üretim Tipleri**

Amaçlara göre üretim tiplerinin çeşitli gruplandırma yolları vardır. Koku, üretim yöntemlerine ve mamüllerin cinslerine göre şöyle bir sınıflandırma yapmıştır<sup>(12)</sup>.

##### **1- Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma**

- a) Birincil (Primer) Üretim: Demir, bakır, madenler, kömür, petrol üretimi gibi üretimler,
- b) Analitik üretim: Şeker, benzin, fuel-oil gibi üretimler,
- c) Sentetik üretim: Kauçuk, alaşımlı çelik gibi üretimler,
- d) Fabrikasyon üretim: Döküm, tornalama, presleme ile meydana getirilen üretimlerdir,
- e) Montaj üretim: Otomobil, buzdolabı, televizyon gibi üretimler ise montaj üretimlerdir.

##### **2- Mamül Cinslerine Göre Sınıflandırma**

- a) Demirçelik üretimi,
- b) Kömür üretimi,
- c) Takım tezgahları üretimi,
- d) Kimyasal madde üretimi,
- e) Elektriksel araç-gereç üretimi,
- f) Elektronik mamüller üretimi,
- g) Tekstil mamülleri üretimi.

Dar anlamdaki üretim tanımına göre yapılan bu farklı sınıflandırmaların ikisinde de hizmet üretimi yer almamaktadır. Ancak kabul ettiğimiz geniş tanıma göre sigortacılık, bankacılık, hukuk müşavirliği gibi fayda meydana getirme işlemleri de birer üretimdir. Bu durumda da sınıflandırmalara bir madde olarak da hizmet üretimlerini dahil etmemiz gerekir.

(12) Koku, a.g.e., s. 38-41

## 2. ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROLÜ

Bir üretim sisteminin amacına ulaşabilmesinde en önemli bir faktör üretim planlaması ve kontrolüdür. Bu iki faaliyet birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Planlama fonksiyonu üretim sürecinde kontrolden önce gelir.

### 2.1 Üretim Planlaması

Üretim Planlaması için APICS ( American Production and Inventory Control Society) tarafından verilen tanım şöyledir<sup>(13)</sup>: "Üretim planlaması, gelecekteki imalat faaliyetlerinin (veya miktarlarının) düzeylerini veya limitlerini belirleme fonksiyonudur."

Tanımdan da anlaşılacağı gibi söz konusu üretim, gelecekteki faaliyetlerdir. Bu bakımdan planlama fonksiyonu tahmin ve karar alma metodlarıyla yakından ilgilidir. İleride meydana gelebilecek olayların veya durumların şimdiden tahmini için geçmişte meydana gelmiş benzerlerinin incelenmesi ve aynı olayların gelecekte olması ihtimallerinin hesaplanması gerekir. Kuşkusuz göz önünde bulundurulması gereken, geçmişteki verilerin analizinin temel amaç değil geleceği görmeye araç olarak kullanılmasıdır<sup>(14)</sup>.

Üretim planlaması, genellikle diğer üretim birimleriyle de ilişki içindedir. Mesela pazarlama bölümünden gelen bilgiler bir üretim planında bazı değişikliklere sebep olabilir. Aynı şekilde araştırma geliştirme biriminin elde ettiği veya ulaştığı sonuçlara göre üretim planlarının yapısında farklılıklar gerekebilir.

Üretim sisteminin planlaması ile üretim planlaması çoğu zaman birbiriyle karıştırılmaktadır. Üretim sistemlerinin planlaması daha kapsamlı olup üretim planlamasını da içine almaktadır.

Üretim sistemlerinin planlanmasında sadece ürün veya hammadde/yarımamül söz konusu değildir. Bütün üretim girdilerinin, emek, sermaye makine, techizat, kapasite vb. gibi faktörlerin optimizasyonu üretim sisteminin planlanması fonksiyonu tarafından yerine getirildiği gibi aynı zamanda ürün tasarımı-geliştirilmesi, kuruluş yerinin seçimi, fabrika içi yerleştirme ve malzeme taşınması gibi konular da yine üretim sistemi planlaması içinde optimize edilir.

Üretim planlaması ise yukarıdaki tanımdan da anlaşıldığı üzere, bir ürünün gelecekteki üretiminin işletmenin amaçlarına göre mükemmelleştirilmesi ile ilgilidir.

---

(13) Kobu, a.g.e., s. 442

(14) Nazif Gürdoğan, Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama ve Demir Çelik Endüstrisinde Bir Uygulama, Ankara Ün., S.B.F., Yayın No: 473, Ankara 1981, s. 1

### 2.1.1 Üretim Planlamasının Amaç ve Kapsamı

Bütün işletmelerin asli hedeflerinin kâr olduğu söylenemez. İş adamlarının ya da kuruluşların hedefleri değişiktir. Bu hedefler sosyal nedenlere de dayanır. Kimi zaman işadamlarının, üstünlük, sosyal prestij, topluma yardım vb. gibi amaçları olabilir. Ancak, hedefi kâr olsun veya olmasın, üretimde bulunan bütün işletmelerin, mamülün kalitesini bozmadan daha ucuza üretmek istemesi rasyonelik varsayımı gereğidir. İşletme ekonomisinde her zaman girişim sahibinin mümkün olan en yüksek kazancı elde etmeye çalıştığı varsayım olarak ele alınmıştır<sup>(15)</sup>. Bu açıklamalardan sonra üretim planlamasının amacı şöyle tanımlanabilir;

İşletme kaynaklarının rasyonel kullanımının sağlanması, kayıpların en aza indirilmesi ve piyasada tutunup, işletme amacına hizmet edebilecek bir kalitede olmasını sağlamaktır. Bir işletme hem kâr hem de sosyal bir amaca yönelik çalışabilir ama bu durumda hangi amacın öncelikli olduğuna karar vermek ve planlamayı o şekilde yapmak gerekir.

Üretim planlamasının kapsamı ise yalnız ürün ile sınırlı olmayıp ürüne olan talebin nasıl olduğunun tesbiti ve buna uygun üretim için gerekli üretim faktörlerinin istenen miktar ve özelliklerde temin edilmesi için sipariş verilmesi, alınması, stoklanması, işlemlerinden oluşur.

Bir üretim planı hazırlanırken yapılması gereken işler sırayla ve özetle şunlardır<sup>(16)</sup>.

1. Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı belirlenir,
2. Talep veya satış tahminleri yapılarak satılabilecek miktar bulunur,
3. Ekonomik stok miktarı belirlenir,
4. Dönem başındaki ve sonundaki stok düzeyleri hesaplanır,
5. Mevcut stoklar ile işletmede bulunması gereken ekonomik stok düzeyi belirlendikten sonra tahmin edilen satış düzeyi ile bunlar arasındaki fark bulunur ve buradan plan dönemi içindeki üretilmesi gereken miktar hesaplanır,
6. Üretilmesi öngörülen ürün miktarı plan dönemi içine dağıtılır, aylara veya mevsimlere göre üretim miktarları çıkarılır.

### 2.1.2 Üretim Planlaması Araçları

Endüstri işletmeleri planlama işlerini altı çeşit planlama aracı ile yürütürler. Bunlar,

- 1- İşletme amaçlarının belirlenmesi,
- 2- İşletme politikası,
- 3- Metod ve prosedür,
- 4- Bütçeler,
- 5- Ayrıntı planları,

(15) Yelken, a.g.e., s. 27

(16) Barutçugil, a.g.e., s.160

## 6- Genel ve özel programlardır<sup>(17)</sup>.

Bu planlama araçları üzerinde kısaca duralım.

**İşletme amaçlarının belirlenmesi:** Plan hazırlanırken ulaşılmaması gereken noktanın ne olduğunun bilinmesi ve ona göre araç ve materyallerin sağlanması, planın temel faktörlerinden birisidir.

**İşletme politikası:** İşletme çalışanlarının karşılaşacakları çeşitli meselelere karşı takip edecekleri yolu, metodu önceden belirleyen üst yönetim tarafından alınan kararlardır. Plan yapılması, işletme politikasının açıkça ortaya konulmasını hedefler. Politikalar ise işletme hedefleri değişmediği sürece sürekli bir özellik taşırlar. İşletmenin pazarlama, finansman, halkla ilişkiler, personel vb. gibi konularda politikalara sahip olması gerekir.

**Metod ve prosedür:** Çalışanlara politikaların nasıl uygulanacağını, çalışmaların nasıl yapılacağını gösteren birer plan olarak düşünülebilir. Metod, bir işin nasıl yapılacağını açıklarken, prosedür bir takım işlerin nasıl ve hangi sırayla yapılacağını belirtir.

**Bütçeler:** İşletmelerin nakit programlarıdır. Gelecekteki gelir ve giderlerin ne kadar olacağını gösterirler. Bir işletmenin çeşitli konularda ayrı ayrı bütçeler hazırlanması da mümkündür. Belirlenen dönem sonunda gerçekleşen gelir ve giderler ile planlanan gelir ve giderler arasındaki farkın incelenmesi için bütçeler bir kontrol aracı olarak da düşünülebilir.

**Ayrıntı planları:** Bir kere uygulanan, uygulanmasından sonra ise hiçbir değeri kalmayan ancak hangi konu için yapılmış ise, o konunun ayrıntılarına kadar nasıl olacağını gösteren geçici planlama araçlarıdır. Bir dönemde ihtiyaca göre çeşitli ayrıntı planları yapılabilir.

**Genel ve özel programlar:** Genel programlar işletmenin hedefine ulaşabilmesi için gerekli işlem ve sürelerini belirtirken özel programlar, işletmede ortaya çıkan geçici özellik taşıyan ve sürekli olmayan problemlerin çözümünü sağlamak için yapılan programlardır.

### 2.1.3 Üretim Planlaması Çeşitleri

İşletmelerin genel anlamda planlama faaliyetleri;

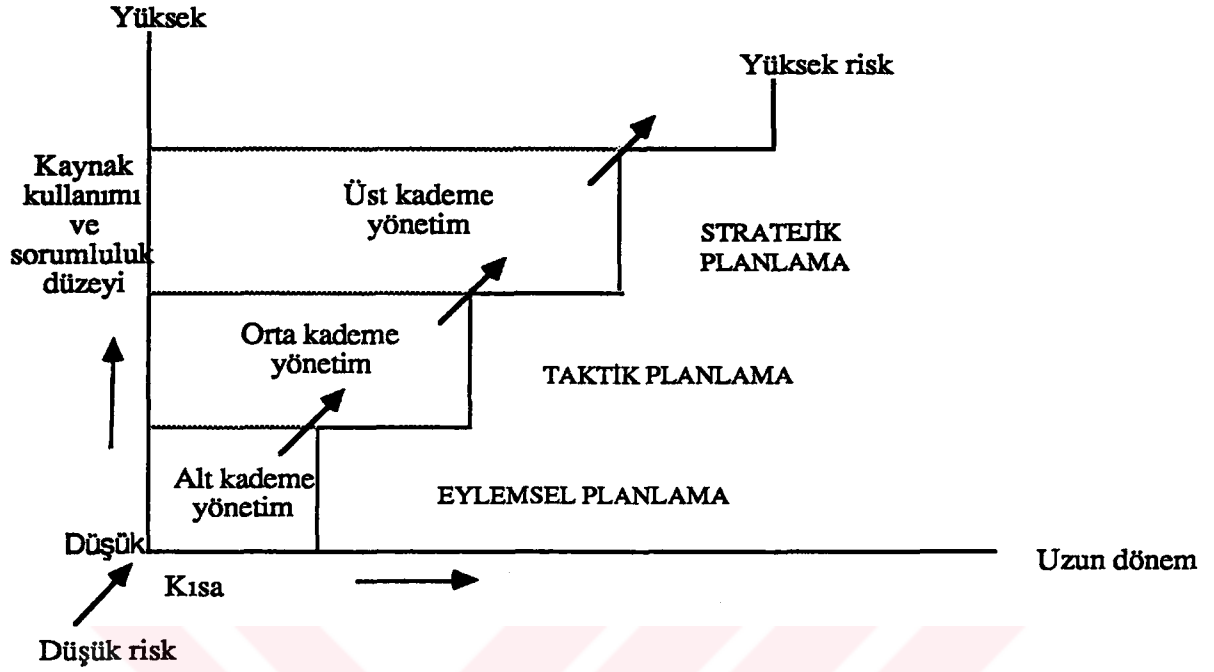
- 1- Kapsadığı zaman aralığı,
- 2- Gerektirdiği kaynak kullanım düzeyi,
- 3- Temel kararların alındığı örgüt basamağı,
- 4- Taşıdığı risk unsuru,

bakımından sınıflandırılıp incelenebilir<sup>(18)</sup>. Bunlar bir arada şematik olarak Şekil 2.1 üzerinde gösterilmektedir.

(17) Yelken, a.g.e., s. 28

(18) P. Drucker, Technology Management and Society, Heinemann 1969, s. 130

I.R.King, Production Planning and Control, Pergamon Press, Oxford 1975, s. 153



Şekil 2.1 Üretim Planlaması Çeşitleri

Eylemsel planlamalar, taşıdığı riski, kaynak kullanımı, sorumluluk düzeyi yüksek olmayan ve kısa dönemde alt kademedeki yönetim tarafından yapılan planlardır.

Taktik planlamalar, kaynak kullanımı, sorumluluk düzeyi, riski çok yüksek olmayan ve orta vadede, orta kademedeki yönetim tarafından yapılan planlardır.

Stratejik planlamalar ise, kaynak kullanımı, sorumluluk düzeyi ve riski oldukça yüksek ve uzun vadede, yüksek kademedeki yönetim tarafından yapılan planlardır.

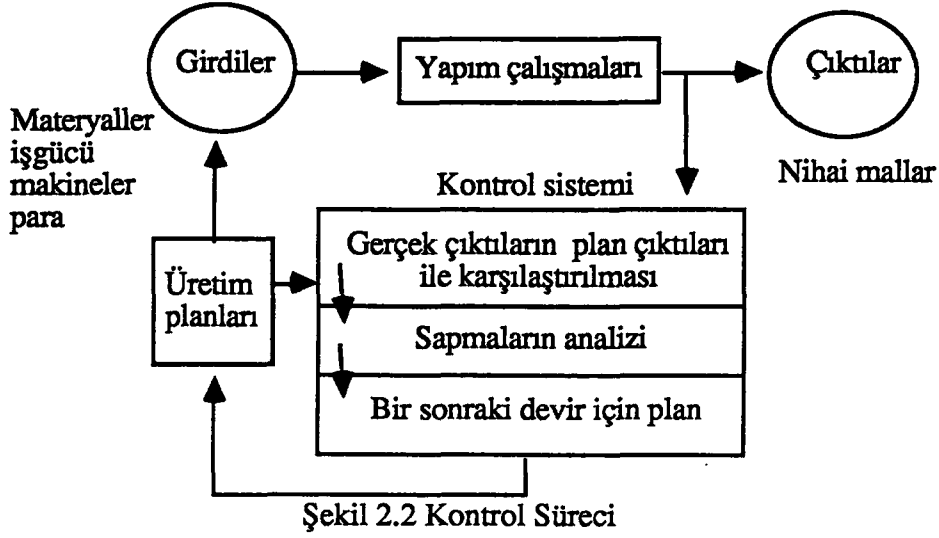
## 2.2 Üretim Kontrolü

Üretim kontrolü, üretim planlaması fonksiyonunun işleyişinin izlenmesi ve aksaklıkların tesbit edilerek planların değiştirilmesi veya aksaklıkları doğuran unsurların ortadan kaldırılması işlevini yerine getiren önemli bir işletme fonksiyonudur.

Belirli bir süre içindeki üretim faaliyetlerine ait bilgilerin, işletmenin bünyesinde bulunan birim ve karar organlarının amaçlarına uygunluğunun analiz edilmesi gerekir. Bu analizlerin değerlendirilmesinde, tablolar, grafikler ve bazı istatistikî metodlar kullanılır. Ancak planlanan durumdan sapmaları çok açık göstermesi bakımından grafikler daha çok tercih edilir.

Üretim girdilerinin kontrolü, üretim kontrolünde planların yapımı kadar önemlidir. Planlanan üretimden sapmalarda her zaman üretim planları bir mukayese noktası durumundadır. Bunu bir geri beslemeye benzetip aşağıdaki şekilde göstermek mümkündür<sup>(19)</sup>.

(19) Powell Niland, Production Planning Scheduling and Inventory Control, The Macmillan Co., U.S.A. 1970, s. 7



Üretim kontrolünde planlanan üretim ile fiili üretim arasındaki sapmaların analizinde kalite ve miktar açısından planlanan üretim seviyesine ulaşabilmek için, diğer bir ifadeyle işletmenin amacına uygunluk için tedarik, muhasebe, finansman, personel birimi gibi bütün birimlerin aynı anda kontrolü gerekmektedir.

### 2.2.1 Malzeme ve Stok Kontrolü

Malzeme kontrolü, hammadde ve mamül üretiminde kullanılan malzeme (makine, teçhizat) temininden, işletmeye getirilmesi, stoklanması ve işletme içindeki akışına kadar değişik ve geniş alanları kapsar.

Üretimde girdi olarak kullanılan malzeme ve hammadde maliyetleri, ürün toplam maliyetinin büyük bir kısmını oluşturur. Bunun için malzeme kontrolünde tedarik fonksiyonunun görevini başarıyla gerçekleştirebilmesi için oldukça az sayıda faaliyetin ağırlık taşıdığı görülür. Bunlar ana hatlarıyla şu şekilde özetlenebilir<sup>(20)</sup>.

- 1- Alternatif satıcıların değerlendirilmesi,
- 2- Kabul edilir fiyatlarla alımların yapılması,
- 3- Satıcıların, fiyatların yanı sıra, teslim şartları, satış sonrası hizmet ve kalite açısından da derecelendirilmesi ve değerlendirilmesi,
- 4- Satıcılar ve pazardaki rakipler karşısında işletmenin itibarının korunması,
- 5- Pazarla sürekli ilişki ve haberleşmeyi koruyarak yeni malzemelerin seçimine yardımcı olunması,
- 6- Diğer birimlerle birlikte hareket edilerek bütün işletmede stokların uygun düzeyde tutulması.

(20) H.A. Harding, Production Management, Macdonald Evans, London 1976, s. 140



Tedarik fonksiyonu kârlılıkta son derece etkilidir. Bu bakımdan hammadde ve malzeme tedarikinde uygunluğun sağlanmasına büyük özen gösterilmelidir. Bu uygunluk, miktar, kalite, zaman, kaynak ve fiyat olmak üzere beş değişik açıdan ele alınabilir<sup>(21)</sup>.

İşletmenin ihtiyaç duyduğu malzemelerin miktar ve özelliklerinin tesbit edilmesinden sonra bunların satın alınmasının veya üretilmesinin daha rasyonel olacağına karar verilir. Genellikle işletmede üretilmesi için bazı sebepler olarak, maliyetin, dışarıdan teminde artacağını, kalitenin istenen seviyede olmasını, boş kapasitelerin kullanılmasını, ve dışa bağımlılığın olmamasını sayabiliriz.

İşletmede mamülün üretiminde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan bütün fiziksel varlıkların tamamı ve ürünler, kullanılmadan veya satılmadan önce belirli bir yerde saklanırlar. Bu saklama işlemine, işletme biliminde stok (inventory) denilmektedir.

Stok edilen varlıkların renk, boy, biçim, fiyat gibi farklılıklarının herbiri bir stok kalemini meydana getirir. Bu kalemlerin üretim zamanı içindeki hareketlerini de devamlı surette kontrol etmek gerekir. Bu işlemlerin yapılmaması durumunda önemli problemlerin ortaya çıkması muhakkaktır. Mesela, yeterli stok bulundurmamaktan doğan kayıplar, optimal olmayan sipariş verme zamanlarından kaynaklanmakta ve makinelerin atıl kalmasına ve müşteri taleplerini karşılayamamaktan dolayı piyasadaki marka imajının silinmesine sebep olabilmektedir. Gereğinden fazla mamül veya hammadde stoku bulundurma durumunda ise işletme, sermayesinin büyük bir kısmını stoklara yatırmış olacağından bu durum, sermayenin atıl kalmasına, fiyatların düşmesine, mamüllerin veya hammaddelerin bozulmasına, demode olmasına ve üretim fazlalığından dolayı makinelerin, kapasitelerinin altında çalışmasına dolayısıyla işletmenin zarar etmesine sebep olacaktır.

Etkili bir stok kontrolü işletmeye şu faydaları sağlar:

- 1- Makinelerin atıl kalması önlenir,
- 2- Sermayenin hareketsizliği önlenir,
- 3- Aşırı stok maliyetleri ortadan kaldırır,
- 4- Stokların demode ve deforma olması ve diğer stok kayıpları önlenir.

Stokların kontrolünde bazı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler üzerinde kısaca duralım.

1- Gözle Kontrol Yöntemi: Stok kontrol görevlisinin belirli aralıklarla stokları gözden geçirmesi ve mevcudu azalanlardan sipariş verilmesine dayanır. Basit bir yöntem olup sadece küçük işletmelerde kullanılmaktadır.

2- Çift Kutu Yöntemi: Herhangi bir stok kalemi iki gözlü bir kutuda muhafaza edilir. Birinci kutu bittiğinde sipariş verilir ve ikinci kutu kullanılmaya başlanır. Ancak ikinci kutu, sipariş gelinceye kadar üretimi aksatmayacak miktarda stok içermelidir.

(21) Barutçugil, a.g.e., s.172

3- Sabit Sipariş Peryodu Yöntemi: Stok kalemlerinin miktarı, belirli bir süre sonunda tesbit edilir. Bu miktarı belirli bir düzeye çıkaracak miktarda sipariş verilir. Bu yönteme göre sipariş miktarı tüketim hızına göre değişmesine rağmen maksimum stok seviyeleri değişmemektedir.

4- Sabit Sipariş Miktarı Yönetimi: Stoklar belirli bir seviyeye indiğinde sabit bir miktarda sipariş verilir. Sipariş miktarı bu yöntemde de tüketilme hızına göre değişir.

### 2.2.2 Personel ve İşgücü Kontrolü

İnsanlar arasında yetenek, tecrübe, yaş, psikolojik durum, çalışma hızı gibi konularda farklılıklar vardır. Bir üretimde makineleri ve teçhizatı idare edenler insanlar olduğuna göre bunların arasından da farklılıklar olacaktır. Bu farklılıklar insanın yaratılışında var olduğundan ortadan kaldırılmaları hemen hemen mümkün değildir. Ancak aralarındaki farkların azaltılması imkan dahilindedir. Mesela yetenekleri ve çalışma hızları farklı olan iki insandan yeteneği ve çalışma hızı az olanın eğitilmesi halinde çalışma hızı ve yeteneği artırılabilir. Bu bakımdan işe alınacak kişilerin ve halen çalışmakta olanların kontrolü işletmedeki performansı arttıracaktır.

Ancak performansı arttırmak için sadece kontrol yeterli değildir. Personel yönetimi herşeyden önce işletmenin etkin bir biçimde mal veya hizmet üretebilmesi için gerek duyduğu nitelik ve nicelikte personel seçme, eğitime ve görevlendirme konuları ile ilgilenilir. Bu çalışmaların yapılabilmesi için bir personel bölümünün örgütlenmesine ve işe alma, eğitim, kayıt, iş güvenliği, sağlık, sosyal hizmetler, işçi işveren ilişkileri ve benzeri alt bölümlerin veya subelerin oluşturulmasına gerek duyulur<sup>(22)</sup>.

