

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDA SEKTÖRÜNDE ÜRETİM PLANLAMA: RAF  
ÖMRÜNÜN HESABA KATILMASI**

Matematik Müh. Ali ALİCAN

**FBE Matematik Müh. Anabilim Dalında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hülya ŞAHİNTÜRK**

İSTANBUL, 2009

## İÇİNDEKİLER

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| KISALTMA LİSTESİ .....                                        | iv   |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                           | v    |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                         | vi   |
| ÖNSÖZ.....                                                    | vii  |
| ÖZET.....                                                     | viii |
| ABSTRACT .....                                                | ix   |
| 1. GİRİŞ.....                                                 | 1    |
| 1.1 Konu ve Önemi.....                                        | 1    |
| 1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı.....                               | 1    |
| 2. İLERİ PLANLAMA VE ÇİZELGELEME SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ ..... | 2    |
| 2.1 APS Sistemlerinin Yapısı .....                            | 3    |
| 2.1.1 Genel Bilgilendirme.....                                | 3    |
| 2.1.2 Stratejik Ağ Dizaynı (SND) .....                        | 3    |
| 2.1.3 Talep Planlama (DP).....                                | 3    |
| 2.1.4 Üretim Planlama .....                                   | 3    |
| 2.1.5 Üretim Çizelgeleme .....                                | 4    |
| 2.1.6 Dağıtım Planlama .....                                  | 4    |
| 2.1.7 Nakliye Planlama.....                                   | 4    |
| 3. TAZE GIDA ENDÜSTRİSİ.....                                  | 5    |
| 3.1 Taze Gıda Endüstrisi Hakkında Genel Bilgilendirme .....   | 5    |
| 3.2 Taze Gıda Sektörünün Karakteristikleri .....              | 5    |
| 3.2.1 Ekonomik Karakteristikler .....                         | 5    |
| 3.2.2 Teknolojik Karakteristikler.....                        | 6    |
| 3.2.3 Sosyal Karakteristikler.....                            | 6    |
| 3.3 Tavukçuluk Sektörü.....                                   | 7    |
| 3.3.1 Tavuk Üretiminde İşlemler.....                          | 7    |
| 3.3.1.1 Hayvanların Taşınması .....                           | 7    |
| 3.3.1.2 Hayvanların Bayıltılması ve Kesilmesi .....           | 8    |
| 3.3.1.3 Haşlama ve Temizlik .....                             | 8    |
| 3.3.1.4 Soğutma .....                                         | 9    |
| 3.3.1.5 Kaba Kesim .....                                      | 9    |
| 3.3.1.6 İnce Kesim .....                                      | 9    |
| 3.3.1.7 Paketleme.....                                        | 10   |
| 3.3.1.8 Depolama ve Dağıtım .....                             | 10   |
| 4. TAZE GIDA ENDÜSTRİSİNDE RAF ÖMRÜ .....                     | 11   |

|                |                                                  |    |
|----------------|--------------------------------------------------|----|
| 4.1            | Raf Ömrünün Belirlenmesi.....                    | 11 |
| 4.2            | Tavukçuluk Sektöründe Raf Ömrü.....              | 11 |
| 4.3            | APS Sistemlerinde Raf Ömrü Entegrasyonu.....     | 11 |
| 4.3.1          | SAP APO Sistemi.....                             | 12 |
| 4.3.1.1        | SAP APO Sisteminde Raf Ömrü Entegrasyonu .....   | 12 |
| 4.3.2          | PeopleSoft EnterpriseOne.....                    | 13 |
| 5.             | TAVUKÇULUK SEKTÖRÜNDE RAF ÖMRÜ ENTEGRASYONU..... | 15 |
| 5.1            | Model Formülasyonu.....                          | 17 |
| 5.2            | Sayısal Sonuçlar.....                            | 25 |
| 6.             | SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....                       | 28 |
| KAYNAKLAR..... |                                                  | 30 |
| ÖZGEÇMİŞ ..... |                                                  | 31 |

## **KISALTMA LİSTESİ**

|      |                                  |
|------|----------------------------------|
| APS  | Advanced Planning Scheduling     |
| APO  | Advanced Planner and Optimizer   |
| BOM  | Bills of Material                |
| DP   | Demand Planning                  |
| EDI  | Electronic Data Interchange      |
| ERP  | Enterprise Resource Planning     |
| IT   | Information Technology           |
| LP   | Lineer Programlama               |
| MILP | Mixed Integer Lineer Programming |
| SC   | Supply Chain                     |
| SND  | Strategic Network Design         |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 5.1 Tavukçuluk sektörü için üretim prosesi.....      | 17 |
| Şekil 5.2 Planlama kapsamı takvimi.....                    | 19 |
| Şekil 5.3 Tavukçuluk modelinde kullanılan değişkenler..... | 20 |
| Şekil 5.4 Raf ömrüne bağlı gelir bileşeninin faktörü.....  | 30 |

## ÇİZELGE LİSTESİ

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Çizelge 5.1 Değişken listesi..... | 28 |
|-----------------------------------|----|

## ÖNSÖZ

Üretim Planlama konusu akademik çevrelerin çok ilgilendiği bir konu olmasına rağmen, raf ömrünün üretim planlamaya entegre edilmesiyle ilgili yapılan çalışmaların sayısı oldukça azdır. Günlük hayatta gıda üreticisi firmaların sürekli üzerinde durduğu bu konuyla ilgili bir çalışma yapmak benim mutluluğumdur. Bu çalışma süresince benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Hülya ŞAHİNTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla,

Ali ALİCAN

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, taze gıda sektörü için, raf ömrünün üretim planlamadaki önemini belirtmek ve örnek bir senaryodan yola çıkarak raf ömrünün İleri Planlama ve Çizelgeleme Sistemlerine nasıl entegre edilebileceğini incelemektir.

Tez çerçevesinde ilk önce APS (İleri Planlama ve Çizelgeleme) sistemleri tanıtılmış, bu sistemlerin tarihsel gelişimlerinden ve bugünkü yapısal özelliklerinden bahsedilmiştir. Tezin bir sonraki aşamasında, taze gıda endüstrisinin özelliklerine değinilmiş ve bu bağlamda örnek senaryo olarak ele alınan tavukçuluk sektörü için üretim süreçleri detaylı olarak incelenmiştir. Dördüncü bölümde raf ömrünün günümüz APS sistemlerinde hangi modüllerde ve nasıl yer aldığı gözlemlenmiş, modüller arasındaki çelişkiler gözler önüne serilmiştir. Bu incelemeler pazarın önde gelen iki firması SAP (System Applications and Products in Data Processing) ve PeopleSoft için yapılmıştır. Son olarak tavukçuluk sektörü baz alınarak MILP (Mixed Integer Linear Programming) yaklaşımıyla, raf ömrünün hesaba katıldığı bir matematik model üzerinde durulmuştur. Bu modeli oluşturan bütün kısıtlar birer birer incelenmiş, amaç fonksiyonundaki raf ömrüne bağlı fiyat bileşeninin önemine dikkat çekilmiştir. Ayrıca bu modelin zaman kapsamıyla ilgili olarak yetersiz olabileceği noktalar sonuçlar bölümünde belirtilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Raf Ömrü, Taze Gıda, Gıda Endüstrisi, APS Sistemleri

JÜRİ:

- 1.Doç.Dr. Hülya ŞAHİNTÜRK (Tez Danışmanı)
- 2.Yrd.Doç.Dr. İbrahim EMİROĞLU
- 3.Yrd.Doç.Dr. E.Mehmet ÖZKAN

Kabul tarihi:29.09.2009  
Sayfa Sayısı:40

## ABSTRACT

The aim of this thesis is to emphasise the importance of shelf life in production planning for fresh food industry and to show how shelf life can be integrated to APS systems with the help of a case study.

In this work, first, APS systems are introduced, their historical development and recent structure are mentioned. In the other section, fresh food industry's characteristics are remarked, in this sense, poultry industry processes which have been the case study for this work are analysed in detail. In the fourth section, today's APS system's shelf life integration is explained and conflicts between different modules are specified. This research is done for two leading company SAP (System Applications and Products in Data Processing) and PeopleSoft. At last, with the help of MILP (Mixed Integer Lineer Programming) approach, a mathematical model which integrates shelf life to production planing is explained. All the constraints are mentioned step by step. Importance of price dependent revenue component is emphasized. In the conclusion section, handicaps of time horizon of this case study are expressed.

**Keywords:** Shelf Life, Fresh Food, Food Industry, APS Systems

JÜRİ:

1.Doç.Dr. Hülya ŞAHİNTÜRK (Tez Danışmanı)