İş tasarımı ve analizi ile, işlerin gerektirdiği bilgi beceri sorumluluk düzeylerinin belirlenmesine ve işi yapacak olan kişide aranacak özelliklerin neler olacağına karar verilir. Bu karara varabilmek için işin görülmesi, gözlenmesi, incelenmesi ve yazılı bir hale getirilmesi gerekir.

Bütün özellikleri sağlayıp işe giren bir personelin çalışması yine kontrol edilir. Personel ve işgücü kontrolunda iş ölçümü teknikleri uygulanmaktadır.

Bu teknikler, aşağıdaki gibi sıralanabilir<sup>(23)</sup>.

1- Doğrudan Ölçme Tekniği (Kronometraj): İşlemin veya onu oluşturan elemanların yapılış sürelerinin doğrudan doğruya bir zaman ölçme aracı ( kronometre) ile tesbit edilmesi tekniğidir. Bu ölçme yönteminde kullanılan araçlar son derece basit ve ucuzdur.

2- Faaliyet Örneklemesi Tekniği (Activity Sampling): İşin belirli bir takım istatistikî kurallara göre seçilen zamanlarda yapılan bir anlık gözlemlerle tesbit edilen elemanlarına bakarak tümü hakkında sonuçlar çıkarma tekniğidir.

(22) Barutçugil, a.g.e., s.198

(23) Kocu, a.g.e., s. 372-405

3- Standart Bilgilerin Sentezi Tekniği: İşlemleri oluşturan faaliyetler, iş parçasının şekli, kullanılan makine, çalışma yöntemi gibi çeşitli faktörlerin etkisi altında farklılıklar gösterirler. Bunlardan herhangi birini değişken diğerlerini sabit tutmak suretiyle belirli şartlar altındaki işlem süreleri bulunabilir. Sonuçlar çeşitli kombinasyonlarla tablolarda özetlenir.

4- Analitik Tahminler Tekniği: Uzun ve karmaşık ve kendisine has özellikleri olan bir işlemin kronometraj veya standart bilgiler yardımı ile ölçülmesi oldukça güçtür. Böyle bir durumda baş vurulacak etkili çare, işlemi, basit ve kısa süreli elemanlarına ayırmak ve bunları uygun yöntemlerle ölçtükten sonra bulunan değerleri toplayarak standart zamanı hesaplamaktır. İşin bölünen kısımlarını farklı yöntemlerle ölçme imkanı vardır.

5- Elemanter Hareket Standartları Tekniği: İşlemi oluşturan, taşıma, bükme, yerleştirme, yapıştırma gibi elemanter hareketlerin (Therblig) önceden saptanmış standart zamanlarını belirli kurallara göre toplama tekniğidir.

### 2.2.3 Maliyet Kontrolu

Üretim yöneticileri, üretim kararlarının alınmasında gerekli kullanımların beraberinde getirdiği maliyet faktörünü dikkate almak zorundadırlar. Maliyetin tam ve açık olarak bilinmemesi durumunda rasyonel bir karara varmak oldukça güçtür.

Maliyet ; ürün veya hizmet üretmek için yapılan üretim faktörleri harcamasının para ile ölçülebilen değeridir<sup>(24)</sup>. Üretim yöneticisi, üretim maliyetine etki eden temel maliyetleri değiştirme imkanına sahip değildir. Fakat bir çok şekilde meydana gelen fiili maliyetleri etkileyebilirler. Mesela, üretim yöneticileri, boş zaman, makinelere ve personele işlerin detaylı dağıtımı, yapılan işin verimliliği ve hızı, artık üretim miktarı ve hammadde kullanımı gibi konular üzerinde kontrole sahiptirler. Diğer yandan yöneticilerin kontrolunda olmayan bir çok maliyet türleri de vardır. Mesela, amortisman miktarları, mülkiyet vergileri, yönetimle ilgili giderler gibi konularda kontrole sahip değildirler<sup>(25)</sup>.

Maliyet kontrolunun etkin bir şekilde yürütülebilmesi için bütün işletmelerde ortak ve standart bir maliyet muhasebesinin geliştirilmesi faydalı olur. Maliyetlerin kontrolunda sadece hammaddenin veya diğer girdilerin maliyeti söz konusu değildir. Maliyet kontrolu kavramına sabit ve değişken maliyetler, genel idare maliyetleri, sermaye maliyeti, fırsat maliyeti, marjinal maliyetler de girmektedir.

Maliyet kontrolu aynı zamanda bütçeleme fonksiyonu ile de yakından ilgilidir. Finansman yöneticisinin, çeşitli birimlerin fikirlerini alarak hazırladığı bütçeler, maliyetlerin bütçedeki rakamları ile uygunluğunun karşılaştırılması şeklindeki bir uygulamada kontrol aracı olarak da kullanılabilir.

(24) Barutçugil, a.g.e., s.219

(25) Buffa, a.g.e., s. 683

### 2.2.4 Tamir ve Bakım Kontrolü

Üretimde kullanılan araçların bakımsız ve tamirsiz, sürekli olarak çalışacağı düşünülemez. Üretim sisteminin büyüklüğü ile orantılı olarak tamir ve bakım işleri de önem kazanacaktır.

Konuyu, bütün üretim siteminin güvenilirliğinin devamının sağlanması şeklinde görebiliriz. Bu güvenilirlik ise şu şekillerde sağlanabilir<sup>(26)</sup>.

- 1- Makinelerin ortalama bozulma zamanlarını, bakım ile azaltıp, tamir ve bakım imkanlarını ve tamir ekibini genişleterek,
- 2- Sistemdeki önemli makine parçalarını bozulmadan önce yenileyerek,
- 3- Tamir ve bakım açısından yedek parçaların veya yeni makinelerin bulunmadığı kritik zamanlarda, aynı üretimi değişik metodlarla yapma imkanlarını bularak,
- 4- Birbirinden bağımsız veya birbirine en az bağımlı işlemler ile yapılan bir üretim metodu seçmek suretiyle bozulmaların üretime olan etkisini azaltarak.

Bu önlemlerin kontrolü ise genellikle etkin bir kayıt sistemini gerektirir. Makinelerin, bakımlarının, önleyici bakımlarının, yağlanma ve çalışma kapasiteleri gibi bilgilerinin görünür bir şekilde makinelerin üzerlerine iliştirilmesi ve ayrıca tamir-bakım yöneticisinin de yanında bir örneğinin olması ve devamlı suretle takibi gerekmektedir. Üretim sisteminde tamire daha kısa periyotlarda ihtiyaç duyulması etkili bir bakım politikasının uygulandığını gösterir.

Stratejik veya sosyal amaçlı önemli bir ürün üretiminde alternatif makine veya yedeklerinin bulunması üretimin aksamasını önleyecektir. Ancak yedek makine bulundurma çin yedek bulundurma maliyeti ile üretimde bulunmama maliyeti arasındaki ilişkinin iyi incelenmesi gerekir.

Büyük işletmelerde tamir ve bakım ekibinin devamlı olması ve işletmede bir birim olarak fonksiyon görmesi zorunludur. Fakat genellikle küçük işletmelerde sürekli bir bakım ve tamir ekibi olmayıp tamir ve bakım gerektiğinde işletme dışından temin edilmeye gidilmesi; tamir ve bakım ekibini sürekli istihdam etmenin maliyetinin yüksek olmasındandır.

### 2.2.5 Kalite Kontrolü

Bir üretim sitemindeki kalite kontrolü birimini Reinfeld şöyle tanımlamaktadır.

Kalite Kontrolü, üretim muayene birimi tarafından kullanılacak standartları belirleme fonksiyonudur<sup>(27)</sup>.

Kalite kontrolünün amacı, tüketicinin isteklerini karşılayabilecek mamül üretmektir. Bunun için ürünlerin yapılan kontrolü ile,

(26) Buffa, a.g.e., s. 598

(27) Nyles V. Reinfeld, Production Control, Prentice - Hall Inc., Englewood Cliff, New Jersey 1964, s. 48

- 1- Tüketici tatmini artırılır,
- 2- Firelerin artması önlenir,
- 3- Hatalı üretimde bulunulması test edilir,
- 4- Kullanılan girdilerin en düşük düzeyde kalması sağlanır.

Kalite kontrolunda kullanılacak olan standartların neler olacağı, tüketici anketleri, diğer rakip firmaların mallarının durumu, kullanılacak teknolojinin tespit edilmesi, pazarın yapısı vb. gibi faktörler gözönünde bulundurulur ve belirlenir.

Üretimde kontroller genellikle iki şekilde yapılır.

1- Üretim Sırasında Kontrol: Üretim devam ettiği esnada yapılan kontrollerdir. Bu tip kontrollerde üretim devam ettiğinden standartlara uymayan ürün oranlarının tespiti ve kaynağının bulunarak, standartlara uygun üretim sağlanacağından hatalı üretim oranı düşük olur.

2- Üretim Sonrası Kontrol: Üretim dönemi sonunda yapılan kontrollerdir. Bunun için üretim sırasında meydana gelen aksama ve hatalar düzeltilmediğinden üretimin hata oranı yüksektir. Ancak bir sonraki üretimde hatalar düzeltileceğinden ikinci parti üretim daha düşük hata oranlı olacaktır.

Kalite kontrolunda matematiksel kontrol ve fiziksel kontrol olmak üzere iki genel ayırım yapılabilir.

Fiziksel kontroller; duyu organlarıyla, ölçüm araçlarıyla, laboratuarda incelemeyle veya kullanma yoluyla yapılan kontrollerdir.

İstatistiksel kontroller ise kabul örneklemeyle, X, R, hata oranları veya ünite başına kusur sayısı şemalarıyla yapılan kontrollerdir.

### 2.2.6 Envanter Kontrolü

İşletmelerde üretimde kullanılacak ya da stoklanacak bütün hammaddeler, yarı mamüller vb. gibi fiziki varlıklar, envanter olarak adlandırılır. Envanter kontrolünün amacı üretimi yapılan mamülün, aksamadan istenilen miktarlarda üretilmesi için gerekli materyali, zaman ve nicelik yönünden en rasyonel şekilde kullanıma hazır bulundurmaktır.

Envanter kontrolü aşağıdaki konular üzerinde yapılmaktadır.

- 1- Üretim için lüzumlu maddelerin belirlenmesi,
- 2- Stoklanacak maddeler ile stoklanmayacakların belirlenmesi,
- 3- Stoklanacak madde miktarlarının tespiti,
- 4- Kayıt ve belgelerin düzenlenmesi,
- 5- Sipariş verme zamanlarının ve miktarlarının belirlenmesi.

Çeşitli üretim yapan işletmelerde üretim işlemleri için gerekli görülen envanter maddelerinin bazılarını, hammaddeler, satın alınmış ya da üretimi yapılmış tamamlayıcı ve/veya yedek parçalar, işletme gereksinimi için lüzumlu görülenler, büro ihtiyaçları için gerekli



görülenler aletler, makine ve donatım araçları şeklinde sayabiliriz<sup>(28)</sup>.

Envanter kontrolü malzeme ve stok kontroluyla da stokların nitelikleri ve sipariş verme zamanları bakımından yakından alakalıdır.

### 2.3 Üretim Planlaması ve Kontrolunda Matematiksel Metodlar

Matematiksel metodların işletme problemlerine uygulanmaya başlaması II. Dünya Savaşı sırasında olmuştur. Optimizasyon problemlerinin matematiksel analizi için model kurmada,

1- Fonksiyonel (Logistic),

2- Sağduyuya Dayalı (Heuristic),

olmak üzere iki türlü yaklaşım sözkonusudur<sup>(29)</sup>.

Fonksiyonel modeller, doğrusal olsun veya olmasın matematiksel olarak ifade (formüle) edilip çözülebilen modellerdir.

Sağduyuya dayalı modeller ise fonksiyonel olarak ifade edilse bile karmaşıklığından dolayı çözülemeyen problemlerin işletmedeki düzenli gözlem ve deneylerden alınan sonuçlarına dayalı deneme yanılma yoluyla elde edilen tekniklerdir. Bunlardan en çok benzetme (simülasyon) geniş uygulama alanı bulmuştur.

#### 2.3.1 Üretim Planlaması ve Kontrolunda Kullanılan Bazı Metodlar ve Kullanım Alanları

İşletme problemlerinde kullanılan bazı metodları,

1- Oyunlar ve davranış modelleri

7- Doğrusal olmayan programlama,

2- Dinamik programlama,

8- Tamsayı programlama,

3- Grafikler ve şebekeler

9- Geometrik programlama,

4- Kuyruk ve hizmet planlama,

10- Probabilistik programlama,

5- Regrasyon analizi,

11- Kuadratik programlama,

6- Doğrusal programlama,

12- Transportasyon programlama,

şeklinde sıralayıp bazılarının kullanım alanlarını şöyle gösterebiliriz<sup>(30)</sup>.

1- Oyunlar Teorisi

5- Grafik ve Şebeke Planlama

a) Uzun dönem strateji planlama

a) Fabrika yeri seçimi

b) Fiyatlandırma politikası

b) İmalat planlaması

c) Satın alma politikası

c) Proje planlama ve kontrolü

(28) H.N. Broom, Production Management, Richard D. Irwin Inc., Homewood Illinois 1967, s. 661-663

(29) Gürdoğan a.g.e., s. 27

(30) İlhami Karayalçın, "Yöneylem Araştırmasının Yapısı Özellikleri ve Kullanma Alanları", Sevk ve İdare Dergisi Sayı No: 104, Nisan 1977, s. 17-19

**2- Doğrusal Programlama**

- a) Proje planlama ve kontrolü
- b) Envanter analiz ve kontrolü
- c) Ürün karması seçimi
- d) Üretim dağıtım sistemi seçimi
- e) Kaynakların etkin kullanımı
- f) Kalite kontrolü

**3- Dinamik Programlama**

- a) Harmanlama (karışım) planlama
- b) Lojistik planlama
- c) İkmal planlama

**4- Regrasyon Analizi**

- a) Bakım ve onarım
- b) İşyeri yerleştirme
- c) Talep tahmini

**6- Bekleme Hattı ve Kuyruk Planlama**

- a) İmalat planlaması
- b) Techizat seçimi ve yedekleme
- c) İş yeri yerleştirme
- d) İmalat planlama ve kontrolü

**7- Simülasyon**

- a) Envanter analiz ve kontrolü
- b) İmalat programlama
- c) Lojistik ve ikmal planlama

Çalışmamızın uygulama kısmında yukarıdaki metodlardan doğrusal programlama kullanıldığından sadece doğrusal programlama üzerinde durulacaktır.



### 3. ÜRETİM PLANMASINDA DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

#### 3.1 Doğrusal Programlamanın Tanımı

Doğrusal programlamanın birçok açıdan farklı tanımları yapılabilir. Mesela, kaynak kullanım açısından, kıt kaynakların dağıtımını gerçekleştirmek ve optimal dağıtım yapmak için düzenlenmiş bir model olarak tanımlanabilirken<sup>(31)</sup>, matematiksel olarak doğrusal programlama, kararsız denklem sistemleri (doğrusal) için negatif olmayan çözümleri bulma tekniğidir diye tanımlamak mümkündür<sup>(32)</sup>. Ancak daha geniş ve genel olarak doğrusal programlamanın tanımı şöyle yapılabilir:

Doğrusal programlama; amaç kabul edilen doğrusal bir fonksiyonun, yine doğrusal nitelik taşıyan sınırlayıcı şartlara, doğrusal denklemlere veya eşitsizliklere uyulması şartı ile optimize edilmesi ile ilgili bir yöntemdir<sup>(33)</sup>.

Doğrusal ifadesi, çözümdeki değişkenler arasında üssel olmayan, doğrusal bir ilişki ve orantının varsayılmasındandır. Programlama sözcüğü ise bilgisayar programlama ile ilişkili olmayıp, sadece planlama anlamında kullanılmaktadır.

Genellikle bir doğrusal programlama modelinde sınırlayıcı şartlar ve kıt kaynaklar, kapasite kullanımı, zaman, sermaye, işgücü, hammadde/yarımamül vb. şeklinde karşımıza çıkarken, amaç olarak da kârın maksimizasyonu veya maliyetlerin minimizasyonu ile ilgilenilir.

#### 3.2 Doğrusal Programlamanın Tarihçesi

Matematiksel teknikler ile işletme problemlerinin çözümünde doğrusal programlama ayrı bir yer tutar. Doğrusal programlama kavramı ilk defa W. Leontief'in A.B.D. ekonomik bünyesi üzerinde yaptığı çalışmalar esnasında ortaya çıkmıştır. Leontief bu alandaki çalışmalarına 1920 yılında başlamış ve kurduğu metodun prensiplerini 1936'da yayınlanan bir makalesinde, kesin şeklini de 1941'de yayınlanan kitabında izah etmiştir<sup>(34)</sup>.

İlk olarak A.B.D. hava kuvvetlerinin planlanması için Leontief'in modeli kullanıldıysa da 1947 yılına kadar doğrusal programlama problemlerinin genel formülasyonunu yapmak mümkün olmamıştır. 1947 yılında ise A.B.D. hava kuvvetlerinin bir elamanı olan George B. Dantzig, genel doğrusal programlama modelini ilk defa formüle ederek "Simpleks Çözüm" metodunu bulmuştur.

(31) Harold Bierman ve Diğerleri, Quantitative Analysis for Business Decisions, Fourth Edition, Richard D. Irwin Inc., Homewood Illinois 1973, s. 199

(32) Saul Gass I., Linear Programming; Methods and Applications, Fourth Edition, Mc Grav-Hill Inc., Tokyo 1975, s. 5

(33) Ayhan Toraman, Doğrusal Programlamaya Giriş, İşletme Fak., Yayın No: 34, Erzurum 1977, s. 3

(34) Bülent Kobu, İşletme Matematiği- II, İstanbul Ün., Yayın No: 1699, İstanbul 1971, s. 306

Ancak matematiğin doğrusal programlama problemlerine uygulanması ilk olarak Rus matematikçisi L.V. Kantorovich ile başlamıştır. Herhangi bir çözüm metodu göstermemiş olmakla beraber, doğrusal programlama problemini ilk defa 1942'de formüle eden Kantorovich olmuştur<sup>(35)</sup>.

II. Dünya Savaşından sonra gelişen yüksek işlem hızına sahip bilgisayarlar yardımıyla doğrusal programlama modelleri uygulamalarının sonuçları daha kolay alınmaya başlandı. İşletme problemlerinin artması, boyutlarının büyümesi ve alternatif seçimlerin artması çözümleri zorlaştırmış bu durumda da bilgisayarların kullanılması zorunlu hale gelmiştir.

### 3.3 Doğrusal Programlama Problemlerinin Unsurları

Genel olarak bütün doğrusal programlama problemlerinde üç temel unsur mevcuttur<sup>(36)</sup>.

1- Amaç Fonksiyonu: Bütün Doğrusal programlama problemlerinde, problemde bulunan değişkenlerin doğrusal fonksiyonundan ibaret olan bir amaç denklemi vardır. Amaç, üretim ve stok maliyetlerinin minimuma indirilmesi veya fiziki imkanlarla maksimum kârı verecek üretim yapısının tesbiti gibi, incelenen probleme göre değişir.

Problemin doğrusal amaç fonksiyonu  $F$ , değişkenleri  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , amaç fonksiyonunun sabit katsayıları  $C_1, C_2, \dots, C_k$  ile gösterilirse amaç denklemi şöyle yazılabilir.

$$\text{Optimize } F = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_k X_k$$

Amaç,  $F$ 'i optimize edecek (maksimum veya minimum yapan)  $X$  değerlerinin bulunmasıdır.

2- Doğrusal Sınırlayıcı Şartlar : Modelin sınırlayıcı denklem katsayıları  $a_{ij}$ , değişkenleri  $X_j$  sabit sayıları  $b_i$  ile gösterilirse sınırlayıcılar seti şöyle ifade edilebilir.

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1k} X_k \quad (\leq, =, \geq) \quad b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k \quad (\leq, =, \geq) \quad b_2$$

$$\dots \dots \dots$$

$$a_{n1} X_1 + a_{n2} X_2 + \dots + a_{nk} X_k \quad (\leq, =, \geq) \quad b_n$$

$$(i= 1, 2, 3, \dots, n), (j= 1, 2, 3, \dots, k)$$

(35) Erden Öney, Doğrusal Programlama ve Türk Ekonomisine Uygulama Denemesi, Ankara Üniv. S.B.F. Yayın No: 320, Ankara 1971, s. 14-15

(36) Gürdoğan, a.g.e., s. 29

3- Pozitiflik Şartı: Çözülecek problemin optimize edilecek olan, kapasite, ürün bileşimi, kâr, maliyet vb. değişkenlerinin negatif olmaları manasız olduğundan  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$  gibi değişkenlerin pozitif olmaları gerekir. Bu durum matematiksel olarak,

$$X_1, X_2, \dots, X_k \geq 0$$

şeklinde ifade edilir.

### 3.4 Doğrusal Programlama Problemlerinin Varsayımları

Doğrusal programlama modelleri bazı varsayımlara dayanır. Bunlar şöyle özetlenebilir(37).

1- Sınırlılık: Kullanılan üretim kaynaklarının sonsuz olmadığını, üretim miktarlarının sınırlı olduğunun varsayılması gerekir. Mesela, işgücü, enerji, hammadde, sermaye gibi üretim faktörlerinin sınırsızlığı zaten teorik olarak da mümkün değildir. Hemen hemen bütün modellerde bu varsayım kendiliğinden bulunur.

2- Toplanabilirlik, Bölünebilirlik: Üretimde kullanılan faktörlerin veya ürünlerin bölünebilir bir özellikte olduğu yani kesirli miktarlarda olabildiği varsayılır.

3- Sınırlayıcıların ve Amaç Fonksiyonunun Doğrusallığı (Linearity): Modellerdeki, girdiler, çıktılar, arasında doğrusal bir ilişki olduğu kabul edilir. Yani çıktı seviyesinin artırılması için üretimde kullanılan girdilerin aynı oranda artması gerekir. Ayrıca modeldeki değişkenlerin birbirlerini etkilemedikleri, yani amaç fonksiyonunun da doğrusal olduğu varsayılır.

### 3.5 Doğrusal Programlama Probleminde Kullanılan Bazı Kavramlar

Doğrusal programlama modelinde kullanılan bazı kavramların açıklanması konunun anlaşılması bakımından yararlı olacaktır.

Uygun Çözüm (U.Ç) Alanı: Problemdaki bütün sınırlayıcıları ve pozitiflik şartını aynı anda sağlayan değişken kombinasyonlarının oluşturduğu alana uygun çözüm alanı denir.

Temel Uygun Çözüm Alanı (TUÇ):  $k$  sayıda değişkene,  $n$  sayıda da sınırlayıcı denkleme sahip ve  $(k > n)$  şartlarını sağlayan bir doğrusal programlama modelinde  $k-n$  adet değişken değerinin sıfır,  $n$  adet değişkenin değerinin ise pozitif veya sıfır olduğu çözümler temel uygun çözümlerdir. Bir doğrusal programlama modeli eğer uygun bir çözüme sahip ise en az bir temel uygun çözüme de sahiptir.