2.Yrd.Doç.Dr. İbrahim EMİROĞLU

3.Yrd.Doç.Dr. E.Mehmet ÖZKAN

Kabul tarihi:29.09.2009

Sayfa Sayısı:40

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Konu ve Önemi

Tüm dünyada yıllık cirosu 2,3 trilyon dolar olan gıda sektörü, yeryüzündeki en büyük endüstrilerden biri haline gelmiştir. Bu değerin yaklaşık olarak %50'si taze gıdalar olarak değerlendirilebilecek et, süt, balık, sebze, meyve, ekmek iş kollarına aittir. Hammadelerin, yarı mamüllerin, mamüllerin çeşitliliği, hammadelerin fiyat dalgalanmaları, değişik işleme yöntemlerine bağlı olarak sürekli değişebilen işlem süreleri taze gıda sektöründe üretim planlamayı zorlaştıran etkenlerden bazıları olarak sayılabilir ([www.gumruk.net](http://www.gumruk.net)). Bu bağlamda, taze gıda sektöründe, planlamadan sorumlu çalışanlar için İleri Planlama ve Çizelgeleme (APS) sistemleri büyük bir katma değer sağlayacak nesne olarak görülebilir. Ancak taze gıda sektöründeki İleri Programlama ve Çizelgeleme uygulamaları diğer iş kollarındaki uygulama oranlarına göre daha düşüktür. Bu durum APS sistemlerinin taze gıda sektöründeki ihtiyaçlara yönelik olarak yaratıcı çözümler sunamamasından kaynaklanmaktadır.

Taze gıda sektöründe üretim planlamayı karmaşık kılan en önemli etken, mamüllerin belirli bir raf ömrüne sahip olmalarıdır. Buna bağlı olarak müşteriye son kullanma tarihi daha ileri olan bir ürünü sunmak her zaman rekabette avantaj sağlayacak bir etkendir. Dolayısıyla raf ömrü bu sektördeki APS uygulamaları için kritik bir konudur. APS sistemlerine raf ömrünün entegre edilmesi konusu çok az yazar tarafından ele alınmış bir konudur.

### 1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu tezin amacı tavukçuluk sektörünü baz alan örnek bir senaryodan yola çıkarak, gıda sektöründe raf ömrünün APS sistemlerine nasıl entegre edilebileceğine dair bir çalışma sunmaktır. Örnek senaryoda tavukçuluk sektörünün ihtiyaçları, üretim süreçleri detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu senaryoda üretim planlama süreci raf ömrü parametresi de hesaba katılarak ele alınmış ve Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama Problemi (MILP) modeliyle çözüm aranmıştır. Bugüne kadar raf ömrüyle ilgili olarak yapılan kısıtlı sayıdaki çalışmalarda model olarak Ekonomik Lot Çizelgeleme Problemi seçilmişti. Ancak bu modelde sıralı hazırlık süreleri, paralel hatlarda yapılan üretimler, birden fazla mamülün üretilmesi gibi konular hep göz ardı edilmiştir. Ayrıca yine bu modelde mamülün tazeliği sadece sabit bir değer olarak modele dahil edilmiştir.

## 2. İLERİ PLANLAMA VE ÇİZELGELEME SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ

Son 20 sene içerisinde gerçekleştirilen üretim planlama ve çizelgeleme süreçlerinin tamamı Malzeme İhtiyaç Planlama (MRP I) ve Üretim Kaynakları Planlama (MRP II) mantığına dayanan sistemlerdir.

MRP I 1960'lı yıllarda IBM Laboratuvarlarında J. Orlicky ve O. Wight tarafından geliştirildi. MRP I bağımsız bileşenlerin ihtiyacını hesaplamaya yarayan bir matematik modeldi. MRP I dört ana adımdan oluşur (Sheikh, 2003):

- Adım 1: Belirli bir zaman diliminde onaylanmış müşteri siparişlerine göre mamüller için bir ihtiyaç planlaması yapılır. Bu analiz yapılırken müşteri siparişlerinin yanında stok durumu da dikkate alınmalıdır.
- Adım 2: Mamüller için net ihtiyaçlar belirlendikten sonra, malzeme ağaçları kullanılarak (BOM) ihtiyaç duyulan hammadde ve yarı mamul miktarı saptanır. Malzeme ağaçları bir ürünün hangi bileşenlerden oluştuğunu ifade eder.
- Adım 3: Eksik kapasite tespit edilirse çizelgelemede değişiklik yapılır. Bu işlemler ve hesaplamalar planlamacı tarafından manuel yapılır.
- Adım 4: Planlanan üretim siparişleri onaylanır ve kaynaklarla eşleştirilir. Bu işlemler esnasında öncelik sıralarına dikkat edilir.

Bütün İleri Planlama Çizelgeleme sistemlerinin arkasında yatan felsefe MRP I felsefesidir. Ancak, MRP I modeli sonsuz kapasiteyle çalıştığı için, zamanla büyük işletmelerin ihtiyaçlarını karşılayamaz hale geldi. MRP I modelinin eksikliklerini gidermek amacıyla MRP II konsepti geliştirildi. MRP II, temel olarak MRP I'in üzerine inşaa edildi, sadece MRP I'in mantıksal tasarımında bir iyileştirmeye gidildi.

MRP II, MRP I'i üç farklı yönden geliştirdi:

İlk olarak, son ürünlerle ilgili olarak talep tahmini normal bir iş süreci gibi modelin içine gömüldü. İkinci olarak kapasite ihtiyaçları göz önüne alındı. Son olarak da, bilgisayarların kapasitesi büyüdüğü için, karar verirken yardımcı olabilecek birçok değişken kullanılmaya başlandı.

Günümüz ERP sistemlerinde rastladığımız modüller bazındaki ayrım, MRP II ile birlikte gündeme gelmiştir. Gelişen donanım teknolojisiyle birlikte, MRP II modeli için daha fazla

işlem yapılabilen ortam sağlanmış, buna bağlı olarak satınalma, üretim, satış, insan kaynakları gibi modüller bazında ayırım yapılmıştır. Günümüzde Baan, PeopleSoft, Oracle, SAP gibi ERP satan firmalar, bel kemiği ERP modeli üzerinde kurulmuş yazılımlar üzerine, departmanlar veya fonksiyonlar arası işlemler inşaa ederek APS sistemlerini oluşturmaya çalışmaktadırlar (Voß ve Woodruff, 2005).

## **2.1 APS Sistemlerinin Yapısı**

### **2.1.1 Genel Bilgilendirme**

Günümüzde APS sistemleri tedarikten satışa, stratejik kararlardan operasyonel kararlara tedarik zinciri planlamasında bütün süreçleri kapsayan bir yapıya bürünmüştür. APS sistemleri modül bazında incelenmelidir. Bu modüller değişik ERP satıcıları tarafından değişik isimlerle de anılıyor olsa, işlevsellik açısından ortak oldukları söylenebilir (Kilger ve Stadtler 2008).

### **2.1.2 Stratejik Ağ Dizaynı (SND)**

SND Modülü, Tedarik Zinciri (SC) düzenlemesine göre stratejik kararlar alma konusunda destek veren bir modüldür. Planlama süresi üç yıldan on yıla kadar çıkabilir. Bu modülü kullanan kişiler iş geliştirme departmanları veya danışmanlardır. SND modülü ülkelerle, periotlarla, ürünlerle, tesislerle, ulaşım kanallarıyla, ürün akışlarıyla, envanterle ilgili karar değişkenlerini ve kısıtları bir araya getiren bir model sunar (Neumann, Schwindt ve Trautmann, 2002).

### **2.1.3 Talep Planlama (DP)**

Talep Planlama modülünün amacı geleceğe yönelik olarak talebi kestirmek ve planlamaktır. APS sisteminin kurulumuna bu modülden başlamak uygun olabilir, çünkü DP Modülü diğer modüllerde bir giriş nesnesi olarak kullanılır. Talep Planlama modülünde iki türlü yaklaşım vardır: Uzun dönem talep tahmini, genelde uzun yıllar boyunca gerçekleşen satışlardan yola çıkılarak belirli bir ürün veya ürün grubu için yapılan tahminlerdir. Orta vade talep tahmini ise haftalık veya aylık olarak müşteriler, bölgeler, dağıtım kanalları bazında yapılan öngörülerdir.

### **2.1.4 Üretim Planlama**

Üretim planlama modülünün iki adımda kısaca özetlenebilir. İlk olarak ürün ağaçlarını

patlatarak ve reçeteleri hesaba katarak net ihtiyaçların belirlenmesi. İkinci olarak parti büyüklüklerinin belirlenmesi ve kapasiteler de göz önünde bulundurularak kaynakların üretim siparişleriyle ilişkilendirmesi (Waters, 2003).

#### **2.1.5 Üretim Çizelgeleme**

Üretim Çizelgeleme modülü, Üretim Planlama modülünün sonuçlarını değerlendirir. Üretim Planlama modülünün sonucunda ortaya çıkan üretim siparişlerinin çizelgelemesini yapar. Bu çizelgeleme esnasında talep önceliklerini, kaynaklarla ilgili özellikleri, hazırlık sürelerini dikkate alır.

#### **2.1.6 Dağıtım Planlama**

Dağıtım Planlama modülünün amacı son ürünlerin müşterilere zamanında ve minimum taşıma maliyetiyle ulaştırılmasını sağlamaktır. Dağıtım Planlama modülünün çıktıları, nakliye planlama modülünün girdilerini oluşturur (Klose, Speranza ve Wassenhove, 2002).

#### **2.1.7 Nakliye Planlama**

Nakliye Planlama modülü rotaları, maliyetleri, araçların hızlarını hesaba katarak en iyi yolu bulmaya çalışır. Zaman olarak günlük veya haftalık bazda planlar yapmaya çalışır.

### 3. TAZE GIDA ENDÜSTRİSİ

Bu bölümde taze gıda sektörünün genel özelliklerinden bahsedilecektir. Örnek senaryoda ele alınacak olan tavukçuluk sektörüyle ilgili detaylı bilgilere yer verilecektir.