Optimal Çözüm: Bir doğrusal programlama modelinin sınırlayıcıları ile pozitiflik şartını sağlayan ve amaç fonksiyonunu da optimize eden çözüme, optimal çözüm denir. Optimal çözüm

aynı zamanda temel uygun çözümlerden birisine eşittir. Ancak her temel uygun çözüm optimal çözüm değildir. Böyle optimal çözüme sahip bir modelin temelinde yer alan değişken değerlerine de optimal çözüm değerleri denir.

### 3.6 Genel Bir doğrusal Programlama Modeli

Teorik olarak aşağıdaki gibi ifade edilen bir genel (maksimizasyon veya minimizasyon) doğrusal programlama modelinde  $a_{ij}$  'ler sınırlayıcı denklemlerin katsayılarını,  $X_{ij}$  'ler modeldeki değişkenleri,  $b_i$  'ler, sınırlayıcı denklemlerin sağ taraf sabitlerini diğer bir ifadeyle sınırlama miktarlarını,  $C_j$  'ler ise amaç fonksiyonunun katsayılarını göstermektedir.

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{optimize } F = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_k X_k$$

Sınırlayıcı şartlar:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1k} X_k \quad (\leq, =, \geq) \quad b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k \quad (\leq, =, \geq) \quad b_2$$

$$a_{31} X_1 + a_{32} X_2 + \dots + a_{3k} X_k \quad (\leq, =, \geq) \quad b_3$$

.....

$$a_{n1} X_1 + a_{n2} X_2 + \dots + a_{nk} X_k \quad (\leq, =, \geq) \quad b_n$$

Pozitiflik Şartı :

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

$$(i= 1, 2, 3, \dots, n), (j= 1, 2, 3, \dots, k)$$

Yukarıdaki ifadeler toplam rotasyonu ile şöyle gösterilebilir.

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{optimize } F = \sum_{j=1}^k C_j X_j$$

Sınırlayıcı Şartlar :

$$\sum_{j=1}^k a_{ij} X_j \quad (\leq, =, \geq) \quad b_i \quad , \quad (i= 1, 2, 3, \dots, n)$$

Pozitiflik Şartı:

$$X_j \geq 0 \quad (j= 1, 2, 3, \dots, k)$$

### 3.6.1 Doğrusal Programlama Modelinin Matris Notasyonu ile İfadesi

Genel bir doğrusal programlama modelinin matris notasyonu ile ifadesi şöyledir.

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{optimize } F = CX$$

Amaç fonksiyonunda bulunan  $C_j = (C_1, C_2, C_3, \dots, C_k)$ , bir satır vektörünü,  $X_j = (X_1, X_2, \dots, X_k)$  sütun vektörünü gösterirse amaç fonksiyonunun matris ile ifadesi,

$$\text{optimize } F = CX = [C_1, C_2, \dots, C_k] \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_k \end{bmatrix}$$

şeklinde olur,

Sınırlayıcı şartlar:

$$AX (\leq, =, \geq) b$$

Sınırlayıcı denklemdeki A matrisi,  $a_{ij}$  katsayı matrisidir. Buradaki X ve b yine sütun vektörünü göstermektedir. Bu durumda sınırlayıcıların matris halindeki ifadesi ise

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & & a_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & & a_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_k \end{bmatrix} \begin{matrix} \leq \\ = \\ \geq \end{matrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_k \end{bmatrix}$$

Pozitiflik Şartı:

$$X \geq 0$$

Pozitiflik şartı da matrisler ile ifade edilirse X, sütun vektörü, 0 ise aynı boyutta elemanları sıfır olan bir sütun vektörüdür. İfadesi ise,

$$X \geq 0$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_k \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

şeklinde olur.

### 3.7 Doğrusal Programlama Çözüm Teknikleri

Genel bir doğrusal programlama problemi için değişik çözüm yolları geliştirilmeye çalışılmış, ancak tam olarak iki yoldan başka çözüm yolu bulunamamıştır. Bunlar "Grafik Çözüm Tekniği" ve Dantzig'in "Simpleks Çözüm" tekniğidir.

#### 3.7.1 Grafik Çözüm Tekniği

Bir doğrusal programlama modeli iki değişkene sahip olduğu zaman grafik methodla çözülebilir. Üç veya daha fazla değişkene sahip olan modelleri grafik methodla çözmek ya mümkün değildir veya pratik değildir<sup>(38)</sup>. Çünkü her sınırlayıcı ayrı bir eksende gösterilmek durumunda olduğundan üçüncü sınırlayıcı için çizilecek bir üçüncü eksen üzerinde çözümün yapılması (gösterilmesi) ve bunun anlaşılır olması son derece güçtür. İki değişkenli bir model üzerinde grafik çözüm için aşağıdaki örneği verebiliriz.

##### 3.7.1.1 Bir Minimizasyon Probleminin Grafik Çözümü

Örnek: Bir yem fabrikası ürettiği yem için A ve B gibi iki ayrı hammadde kullanmaktadır. Hammaddeler bileşimleri itibariyle protein, selüloz, yağ, gibi üç ayrı unsurdan meydana gelmektedir. Bu unsurların hammaddeler içindeki miktarlarına ait değerler aşağıdaki gibidir.

H. madde \ Bileşim	Protein	Selüloz	Yağ	H. madde Fiyatı
A	5	4	3	60
B	1	2	4	45
Üründe bulunması gereken asgari miktarlar	2.5	4	6	-

(38) Hamdy A. Taha, Operations Research an Introduction, McMillian Publishing Co. Inc., NewYork 1982, s. 19

Fabrikanın, yem için gerekli unsurların asgari miktarlarını ve maliyetinin minimum seviyede olmasını sağlayan yem rasyonunu (bileşimini) bulalım.

**Çözüm :**

**Amaç fonksiyonu:**

$$\min F = 60 X_1 + 45 X_2$$

**Sınırlayıcı Şartlar:**

$$5 X_1 + 1 X_2 \geq 2,5 \quad (\text{Protein sınırlayıcısı}) \quad (1)$$

$$4 X_1 + 2 X_2 \geq 4 \quad (\text{Selüloz sınırlayıcısı}) \quad (2)$$

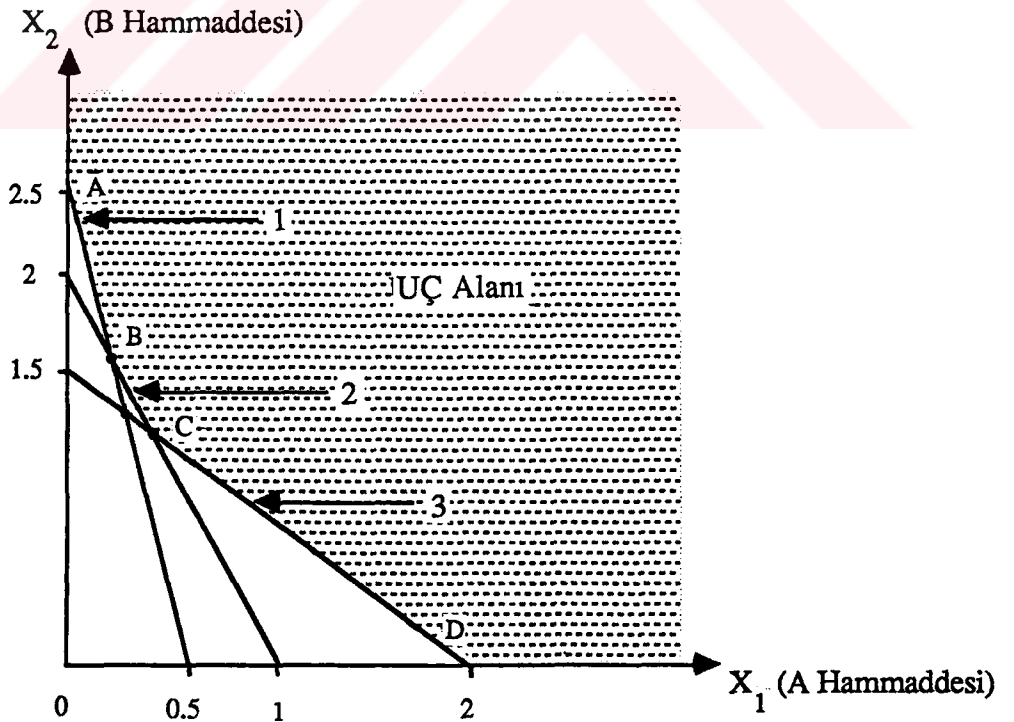
$$3 X_1 + 4 X_2 \geq 6 \quad (\text{Yağ sınırlayıcısı}) \quad (3)$$

Ayrıca üretilecek yem için kullanılacak hammadde miktarları olan  $X$  'lerin negatif olmayacağı da muhakkaktır.

$X_1$  : A hammaddesinden kullanılacak miktar

$X_2$  : B hammaddesinden kullanılacak miktar

Yukarıdaki sınırlayıcılar eşitlik gibi düşünülüp her seferinde  $X$  'lerden birisini sıfır kabul ederek eksenleri kestiği noktalar bulunur ve bunların birleştirilmesiyle de aşağıdaki grafik çizilir.



Şekil 3.1 Uygun Çözüm Alanının Bulunması



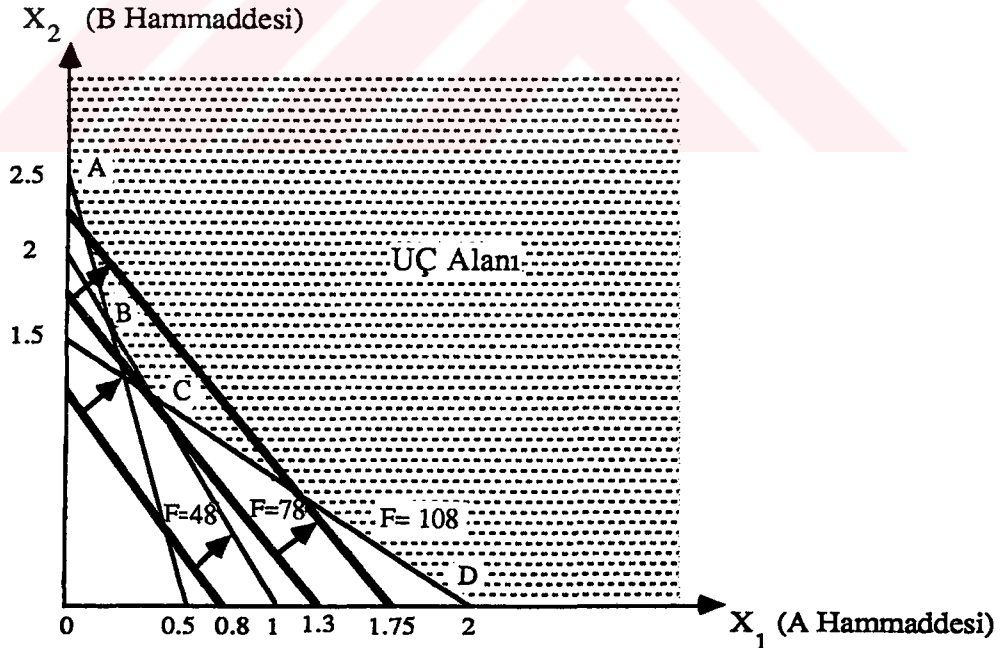
Herhangi bir sınırlayıcı denklemdeki  $X_1$  ve  $X_2$  değişkenlerinin değerleri sıfır kabul edilerek eşitsizliklerin sağındaki değerleri karşılayıp karşılamadığına göre (eşitlik sağlanıyorsa sınırlayıcı denklem doğrusunun ilgili olduğu alan orijin noktasını içine alan yarı düzlemdir) uygun çözüm alanının hangi taraf olduğu tesbit edilir. Sınırlayıcı denklemlerin grafikte gösterilmesi ise uygun çözüm alanının bulunmasında yapılan ilk işlemdir.

Sınırlayıcıların belirttiği yarı düzlemlerin arakesiti uygun çözüm alanıdır. Örneğimiz için bu alan Şekil 3.1'de taranarak ifade edilmiştir. Bu alan uygundur, ancak optimal değildir. Optimal çözüm, uygun çözüm alanlarının köşelerinden biridir, teoremi optimal çözüm noktasını bulmanın esasını oluşturur<sup>(39)</sup>.

Optimal çözümü bulmak için amaç fonksiyonunun da grafiğe dahil edilmesi gerekir.

$$\min F = 60 X_1 + 45 X_2$$

olan amaç fonksiyonunu grafikte gösterebilmek için pratik olarak, fonksiyonu, katsayılarına tam olarak bölünebilen bir sayı (mesela 180) ile eşitlik haline getirip her seferinde  $X$  'lerden birini sıfır kabul edip denklem doğrusunun eksenleri kestiği noktalar bulunur. Bu noktaların birleştirilmesi ile de amaç fonksiyonu doğrusu elde edilir. Bu doğrunun uygun çözüm alanı dışına paralelleri çizilir ve bu doğru uygun çözüm alanına doğru hareket ettirilir. Amaç doğrusunun uygun çözüm alanı köşelerinden ilk rastladığı köşe optimal çözüm noktasıdır.



Şekil 3.2 Optimal Çözüm Noktasının Bulunması

Şekil 3.2'de optimal çözüm noktası C noktasıdır. Optimal çözümün C'de olduğunu matematiksel olarak da şöyle göstermek mümkündür.

Köşe Noktaları	Hammadde Miktarları		Maliyet
	$X_1$	$X_2$	
A	0.00	2.50	112.50
B	0.17	1.67	85.35
C	0.40	1.20	78.00 → Optimal Çözüm Noktası
D	2.00	0.00	120.00

Sonuç: Fabrika, üreteceği yem için 0.40 birim A, 1.2 birim B hammaddesinden kullanarak, istediği özelliklere sahip ve minimum maliyette bir üretim gerçekleştirebilir.

### 3.7.2 Simpleks Çözüm

Bir doğrusal programlama modelinde ikiden fazla değişken olması durumunda geometrik (grafik) çözümün imkansızlaştığı veya güçleştiğini yukarıda belirtmiştik. Bu durumda değişken sayısı arttığından problemin uygun çözüm alanındaki köşelerinin sayısı da hızla artar. Optimal çözümü bulmak için ise her köşenin optimal olup olmadığının teker teker incelenmesi ve amaç fonksiyonunu nasıl etkilediğinin test edilmesi gerekir, bu da pratik olarak zordur. Matematiksel bazı metodlar için Beale, Von Neuman, Kelley, Motzkin ve Schoenberg, Raiffa, Thompson gibi bilim adamları araştırmalar yapmıştır. Ancak şu anda geniş bir kullanım alanı bulan "Simpleks Çözüm" metodunu ise G.B. Dantzig geliştirmiştir<sup>(40)</sup>.

Simpleks metodun temel prensibi, modeldeki bütün değişken, sınırlayıcı ve amaç fonksiyonunun birbiriyle bağlantılı olarak modeli optimal çözüme ulaştırma işlemidir. Simpleks çözüme geçmeden önce modelde bazı şartların gerçekleşmesi gerekir. Bunlar sırasıyla,

- 1- Sınırlayıcılar denklem şeklinde olmalıdır,
- 2- Model standart formda olmalıdır,
- 3- Standart form kronik forma dönüştürülmelidir<sup>(41)</sup>.

Bu şartlar üzerinde kısaca duralım.

(40) Walter W. Garvin, Introduction to Linear Programming, McGraw-Hill Book Comp., New York 1960, s. 26

(41) George B. Dantzig, Linear Programming and Extensions, Princeton University Press, New Jersey 1963, s. 94

### 3.7.2.1 Sınırlayıcılar

Problemin kıt kaynakları veya imkanları olarak adlandırılan sınırlayıcılar birinci dereceden bir denklem şeklinde yani doğrusal olmalıdır. Çünkü simleks metotda çözüm, denklemler ile ifade edilen doğrusal sınırlayıcıların yardımıyla yapılabilir. Zaten sınırlayıcıların doğrusal olması doğrusal programlama probleminin üç unsurundan birisidir.

### 3.7.2.2 Standart Form

Bir doğrusal programlama modelinin sınırlayıcılarını standart forma sokmak için eşitsizlik şeklindeki bütün denklemleri eşitlik haline çevirmek gerekir.

Teorik olarak yukarıda ifade edilen genel bir doğrusal programlama modelinde sınırlayıcı denklemlerin eşitsizlik işaretlerinin küçük veya eşit, büyük veya eşit, veya eşit gibi üç durumda olacağını belirttik. Burada ise bu üç eşitsizliğin ve amaç fonksiyonunun nasıl standart forma sokulduğunu şöyle gösterebiliriz.

#### a) Küçük veya Eşit ( $\leq$ )

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1k} X_k \leq b_1 \quad (1)$$

Şeklindeki bir sınırlayıcı denklemi, eşitlik haline çevirmek için denkleme, bir  $y_1$  boş değişkeni eklemek gerekir. Boş değişkenler, bir eşitsizliği eşitliğe çevirmek için, herhangi bir uygun negatif olmayan sayı olarak ifade edilirler. Bu boş değişkenin değeri, sınırlayıcıların miktarını (elde olan, kullanılmayan kısmını) gösterir. Eklenen bu  $y_1$  boş değişkenin katsayısı +1, dir.

Bu şekilde eşitsizlik aşağıdaki gibi eşitlik haline çevrilmiş olur.

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1k} X_k + y_1 = b_1$$

#### b) Eşit (=)

Bu tür sınırlayıcılar zaten eşitlik halinde olduklarından standart formdadır aynen kalırlar.

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k = b_2 \quad (2)$$

#### c) Büyük veya Eşit ( $\geq$ )

$$a_{31} X_1 + a_{32} X_2 + \dots + a_{3k} X_k = b_3 \quad (3)$$

Büyük veya eşit durumdaki bir denklemi standart forma sokmak için bir  $y_4$  boş değişkenini denklemden çıkarmak gerekir. Böylece denklem aşağıdaki gibi eşitlik haline gelmiş olur.

$$a_{31} X_1 + a_{32} X_2 + \dots + a_{3k} X_k - y_4 = b_3$$

#### d) Amaç fonksiyonunun Standart Forma Sokulması

$$\text{optimize } F = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_k X_k \quad (4)$$

şeklindeki amaç fonksiyonunu standart forma sokmak için sınırlayıcı denklemleri eşitlik haline getirmek için kullanılan boş değişkenleri, amacın optimizasyonuna katkıları olmadıkları için, sıfır katsayı ile amaç fonksiyonuna eklemek gerekir.

$$\text{optimize } F = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_k X_k + 0y_1 + 0y_2 + \dots + 0y_n$$

Böylece doğrusal programlama modeli standart forma sokulmuş ve aşağıdaki şekli almıştır.

**Amaç Fonksiyonu :**

$$\text{optimize } F = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_k X_k + 0y_1 + 0y_2 + \dots + 0y_n \quad (4)$$

**Sınırlayıcı şartlar :**

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1k} X_k + y_1 = b_1 \quad (1)$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k = b_2 \quad (2)$$

$$a_{31} X_1 + a_{32} X_2 + \dots + a_{3k} X_k + y_4 = b_3 \quad (3)$$

**Pozitiflik Şartı :**

$$X_1, X_2, \dots, X_k, y_1, y_2, \dots, y_n \geq 0$$

Modelin standart forma sokulmasından sonra sıra, standart formun kanonik forma dönüştürülmesine gelmiştir.

### 3.7.2.3 Kanonik Form

$n$  adet değişkeni,  $r$  adet denklemleri bulunan ve denklemleri  $i$  ile gösterilen ( $i = 1, 2, \dots, r$ ) bir denklem sisteminden hareketle,

$$X_1 + a_{1,r+1} X_{r+1} + \dots + a_{1n} X_n = b_1$$

$$X_2 + a_{2,r+1} X_{r+1} + \dots + a_{2n} X_n = b_2$$

.....

$$X_r + a_{r,r+1} X_{r+1} + \dots + a_{rn} X_n = b_r$$

yazılabilir.

Ve şöyle bir tanım yapabiliriz; temel değişkenler adı verilen  $r$  adet değişkeni sıralı halde bulunan bir sıralı kanonik denklemler sistemi öyle bir sistemdir ki, her  $i$  için  $i$ 'inci temel değişkenin  $i$ 'inci denklemdaki katsayısı  $+1$ , diğer denklemlerdeki katsayıları  $0$ 'dır<sup>(42)</sup>.

Klasik bir maksimizasyon modelinde sınırlayıcılar standart forma sokulduğunda kanonik form kendiliğinden sağlanmış olur. Ancak diğer tür modellerde bu gerçekleşmez.

(42) Dantzig, a.g.e., s. 73

Genel bir doğrusal programlama modelinde, sınırlayıcı denklemleri standart forma sokulmuş bir sistemin kanonik forma sokulması için , denklemlerin aslında yer almayıp sonradan standart forma sokmak için kullanılan boş değişkenlerden faydalanılır.

Standart form konusundaki (1.) tip denklemlerde +1 katsayı ile bulunan y boş değişkeni, (3.) tip denklemlerde -1 katsayı ile yer alırken (2.) tip denklemlerde hiç yer almamaktadır.

Kullanılan boş değişkenler temel değişken olarak düşünülüp sınırlayıcı denklemlerde +1 katsayısı ile bulundurulur ve yukarıdaki tanıma göre bir denklemdeki boş değişken diğer denklemlerde sıfır katsayısı ile bulunursa model kanonik forma sokulmuş demektir. Bu işlemler ise aşağıdaki gibi yapılır.

(1.) tip denklemlerde  $y_1$  boş değişkeni +1 katsayı ile bulunup diğer denklemlerde sıfır katsayı ile bulunduğundan bu tür sınırlayıcılar için bir işlem yapılmaz.

(2.) tip denklemlerde y boş değişkeninden kullanılmamaktadır. Bu tür eşitlik şeklindeki sınırlayıcıları kanonik forma sokmak ve, eşitliği bozmamak için denklem şu şekilde yazılır,

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k \geq b_2 \quad (2.1)$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k \leq b_2 \quad (2.2)$$

Böylece standart forma sokulmamış (1.) ve (3.) tip denklem benzeri iki ayrı denklem elde edilmiş olur. Bunları önce standart forma sokup sonra da kanonik forma dönüştüreceğiz.

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k - y_2 = b_2 \quad (2.1)$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k + y_3 = b_2 \quad (2.2)$$

şeklinde standart forma sokulan denklemleri kanonik forma sokmak için , (2.1) denklemindeki  $-y_2$ 'nin , +1 katsayı ile bulunması gerekir, bu da her iki tarafın -1 ile çarpılması ile mümkündür. Bu işlem sonucu (2.1) denklem aşağıdaki hale gelmiştir.

$$-a_{21} X_1 - a_{22} X_2 - \dots - a_{2k} X_k + y_2 = -b_2$$

(2.2) denkleminde ise  $y_3$  boş değişkeni +1 ile bulunduğundan herhangi bir işlem yapmaya gerek yoktur.

Bu şekilde (2.) tip denklemlerin kanonik forma sokulması tamamlanmış olur.

(3.) tip denklemlerde  $y_4$  boş değişkeni -1 katsayı ile bulunduğundan bunu da +1 katsayılı hale getirmek için yukarıda yapıldığı gibi her iki tarafı da -1 ile çarpmak gerekir. Böylece (3.) tip denklemler de kanonik forma sokulmuş aşağıdaki şekli almış olur.

$$-a_{31} X_1 - a_{32} X_2 - \dots - a_{3k} X_k + y_4 = -b_3$$

Böylece bütün denklemler birbirine benzetilmiş ve kanonik forma sokulmuş olur.

Amaç fonksiyonunu da kanonik forma sokmak için sağ taraf değerlerini eşitliğin soluna işaretlerini değiştirerek yazmak gerekir. Bu işlemlerle amaç fonksiyonu da,

$$- C_1 X_1 - C_2 X_2 - \dots - C_k X_k + F = 0$$

şeklinde kanonik forma sokulmuş olur. (0 katsayılı boş değişkenler yazılmamıştır)

Teorik notasyonu verilen standart formdaki modelin kanonik formdaki genel yazılışı aşağıdaki gibidir.

Amaç Fonksiyonu :

$$- C_1 X_1 - C_2 X_2 - \dots - C_k X_k + F = 0$$

Sınırlayıcı Şartlar:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1k} X_k + y_1 = b_1 \quad (1)$$

$$- a_{21} X_1 - a_{22} X_2 - \dots - a_{2k} X_k + y_2 = -b_2 \quad (2.1)$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2k} X_k + y_3 = b_2 \quad (2.2)$$

$$- a_{31} X_1 - a_{32} X_2 - \dots - a_{3k} X_k + y_4 = -b_3 \quad (3)$$

.....

Pozitiflik Şartı:

$$X_1, X_2, \dots, X_k, y_1, y_2, \dots, y_n \geq 0$$

### 3.7.2.4 Simpleks Çözüm

Simpleks çözümün daha iyi anlaşılabilmesi için bir örnek üzerinde çözüm yapılabilir.

Örnek: Bir yem fabrikası ürettiği yem için A,B,C,D gibi dört ayrı hammadde kullanmaktadır. Hammaddeler ise protein, yağ, selüloz, gibi üç ayrı unsurdan oluşmaktadır.

Bu unsurların hammaddeler içindeki miktarlarına ait değerler aşağıdaki gibidir.

H. madde \ Bileşim	Protein	Selüloz	Yağ	H. madde Fiyatı
A	1	4	3	5
B	2	3	1	4
C	3	2	2	6
D	4	1	4	5
Üründe bulunması gereken asgari miktarlar	2	3.5	2.5	-

Fabrikanın yem için gerekli unsurların asgari miktarlarını ve maliyetinin minimum olmasını sağlayan yem rasyonunu bulalım.

**Çözüm :****Amaç Fonksiyonu:**

$$\min F = -5X_1 - 4X_2 - 6X_3 - 5X_4$$

**Sınırlayıcı Şartlar:**

$$1X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 \geq 2 \quad (\text{Protein sınırı})$$

$$4X_1 + 3X_2 + 2X_3 + 1X_4 \geq 3.5 \quad (\text{Selüloz sınırı})$$

$$3X_1 + 1X_2 + 2X_3 + 4X_4 \geq 2.5 \quad (\text{Yağ sınırı})$$

**Pozitiflik Şartı:**

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

Çözülmesi amaçlanan bir minimizasyon probleminde amaç fonksiyonu,

$$\min F = \sum_{j=1}^k C_j X_j$$

ise sınırlayıcıları aynen muhafaza edip amaç fonksiyonunu maksimize olarak

$$\max F' = \sum_{j=1}^k C_j X_j$$

şeklinde değiştirerek yeni bir doğrusal programlama modeli kurabiliriz<sup>(43)</sup>. Böylece problemin amaç fonksiyonunu aşağıdaki gibi değiştirebiliriz.

$$\max F' = 5X_1 + 4X_2 + 6X_3 + 5X_4$$

Problem simpleks çözüm için yukarıda anlatıldığı gibi önce standart forma daha sonra kanonik forma sokularak aşağıdaki şekile getirilir.

**Standart Form:**

$$\max F' = 5X_1 + 4X_2 + 6X_3 + 5X_4 + 0y_1 + 0y_2 + 0y_3$$

$$1X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 - y_1 = 2$$

$$4X_1 + 3X_2 + 2X_3 + 1X_4 - y_2 = 3.5$$

$$3X_1 + 1X_2 + 2X_3 + 4X_4 - y_3 = 2.5$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, y_1, y_2, y_3, \geq 0$$

(43) Cemal Özgüven, Doğrusal Programlama, Erciyes Ün., İ.İ.B.F. Yayın No:1, Kayseri 1986, s. 141



Kanonik form:

$$\max F' = 5X_1 + 4X_2 + 6X_3 + 5X_4 + F' = 0$$

$$-1X_1 - 2X_2 - 3X_3 - 4X_4 + y_1 = -2$$

$$-4X_1 - 3X_2 - 2X_3 - 1X_4 + y_2 = -3.5$$

$$-3X_1 - 1X_2 - 2X_3 - 4X_4 + y_3 = -2.5$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, y_1, y_2, y_3 \geq 0$$

$X_1$ : A hammaddesinden kullanılacak miktar,

$X_2$ : B hammaddesinden kullanılacak miktar,

$X_3$ : C hammaddesinden kullanılacak miktar,

$X_4$ : D hammaddesinden kullanılacak miktar,

Simpleks çözümün uygulanabilmesi için ilk tablonun temel uygun çözüm olması gerekir<sup>(44)</sup>. Optimal bir çözüme ulaşmak için ilk önce üretimin ( $X$  değişkenlerinin) sıfır olduğu varsayılarak  $F'$  amaç değeri sıfıra  $y$  boş değişken değerleri de denklemlerin sağ taraf değerlerine eşitlenerek aşağıdaki Tablo 3.1 oluşturulur ki bu tablo başlangıç tablosudur.

Tablo 3.1 Başlangıç Tablosu(\*)

Alt Tablo	Temel Değişken	T.Değişken Değeri	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$F'$
B A Ş L A N G I C	$y_1$	-2	-1	-2	-3	-4	1	0	0	0
	$y_2$	-3.5	A.S -4	-3	-2	-1	0	1	0	0
	$y_3$	-2.5	-3	-1	-2	-4	0	0	1	0
	$F'$	0	5	4	6	5	0	0	0	1
	ORAN		-1.25	-1.33	-3	-5	-	-	-	-

A.S

(\*) A.S : Anahtar Satır, Anahtar Sütun, Anahtar Sayı'yı ifade etmektedir.

Tablo 3.1'de  $X$ 'lere ait sütunlardaki değerler marjinal değişimleri gösterir. Mesela,  $X_1$  sütunu için ifade edilirse şöyle denilebilir;  $X_1$  'in bir birimlik artışı  $y_1$  'i bir birim,  $y_2$  'yi 4 birim,  $y_3$  'ü 3 birim arttırırken  $F'$  amaç değerini 5 birim azaltır<sup>(45)</sup>. Diğer değişkenlerin değişim

(44) Özgüven , a.g.e., s. 101

(45) Özgüven , a.g.e., s. 70

değerlerini de benzer şekilde ifade etmek mümkündür.

Tablo 3.1'de başlangıç tablosunun temel uygun çözümde olmadığı görülmektedir. Bunun için temel değişken değerleri sütununda negatif değerlerin kalmaması için bazı işlemlerin (iterasyon) yapılması gerekmektedir. Bu işlemlerden sonra sistem temel uygun çözüme getirilmeye çalışılır. Yapılacak işlemler şunlardır:

#### a) Temelden Çıkarılacak Değişkenin Belirlenmesi

Temel değişken değeri (T.D.D) negatif olanlardan mutlak değeri en büyük olan değişken, temelden çıkacak olan değişkendir<sup>(46)</sup>. Bu değişkenin bulunduğu satır anahtar satır olarak adlandırılır. Tablo 3.1'de  $y_2$  boş değişkeni temelden çıkacak olan değişken,  $y_2$  satırı da ilk anahtar satırdır.

#### b) Temele Girecek Olan Değişkenin Belirlenmesi

Amaç satırındaki bütün değerler anahtar satırdaki negatif değerlere bölünerek oran satırı elde edilir. Bu oranlar içinde en büyük orana ait değişken sütunu, temele alınacak olan değişken sütunudur<sup>(47)</sup>. Tablo 3.1'de  $X_1$  değişken,  $y_2$  yerine temele alınacak olan değişken,  $X_2$  sütunu da ilk anahtar sütundur.

Anahtar satır ile anahtar sütunun kesiştikleri yerdeki sayı da anahtar sayıdır.

$X_1$ 'in temel değişken olarak  $y_2$ 'nin yerini alabilmesi için anahtar sayıyı 1, ve anahtar sütundaki diğer elamanları sıfır yapmak gerekir. Bunun için anahtar sayı, anahtar satırın tüm elamanlarına (kendisine de) bölünür. Bu şekilde ikinci tablonun (Tablo 3.2) ilk satırı elde edilmiş olur.

Daha sonra anahtar sütundaki anahtar sayı dışındaki diğer elamanlar sıfır yapılır. Bunun için daima şu yol takip edilir:

Bir sonraki tabloya sıfır olarak geçmesi gereken sayının ters işaretlisi anahtar satırın bir sonraki tablodaki bütün değerleri ile çarpılıp sıfır yapılacak olan sayının bulunduğu satıra ilave edilip yeni tabloya yeni bir satır olarak yazılır. Bu şekilde bütün değerleri tamamlanmış yeni bir tablo elde edilmiştir. Bu yeni tablonun temel değişkenler sütununda artık değişen değişken yer alacaktır. Örneğimiz için bu, aşağıda tabloda görüldüğü gibi,  $X_1$  dir.

(46) Özgüven , a.g.e., s. 153

(47) Özgüven , a.g.e., s. 153

Tablo 3.2 Birinci Tablo

Alt Tablo	Temel Değişken	T.Değişken Değeri	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	F'
1	y <sub>1</sub>	-1.12	0	-1.25	-2.5	-3.75	1	-0.25	0	0
	X <sub>1</sub>	0.88	1	0.75	0.5	0.25	0	-0.25	0	0
	y <sub>3</sub>	0.14	0	1.25	-0.5	-3.25	0	-0.75	1	0
	F'	-4.4	0	0.25	3.5	3.75	0	1.25	0	1
ORAN			-	-0.20	-1.4	-1	-	-	-	-

A.S

A.S

Bu tabloda da temel değişken değeri negatif olan bir değişken ( $y_1$ ) hâlâ vardır. Bunun için sistem temel uygun çözümde değildir. Tablo 3.2'nin elde edilmesi için yapılan işlemler Tablo 3.3 için yinelenerek bu satır temelden çıkarılıp yukarıda açıklanan şekilde tesbit edilen bir değişken ( $X_2$ ) temele yerleştirilir ve simpleks çözümün ikinci tablosu (Tablo 3.3) elde edilir.

Tablo 3.3 İkinci Tablo

Alt Tablo	Temel Değişken	T.Değişken Değeri	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	F'
2	X <sub>2</sub>	0.90	0	1	2	3	-0.80	0.2	0	0
	X <sub>1</sub>	0.20	1	0	-1	-2	0.60	-0.40	0	0
	y <sub>3</sub>	-0.99	0	0	-3	-7	1	-1	1	0
	F'	-4.63	0	0	3	3	0.2	1.2	0	1
ORAN			-	-	-1	-0.43	-	-	-	-

A.S

A.S

Bu tabloda da yine negatif değerli bir temel değişken vardır. Yukarıdaki tabloların elde edilmesinde uygulanan işlemler bu tablo için de uygulanarak Tablo 3.4 elde edilir. Tablo 3.3'te temeli terkedecek değişken  $y_3$ , temele girecek olan değişken ise  $X_4$  tür.

Tablo 3.4 Üçüncü Tablo (son)

Alt Tablo	Temel Değişken	T.Değişken Değeri	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	F'
3	X <sub>2</sub>	0.48	0	1	0.71	0	-0.38	-0.22	0.42	0
	X <sub>1</sub>	0.48	1	0	0.14	0	0.32	-0.12	-0.28	0
	X <sub>4</sub>	0.14	0	0	0.43	1	-0.14	0.14	-0.14	0
	F'	-5.02	0	0	1.71	0	0.62	0.78	0.42	1

Bu son tablonun temel değişken değerlerinin tamamı pozitifdir. F' amaç satırında negatif bir sayı bulunmadığından dolayı da sistem optimal çözümdedir.

Eğer temel değişken değeri sütununda hiç bir negatif eleman olmadığı ancak amaç satırında negatif değerli sayılar bulunduğu zaman temele girecek olan değişken amaç satırındaki mutlak değerce en büyük olan negatif değişkendir. Temel değişken değerlerinin, temele girecek olan bu değişkenin ait olduğu sütunun negatif ve sıfır olanların haricindeki değerlere oranlamasıyla bulunacak oran sütunundaki en küçük orana ait değişken de temeli terk edecek olan değişkendir<sup>(48)</sup>. Bu şekilde anahtar satır ve sütun bulunduktan sonra yapılacak işlemler yukarıdaki tablolar için yapılanlar ile aynıdır.

Temel değişken değeri içinde hem pozitif hem de negatif değerli değişkenler bulunursa veya amaç satırında da negatif değerli elemanlar varsa; öncelikle temel değişken değeri sütunundaki mutlak değerce en büyük olan negatif değişkenin temelden çıkarılmasıyla işe başlanır.

Tablo 3.4'ün temel değişkenler sütununda F' amaç değerinin -5.02 şeklinde negatif olması

$$\min F = - \max F'$$

den dolayıdır.

$$F'_{\max} = - 5.02 \text{ ise}$$

$$F_{\min} = 5.02 \text{ olur.}$$

Çözümün sonucunda bulunun optimal değerler standart formda yerlerine konulduğunda bütün sınırlayıcıların ve amaç fonksiyonunun eşitliği sağladıkları görülür.

$$X_1 = 0.48 \quad X_4 = 0.14 \quad F_{\min} = 5.02$$

$$X_2 = 0.48$$

$$F_{\min} = 5 (0.48) + 4 (0.48) + 6 (0) + 5 (0.14) = 5.02$$

$$4 (0.48) + 3 (0.48) + 2 (0) + 1 (0.14) = 3.5 \text{ (Selüloz Sınırı)}$$

Optimal çözüm değerlerini yorumlayacak olursak; üretici, A ve B hammaddelerinden 0.48 birim, D hammaddesinden ise 0.14 birim kullanırsa, istediği özellikte ve minimum maliyetle bir yem üretmiş olacaktır.

(48) Sibkat Kaçtıoğlu, Doğrusal Programlama ve Ulaştırma Modeli, Atatürk Ün., İ.İ.B.F. Araştırma Merkezi Ders Notları No: 141, Erzurum 1987, s. 47

#### 4. ÖRNEK UYGULAMA

Çalışmamızın örnek uygulamasını, Yem Sanayii T.A.Ş. Erzurum Yem Fabrikasında gerçekleştirdik. Bu seçimimizle yem üretiminde maliyetlerin büyük bir kısmını oluşturan hammadde maliyetlerini minimize ederek ne kadar tasarruf sağlayabileceğimizi görmek istedik.

Hayvan potansiyeli bakımından çok zengin olan ülkemizde hayvan ürünleri malesef aynı zenginlikte değildir. Özel teşebbüslere ait bir çok yem fabrikası bulunmasına rağmen kamuya ait 26 tane yem fabrikası vardır. Türkiyede ilk karma yem fabrikası 1955'te Kartal Yem Sanayii Ltd. Şti. adıyla kurulan bir fabrika tarafından yapılmış, 1956 yılında ise 57 milyon 600 bin TL sermayeli ve şu andaki sermayesi 20 milyar TL olan Yem Sanayii T.A.Ş. kurulmuştur<sup>(49)</sup>. Bu şirket ilk defa Ankara ve Konyada işletmeye açtığı fabrikalarla 1958 yılında karma yem üretmeye başlamış, 35 yıl içinde 26 tane fabrika ve yıllık 700 000 tonluk kapasiteye ulaşmıştır. Bu fabrika ve kapasiteleri Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Yem Sanayii T.A.Ş. Yem Fabrikaları ve Kapasiteleri

Yem Fabrikası Adı		Kapasitesi (1000 Ton/Yıl)	Yem Fabrikası Adı		Kapasitesi (1000 Ton/Yıl)
1	Acıpayam	24	14	Hilvan	16
2	Adapazarı	30	15	İstanbul	60
3	Adıyaman	16	16	Kırklareli	24
4	Ankara	60	17	Kızıltepe	16
5	Bursa	48	18	Konya	40
6	Çankırı	24	19	Korkuteli	16
7	Çaycuma	40	20	Muş	16
8	Devrekani	24	21	Samsun	30
9	Diyarbakır	16	22	Siirt	16
10	Doğubeyazıt	24	23	Tatvan	16
11	Elazığ	24	24	Tunceli	16
12	Erzurum	40	25	Van	24
13	Göksun	16	26	Yatağan	24

Kaynak: Yem Sanayii T.A.Ş. Genel Md. Tüketici Broşürleri, Ankara 1988, s. 11

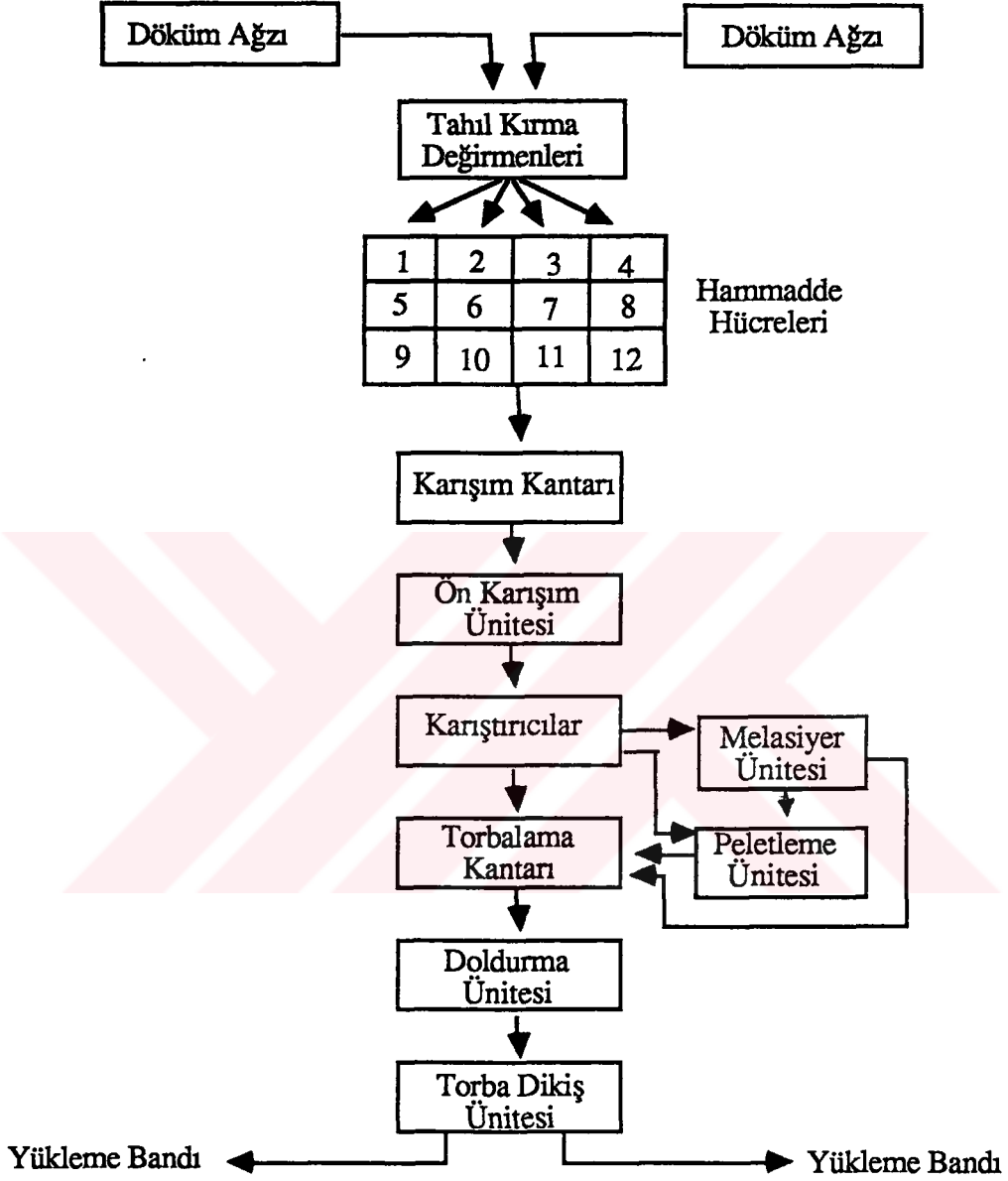
#### 4.1 Fabrika Hakkında Bilgi ve İşleyiş Şeması

Erzurum Yem Fabrikası, Yem Sanayii T.A.Ş.'ne bağlı olarak 1959 yılında 16.000 Ton/yıl kapasite ile kurulmuş olup bugünkü kapasitesi 40.000 Ton/Yıl'dır, ancak şu anda bu kapasitenin altında 28-30.000 Ton/Yıl kapasite ile çalışmaktadır.

Üretimin tamamına yakın kısmını sipariş üzerine gerçekleştirmektedir. Fabrikada üretilen yemlerin % 92'lik kısmını besi yemi, % 4.2'lik kısmını kanatlı yemleri, % 3.6'lık kısmını ise süt ve kuzu-buzağı yemleri oluşturmaktadır.

(49) T.C. Maliye Bakanlığı Hazine Genel Müdürlüğü ve Milletlerarası İktisadi İşbirliği Teşkilatı Genel Sekreterliği, Kamu İktisadi Teşebbüsleri ve İşrakleri Yılı, Ankara, 1977, s. 191

Fabrikanın işleyişi ise aşağıda görülen şemadaki gibidir(\*).



Şekil 4.1 Yem Fabrikası İşleyiş Şeması

Yem yapımında kullanılan hammaddeler döküm ağzından döküldükten sonra daneli olanlar değirmenlerde kırılıp hammadde hücreleri adı verilen depolarda bekletilirler. Hücrelerdeki bu hammaddeler, üretilecek yem formülünde belirtilen oranlarda kantarlarda tartılıp

(\* ) Fabrikaya Ait Bilgiler İşletme Müdürlüğünden Alınmıştır.

çeşitli katkı ve koruyucu maddelerinin katıldığı ön karışım ünitesinden geçerek esas karıştırıcılara gelir. Karıştırıcıdan çıkan yemin tozsuz olması ve hayvan tarafından kolayca yenmesi isteniyorsa, melasiyer ve/veya buhar ve basınç ile yemin sıkıştırıldığı peletleme ünitesinde veya sadece malesiyerden geçirilerek, istenmiyorsa doğrudan doğruya torbalama kantarına aktarılır. Torbalama kantarına gelen hammaddeler, artık yem halini almış ve torbalama makinesinde torbalara konulup ağızları dikildikten sonra tüketilmeye hazır hale getirilmiştir.