#### 3.1 Taze Gıda Endüstrisi Hakkında Genel Bilgilendirme

Taze Gıda Endüstrisi, raf ömrü kısa olan gıda mamüllerinin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Raf ömrü 2-3 aya kadar olan gıdalar kısa ömürlü olarak görülür.

Dünyada gıda sektöründeki toplam cironun % 50'si taze gıda sektörüne aittir. Taze gıda olarak süt ürünleri, ekmek ürünleri, taze et ürünleri sayılabilir ([www.forumfood.com](http://www.forumfood.com)).

#### 3.2 Taze Gıda Sektörünün Karakteristikleri

##### 3.2.1 Ekonomik Karakteristikler

**Konsolidasyon:** Çiftçiler, üreticiler, toptancılar arasında sağlanacak olan konsolidasyon, taze gıda tedarik zincirini daha anlamlı kılacaktır. Örneğin Hollanda'da 1980 yılından 1997 yılına kadar çiftlik sayısı 67.000'den 36.000'e düşmüştür. Buna karşın toptancılar ve üreticiler bu süre zarfında büyüme sağlamışlardır.

**Uluslararası Yapma:** Uluslararası olma hem üreticiler hem de satıcılar için önemli bir özelliktir. Nestle ve Danone uluslararasılaşma konusunda ün yapmış iki firma olarak anılabilir. Günümüzde birçok üretici yerel olarak satış yapmalarına rağmen, uluslararası olmanın yollarını aramaktadırlar.

**Özel Markaların Yükselişi:** Son yıllarda perakendeciler kendi markalarını üretmeye başladılar. Bu ürünler "özel markalı ürünler" olarak nitelendiriliyor. Özel markalı ürünler daha düşük maliyetli üretildiği için, daha ucuza satılabiliyor. Avrupa marketlerinde özel markaları ürünlerin eski markalara karşı tüketici gözünde büyük güven sağladığı görülmüştür.

**İndirim Kanallarının Öneminin Artması:** İndirim Kanalı olarak adlandırılan yeni marketler, daha az sayıda ürün portföyüne sahip, özel markalı ürünlere ağırlık veren, rakiplerine göre ucuz fiyattan satış yapan firmalardır. Bu firmalar gıda sektöründe önemli bir yer edindiler. İndirim kanallarındaki marketler tedarikçilerle uzun süreli anlaşmalar yaparlar.

**Dışarıdan Destek Almak:** Yapılan araştırmalar sonucunda taze gıda sektöründe özellikle lojistik departmanını ilgilendiren görevlerin üçüncü parti firmalara verildiği görülmüştür.

Bunun en önemli sebebi, özel uzmanlık gerektiren bu tür işlerin üçüncü parti firmalar tarafından daha iyi yapılmasıdır. Üstelik bu sayede üreticiler veya perakendeciler sadece kendi uzmanlık alanlarına yönelebiliyorlar. İlerleyen yıllarda benzer şekilde IT departmanlarının da üçüncü parti firmalara devredilmesi gündeme gelecektir.

Tedarik Süresinin Kısalması: Perakendicilerin gösterdiği yüksek lojistik performans sebebiyle tedarik süreleri seneler geçtikçe azalmaktadır. Buna bağlı olarak üretici firmalar da bu duruma uyum sağlamak zorunda kaldılar. Örneğin artık daha küçük parti miktarlarıyla üretim yapmak zorundalar (Miller, 1995).

### 3.2.2 Teknolojik Karakteristikler

Elektronik Veri Transferi (EDI): Elektronik veri transferi değişik firmaların sistemlerinin birbiriyle anlaşmalarını sağlayan bir sistemdir. Bu anlaşmanın odak noktasında EAN adı verilen numaralar vardır. Bu numaralar sayesinde bir tedarikçinin müşterisinin sistemindeki satınalma siparişi, tedarikçinin sistemine satış siparişi olarak kaydedilebilmektedir.

E-Marketler: Elektronik marketler günümüzde büyük bir ticaret alanı haline gelmiştir. Elektronik alışveriş ortamları işlem bazında her türlü desteği verebildiğinden dolayı firmalar için çekici bir ortam sağlamıştır.

RFID Teknolojisi: RFID ürünlerin bir çip yardımıyla üretimden raflara kadar her türlü safhada uzaktan izlenebilmesini sağlayan bir teknolojidir. Bir çipin maliyeti yaklaşık olarak 0,50 € olduğu için günümüzde çok sık kullanılamıyor.