#### 4.2 Üretilen Ürünler ve Miktarları

Erzurum yem fabrikasında kırkyedi ayrı karma yem üretilmektedir. Yukarıda da ifade edildiği gibi, genellikle bu yemler sipariş üzerine üretilmektedir. Fabrikada en çok üretilen yemler şunlardır.

- 1- Besi yemi
  - a) Üreli besi yemi
  - b) Üresiz besi yemi
- 2- Yumurta tavuk yemi
  - a) I. Dönem yumurta yemi
  - b) II. Dönem yumurta yemi
- 3- Yumurta civciv yemi
- 4- Piliç büyütme yemi
- 5- Piliç geliştirme yemi
- 6- Kuzu-Buzağı başlangıç yemi
- 7- Kuzu-Buzağı büyütme yemi
- 8- Süt yemi
  - a) Üreli süt yemi
  - b) Üresiz süt yemi

Üretilen yemlerin % 92'sini üreli veya üresiz besi yemleri, % 4.2'sini kanatlı kümes hayvanları yemleri, % 3.6'sını ise üresiz veya üreli süt ve kuzu- Buzağı yemleri, geriye kalan %0.2'lik kısmını da diğer hayvan yemleri oluşturmaktadır.

Uygulamamıza, fabrikanın ürettiği yemlerden en çok üretilip, sattığı, dokuz tanesini inceleme konusu yaptık. Bu yemlere ait satışlar (10 aylık) Tablo 4.2'de gösterilmiştir.



Tablo 4.2 Uygulamaya Konu Olan Yemler ve Satış Miktarları  
(1 Ocak-1 Kasım 1990 arası)

Yem Çeşitleri		Satış (Ton)
1	Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi	389
2	Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi	15
3	Yumurta Cıvcıv Yemi	78
4	Piliç Büyütme Yemi	58
5	Piliç Geliştirme Yemi	65
6	Kuzu-Buzağı Başlangıç Yemi	17
7	Kuzu-Buzağı Büyütme Yemi	143
8	Üresiz Süt Yemi	363
9	Üresiz Besi Yemi	13 323

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası Ticaret Müdürlüğü

### 4.3 Yem Konusunda Genel Bilgiler

Yem, belirli sınırlar dahilinde ve gerekli biçimde verildiği zaman, hayvan sağlığına zarar vermeyen ve besin maddelerinden en az birini ihtiva eden organik veya inorganik maddelerdir diye tanımlanabilir<sup>(50)</sup>.

Yemler değişik yazarlar tarafından farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır. Ancak 1973'ten beri yürürlükte olan 1734 Sayılı Yem Kanunu ve Yem Yönetmeliği esas alınarak aşağıdaki şekilde bir sınıflandırma yapacağız<sup>(51)</sup>.

#### 1- Bitkisel Kökenli Yemler

- a) Yeşil yemler
- b) Kuru otlar
- c) Sun'i kurutulmuş yemler
- d) Saman, kavuz, kılıf ve kabuklar
- e) Sap ve yapraklar
- f) Eksiltilmiş yemler
- g) Kök ya da yumru yemler
- h) Dane yemler ve meyveler
  - 1) Buğdaygil dane yemleri
  - 2) Yağlı tohumlar
  - 3) Baklagil dane yemleri
  - 4) Diğer dane yemler ve meyveler

(50) H. Servet Şenel, Hayvan Besleme, İstanbul Ün., Veteriner Fak., Yayın No: 5 İstanbul 1986, s. 147

(51) Ayhan Aksoy ve Diğerleri, Yemler, Atatürk Ün., Ziraat Fak., Zootekni Bölümü Yayınları, Erzurum 1981, s. 4

## 2- Kökeni Bitkisel Olan Sanayii Kalıntıları

- a) Değirmencilik kalıntıları
- b) Nişastacılık kalıntıları
- c) Fermantasyon sanayii kalıntıları
- d) Şeker sanayii kalıntıları
- e) Yağ sanayii kalıntıları
- f) Meyve suyu ve salça sanayii kalıntıları
- g) Diğer bitkisel sanayii kalıntıları

## 3- Hayvansal Kökenli Yemler

- a) Süt ve süt sanayii kalıntıları
- b) Mezbaha kalıntıları
- c) Deniz, göl, nehir hayvanlarından elde edilen yemler

## 4- Diğer Yemler

- a) Mineral Yemler
  - 1) Fosforlu yemler
  - 2) Kalsiyumlu yemler
  - 3) Tuz
  - 4) İzmineraller
  - 5) Üre ve amonyum tuzları
- b) Yemlik Preparatlar
  - 1) Antibiyotikler
  - 2) Hormonlar
  - 3) Vitaminler
- c) Karma yemler

Uygulama yaptığımız fabrika karma yemler ürettiğinden sadece bu tür yemin tanımını vereceğiz.

Karma yemler; iki veya daha fazla yem ya da katkı maddelerinin iyice karıştırılması sonucu elde edilen yemlerdir.

### 4.4 Kullanılan Yem Hammaddeleri ve Bazı Kavramlar

Uygulama yaptığımız yem fabrikasında yemler aşağıdaki hammaddelerden yapılmaktadır.

**1- Dane Yemler**

- a) Buğday
- b) Mısır
- c) Arpa

**2- Değirmencilik Kalıntıları**

- a) Kepek
- b) Tapiyoka

**3- Yağ Sanayii Kalıntıları**

- a) Ayçiçeği tohumu küspesi (ATK)
- b) Pamuk tohumu küspesi (PTK)
- c) Soya küspesi (SK)

**4- Su Hayvanlarından Elde Edilen Yemler**

- a) Balık unu

**5- Şeker Sanayii Kalıntıları**

- a) Melas

**6- Yağ Sanayi Ürünleri**

- a) Bitkisel yağ

**7- Mineral Yemler**

- a) Kireç taşı
- b) Tuz
- c) Dikalsiyumfosfat (DCP)

**8- İzmineraller**

- a) İzmin-1
- b) İzmin-2

**9- Vitaminler**

- a) Premiks - 206
- b) Premiks - 207
- c) Premiks - 421
- d) Premiks - 602

## 10- Koruyucu Katkılar

a) Antikoksidial BHT

## 11- Renk Verici Maddeler

a) Kırmızı biber

Bu hammaddelerden herkes tarafından bilinmeyen bazıları hakkında kısa bilgiler vermek yararlı olacaktır.

**Tapiyoka:** Ortaasyada yetişen bir ağacın öğütülmüş hali olup oldukça tozlu ancak metabolik enerjisi buğdaydan yüksek bir maddedir.

**Melas:** Şeker üretiminde kristalize olmamış şeker ve sudan eriyen bazı bileşikleri içeren, koyu pekmez akışkanlığında tatlı bir maddedir. Tat verici ve tozlanmayı önleyici olarak kullanılır, ve enerjide PTK'ya yakındır.

**Kireç Taşı:** Özellikle kanatlı yemlerinde yumurta kabuğu için gerekli bol kalsiyum kaynağı olan ucuz bir maddedir.

**DCP (Dikalsiyumfosfat):** Kemik oluşumunda gerekli kalsiyum ve fosforu içeren mineral yemlerden olup % 23 kalsiyum ve % 18 fosfor ihtiva etmektedir.

**İzmineraller:** Hayvanların vücutlarında çok az miktarlarda bulunan ve bazen dışarıdan yem içinde verilmesi gereken demir, bakır, çinko vb. gibi mineralleri ihtiva eden katkı maddeleridir. Bu minerallerin çeşitli türlerini, çeşitli miktarlarda içeren izmin- 1, izmin- 2 mineral katkı maddelerinin muhteviyatları Tablo 4.3' deki gibidir.

Tablo 4.3 İzminerallerin İhtiva Ettikleri Maddeler (mg/kg)

İzmineraller	İzmin - 1	İzmin - 2
Mangan	80.00	10.00
Demir	35.00	10.00
Çinko	50.00	20.00
Bakır	5.00	5.00
İyot	2.00	0.10
Kobalt	0.40	0.10
Selenyum	0.15	-
Taşıyıcı Madde*	x	x

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü

\* Taşıyıcı madde, kalsit ( $\text{CaCO}_3$ )'tir.

**Vitaminler:** Hayvanların hayatîyetlerinin devam etmesi, normal büyümelerinin gerçekleşebilmesi için gerekli organik maddelerdir. Hayvanlar bunları kendileri

sentezleyemedikleri için dışardan almak ihtiyacını duyarlar. Yemlerde kullanılan bu vitamin katkılarının ihtiva ettikleri vitaminler Tablo 4.4'teki gibidir.

Tablo 4.4 Vitaminlerin (Premiks) İhtiva Ettikleri Maddeler (1 kg'da)

Vitaminler	Premiks-206	Premiks-207	Premiks-421	Premiks-602
Vitamin A	5 000. I.U	6 250.I.U	-	15 000.I.U
Vitamin D <sub>3</sub>	750.I.U	1 250.I.U	-	3 000.I.U
Vitamin B <sub>2</sub>	2.5 mg	3 mg	10 mg	15 mg
Vitamin B <sub>12</sub>	6 mg	7.5 mg	-	-
Vitamin K <sub>3</sub>	1.5 mg	1.5 mg	-	-
Vitamin E	10 mg	10 mg	-	-
Vitamin B <sub>1</sub>	1 mg	1 mg	-	-
Folik Asit	0.35 mg	0.3 mg	-	-
Vitamin B <sub>6</sub>	1 mg	1 mg	-	-
Vitamin C	-	25 mg	-	-

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü

**Antikoksidialler:** Tavuklarda yaygın olan Koksidiyosis hastalığını meydana getiren mikroorganizmaları önleyen, koruyan ve tedavi eden yem katkı maddeleridir.

**Kırmızı Biber:** Yumurta sarısının daha kırmızı bir görünümde olmasını sağlamak için kullanılan yem katkı maddesidir.

**Kavramlar<sup>(52)</sup>**

**Kuru Madde:** Yem maddesinin belirli bir ısıda ısıtılarak suyunun uçmasını sağlamak suretiyle yem maddesinin susuz ağırlığı veya yüzdesini belirtir.

**Ham Yağ:** Yem örneklerini yağ çözücü maddelerle işleme tabi tutmakla ortaya çıkan yağ miktarını ifade eder.

**Ham Protein:** Yem maddesinin, bulunan nitrojen değerinin 6.25 ile çarpılarak bulunan değeridir. Çünkü proteinler % 16 nitrojen ihtiva ederler.

**Ham Selüloz:** Yem örneklerinin, seyreltik baz ve seyreltik asitlerle işleme sokulmaları sonucu geriye kalan miktardır.

**Ham Kül:** Yem örneklerinin yüksek ısıda yakılarak organik maddelerinin uçması sonucu bulunan miktardır.

**Methionin, Sistin, Lysine:** Temel aminoasitlerdendir, yem hammaddelerinin çoğunda bulunurlar, gerektiğinde ise sentetik olarak dışardan yeme katılırlar.

(52) Aksoy, a.g.e., s. 252-257

#### 4.5 Uygulamanın Amacı

Bu uygulama, doğrusal programlama yöntemiyle bir yemin belirli özelliklerde ve minimum maliyetle üretilmesi için gerekli hammadde bileşimlerinin nasıl bulunacağını gösteren bir uygulamadır.

Yem Sanayi T.A.Ş. Erzurum Yem Fabrikasını seçmemizdeki maksat piyasadaki özel yem fabrikalarından daha pahalı yem üreten ve onlara rekabet edemeyen, dolayısıyla da zarar eden bir kuruluşun maliyetlerinin mimimizasyonu sağlanacak tasarruf miktarını ortaya koymaktır.

Bir yem fabrikasında ürün maliyetlerinin çok büyük bir oranını hammadde maliyetleri oluşturduğundan, uygulamamızın konusu da hammadde maliyetlerini minimize etmek üzerinedir.

#### 4.6 Çözüm İçin Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması

Yapacağımız uygulamada her yem için iki ayrı model kuracağız. Bu modellerden birisi yemlere katılan ve ikamesi olmayan, koruyucu, vitamin katkıları ve mineral katkı maddelerinin modele dahil edilmediği ve sadece fabrikanın ürettiği yemler için kullanıldığı hammaddelerin aynısını kullanarak kurulacak bir modeldir. İkinci model ise fabrikada kullanılan yem hammaddelerinin tamamının modele dahil edildiği ve yine ikamesi mümkün olmayan çeşitli katkı maddelerinin modele dahil edilmediği bir yapıdadır.

Bütün yemler için kurulan her iki modelin optimal sonuçları ve fabrika (fiili) maliyetleri ile karşılaştırılmaları, Sonuçların Değerlendirilmesi bölümünde yapılacaktır.

Tablo 4.5'te fabrikada kullanılan yem hammaddelerinin besin değerleri gösterilmiştir. Kurulacak olan modellerde bu tablo esas alınacaktır. Ancak bu hammaddelerden bazılarını çeşitli sebeplerden dolayı sınırlı olarak kullanmamız gerekecektir. Bu sınırlayıcı sebepler şunlardır<sup>(53)</sup>.

- 1- Pamuk tohumu küspesinde (PTK), kanatlıları zehirleyici Gossypol maddesi bulunduğu için PTK'yı kanatlı yemlerinde kullanamayız.
- 2- Melası müshil yapıcı etkisinden dolayı kanatlılarda yem'in % 5'ini diğer yemlerde % 10'unu geçmeyecek şekilde kullanmak gerekir.
- 3- Arpayı ise (kabuğundan dolayı) büyümeyi civcivlerden yavaşlattığından yemin % 30'unu geçmeyecek şekilde kullanmak gerekir.

Yemlerde, yukarıda değinilen sınırlayıcılara dikkat ederek, torbaların üzerine yapıştırılan yem kartlarında yazılan analiz değerlerinin bulunduğunu veya bulunması gerektiğini varsayacağız. Ayrıca yemlerde kullanılacak hammaddeleri yüzde olarak söyleyebilmek ve Tablo 4.7'de gösterilen bir tondaki hammadde miktarlarını sağlayabilmek için bir birim yeme girecek hammaddelerin toplamının bir'den büyük olmaması, aksine yemdeki katkı maddelerinin hesaba

(53) Şenel, a.g.e., s. 273-278

katılmamasından dolayı katkı maddeleri oranı kadar da küçük olması gerekir. Bu durumu da sınırlayıcı olarak şöyle göstermek mümkündür.

$$\sum_{j=1}^k X_j \text{ (Modele girenler) } = 1 - \text{Bir birimdeki katkı maddeleri miktarı toplamı}$$

Tablo 4.5 Yem Hammaddelerinin Besin Değerleri

Yem Hammaddeleri	Fiyat (*) TL/kg	Değiş. No:	Kuru Madde %	Su %	Ham Protein %	Ham Selüloz %	Ham Kül %	Meth. + Sis. %	Lysine %	Ca %	Pa %	Niş.Değ. 100 kg'da	NaCl %	Met.En K.cal/kg	Sodyum % (**)
Buğday	445	X <sub>1</sub>	90	10	11.5	3.5	3.0	0.45	0.40	0.05	0.40	75	-	3050	0.09
Mısır	540	X <sub>2</sub>	88	12	9.0	3.0	2.0	0.38	0.28	0.04	0.22	77	-	3350	-
Arpa	460	X <sub>3</sub>	90	10	10.5	6.5	3.0	0.37	0.25	0.07	0.40	73	-	2750	0.02
Tapiyoka	283	X <sub>4</sub>	88	12	3.0	4.5	3.0	0.06	0.07	0.20	0.10	71	-	3150	-
Kepek	265	X <sub>5</sub>	89	11	13.0	10.0	5.0	0.43	0.06	0.10	1.20	50	-	1600	0.06
P T K	530	X <sub>6</sub>	91	9	30.0	17.0	7.0	1.10	1.30	0.20	1.20	56	-	2100	0.03
A T K	570	X <sub>7</sub>	90	10	29.0	23.0	7.0	1.30	1.10	0.44	1.20	54	-	1800	-
Soya Küspesi	870	X <sub>8</sub>	89	11	44.0	7.0	7.0	1.10	2.40	0.15	0.65	70	-	2300	0.34
Balık Unu	1692	X <sub>9</sub>	92	8	63.0	-	19.0	2.60	5.00	4.50	2.50	78	-	3000	0.18
Melas	200	X <sub>10</sub>	80	20	8.0	-	10.0	-	-	0.10	0.02	52	-	2000	1.17
Kireç Taşı	50	X <sub>11</sub>	98	2	-	-	99.0	-	-	35.00	-	-	-	-	-
Tuz	102	X <sub>12</sub>	100	0	-	-	99.0	-	-	-	-	-	100	-	40.02
Bitkisel Yağ	2740	X <sub>13</sub>	100	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8800	-
D C P	1325	X <sub>14</sub>	98	2	-	-	85.0	-	-	23.00	18.00	-	-	-	-
Kırmızı Biber	4820	X <sub>15</sub>	91	9	14.0	22.0	9.0	-	-	-	-	-	-	2400	-

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası Ticaret ve İşletme Müdürlüğü

(\*) Fiyatlar 1 Kasım 1990 itibariyledir.

(\*\*) Sadece bu sütun S. Şenelin a.g.e.,'nin s. 362-363'ünden alınmıştır.

Ayrıca yemlerde kullanılan izminerallerin, premikslerin (vitamin) ve koruyucuların (antikoksidialler) yemlere katılma oranları ve fiyatları da Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6 Katkı Maddelerinin Yeme Katılma Oranları (kg/ton)

Yem Çeşitleri	Premiks 206	Premiks 207	Premiks 421	Premiks 602	İzmin- 1	İzmin- 2	Antikoksidial
Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi	-	2	-	-	1	-	-
Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi	-	2	-	-	1	-	-
Yumurta Cıvıv Yemi	3	-	-	-	1	-	1
Piliç Büyütme Yemi	2	-	-	-	1	-	1
Piliç Geliştirme Yemi	2	-	-	-	1	-	-
Kuzu-Buzağı Başlangıç Yemi	-	-	1	1	-	1	-
Kuzu-Buzağı Büyütme Yemi	-	-	1	1	-	1	-
Üresiz Süt Yemi	-	-	-	1	-	1	-
Üresiz Besi Yemi	-	-	-	1	-	1	-

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü



1 tona katılan yukarıdaki katkı maddelerini yemden çıkardığımızda yemdeki hammadde miktarını bulabiliriz. Bu durum Tablo 4.7 de gösterilmiştir.

Tablo 4.7 Bir Tondaki Katkı Maddeleri Dışında  
Kalan Hammadde Miktarları

Yem Çeşitleri	Hammadde Miktarı (Kg/Ton)
Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi	997
Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi	997
Yumurta Cıvciv Yemi	995
Piliç Büyütme Yemi	996
Piliç Geliştirme Yemi	997
Kuzu-Buzağı Başlangıç Yemi	997
Kuzu-Buzağı Büyütme Yemi	997
Üresiz Süt Yemi	998
Üresiz Besi Yemi	998

Kaynak: Tablo 4.6' dan çıkarılmıştır.

Tablo 4.8 Yemlerin 1 Kasım 1990 tarihinde Katkı Maddeleri  
Dışındaki Hammadde Maliyetleri

Yem Çeşitleri	Maliyetleri TL/kg
Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi	591
Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi	562
Yumurta Cıvciv Yemi	612
Piliç Büyütme Yemi	550
Piliç Geliştirme Yemi	511
Kuzu-Buzağı Başlangıç Yemi	482
Kuzu-Buzağı Büyütme Yemi	419
Üresiz Süt Yemi	433
Üresiz Besi Yemi	371

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü

Yaptığımız uygulamada her yem için kurulan iki modelden sadece Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi için modellerin nasıl kurulduğu gösterilecek diğer modeller ise eklerde verilecektir.

#### 4.6.1 Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi

Piliçlerin yumurtlamaya başlamalarından itibaren 40. haftaya kadar verilen bu yemin bir biriminde bulunması gereken, diğer bir ifadeyle bulunan ve bizim de bulunduğunu

varsayıldığımız değerler Tablo 4.9'da gösterilmiştir.

Tablo 4.9 Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oranı %
Kuru Madde	en az	88.00
Ham Protein	en az	15.00
Lysine	en az	0.65
Methionin + Sistin	en az	0.57
Ham Selüloz	en çok	7.00
Ham Kül	en çok	13.00
Kalsiyum	en az-en çok	2.50-4.00
Fosfor	en az	0.60
Sodyum	en az-en çok	0.10-0.30
NaCl (Tuz)	en çok	0.40
Metabolik Enerji	K.cal/kg en az	2750
Tescil Tarihi : 10.8.1987		No: 2501.107

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

**Birinci Modelin Kurulması :** İlk olarak fabrikanın, bu yem için kullandığı hammaddeleri aynen kullanarak bir model kuracağız.

Yukarıdaki analiz değerleri sınırlayıcılarının yanında bazı sınırlayıcılar da bu modele girebilecektir. Bu sınırlayıcılar şunlardır.

1- Melas ( $X_{10}$ ) kanatlı hayvan yemlerinde yemin % 5'ini geçemez ( $X_{10} \leq 0.05$ )

2- Tablo 4.7'deki hammadde miktarlarını sağlamak için kurulacak miktar sınırlayıcı

$$(X_1 + X_2 + \dots + X_k = 0.9970) \quad 0.9970 \text{ ' dir.}$$

Fabrikanın Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi için kullandığı hammaddeler:

- Buğday	( $X_1$ ) <sup>(*)</sup>	- Melas	( $X_{10}$ )
- Mısır	( $X_2$ )	- Kireç Taşı	( $X_{11}$ )
- Arpa	( $X_3$ )	- Tuz	( $X_{12}$ )
- ATK	( $X_7$ )	- Bitkisel Yağ	( $X_{13}$ )
- Soya Küspesi	( $X_8$ )	- DCP	( $X_{14}$ )
- Balık Unu	( $X_9$ )	- Kırmızı Biber	( $X_{15}$ )

(\*)Parantez içindeki ifadeler değişkenlerin Tablo 4.5 'deki sıralarını gösterir.

**Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 15$
- Lysine Sınırı :  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.65$
- Methi.+ Sis. Sınırı :  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.57$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 7$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 13$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 2.5$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 4$
- Fosfor sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.6$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Tuz Sınırı :  $100X_{12} \leq 0.4$
- Met. Ene. Sınırı :  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} + 8800X_{13} + 240X_{15} \geq 2750$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.9970$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

**Çözüm:** Uygulamamızda yukarıda görülen model gibi 18 tane model bulunmaktadır. Bu ve diğer modellerin çözümleri bilgisayarda yapılmıştır.

Bu model için 24 iterasyon (Tablo) yapılmış ve aşağıdaki optimal sonuçlar elde edilmiştir.

**Amaç Değeri:**

$$F_{\min} = 499 \text{ TL/kg}$$

Tablo : 4.10 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.8030	80.30
ATK ( $X_7$ )	0.0409	4.09
SoyaKüspesi ( $X_8$ )	0.0467	4.67
Balık Unu ( $X_9$ )	0.0400	4.00
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0608	6.08
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0001	0.01
DCP ( $X_{14}$ )	0.0055	0.55
Toplam	0.9970	99.70

Hammadde miktarları toplamı Tablo: 4.7'deki değerleri sağlamak için konulan son sınırlayıcı olan miktar sınırlayıcısından dolayı 0.9970 çıkmıştır. Yani bu yemin % 99.70 ini sözkonusu hammaddeler % 0.3'ünü ise diğer katkıları oluşturmaktadır.