### 3.2.3 Sosyal Karakteristikler

Tüketici ihtiyaçlarındaki farklılıklar:

Yaşlı insanların nüfus oranının artması gıda firmalarının reklamlara daha az para harcamasını sağlayan bir faktör olarak görülüyor. Çünkü yaşlı insanların reklamlara gösterdiği duyarlılık genç insanlara göre daha düşük. Ayrıca yaşlı nüfusun artışı firmaları daha sağlıklı ürünler üretmeye zorluyor. Hollanda'da 55 yaşın üstündeki insanların oranı son sekiz yılda %23.5'den %27.6'ya yükselmiştir.

Avrupa'da çalışan bayanların sayısı sürekli artmaktadır. Buna bağlı olarak pişirilmeye hazır gıdaların tüketimi de artmaktadır.

Batı Avrupa'da büyük şehirlerde değişik ırklardan birçok insanın yaşaması, gıda

sektöründe yöresel yiyeceklere önem verilmesini sağlamıştır.

Ürün çeşitliliği ve inovasyon gıda sektöründe en önemli 3 etkenden biri olarak gösterilir. Ortaya atılan her 140 fikirden sadece bir tanesi 5 seneden fazla kalıcı oluyor.

Gıda sektöründe promosyonlar üreticiler için önemli gelir kaynağı olarak görülür. Promosyonlar çoğu zaman karı artırıcı bir etkidir. Avrupa’da bir gıda üreticisi yılda 25-150 arası promosyon uygular. Bu promosyonlar çeşitlilik gösterir: Fiyat indirimi, bir üründen belirli bir miktar alana belirli bir ürünün bedava verilmesi, bir ürünün tanıtım amaçlı olarak bedava verilmesi gibi.

### **3.3 Tavukçuluk Sektörü**

Avrupa et endüstrisinde %20’lik pazar payına sahip kanatlı kümes hayvanları sektörü, son yıllarda sürekli büyüme göstermektedir. Kanatlı kümes hayvanları üretiminde tavuk ve hindi toplam üretimin %95’ini oluşturmaktadır. Kanatlı kümes hayvanlarının pazar payının sürekli artması, bu hayvanların etinin sağlıklı, az yağlı olmasına, diğer et türlerine göre daha ucuz olmasına ve çok çeşitli mamüller üretilmesine bağlanabilir.

Diğer gıda ürünleriyle karşılaştırıldığında tavuk ürünleri indirim marketlerinde yeni yeni yer almaya başlamıştır. Bunun en önemli sebebi bu ürünlerin raf ömrünün kısa olması ve özel donduruculara ihtiyaç duymalarıdır.

Kümes hayvanlarına duyulan talebin artmasında self-servis paketlere olan ilginin çoğalması etkili olmuştur. Bu sektördeki eğilimler incelendiğinde, deniz aşırı ülkelerin Avrupa’ya yaptıkları ihracatın arttığı görülmüştür.

#### **3.3.1 Tavuk Üretiminde İşlemler**

##### **3.3.1.1 Hayvanların Taşınması**

Hayvan yetiştiricileri ve tavuk fabrikaları arasındaki anlaşmalar uzun dönemli anlaşmalardır. Bu durum tavuk fabrikalarına belirli bir sayıda hayvanı belirli bir yere yerleştirme zorunluluğu getirir. Gelişen sektörle birlikte, bir pilicin yetişmesi için gereken gün sayısı 1970’li yıllara göre yaklaşık olarak 15 gün kısalmıştır. Günümüzde bir pilicin ortalama yaşı 30 gün civarındır. Kümes hayvanlarının ağırlıkları ve kemik-et-yag oranları yaşa, sezona, cinsiyete ve beslenmeye bağlı olarak çok büyük farklılıklar gösterirler.

Hayvanların toplu bir şekilde kesimin gerçekleştirileceği hatta ulaştırılabilmesi için genelde

yanı açık araçlar kullanılır. Bu nakliye esnasında hayvanların %8-25 oranında telef olma ihtimali vardır. Bu durumu en aza indirmek için sıcaklık koşullarına dikkat edilmelidir. Bu taşıma esnasında hayvanların telefını sağlayan diğer faktörler olarak titreşim, hapsedilme, ses gibi maddeler sayılabilir. Yem vermenin 8-10 saat önce kesilmesi telef sayısını azaltmak için dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biridir. Tavuklar kesimin gerçekleştirileceği hatta geldiklerinde, havalandırma koşullarına yine özellikle dikkat edilir. Tavuklar sırayla ayaklarından asılırlar. Başları aşağıya gelecek şekilde hatta ilerlerler. Yasalar gereği bu durumda üç dakikadan fazla kalmamalıdır. Tavukların ağırlığı kayda geçirilir, yetiştiricilere bu rakamlar üzerinden ödeme yapılır (Henry ve Rothwell, 1995) .