Çözüme girmeyen değişkenler (hammadde):

- Mısır ( $X_2$ )
- Arpa ( $X_3$ )
- Melas ( $X_{10}$ )
- Bitkisel Yağ ( $X_{13}$ )
- Kırmızı Biber ( $X_{15}$ )

Bu modelin bulunan optimal amaç değeri 499TL/kg olup fiili maliyet (fabrika maliyeti) den 92 TL/kg daha düşüktür.

**İkinci Modelin Kurulması:** İkinci model olarak , fabrikadaki bütün yem hammaddelerini kullanarak bir model oluşturacağız.

Yukarıda belirtilen ve birinci modelde kullanılan analiz değerleri sınırlayıcıları ile diğer sınırlayıcıların yanında, pamuk tohumu küspesini zehirleyici etkisinden dolayı kanatlı yemlerinde kullanamayacağımız da bilinmektedir.

Yine Tablo 4.5'ten faydalanılarak ikinci model şu şekilde kurulabilir.

**Model :**

- Kuru Madde Sınırı :**  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 88X_4 + 89X_5 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :**  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 15$
- Lysine Sınırı :**  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 0.07X_4 + 0.60X_5 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.65$
- Methi.+ Sis. Sınırı :**  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 0.06X_4 + 0.43X_5 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.57$
- Ham Selüloz Sınırı :**  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 7$
- Ham Kül Sınırı :**  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 13$
- Kalsiyum Sınırı-1 :**  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 2.5$
- Kalsiyum Sınırı-2 :**  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 4$
- Fosfor sınırı :**  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.6$
- Sodyum Sınırı-1 :**  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :**  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Tuz Sınırı :**  $100X_{12} \leq 0.4$
- Met. Ene. Sınırı :**  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 3150X_4 + 1600X_5 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} + 8800X_{13} + 2400X_{15} \geq 2750$
- Melas Sınırı :**  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :**  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.9970$
- Amaç Fonksiyonu :**  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :**  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

**Çözüm:** Bu yem için 22 iterasyon yapılmış ve aşağıdaki optimal sonuçlar elde edilmiştir.

**Amaç Değeri:**

$$F_{\min} = 499 \text{ TL/kg}$$

Görüldüğü gibi bu model sonucu elde edilen maliyet ile birinci model sonucu elde edilen maliyet aynı çıkmıştır. Çözüm sonucu yem rasyonunu da aynı değerleri almıştır.

**Tablo 4.11 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları**

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.8030	80.30
ATK ( $X_7$ )	0.0409	4.09
SoyaKüşesi ( $X_8$ )	0.0467	4.67
Balık Unu ( $X_9$ )	0.0400	4.00
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0608	6.08
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0001	0.01
DCP ( $X_{14}$ )	0.0055	0.55
Toplam	0.9970	99.70

Bu modelde çözüme girmeyen değişkenler:

- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| - Mısır ( $X_2$ )    | - Melas ( $X_{10}$ )         |
| - Arpa ( $X_3$ )     | - Bitkisel Yağ ( $X_{13}$ )  |
| - Tapiyoka ( $X_4$ ) | - Kırmızı Biber ( $X_{15}$ ) |
| - Kepek ( $X_5$ )    |                              |

Bundan sonraki yemler için kurulan modeller ekte, optimal sonuçlar ise başlık altlarında tablolar halinde verilecektir.

#### 4.6.2 Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi

40. haftadan itibaren yumurtadan kesilinceye kadar, piliçlere verilecek bu yemde bulunan maddeler Tablo 4.12'de gösterilmiştir.

Tablo: 4.12 Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oranı %
Kuru Madde	en az	88.00
Ham Protein	en az	14.0
Lysine	en az	0.6
Methionin + Sistin	en az	0.5
Ham Selüloz	en çok	7.0
Ham Kül	en çok	13.0
Kalsiyum	en az-en çok	3.0-4.0
Fosfor	en az	0.5
Sodyum	en az-en çok	0.1-0.3
NaCl (Tuz)	en çok	0.4
Metabolik Enerji	K.cal/kg en az	2750
Tescil Tarihi : 10.8.1987		No: 2501.108

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

#### Birinci Model:

Yukarıdaki analiz değerleri dışında şu sınırlayıcılar da sözkonusudur.

- 1- Melas ( $X_{10}$ ) yemin % 5'ini geçemez ( $X_{10} \leq 0.05$ )
- 2- Miktar sınırlayıcısı ( $X_1 + X_2 + \dots + X_k$ ) = 0.9970' dir.

Fabrikanın bu yem için kullanıldığı hammaddeler:

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| - Buğday ( $X_1$ )       | - Melas ( $X_{10}$ )         |
| - Mısır ( $X_2$ )        | - Kireç Taşı ( $X_{11}$ )    |
| - Arpa ( $X_3$ )         | - Tuz ( $X_{12}$ )           |
| - ATK ( $X_7$ )          | - Bitkisel Yağ ( $X_{13}$ )  |
| - Soya Küspesi ( $X_8$ ) | - DCP ( $X_{14}$ )           |
| - Balık Unu ( $X_9$ )    | - Kırmızı Biber ( $X_{15}$ ) |

Yukarıdaki bilgilere göre kurulan model (EK-1)'de verilmiştir.

#### Çözüm:

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 479 \text{ TL/kg}$$



Tablo 4.13 Çözümüne Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.8280	82.80
SoyaKıspesi ( $X_8$ )	0.0556	5.56
Balık Unu ( $X_9$ )	0.0323	3.23
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0782	7.82
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0001	0.01
DCP ( $X_{14}$ )	0.0028	0.28
Toplam	0.9970	99.70

Çözümüne girmeyen değişkenler:

- |                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| - Mısır ( $X_2$ ) | - Melas ( $X_{10}$ )         |
| - Arpa ( $X_3$ )  | - Bitkisel Yağ ( $X_{13}$ )  |
| - ATK ( $X_7$ )   | - Kırmızı Biber ( $X_{15}$ ) |

Fiili maliyet ile Optimal çözüm arasındaki fark:

$$562-479 = 83 \text{ TL/kg}$$

İkinci Model :

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- PTK Kullanılamaz
- 2- Melas Yemin % 5'ini geçemez
- 3- Miktar sınırlayıcısı 0.9970' dir

Bu model (EK-2)'de verilmiştir.

**Çözüm:**

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 479 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.14 Çözümüne Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.6870	68.70
ATK ( $X_4$ )	0.1161	11.61
SoyaKıspesi ( $X_8$ )	0.0747	7.47
Balık Unu ( $X_9$ )	0.0391	3.91
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0763	7.63
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0001	0.01
DCP ( $X_{14}$ )	0.0037	0.37
Toplam	0.9970	99.70

Çözümüne girmeyen değişkenler:

- |         |           |                 |              |
|---------|-----------|-----------------|--------------|
| - Mısır | ( $X_2$ ) | - Melas         | ( $X_{10}$ ) |
| - Arpa  | ( $X_3$ ) | - Bitkisel Yağ  | ( $X_{13}$ ) |
| - Kepek | ( $X_5$ ) | - Kırmızı Biber | ( $X_{15}$ ) |
| - ATK   | ( $X_7$ ) |                 |              |

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$562 - 479 = 83 \text{ TL/kg}$$

#### 4.6.3 Yumurta Cıvıv Yemi

Ticari yumurta üretimi için geliştirilmiş cıvıvlara 6. hafta sonuna kadar yedirilen bu yemde bulunan maddeler Tablo 4.15'te gösterilmiştir.

Tablo 4.15 Yumurta Cıvıv Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oranı %
Kuru Madde	en az	88.00
Ham Protein	en az	20.00
Lysine	en az	0.85
Methionin + Sistin	en az	0.65
Ham Selüloz	en çok	6.00
Ham Kül	en çok	8.00
Kalsiyum	en az-en çok	0.60-1.20
Fosfor	en az	0.60
Sodyum	en az-en çok	0.10-0.30
NaCl (Tuz)	en çok	0.35
Metabolik Enerji	K.cal/kg en az	2800
Tescil Tarihi : 10.8.1989		No: 2501.104

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

#### Birinci Model:

Analiz değeri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 5'ini geçemez.
- 2- Miktar sınırlayıcısı 0.9950'tir.

Fabrikanın bu yem için kullandığı hammaddeler:

- |                |           |              |              |
|----------------|-----------|--------------|--------------|
| - Buğday       | ( $X_1$ ) | - Melas      | ( $X_{10}$ ) |
| - Mısır        | ( $X_2$ ) | - Kireç Taşı | ( $X_{11}$ ) |
| - ATK          | ( $X_7$ ) | - Tuz        | ( $X_{12}$ ) |
| - Soya Küspesi | ( $X_8$ ) | - DCP        | ( $X_{14}$ ) |
| - Balık Unu    | ( $X_9$ ) |              |              |

Bu bilgilere göre kurulan model (EK-3) te verilmiştir.

**Çözüm:**

**Amaç Değeri:**

$$F_{\min} = 568 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.16 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.7169	71.69
ATK ( $X_7$ )	0.0193	1.93
SoyaKıspesi ( $X_8$ )	0.2231	22.31
Balık Unu ( $X_9$ )	0.0219	2.19
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0088	0.88
DCP ( $X_{14}$ )	0.0050	0.50
Toplam	0.9950	99.70

Çözüme girmeyen değişkenler:

- Mısır ( $X_2$ )
- Melas ( $X_{10}$ )
- Tuz ( $X_{12}$ )

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$612 - 568 = 44 \text{ TL/kg}$$

**İkinci Model:**

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar :

- 1- Melas yemin % 5'ini geçemez.
- 2- PTK kullanılamaz.
- 3- Arpa yemin % 30'unu aşamaz.
- 4- Miktar sınırlayıcısı 0.9950 'dir.

Bu model (EK-4) te verilmiştir.

**Çözüm:**

**Amaç Değeri:**

$$F_{\min} = 568 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.17 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday (X <sub>1</sub> )	0.7169	71.69
ATK (X <sub>7</sub> )	0.0193	1.93
SoyaKüspesi (X <sub>8</sub> )	0.2231	22.31
Balık Unu (X <sub>9</sub> )	0.0219	2.19
Kireç Taşı (X <sub>11</sub> )	0.0088	0.88
DCP (X <sub>14</sub> )	0.0050	0.50
Toplam	0.9950	99.70

Çözüme girmeyen değişkenler:

- |                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| - Mısır (X <sub>2</sub> )    | - Melas (X <sub>10</sub> )         |
| - Arpa (X <sub>3</sub> )     | - Tuz (X <sub>12</sub> )           |
| - Tapiyoka (X <sub>4</sub> ) | - Bitkisel Yağ (X <sub>13</sub> )  |
| - Kepek (X <sub>5</sub> )    | - Kırmızı Biber (X <sub>15</sub> ) |

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$612 - 568 = 44 \text{ TL/kg}$$

#### 4.6.4 Piliç Büyütme Yemi

7. haftanın başından itibaren 12. hafta sonuna kadar yumurta ırkı civcivlere verilen bu yemde bulunan maddeler Tablo 4.18'de gösterilmiştir.

Tablo 4.18 Piliç Büyütme Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oranı %
Kuru Madde	en az	88.00
Ham Protein	en az	16.00
Lysine	en az	0.70
Methionin + Sistin	en az	0.55
Ham Selüloz	en çok	7.00
Ham Kül	en çok	8.00
Kalsiyum	en az-en çok	0.60-1.50
Fosfor	en az	0.60
Sodyum	en az-en çok	0.10-0.30
NaCl (Tuz)	en çok	0.35
Metabolik Enerji	K.cal/kg en az	2750
Tescil Tarihi : 10.8.1989		No: 2501.105

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

**Birinci model:**

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 5'ini geçemez.
- 2- Miktar sınırlayıcısı 0.9960'dır.

Fabrikanın bu yem için kullandığı hammaddeler:

- Buğday	( $X_1$ )	- Balık Unu	( $X_9$ )
- Mısır	( $X_2$ )	- Melas	( $X_{10}$ )
- Arpa	( $X_3$ )	- Kireç Taşı	( $X_{11}$ )
- ATK	( $X_7$ )	- Tuz	( $X_{12}$ )
- Soya Küspesi	( $X_8$ )	- DCP	( $X_{14}$ )

Bu bilgilere göre kurulan model (EK-5) te verilmiştir.

**Çözüm:**

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 502 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.19 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.7300	73.00
ATK ( $X_7$ )	0.0433	4.33
Soya Küspesi ( $X_8$ )	0.1500	15.00
Balık Unu ( $X_9$ )	0.0500	5.00
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0140	1.40
DCP ( $X_{14}$ )	0.0087	0.87
Toplam	0.9960	99.60

Çözüme girmeyen değişkenler:

- Mısır	( $X_2$ )	- Balık Unu	( $X_9$ )
- Arpa	( $X_3$ )	- Tuz	( $X_{12}$ )

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$550 - 502 = 48 \text{ TL/kg}$$

**İkinci Model:**

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 5'ini geçemez.
- 2- PTK kullanılamaz.
- 3- Miktar sınırlayıcısı 0.9960 'dır.

Bu model (EK-6) da verilmiştir.

**Çözüm:**

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 484 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.20 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday (X <sub>1</sub> )	0.4050	40.50
Tapiyoka (X <sub>4</sub> )	0.2960	29.60
ATK (X <sub>7</sub> )	0.1380	13.80
SoyaKıspesi (X <sub>8</sub> )	0.1340	13.40
Balık Unu (X <sub>9</sub> )	0.0088	0.88
Kireç Taşı (X <sub>11</sub> )	0.0065	0.65
Tuz (NaCl) (X <sub>12</sub> )	0.0004	0.04
DCP (X <sub>14</sub> )	0.0073	0.73
Toplam	0.9960	99.60

Çözüme girmeyen değişkenler:

- |                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| - Mısır (X <sub>2</sub> ) | - Melas (X <sub>10</sub> )         |
| - Arpa (X <sub>3</sub> )  | - Bitkisel Yağ (X <sub>13</sub> )  |
| - Kepek (X <sub>5</sub> ) | - Kırmızı Biber (X <sub>15</sub> ) |

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$550 - 484 = 66 \text{ TL/kg}$$

**4.6.5 Piliç Geliştirme Yemi**

13. haftadan itibaren 20. hafta sonuna kadar piliçlere yedirilen bu yemde bulunan maddeler Tablo 4.21'de gösterilmiştir.

Tablo 4.21 Piliç Geliştirme Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oran %
Su	en çok	13.00
Ham Protein	en az	13.00
Lysine	en az	0.60
Methionin + Sistin	en az	0.46
Ham Selüloz	en çok	7.00
Ham Kül	en çok	8.00
Kalsiyum	en az-en çok	1.00-2.00
Fosfor	en az	0.60
Sodyum	en az-en çok	0.10-0.30
Metabolik Enerji	K.cal/kg en az	2750
Tescil Tarihi : 16.2.1983		No: 107.354

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

#### Birinci model:

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 5'ini geçemez
- 2- Miktar sınırlayıcısı 0.9970'dir.

Fabrikanın bu yem için kullandığı hammaddeler:

- |                |           |              |              |
|----------------|-----------|--------------|--------------|
| - Buğday       | ( $X_1$ ) | - Balık Unu  | ( $X_9$ )    |
| - Mısır        | ( $X_2$ ) | - Melas      | ( $X_{10}$ ) |
| - Arpa         | ( $X_3$ ) | - Kireç Taşı | ( $X_{11}$ ) |
| - Kepek        | ( $X_7$ ) | - Tuz        | ( $X_{12}$ ) |
| - ATK          | ( $X_7$ ) | - DCP        | ( $X_{14}$ ) |
| - Soya Küspesi | ( $X_8$ ) |              |              |

Bu bilgilere göre kurulan model (EK-7) de verilmiştir.

#### Çözüm:

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 457 \text{ TL/kg}$$



Tablo 4.22 Çözümüne Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday (X <sub>1</sub> )	0.7835	78.35
Kepek (X <sub>5</sub> )	0.1520	15.20
Balık Unu (X <sub>9</sub> )	0.0391	3.91
Kireç Taşı (X <sub>11</sub> )	0.0217	2.17
Tuz (NaCl) (X <sub>12</sub> )	0.0003	0.03
DCP (X <sub>14</sub> )	0.0004	0.04
<b>Toplam</b>	<b>0.9970</b>	<b>99.70</b>

Çözümüne girmeyen değişkenler:

- Mısır (X<sub>2</sub>)
- Arpa (X<sub>3</sub>)
- ATK (X<sub>7</sub>)
- Soya Küspesi (X<sub>8</sub>)
- Melas (X<sub>10</sub>)

Fiili maliyet ile Optimal çözüm arasındaki fark:

$$511 - 457 = 54 \text{ TL/kg}$$

İkinci Model:

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 5'ini geçemez.
- 2- PTK kullanılamaz.
- 3- Miktar sınırlayıcısı 0.9970'di r.

Bu model (EK-8) de verilmiştir.

**Çözüm:**

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 439 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.23 Çözümüne Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday (X <sub>1</sub> )	0.1660	16.60
Tapiyoka (X <sub>4</sub> )	0.5360	53.60
Kepek (X <sub>5</sub> )	0.0315	3.15
ATK (X <sub>7</sub> )	0.1400	14.00
Soya Küspesi (X <sub>8</sub> )	0.0688	6.88
Balık Unu (X <sub>9</sub> )	0.0316	3.16
Kireç Taşı (X <sub>11</sub> )	0.0135	1.35
Tuz (NaCl) (X <sub>12</sub> )	0.0013	0.13
DCP (X <sub>14</sub> )	0.0083	0.83
<b>Toplam</b>	<b>0.9970</b>	<b>99.70</b>

Çözümde girmeyen değişkenler:

- Mısır (X<sub>2</sub>)
- Arpa (X<sub>3</sub>)
- Melas (X<sub>10</sub>)
- Bitkisel Yağ (X<sub>13</sub>)
- Kırmızı Biber (X<sub>15</sub>)

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$511 - 439 = 72 \text{ TL/kg}$$

#### 4.6.6 Kuzu - Buzağı Başlangıç Yemi

Kuzu - Buzağılara 3. haftadan itibaren süt ile beraber 8. haftanın sonuna kadar verilen bu yemde bulunan maddeler Tablo 4.24'de gösterilmiştir.

Tablo 4.24 Kuzu-Buzağı Başlangıç Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oranı %
Kuru Madde	en az	88.0
Ham Protein	en az	19.0
Ham Selüloz	en çok	10.0
Ham Kül	en çok	8.0
Kalsiyum	en az-en çok	1.0-2.0
Fosfor	en az	0.6
Sodyum	en az-en çok	0.2-0.4
Nişasta Değeri	ND/100 kg en az	65
Tescil Tarihi : 10.8.1987		No: 2501-111

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

**Birinci model:**

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas kuzu -buzağılar için yemin % 10'unu geçemez.
- 2- Miktar sınırlayıcısı 0.9970'dir.

Fabrikanın bu yem için kullandığı hammaddeler:

- Buğday (X<sub>1</sub>)
- Arpa (X<sub>3</sub>)
- Kepek (X<sub>5</sub>)
- ATK (X<sub>7</sub>)
- Soya Küspesi (X<sub>8</sub>)
- Melas (X<sub>10</sub>)
- Kireç Taşı (X<sub>11</sub>)
- Tuz (X<sub>12</sub>)

Bu bilgilere göre kurulan model (EK-9) da verilmiştir.

**Çözüm:**

**Amaç Değeri:**

$$F_{\min} = 482 \text{ TL/kg}$$

**Tablo 4.25 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları**

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.4650	46.50
Kepek ( $X_5$ )	0.2155	21.55
Soya Küspesi ( $X_8$ )	0.2370	23.70
Melas ( $X_{10}$ )	0.0533	5.33
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0261	2.61
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0001	0.01
<b>Toplam</b>	<b>0.9970</b>	<b>99.70</b>

Çözüme girmeyen değişkenler:

- Arpa ( $X_3$ )
- ATK ( $X_7$ )

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$482-482 = 0 \text{ TL/kg}$  (Fiili maliyet ile optimal çözüm aynı çıktığından aralarında fark yoktur.)

**İkinci Model:**

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 10'unu geçemez.
- 2- PTK Kuzu - Buzağılarda da kullanılamaz.
- 3- Miktar sınırlayıcısı 0.9970'dir.

Bu model (EK-10) da verilmiştir.

**Çözüm:**

**Amaç Değeri:**

$$F_{\min} = 482 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.26 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.3300	33.00
Tapiyoka ( $X_4$ )	0.1390	13.90
Soya Küspesi ( $X_5$ )	0.2339	23.39
Kepek ( $X_8$ )	0.2670	26.70
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0255	2.55
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0016	0.16
<b>Toplam</b>	<b>0.9970</b>	<b>99.70</b>

Çözüme girmeyen değişkenler:

- Mısır ( $X_2$ )	- Melas ( $X_{10}$ )
- Arpa ( $X_3$ )	- Bitkisel Yağ ( $X_{13}$ )
- ATK ( $X_7$ )	- DCP ( $X_{14}$ )
-Balık Unu ( $X_9$ )	- Kırmızı Biber ( $X_{15}$ )

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

482 - 482 = 0 TL/kg (Fiili maliyet ile optimal maliyet arasında fark yoktur)

#### 4.6.7 Kuzu - Buzağı Büyütme Yemi

Kuzu - Buzağılara 8. haftadan itibaren 24. haftanın sonuna kadar verilen bu yemde bulunan maddeler Tablo 4.27'de gösterilmiştir.

Tablo 4.27 Kuzu-Buzağı Büyütme Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oranı %
Kuru Madde	en az	88.0
Ham Protein	en az	17.0
Ham Selüloz	en çok	10.0
Ham Kül	en çok	10.0
Kalsiyum	en az-en çok	1.0-2.0
Fosfor	en az	0.6
Sodyum	en az-en çok	0.2-0.4
Nişasta Değeri	ND/100 kg en az	58
Tescil Tarihi : 10.8.1987		No: 2501-112

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

**Birinci model:**

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 10'unu geçemez.
- 2- Miktar sınırlayıcısı 0.9970'dir.

Fabrikanın bu yem için kullandığı hammaddeler:

- |                |           |              |              |
|----------------|-----------|--------------|--------------|
| - Buğday       | ( $X_1$ ) | - Melas      | ( $X_{10}$ ) |
| - Kepek        | ( $X_5$ ) | - Kireç Taşı | ( $X_{11}$ ) |
| - ATK          | ( $X_7$ ) | - Tuz        | ( $X_{12}$ ) |
| - Soya Küspesi | ( $X_8$ ) |              |              |

Bu bilgilere göre kurulan model (EK-11) de verilmiştir.

**Çözüm:**

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 396 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.28 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.2348	23.48
Kepek ( $X_5$ )	0.4678	46.78
Soya Küspesi ( $X_8$ )	0.1689	16.89
Melas ( $X_{10}$ )	0.1000	10.00
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0255	2.55
<b>Toplam</b>	<b>0.9970</b>	<b>99.70</b>

Çözüme girmeyen değişkenler:

- ATK ( $X_7$ )
- Tuz ( $X_{12}$ )

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$419 - 396 = 23 \text{ TL/kg}$$

**İkinci Model:**

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 10'unu geçmez.
- 2- PTK kullanılamaz.
- 3- Miktar sınırlayıcısı 0.9970'dir.