### 3.3.1.2 Hayvanların Bayıltılması ve Kesilmesi

Dini kaynaklı istisnalar dışında hayvanlar önce bayıltılır, daha sonra kesim işlemi yapılır. Bayıltma işleminin sağladığı faydalar:

- Hayvanın daha az acı çekmesini sağlamak
- Hayvanın hareketsiz kalmasını sağlamak
- Kanama esnasında kasılmayı engellemek

Bayıltma işlemi için değişik yöntemler vardır. En çok tercih edileni elektrikle bayıltma yöntemidir. Kimyasal veya mekanik yöntemler nadiren tercih edilir.

Hayvanların bayıltılmasından 5-10 saniye sonra kesim işlemi gerçekleşir ve hayvanların başları döner bir bıçak sistemiyle kesilir. Kümes hayvanlarının kanı gübreler için iyi bir katkı maddesi olmasına rağmen, hijyenik bir yolla tekrar elde edilemediği için değerlendirilmez.

### 3.3.1.3 Haşlama ve Temizlik

Hayvanların tüylerinden tamamen sıyrılabilmesi için “haşlama” mutlaka uygulanması gereken bir adımdır. Haşlama yöntemi iki türlü uygulanabilir. En çok tercih edileni hayvanların suya batırılmasıdır. Diğer bir yöntem suyun püskürtülmesidir. Tavuklar 60 derecede haşlanır. Su sıcaklığını yükseltmek mikrobiyolojik açıdan iyi sonuç vermesine karşın, etin rengini değiştirir. Kauçuktan yapılan elektronik parmaklar tüylerin yolunmasını sağlar.

Tüylerinden tamamen arınan tavukların ayakları da kesilir. Bütün bu yan ürünlerin (kan, baş, ayaklar, tüyler) toplam ağırlığı, canlı tavuğun toplam ağırlığının %40'ı kadardır. Artık, tavuklar temizleme alanına alınabilirler. Bu alan haşlama alanından farklı bir alan olmalıdır.

Hatta ayak bileklerinden asılı olarak ilerleyen tavukların iç organları tamamen otomatik makinalarla el değmeden temizlenir. Yürek, karaciğer, taşlık kullanılabilir olduğu için ayrıca ele alınır ve işleme alınacağı diğer birimlere gönderilir. Basınç yardımıyla tavukların boyunları omurgadan ayrılır ([www.worldpoultry.net](http://www.worldpoultry.net)).

#### **3.3.1.4 Soğutma**

Temizlik sonrası tavuklar 30°C'den 7°C'ye kadar soğutulurlar. Soğutma işlemi ani bozulmaları önlemek ve kesimi kolaylaştırmak için önemlidir. Daldırma ve püskürtmeli soğutma sistemlerinden genelde daldırma olan seçilir.

#### **3.3.1.5 Kaba Kesim**

Soğutma işleminden sonra tavuk artık satılmaya ve pişirilmeye hazır bir hal almıştır. Günümüzde tavukların ileri proses aşamaları oldukça önem kazanmıştır. Günümüzde tavuklar, bütün tavuk olarak satılmanın yanı sıra, değişik formlarda da satılabilmektedir. Bu durumun başlıca sebepleri:

- Pişirilmeye hazır tavuk ürünlerinin çok ilgi görmesi
- İleri işlemler sayesinde ürünler daha uzun raf ömürlerine sahip olabildikleri için; fazla üretim, depolarda saklanabilmektedir.
- İleri işlemler sayesinde normal şartlarda işlem görmeyecek olan “boyun” gibi tavuğun bazı bölümleri de işlem görmüş olur.

Kaba kesim işleminde bütün tavuk büyük parçalara ayrılır. İki veya dört parçaya bölünebilir. Bütün kaba kesim işlemleri otomatik makinelerle el değmeden yapılır. Kaba kesimden çıkan parçalar toplu halde ince kesimin yapılacağı kısma alınır.

#### **3.3.1.6 İnce Kesim**

Kaba kesimden çıkan parçalar, iyi kesimde parçalama, kemiğin çıkarılması, yuvarlama, ovma, terbiyeleme gibi bir dizi işlemde geçerler. Tavuk etinden elde son ürünler arasında yuvarlama, şinitzel, biftek, naggıt, göğüs, but, kanat gibi ürünler yer alır. Üretilcek ürüne göre kaba kesimden çıkan parçalar, özel kesim işlemlerine tabi tutulurlar. Örneğin göğüs etinden şinitzel elde edilir. Bunun için göğüs eti belirli ağırlıklarda parçalara ayrılır.

İnce kesimden geçmiş olan ürünün yüzeyi kaba kesimden çıkan ürüne göre çok daha geniş

olduğu için mikrobik bozulma daha kolay gerçekleşebilir. Dolayısıyla ince kesimden çıkmış olan ürün derhal paketlenmelidir. Ortam sıcaklığı 0-2 °C arası olmalıdır. Taze olarak satılmayacak olan ürün derin donduruculara gönderilir. Bu durum tercih edilmeyen bir durumdur.