Bu model (EK-12) de verilmiştir.

**Çözüm:**

**Amaç Değeri:**

$$F_{\min} = 382 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.29 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Tapiyoka ( $X_4$ )	0.2240	22.40
Kepek ( $X_5$ )	0.4400	44.00
Soya Küspesi ( $X_8$ )	0.2260	22.60
Melas ( $X_{10}$ )	0.0814	8.14
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0248	2.48
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0008	0.08
Toplam	0.9970	99.70

Çözüme girmeyen değişkenler:

- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| - Buğday ( $X_1$ ) | - Balık Unu ( $X_9$ )        |
| - Mısır ( $X_2$ )  | - Bitkisel Yağ ( $X_{13}$ )  |
| - Arpa ( $X_3$ )   | - DCP ( $X_{14}$ )           |
| - ATK ( $X_7$ )    | - Kırmızı Biber ( $X_{15}$ ) |

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$419 - 382 = 37 \text{ TL/kg}$$

#### 4.6.8 Üresiz Süt Yemi

Süt verimi için beslenen hayvanlara verilen bu yemde bulunan maddeler, Tablo 4.30'da gösterilmiştir.

Tablo 4.30 Üresiz Süt Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oran %
Ham Protein	en az	16.0
Ham Selüloz	en çok	14.0
Ham Kül	en çok	9.0
Kalsiyum	en az-en çok	0.7-1.6
Fosfor	en az	0.6
Sodyum	en az	0.4
Nişasta Değeri	ND/100 kg en az	63

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

### Birinci model:

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 10'unu geçemez.
- 2- Miktar sınırlayıcısı 0.9980'dir.

Fabrikanın bu yem için kullandığı hammaddeler

- Buğday	( $X_1$ )	- PTK	( $X_6$ )
- Arpa	( $X_3$ )	- Melas	( $X_{10}$ )
- Tapiyoka	( $X_4$ )	- Kireç Taşı	( $X_{11}$ )
- Kepek	( $X_5$ )	- Tuz	( $X_{12}$ )

Bu bilgilere göre kurulan model (EK-13) te verilmiştir.

### Çözüm:

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 408 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.31 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday ( $X_1$ )	0.1300	13.00
Tapiyoka ( $X_4$ )	0.4000	40.00
PTK ( $X_6$ )	0.4437	44.37
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0150	1.50
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0093	0.93
Toplam	0.9980	99.80

Çözümüne girmeyen değişkenler:

- Arpa (X<sub>7</sub>)
- Kepek (X<sub>5</sub>)
- Melas (X<sub>10</sub>)

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark :

$$433 - 408 = 25 \text{ TL/kg}$$

**İkinci Model:**

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 10'unu geçemez.
- 2- Miktar sınırlayıcısı 0.9980'dir

Bu model (EK-14) te verilmiştir.

**Çözüm:**

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 408 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.32 Çözümüne Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday (X <sub>1</sub> )	0.0678	6.78
Tapiyoka (X <sub>4</sub> )	0.4559	45.59
PTK (X <sub>6</sub> )	0.4260	42.60
Soya Küspesi (X <sub>8</sub> )	0.0242	2.42
Kireç Taşı (X <sub>11</sub> )	0.0148	1.48
Tuz (NaCl) (X <sub>12</sub> )	0.0093	0.93
Toplam	0.9980	99.80

Çözümüne girmeyen değişkenler:

- Mısır (X<sub>2</sub>)
- Arpa (X<sub>3</sub>)
- Kepek (X<sub>5</sub>)
- ATK (X<sub>7</sub>)
- Balık Unu (X<sub>9</sub>)
- Melas (X<sub>10</sub>)
- Bitkisel Yağ (X<sub>13</sub>)
- DCP (X<sub>14</sub>)
- Kırmızı Biber (X<sub>15</sub>)

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$433 - 408 = 25 \text{ TL/kg}$$



#### 4.6.9 Üresiz Besi Yemi

Et verimi için besiyeye alınmış koyun ve inek gibi hayvanlara verilen bu yemde bulunan maddeler Tablo 4.33'te gösterilmiştir.

Tablo 4.33 Üresiz Besi Yemi Analiz Değerleri

Bileşenler	Sınırlama	Oranı %
Kuru Madde	en az	88.0
Ham Protein	en az	17.0
Ham Kül	en çok	9.0
Ham Selüloz	en çok	14.0
Kalsiyum	en az-en çok	1.0-2.0
Fosfor	en az	0.6
Sodyum	en az-en çok	0.3-0.6
Nişasta Değeri	ND/100 kg en az	63
Tescil Tarihi : 10.8.1987		No: 2501-113

Kaynak: Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü Yem Kartları

Birinci model:

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

- 1- Melas yemin % 10'unu geçemez.
- 2- Miktar sınırlayıcısı 0.9980'dir.

Fabrikanın bu yem için kullandığı hammaddeler:

- |            |           |              |              |
|------------|-----------|--------------|--------------|
| - Arpa     | ( $X_3$ ) | - Melas      | ( $X_{10}$ ) |
| - Tapiyoka | ( $X_4$ ) | - Kireç Taşı | ( $X_{11}$ ) |
| - Kepek    | ( $X_5$ ) | - Tuz        | ( $X_{12}$ ) |
| - PTK      | ( $X_6$ ) |              |              |

Bu bilgilere göre kurulan model (EK-15) te verilmiştir.

**Çözüm:**

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 443 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.34 Çözümüne Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Arpa ( $X_3$ )	0.3576	35.76
Tapiyoka ( $X_4$ )	0.1860	18.60
PTK ( $X_6$ )	0.4230	42.30
Kireç Taşı ( $X_{11}$ )	0.0244	2.44
Tuz (NaCl) ( $X_{12}$ )	0.0070	0.70
Toplam	0.9980	99.80

Çözümüne girmeyen değişkenler:

-Kepek ( $X_5$ )

-Melas ( $X_{10}$ )

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$371 - 443 = - 72 \text{ TL/kg}$$

Bu yem için bulduğumuz optimal amaç değeri fiili maliyetten daha yüksek çıktığından sonuç negatif çıkmıştır.

Fabrikanın kullandığı aynı hammaddeleri kullanarak yaptığımız çözümde, analiz değerlerini sağlayan ve hammadde oranının yemde % 99.80 olduğu bir rasyonun, bulduğumuz 443 TL/kg maliyetten daha az bir maliyetle üretilmesi fiziki olarak mümkün değildir. Bu durum "*Sonuçların Değerlendirilmesi*" konusunda incelenecektir.

#### İkinci Model:

Analiz değerleri dışındaki sınırlayıcılar:

1- Melas yemin % 10'unu geçemez.

2- Miktar sınırlayıcısı 0.9980'dir.

Bu model (EK-16)da verilmiştir.

#### Çözüm:

Amaç Değeri:

$$F_{\min} = 425 \text{ TL/kg}$$

Tablo 4.35 Çözüme Giren Yem Hammaddeleri ve Miktarları

Hammadde	Miktar	Oran %
Buğday (X <sub>1</sub> )	0.0922	9.22
Tapiyoka (X <sub>4</sub> )	0.4140	41.40
PTK (X <sub>6</sub> )	0.4020	40.20
Soya Küspesi (X <sub>8</sub> )	0.0597	5.97
Kireç Taşı (X <sub>11</sub> )	0.0236	2.36
Tuz (NaCl) (X <sub>12</sub> )	0.0065	0.65
Toplam	0.9980	99.80

Çözüme girmeyen değişkenler:

- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| - Mısır (X <sub>2</sub> )     | - Melas (X <sub>10</sub> )         |
| - Arpa (X <sub>3</sub> )      | - Bitkisel Yağ (X <sub>13</sub> )  |
| - Kepek (X <sub>5</sub> )     | - D C P (X <sub>14</sub> )         |
| - A T K (X <sub>7</sub> )     | - Kırmızı Biber (X <sub>15</sub> ) |
| - Balık Unu (X <sub>9</sub> ) |                                    |

Fiili maliyet ile optimal çözüm arasındaki fark:

$$371 - 425 = - 54 \text{ TL/kg}$$

Birinci modelde olduğu gibi bu modelde de bulunan maliyet, fiili maliyetten yüksek çıkmıştır.

Birinci modelden farklı olarak arpa yerine buğday ve ilave olarak soya küspesi kullanılarak maliyet 425 TL/kg'a düşürülebilmektedir. Bu yemin maliyetinin 371 TL/kg'a düşürülebilmesi ise bu fiyattaki hammaddelerle mümkün değildir.

#### 4.7 Sonuçların Değerlendirilmesi

Örnek uygulamamız için seçtiğimiz yemlerin minimum maliyetle üretilebilmesi için kurduğumuz modellerin sonuçlarını fiili maliyetler ile karşılaştırmak için, ele aldığımız yemleri iki ana gruba ayırmak suretiyle bir değerlendirmesini şöyle yapabiliriz.

##### 1- Kanatlı Hayvan Yemleri

Bu tür yemler ile kanatlı olan I. ve II. dönem yumurta tavuk, piliç, civciv gibi kümes hayvanlarının yemleri ifade edilmektedir. Kanatlı kümes hayvanları, yemlerini gagaları ile alıp yemek suretiyle değil, gagaları ile yemliktaki daneli yemlere vurup bunları ağızlarına girecek

şekilde fırlatmak suretiyle yemektirler. Bu durumda kanatlı yemlerinin daneli olması gerekmektedir.

Yem Sanayii T.A.Ş. Erzurum Yem Fabrikasının toz halindeki kanatlı yemlerini peletleyecek, yani buhar ve basınç ile sıkıştırıp daneli hale getirecek imkanları olmadığı için, tapiyoka ve daha az tozlu olan kepek gibi daneli olmayan yem maddelerini kullanamamaktadır. Pamuk tohumu küspesi (PTK) ise kanatlılar için zehirleyici olan Gossypol maddesi ihtiva ettiğinden kanatlılar için kullanılmamaktadır.

Tablo 4.36 Kanatlı Yemlerinin Fiili Maliyetlerinin, Optimal Çözüm Maliyetleri ile Karşılaştırılması

Yem Çeşitleri	Fiili Maliyet TL/kg	Modeller	Opt. Çöz.Gir. Hammadde Sayısı	Opt. Çöz. Maliyeti TL /kg	Opt. Çöz. Sağlayacağı Tasarruf (%)
Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi	591	I. Model	7	499	15.57
		II. Model	7	499	15.57
Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi	562	I. Model	6	479	14.77
		II. Model	7	479	14.77
Yumurta Cıvciv Yemi	612	I. Model	6	568	7.19
		II. Model	6	568	7.19
Piliç Büyütme Yemi	550	I. Model	6	502	8.73
		II. Model	8	484	12.00
Piliç Geliştirme Yemi	511	I. Model	6	457	10.57
		II. Model	9	439	14.10

Yemlerin Tablo 4.36'daki tasarruf yüzdelerine ve optimal çözüme giren hammadde sayısı ile bunların ne tür bir hammaddede (tozlu veya daneli) olduğuna bakmak suretiyle kanatlı yemleri için aşağıdaki değerlendirmeleri yapabiliriz.

a) **Yumurta Tavuk I. Dönem Yemi** : Bu yem için kurulan her iki modelin yapılan optimal çözümü sonucunda, aynı yem hammaddeleri iki modelde de aynı miktarda bulunduğundan maliyetleri de aynı çıkmıştır. Bu durumda modellerin tasarruf bakımından birbirine üstünlüğü yoktur. Ancak fiili üretime göre üstünlükleri vardır. Bu üstünlüklerden birincisi, daha az sayıda hammadde kullanılması, ikincisi ise % 15.57 gibi bir tasarruf sağlamasıdır. Ayrıca, modele giren hammaddeler fabrikanın kullandığı daneli (tozsuz) hammaddelerden olduğundan peletlemeye de gerek yoktur.

b) **Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi**: Bu yemde de maliyet veya tasarruf açısından iki modelin birbirine üstünlüğü olmamakla beraber fabrikanın üretim tekniği açısından ve kullanılan hammaddelere göre iki model arasındaki bir üstünlük olabilir. Şöyleki:

İkinci modelimizde birinci modelden farklı olarak toz halindeki tapiyoka hammaddesi de çözüme girmiştir. Fabrika birinci modelde bol miktarda (% 82.8 oranında) kullanılan temel insan yiyeceği olan buğdayı, sosyal amaçları göz önüne alarak kullanmak istemezse peletleme ünitesine sahip olması gerekir. Çünkü ikinci modelde (belirli bir oranda) buğday yerine tapiyoka ikame edilmiştir. Peletleme ünitesine sahip olmayan bir fabrika sosyal amaçları göz önüne almadan birinci modeli tercih edecektir. Uygulama yaptığımız yem fabrikası için de aynı şeyleri söyleyebiliriz. Ancak uzun dönemde peletleme ünitesinin kanatlı yemlerini de peletleyecek şekilde düzenlenmesi imkanlarının araştırılması, buğdayın yem hammaddesi olarak tüketimini azaltmak için gereklidir. Yaptığımız optimal çözüm sonucu her iki model de, fiili üretime göre % 14.77'lik bir tasarruf sağlayacaktır.

c) **Yumurta Cıvıv Yemi** : Bu yem için kurulan iki modelde de yumurta tavuk I. dönem yeminde olduğu gibi tasarruf bakımından fark olmamakla beraber, modeller, fiili üretimde kullanılanlardan daha az ve daha tozsuz hammaddeler kullanıldığından üstün sayılabilir. Fiili maliyetten daha düşük bir maliyet bulunduğundan % 7.19'luk bir tasarruf sağlamak mümkündür.

d) **Piliç Büyütme Yemi**: Bu yem için kurduğumuz iki modelden ikincisi tasarruf bakımından birinci modele göre avantajlı ancak hammadde açısından dezavantajlıdır. Fakat bu durumda da her iki model fiili maliyete göre avantajlı olup birinci model % 8.73, ikinci modelimizde ise, % 12.00'lik bir tasarruf sağlamaktadır.

Dezavantaj, ikinci modelde birinci modelden daha fazla sayıda hammadde kullanılması ve tozlu hammaddeler içermesindedir. Fazla sayıda hammaddenin kullanılması, tedarikte zorluklar olması durumunda üretimin durmasına sebep olabilecektir. Tozlu hammaddeler olması durumunda ise peletleme gerekecektir. Kanatlılar için peletleme ünitesine sahip olmayan uygulama yaptığımız fabrika gibi bir fabrika birinci modeli tercih etmek zorunda kalacaktır. Bu durumda yine fiili üretimde kullanılanlardan daha az sayıda hammadde kullanılmış olacak ancak ikinci model teknolojik yetersizlikten dolayı kullanılmadığından % 3.27'lik bir tasarruf kaybı meydana gelecek ve % 8.73'lük bir tasarrufla yetinilecektir.

e) **Piliç Geliştirme Yemi**: Bu kanatlı yemi de piliç büyütme yeminde olduğu gibi ikinci modeli birinci modeline göre tasarruf bakımından daha avantajlı ancak birinci modele göre üç kalem daha fazla hammadde içermesinden dolayı dezavantajlıdır Yukarıda da belirtildiği gibi, hammadde sayısı arttıkça tedarik probleminin ortaya çıkma ihtimali daha çoktur. Ayrıca tapiyoka gibi oldukça tozlu bir maddenin olması da peletlemeyi gerektirecektir.

Uygulama yaptığımız fabrika, teknik olarak kanatlı yemlerini peletleyemediğinden ikinci modeli kullanamayacak ve bundan dolayı % 3.53'lük bir tasarruf kaybına uğrayacaktır. Ancak yine de fiili üretimden daha az sayıda hammadde kullanacak ve netice de % 10.57'lik bir tasarruf sağlayacaktır.

## 2- Büyükbaş Hayvan Yemleri

Uygulamamıza konu olan yemlerden kanatlı yemleri haricinde kalan yemleri bu sınıfa dahil etmekteyiz. Büyükbaş hayvanlar, yemlerini dudakları ve dilleri ile yediklerinden, yemlerinin kanatlı yemleri gibi daneli olmaları gerekmeyip tozlu yemleri de yiyebilirler. Ancak yemin yine de peletlemeden geçirilmesi daha rahat yenmesi bakımından iyi olmaktadır. Uygulama yaptığımız fabrikada büyükbaş hayvanlar için peletleme yapan bir ünite vardır. Pamuk tohumu küspesinin (PTK) kuzu-buzağılarda kullanılması, kanatlılarda olduğu gibi sakıncalıdır. Ancak süt ve besi yemlerinde kullanılmalarında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır<sup>(54)</sup>.

Yukarıda olduğu gibi optimal sonuçların fiili maliyetler ile karşılaştırılması sonucu elde edilecek tasarruf oranları Tablo 4.37'de gösterilmiştir.

Tablo 4.37 Büyükbaş Yemlerinin Fiili Maliyetlerinin, Optimal Çözüm Maliyetleri ile Karşılaştırılması

Yem Çeşitleri	Fiili Maliyet TL/kg	Modeller	Opt. Çöz.Gir. Hammadde Sayısı	Opt. Çöz. Maliyeti TL /kg	Opt. Çöz. Sağlayacağı Tasarruf (%)
Kuzu-Buzağı Başlangıç Yemi	482	I. Model	6	482	0
		II. Model	6	482	0
Kuzu-Buzağı Büyütme Yemi	419	I. Model	5	396	5.5
		II. Model	7	382	8.8
Üresiz Süt Yemi	433	I. Model	5	408	5.8
		II. Model	6	408	5.8
Üresiz Besi Yemi	371	I. Model	5	443	-19.4
		II. Model	6	425	-14.6

Yemlerin tablodaki tasarruf yüzlerine ve optimal çözüme giren hammadde sayısına ve bunların nasıl tür bir hammadde (tozlu veya daneli) olduklarına bakarak aşağıdaki değerlendirmeleri yapabiliriz.

a) **Kuzu-Buzağı Başlangıç Yemi:** Bu yem için kurulan iki modelin maliyetleri fiili maliyet ile aynı olduğundan tasarruf sözkonusu değildir. Yemde kullanılan hammadde sayıları aynı olmakla beraber oranları ve türleri değişiktir. Bulduğumuz bu rasyonlardan birisinin fabrikanın kullandığı rasyon olabileceğini maliyetlerinin aynı çıkmasından dolayı söylememiz mümkün değildir. Ancak yine de bu iki rasyondan ikincisinin tercih edilmesinde, yukarıda belirtildiği gibi yemde kullanılan buğday tüketiminin azaltılması amacıyla, buğday oranının daha düşük olması rol oynayabilir.

(54) Şenel, a.g.e., s. 278

**b) Kuzu-Buzağı Büyütme Yemi:** Bu yem için kurduğumuz her iki model sonucunda bulduğumuz optimal çözüm değerlerimiz farklı çıkmıştır. Birinci model, tasarruf açısından ikinci modele göre daha düşük olmakla birlikte, hammadde açısından daha avantajlıdır.

İkinci modelde, birinci modele göre daha fazla sayıda hammadde kullanılarak daha yüksek tasarruf sağlanmaktadır. Yem hammaddelerinin tedarikinde problem yoksa ikinci modelin birinci modeli tercih edilmesi gerekir. Bu durumda buğday tüketilmemiş olması da ayrı bir avantajdır. Optimal çözüm ise fiili maliyete göre ise % 8.8'lik bir tasarruf sağlamaktadır.

**c) Üresiz Süt Yemi :** Kurulan her iki modelin maliyetleri optimal çözüm sonucunda aynı çıkmıştır. Birinci modelde kullanılan hammadde sayısı az, ancak ikinci modele göre buğday tüketimi daha fazladır. Hammadde tedarik probleminin olmayacağı kabul edilirse ikinci modeli seçmek daha doğru olacaktır. Böylece buğdaydan da daha az kullanılmış ve fiili duruma göre % 5.8'lik bir tasarruf sağlanmış olacaktır.

**d) Üresiz Besi Yemi:** Bu yem için kurduğumuz her iki modelin çözümüyle bulduğumuz maliyetler fiili maliyetten daha yüksek çıkmıştır. Yukarıda incelediğimiz sekiz yemin yedisinde bulduğumuz maliyetlerden yüksek bir maliyetle üretim yapan fabrikanın en çok sattığı üresiz besi yeminde düşük maliyetle üretim yapmakta olması söz konusu yem de bulunduğu bildirilen bileşim değerlerinin nasıl sağlandığı konusunda şüphelere yol açmaktadır.

Üresiz besi yemi için birinci modelin kurulmasında fabrikanın bu yem için kullanmakta olduğu yem hammaddelerini kullandığımız halde 433 lira gibi bir maliyet bulmamız, fiili olarak, bu hammaddeler ile sözkonusu yem için gerekli olduğunu varsaydığımız bileşim değerlerini karşılamamız ancak bu maliyet (433 TL/kg) ile mümkün olduğunu ifade eder. Diğer bir ifadeyle üresiz besi yemi için, fabrikanın kullandığı hammaddeler ile bu yem için gerekli analiz değerlerinde belirtilen oranları sağlamamız 371 TL/kg maliyet ile fiziki olarak mümkün değildir.

Ayrıca ikinci modelimizde fabrikanın sözkonusu yem için kullandığı yem hammaddelerinden nisbeten daha ucuz buğday gibi hammaddeleri kullanarak maliyeti ancak 425 TL/kg'a düşürebilmemiz ki, bu maliyet fiili maliyetten yine yüksektir, analiz değerlerinin sağlandığı konusundaki şüphelerimize haklılık ve gerçeklik kazandırmaktadır.

Kısaca; Erzurum Yem Fabrikasının ürettiği üresiz besi yeminin, analiz değerlerinde belirtilen özellikleri taşımadığını ve besi hayvanları için rasyonel fayda sağlayan bir yem olmadığını söyleyebiliriz.



## SONUÇ

Üretim planlama ve kontrolunda maliyetin minimize edilmesinin, doğrusal programlama metoduyla gerçekleştirilmesi ve sağlanacak tasarrufların görülmesi çalışmamızın amacını meydana getirmektedir.

Birinci bölümde üretim yönetiminin tanımı, tarihçesi ve diğer alt birimlerle olan ilişkileri üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde işletmelerde üretim planlaması ve kontrolunun mahiyeti, üretim planlaması kontrolunda kullanılan modeller ve kullanım alanları üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde üretim planlamasında kullanılan metodlardan birisi olan doğrusal programlama modelinin tanımı, tarihçesi, unsurları , varsayımları ve matematiksel ifadesi ile çözüm teknikleri incelenmiş ve bir örnek problem çözümüne yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde örnek uygulama yapılmış, uygulamanın yapıldığı işletmede üretilen ürünler hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca her ürün için kurulan iki ayrı modelin çözümleri bulunup hammadde maliyetleri minimize edilmeye çalışılmış elde edilen sonuçlar fiili maliyetler ile karşılaştırılmıştır.

Şehirleşme ve yapılaşma alanlarının artmasından dolayı tarım ve mera alanlarının azalmasıyla, ayrıca arazisi olanların da endüstriyel tarım maddeleri üretmelerinden, çayır ve diğer yeşil otlardan hayvan yemi olarak yararlanma imkanları gün geçtikçe azalmaktadır.

Bu yüzden süt ve besicilik, yumurta ve et piliççiliği vb. ile uğraşanlar için fabrika yemi olarak bilinen karma yem, önemli bir yer tutar. Yem sanayii alanında üretimin kalite ve kantite bakımından iyileşmesini yapmak ülkemizin tarım politikası için bir zorunluluktur.

Erzurum Yem Fabrikası, Yem Sanayii T.A.Ş.'nin yıllık kapasite bakımından İstanbul, Ankara ve Bursadan sonra gelen 40 000 Ton/yıl'lık kapasiteye sahip üç fabrikasından biridir. Hayvancılığın yaygın olduğu Doğu Anadolu Bölgesinin ihtiyaçlarını karşılaması için kurulan fabrika, bölge halkına hizmet etmek ve diğer özel yem fabrikalarıyla rekabet edebilmek için satış fiyatlarını düşük tutmakta, Genel Müdürlüğün göndermiş olduğu bu fiyatlar bazen sadece hammadde maliyetininin 50-100 lira üzerinde tesbit edilmekte yani zararına satış söz konusu olmaktadır.

Çalışma sözkonusu fabrikada üretilen yemlerde, maliyetin büyük bir kısmını oluşturan hammadde maliyetini minimize etmek için Doğrusal Programlama tekniği kullanarak minimum maliyetli yem rasyonları hazırlamak ve bu rasyonların ne kadar tasarruf sağlayacağını bulmak için yapılmıştır. Çalışmamızda Erzurum Yem Fabrikasında en çok üretilen ve tüketilen dokuz ayrı yemin her biri için iki ayrı model kurulmuştur. Modellerden birincisi fabrikanın sözkonusu



yemler için kullandığı hammaddelerden oluşan model, ikincisi ise fabrikanın kullandığı bütün hammaddelerden oluşan modeldir. Modeller kurulurken yemlerde bulunması gereken maddeler olarak standart yem bileşim değerleri ve bazı hammaddelerin özelliklerinden dolayı sınırlı kullanılmaları gerektiği (melas gibi) ve hammadde temininde güçlüklerin ve kısıtlamaların olmadığı gibi bazı varsayımlardan hareket edilmiştir.

Çalışma sonucunda fiili maliyetlerin yüksek oluşunun nedenleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1- Yem rasyonlarının (bileşimlerinin) Yem Sanayi T.A.Ş Genel Müdürlüğünün gönderdiği formüldeki oranlara göre yapılması mecburiyeti: Genel Müdürlüğün yem rasyonlarında temel insan gıdası olan buğdayın tüketimini azaltmak için buğdaya göre daha yüksek fiyatlı olan mısır, soya küspesi, pamuk tohumu küspesi veya ayçiçeği tohumu küspesi gibi hammaddeleri yem içinde daha fazla oranda kullanıp buğday oranını azaltması ,maliyetleri artırmaktadır.

2- Teknolojik Yetersizlik: Özellikle kanatlı hayvanlar yemlerinde ve kuzu-buzağı yemlerinin peletlenmesi mümkün olmadığından tozlu hammaddeler kullanılmaması ve daneli yemlerin daha pahalı olmasından kaynaklanan maliyet yüksekliliği, ürün maliyetlerini artırmaktadır.

Yukarıda sayılan yüksek maliyet sebeplerini ortadan kaldırmak için önerilebilecek hususlar şunlardır:

1- Yem rasyonlarının, Genel Müdürlük yerine fabrika bünyesinde, ancak Genel Müdürlüğün çeşitli hayvan yemleri için belirttiği, yemde bulunması gereken maddeler dikkate alınarak kurulması sağlanmalıdır.

2- Üretim kayıplarının azalması ve rasyona giren maddelerin tam olarak ölçülebilmesi için mekanik tartılar yerine daha hassas ölçüm yapan elektronik tartılar kullanılması ve özellikle kanatlı hayvan yemlerinin peletlenmesinin sağlanması için gerekli teknoloji kullanılmalıdır.

3- Fabrikaya, kış ve sonbahar dönemlerindeki fiyat artışlarından etkilenmemesi ve yem hammaddelerinin ucuz olduğu yaz aylarında bir dönem kullanılabilir hammadde temin edilmesi için gerekli ve yeterli bir sermaye sağlanmalıdır.

## **SUMMARY**

Production planning and control are one of the first activity from the point of productivity and profitability for businesses. The minimization of the costs of raw materials plays important role in production planning and control.

It is aimed to study the amount of savings to be obtained by minimizing the costs of raw materials which are used for the production of nine fodder in Erzurum Fodder Factory of Turkish Fodder Industry Corporation.

Two different models established for each fodder, and fodder analysis values and some other conditions are accepted as constraints which are necessary in the models. The first models established on the basis of raw materials used in the factory, and the second models established on the basis of probable raw materials used for production. Additive materials are not included to both models.

According to optimal solutions, in the first period egg- hen fodder 15.57 %, in the second period egg- hen fodder 14.77 %, in the egg- chick fodder 7.9 %, in the chicken grow fodder 12 %, in the chicken develop fodder 14.10 %, in the lamb- calf grow fodder 8.8 %, and in the urealess milk fodder 5.8 %, savings can be obtained.

The results of the optimal solution for lamb- calf start fodder is equal to actual cost, therefore there is not savings. Optimal solution value for urealess nourishment fodder is much higher actual cost. However the urealess nourishment fodder analysis values were not physically possible to find of less than optimal solution costs, so it is concluded that of factory does not satisfy the analysis values.

At the end of the study, some purposals put forward in order to reduce production cost in the factory.

**EK- 1 :Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi****Birinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :**  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :**  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 14$
- Lysine Sınırı :**  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.60$
- Methi.+ Sis. Sınırı :**  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.50$
- Ham Selüloz Sınırı :**  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 7$
- Ham Kül Sınırı :**  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 13$
- Kalsiyum Sınırı-1 :**  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 3$
- Kalsiyum Sınırı-2 :**  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 4$
- Fosfor Sınırı :**  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.50$
- Sodyum Sınırı-1 :**  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :**  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Tuz Sınırı :**  $100X_{12} \leq 0.4$
- Met. Ene. Sınırı :**  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} + 8800X_{13} + 2400X_{15} \geq 2750$
- Melas Sınırı :**  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :**  $X_1 + X_2 + X_3 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.997$
- Amaç Fonksiyonu :**  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :**  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

**Ek-2 : Yumurta Tavuk II. Dönem Yemi****İkinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 88X_4 + 89X_5 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 14$
- Lysine Sınırı :  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 0.07X_4 + 0.60X_5 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.60$
- Methi.+ Sis. Sınırı :  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 0.06X_4 + 0.43X_5 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.50$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 7$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 13$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 3$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 4$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.50$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Tuz Sınırı :  $100X_{12} \leq 0.4$
- Met. Ene. Sınırı :  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 3150X_4 + 1600X_5 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} + 8800X_{13} + 2400X_{15} \geq 2750$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.997$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

**EK- 3 : Yumurta Cıvıv Yemi****Birinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 88X_2 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 98X_{14} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} \geq 20$
- Lysine Sınırı :  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.85$
- Methi.+ Sis. Sınırı :  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.65$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 23X_7 + 7X_8 \leq 6$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} \leq 8$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 0.6$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 1.2$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.6$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Tuz Sınırı :  $100X_{12} \leq 0.35$
- Met.Ene. Sınırı :  $3050X_1 + 3350X_2 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} \geq 2800$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{14} = 0995$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 1325X_{14}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, \dots, X_{14} \geq 0$

**Ek- 4 : Yumurta Cıvıv Yemi****İkinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :**  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 88X_4 + 89X_5 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :**  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 20$
- Lysine Sınırı :**  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 0.07X_4 + 0.60X_5 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.85$
- Methi.+ Sis. Sınırı :**  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 0.06X_4 + 0.43X_5 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.65$
- Ham Selüloz Sınırı :**  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 6$
- Ham Kül Sınırı :**  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 8$
- Kalsiyum Sınırı-1 :**  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 0.6$
- Kalsiyum Sınırı-2 :**  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 1.2$
- Fosfor Sınırı :**  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :**  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :**  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Tuz Sınırı :**  $100X_{12} \leq 0.35$
- Met. Ene. Sınırı :**  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 3150X_4 + 1600X_5 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} + 8800X_{13} + 2400X_{15} \geq 2800$
- Melas Sınırı :**  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :**  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.995$
- Arpa Sınırı :**  $X_3 \leq 0.30$
- Amaç Fonksiyonu :**  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :**  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

**EK- 5 : Piliç Büyütme Yemi****Birinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 98X_{14} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} \geq 16$
- Lysine Sınırı :  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.70$
- Methi.+ Sis. Sınırı :  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.55$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 7$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} \leq 8$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 0.6$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 1.5$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Tuz Sınırı :  $100X_{12} \leq 0.35$
- Meta.Ene.Sınırı :  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} \geq 2750$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{14} = 0.996$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 1325X_{14}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{14} \geq 0$

**Ek- 6 : Piliç Büyütme Yemi****İkinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 88X_4 + 89X_5 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 16$
- Lysine Sınırı :  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 0.07X_4 + 0.60X_5 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.70$
- Methi.+ Sis. Sınırı :  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 0.06X_4 + 0.43X_5 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.55$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 7$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 8$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 0.6$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 1.5$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Tuz Sınırı :  $100X_{12} \leq 0.35$
- Met. Ene. Sınırı :  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 3150X_4 + 1600X_5 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} + 8800X_{13} + 2400X_{15} \geq 2750$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.996$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$



**EK- 7 : Piliç Geliştirme Yemi****Birinci Model :**

- Su Sınırı :  $10X_1 + 12X_2 + 10X_3 + 11X_5 + 10X_7 + 11X_8 + 8X_9 + 20X_{10} + 2X_{11} + 2X_{14} \leq 13$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} \geq 13$
- Lysine Sınırı :  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 0.60X_5 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.60$
- Methi.+ Sis. Sınırı :  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 0.43X_5 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.46$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 \leq 7$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} \leq 8$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 1$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 2$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.10$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.30$
- Meta.Ene. Sınırı :  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 1600X_5 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} \geq 2750$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_5 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{14} = 0997$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 1325X_{14}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{14} \geq 0$

**EK- 8 : Piliç Geliştirme Yemi****İkinci Model :**

- Su Sınırı :  $10X_1 + 12X_2 + 10X_3 + 12X_4 + 11X_5 + 10X_7 + 11X_8 + 8X_9 + 20X_{10} + 2X_{11} + 2X_{14} + 9X_{15} \leq 13$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 13$
- Lysine Sınırı :  $0.40X_1 + 0.28X_2 + 0.25X_3 + 0.07X_4 + 0.60X_5 + 1.10X_7 + 2.40X_8 + 5X_9 \geq 0.60$
- Methi.+ Sis. Sınırı :  $0.45X_1 + 0.38X_2 + 0.37X_3 + 0.06X_4 + 0.43X_5 + 1.30X_7 + 1.10X_8 + 2.60X_9 \geq 0.46$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 7$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 8$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 1$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 2$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.1$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.3$
- Met. Ene. Sınırı :  $3050X_1 + 3350X_2 + 2750X_3 + 3150X_4 + 1600X_5 + 1800X_7 + 2300X_8 + 3000X_9 + 2000X_{10} + 8800X_{13} + 2400X_{15} \geq 2750$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.05$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.997$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

**EK-9 : Kuzu - Buzağı Başlangıç Yemi****Birinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 90X_3 + 89X_5 + 90X_7 + 89X_8 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 10.5X_3 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 8X_{10} \geq 19$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 6.5X_3 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 \leq 10$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 3X_3 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} \leq 8$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.07X_3 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 0.10X_{10} + 35X_{11} \geq 1$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.07X_3 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 0.10X_{10} + 35X_{11} \leq 2$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.4X_3 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 0.02X_{10} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.2$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.4$
- Nişasta Değ. Sınırı :  $75X_1 + 73X_3 + 50X_5 + 54X_7 + 70X_8 + 52X_{10} \geq 65$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.10$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_3 + X_5 + X_7 + X_8 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 0.997$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 460X_3 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_3, \dots, X_{12} \geq 0$

**EK- 10 : Kuzu - Buzluğu Başlangıç Yemi****İkinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 88X_4 + 89X_5 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 19$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 10$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 8$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 1$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 2$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.2$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.4$
- Nişasta Değ. Sınırı :  $75X_1 + 77X_2 + 73X_3 + 71X_4 + 50X_5 + 54X_7 + 70X_8 + 78X_9 + 52X_{10} \geq 65$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.10$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.997$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

**EK- 11 : Kuzu - Buzacı Büyütme Yemi****Birinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 89X_5 + 90X_7 + 89X_8 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 8X_{10} \geq 17$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 \leq 10$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} \leq 10$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 0.10X_{10} + 35X_{11} \geq 1$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 0.10X_{10} + 35X_{11} \leq 2$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 0.02X_{10} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.20$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.40$
- Niştasta Değe. Sınırı :  $75X_1 + 50X_5 + 54X_7 + 70X_8 + 52X_{10} \geq 58$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.10$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_5 + X_7 + X_8 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 0.997$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_5, \dots, X_{12} \geq 0$

**EK- 12 : Kuzu - Buzağı Büyütme Yemi****İkinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 88X_4 + 89X_5 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 17$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 10$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 10$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 1$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 2$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.2$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.4$
- Nişasta Değ. Sınırı :  $75X_1 + 77X_2 + 73X_3 + 71X_4 + 50X_5 + 54X_7 + 70X_8 + 78X_9 + 52X_{10} \geq 58$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.10$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.997$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

**EK- 13 : Üresiz Süt Yemi****Birinci Model :**

- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 30X_6 + 8X_{10} \geq 16$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 17X_6 \leq 14$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_6 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} \leq 9$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.20X_6 + 0.10X_{10} + 35X_{11} \geq 0.7$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.20X_6 + 0.10X_{10} + 35X_{11} \leq 1.6$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_6 + 0.02X_{10} \geq 0.6$
- Sodyum Sınırı :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.03X_6 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.4$
- Nişasta Değeri Sınırı:  $75X_1 + 73X_3 + 71X_4 + 50X_5 + 56X_6 + 52X_{10} \geq 63$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.10$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 0.998$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 530X_6 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_3, \dots, X_{12} \geq 0$

**EK- 14 : Üresiz Besi Yemi****İkinci Model :**

- Ham Protein Sınırı :  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 30X_6 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 16$
- Ham Selüloz Sınırı :  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 17X_6 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 14$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_6 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 9$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.20X_6 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 0.70$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.20X_6 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 1.60$
- Fosfor Sınırı :  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_6 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı :  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.03X_6 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.40$
- Nişasta Değ. Sınırı :  $75X_1 + 77X_2 + 73X_3 + 71X_4 + 50X_5 + 56X_6 + 54X_7 + 70X_8 + 78X_9 + 52X_{10} \geq 63$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.10$
- Miktar Sınırı :  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.998$
- Amaç Fonksiyonu :  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 530X_6 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$



**EK- 15 : Üresiz Besi Yemi****Birinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :  $90X_3 + 88X_4 + 89X_5 + 91X_6 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :  $10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 30X_6 + 63X_9 + 8X_{10} \geq 17$
- Ham Selüloz Sınırı :  $6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 17X_6 \leq 14$
- Ham Kül Sınırı :  $3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_6 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} \leq 9$
- Kalsiyum Sınırı-1 :  $0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.20X_6 + 0.10X_{10} + 35X_{11} \geq 1$
- Kalsiyum Sınırı-2 :  $0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.20X_6 + 0.10X_{10} + 35X_{11} \leq 2$
- Fosfor sınırı :  $0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_6 + 0.02X_{10} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :  $0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.03X_6 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.30$
- Sodyum Sınırı-2 :  $0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.03X_6 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.60$
- Nişasta Değ. Sınırı :  $73X_3 + 71X_4 + 50X_5 + 56X_6 + 52X_{10} \geq 63$
- Melas Sınırı :  $X_{10} \leq 0.10$
- Miktar Sınırı :  $X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 0.998$
- Amaç Fonksiyonu :  $460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 530X_6 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12}$
- Pozitiflik Şartı :  $X_3, X_4, \dots, X_{12} \geq 0$

**EK- 16 : Üresiz Besi Yemi****İkinci Model :**

- Kuru Madde Sınırı :**  $90X_1 + 88X_2 + 90X_3 + 88X_4 + 89X_5 + 91X_6 + 90X_7 + 89X_8 + 92X_9 + 80X_{10} + 98X_{11} + 100X_{12} + 100X_{13} + 98X_{14} + 91X_{15} \geq 88$
- Ham Protein Sınırı :**  $11.5X_1 + 9X_2 + 10.5X_3 + 3X_4 + 13X_5 + 30X_6 + 29X_7 + 44X_8 + 63X_9 + 8X_{10} + 14X_{15} \geq 17$
- Ham Selüloz Sınırı :**  $3.5X_1 + 3X_2 + 6.5X_3 + 4.5X_4 + 10X_5 + 17X_6 + 23X_7 + 7X_8 + 22X_{15} \leq 14$
- Ham Kül Sınırı :**  $3X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 3X_4 + 5X_5 + 7X_6 + 7X_7 + 7X_8 + 19X_9 + 10X_{10} + 99X_{11} + 99X_{12} + 85X_{14} + 9X_{15} \leq 9$
- Kalsiyum Sınırı-1 :**  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.20X_6 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \geq 1$
- Kalsiyum Sınırı-2 :**  $0.05X_1 + 0.04X_2 + 0.07X_3 + 0.20X_4 + 0.10X_5 + 0.20X_6 + 0.44X_7 + 0.15X_8 + 4.5X_9 + 0.10X_{10} + 35X_{11} + 23X_{14} \leq 2$
- Fosfor Sınırı :**  $0.4X_1 + 0.22X_2 + 0.4X_3 + 0.1X_4 + 1.2X_5 + 1.2X_6 + 1.2X_7 + 0.65X_8 + 2.5X_9 + 0.02X_{10} + 18X_{14} \geq 0.60$
- Sodyum Sınırı-1 :**  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.03X_6 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \geq 0.30$
- Sodyum Sınırı-2 :**  $0.09X_1 + 0.02X_3 + 0.06X_5 + 0.03X_6 + 0.34X_8 + 0.18X_9 + 1.17X_{10} + 40.02X_{11} \leq 0.60$
- Niştasta Değ. Sınırı :**  $75X_1 + 77X_2 + 73X_3 + 71X_4 + 50X_5 + 56X_6 + 54X_7 + 70X_8 + 78X_9 + 52X_{10} \geq 63$
- Melas Sınırı :**  $X_{10} \leq 0.10$
- Miktar Sınırı :**  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 0.998$
- Amaç Fonksiyonu :**  $445X_1 + 540X_2 + 460X_3 + 283X_4 + 265X_5 + 530X_6 + 570X_7 + 870X_8 + 1692X_9 + 200X_{10} + 50X_{11} + 102X_{12} + 2740X_{13} + 1325X_{14} + 4820X_{15}$
- Pozitiflik Şartı :**  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{15} \geq 0$

## KAYNAKLAR

*Kitaplar ve Dergiler*

- Aksoy, Ayhan ve Diğlerleri, *Yemler*, Atatürk Ün., Ziraat Fak. Zootečni Bölümü Yayınları, Erzurum 1981
- Aslan, Demir, *Üretim Ekonomisi ve Politikası*, Atatürk Ün., Yayın No: 396, Ankara 1975
- Barutçugil, İsmet, *Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri*, Genişletilmiş İkinci Baskı, Uludağ Ün., Yayın No: 3-054-0163, Bursa 1988
- Bierman, Harold ve Diğlerleri, *Quantitative Analysis for Business Decisions*, Fourth Edition, Richard D. Irwin Inc., Homewood Illinois 1973
- Broom, N.H., *Production Management*, Richard D. Irwin Inc., Homewood Illinois 1967
- Buffa, Elwood, *Modern Production Management*, Third Edition, John Wiley and Sons Inc., NewYork 1969
- Dantzig, B. George, *Linear Programming and Extensions*, Princeton University Press, New Jersey 1963
- Drucker, P., *Technology Management and Society*, Heinemann 1969
- Garvin, Walter W., *Introduction to Linear Programming*, McGraw-Hill Book Comp., NewYork 1960
- Gass, Saul I., *Linear Programming; Methods and Applications*, Fourth Edition, Mc Grav-Hill Inc., Tokyo 1975
- Gürdoğan, Nazif, *Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama ve Demir Çelik Endüstrisinde Bir Uygulama*, Ankara Ün., S.B.F., Yayın No: 473, Ankara 1981
- Harding, H.A., *Production Management*, Macdonald Evans, London 1976
- Kaçtıoğlu, Sibkat, *Doğrusal Programlama ve Ulaştırma Modeli*, Atatürk Ün., İ.İ.B.F. Araştırma Merkezi Ders Notları No: 141, Erzurum 1987
- Karayalçın, İlhami, "Yöneylem Araştırmasının Yapısı Özellikleri ve Kullanma Alanları", *Sevk ve İdare Dergisi*, Sayı No: 104, Nisan 1977
- King, I.R., *Production Planning and Control*, Pergamon Press, Oxford 1975
- Kobu, Bülent, *Üretim Yönetimi*, 6. Baskı, İstanbul Ün., Yayın No: 3424, İstanbul 1987
- Kobu, Bülent, *İşletme Matematiği- II*, İstanbul Ün., Yayın No: 1699, İstanbul 1971
- Lockyer, K.G., *Production Control in Practice*, Pitman Publishing Corp., U.S.A. 1975
- Niland, Powell, *Production Planning Scheduling and Inventory Control*, The Macmillan Co., U.S.A. 1970
- Öney, Erden, *Doğrusal Programlama ve Türk Ekonomisine Uygulama Denemesi*, Ankara Ün., S.B.F. Yayın No: 320, Ankara 1971
- Özgüven, Cemal, *Doğrusal Programlama*, Erciyes Ün., İ.İ.B.F. Yayın No:1, Kayseri 1986

- Reinfeld, Nyles V., *Production Control*, Prentice - Hall Inc., Englewood Cliff, New Jersey 1964, s. 48
- Şenel, H. Servet, *Hayvan Besleme*, İstanbul Ün., Veteriner Fak., Yayın No: 5, İstanbul 1986
- Taha, Hamdy A., *Operations Research an Introduction*, McMillian Publishing Co. Inc., New York 1982
- Toraman, Ayhan, *Doğrusal Programlamaya Giriş*, İşletme Fak., Yayın No: 34, Erzurum 1977
- Yelken, Nurettin, Hulusi Demir, *Üretim Planlaması ve Kontrolü*, Ege Ün., İşletme Fak., Yayın No: 133/2, Bornova 1978

#### ***Yıllık ve Broşürler***

- T.C. Maliye Bakanlığı Hazine Genel Müdürlüğü ve Milletlerarası İktisadi İşbirliği Teşkilatı Genel Sekreterliği, *Kamu İktisadi Teşebbüsleri ve İştirakleri Yıllığı*, Ankara, 1977
- Yem Sanayii Türk Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü, *Tüketici Broşürleri*, Ankara 1988
- Yem Sanayii Türk Anonim Şirketi Erzurum Yem Fabrikası İşletme Müdürlüğü, *Yem Kartları*, Erzurum 1987