#### **3.3.1.7 Paketleme**

Soğutulan ve dondurulan ürünler sıkıca sarılarak korumalı plastik kaplarda paketlenirler. Paketlemenin yapıldığı atmosfer mamülün raf ömrünü uzatmak için önemli bir etkidir. Bol oksijenli bir ortamda yapılan paketlemeyle birlikte son ürünün raf ömrü 4-8 gün uzar. Paketlerin her biri tartılır ve ağırlıkları etiketlenir.

#### **3.3.1.8 Depolama ve Dağıtım**

Paketlenen son ürünler soğuk hava depolarında muhafaza edilirler.

#### 4. TAZE GIDA ENDÜSTRİSİNDE RAF ÖMRÜ

Taze gıda sektöründe raf ömrü en önemli satınalma kriterlerinden biri haline gelmiştir. Hatta ürün tazeliği fiyatın bile önüne geçmiştir. Bunun sebebi tüketicilerin daha bilinçlenmesidir. Eğitim düzeyinin artmasına bağlı olarak tüketiciler gıda seçimi yaparken sağlıklarına daha çok dikkat etmeye başladılar. Sebze, meyve gibi dokunma imkanı olan yiyeceklerde tüketiciler dokunarak tazeliklerini kontrol edebilirler. Et, peynir gibi dokunma imkanı olmayan yiyeceklerde tüketiciler son kullanma tarihini baz alarak alışveriş yaparlar.

Raf ömrü için genel kabul görmüş bir tanımlama olmamakla beraber, “bir mamülün paketlenmesinden en iyi kalitede tüketilebileceği zamana kadar geçen süre” tanımı yapılabilir (Kilcastand ve Subramaniam, 2000).

Genel olarak taze gıdalar ortalama 14 günlük raf ömrüne sahiptirler. Taze gıdaların raf ömrünü biyokimyasal veya mikrobik çürümeler belirler. Mikroorganizmaların gelişmesi nem, pH, paketteki gaz kompozisyonu gibi özelliklere bağlıdır. Taze gıdaların raf ömrünü etkileyen en önemli faktör sıcaklıktır (Humphrey, 1998).

##### 4.1 Raf Ömrünün Belirlenmesi

Gıdaların raf ömürlerini belirlemek çok fazla çeşitlilik olduğundan zordur. Kusursuz bir şekilde raf ömrünü belirlemek imkansızdır. Her firma kendine özel bir metot geliştirmiştir.

##### 4.2 Tavukçuluk Sektöründe Raf Ömrü

Tavukçuluk sektöründe raf ömrünü belirleyen en önemli etken mikrobik gelişmedir. Diğer önemli etkenler mikrobik bozulma ve istenmeyen kokulardır. Kesme, karıştırma, paketleme gibi birçok işlem mikrobik atıkların benzerliğinin artmasını sağlarlar. Bu atıkların oluşmasının birçok sebebi vardır. Bu sebeplerden en önemlileri saklama sıcaklığı, su aktivitesi, mikroflora, substrat pH'ı olarak sıralanabilir.

##### 4.3 APS Sistemlerinde Raf Ömrü Entegrasyonu

Birçok APS sisteminde sonsuz olarak kabul edilen raf ömrünün, bir değişken olarak çizelgelemeye ve dolayısıyla planlamaya katılması gerekliliği bu sistemlere katma değer sağlayacak önemli bir etkidir (Kallrath, 2002).

### 4.3.1 SAP APO Sistemi

SAP dünyada en çok kullanılan ve piyasada lider konumunda bulunan şirket yazılımıdır. SAP tüm dünyada ERP sistemi R/3 ile tanınmıştır. SAP, APS alanında yeni bir oyuncudur. SAP'ın APS konusunda ilk ürünü SAP APO (Advanced Planner and Optimizer) Haziran 1999 yılında ortaya çıkmıştır. Rakiplerine göre piyasaya daha geç çıkmasına rağmen, SAP APO geniş işlevselliğiyle rakipleriyle yarışacak duruma gelmiştir. SAP APO için en önemli satış sebebi SAP'ın ana sistemi R/3 ile tamamen entegre çalışabilmesidir. SAP APO diğer bütün ERP sistemleriyle de entegre çalışabilir. Ayrıca hiçbir sisteme entegre edilmeden kendisi yalnız başına bir uygulama olarak da çalışabilir.

SAP APO, R/3 ile birlikte SAP'ın sunduğu “mySAP Supply Chain Management” çözümünün bel kemiğini oluşturur. SAP APO Tedarik Zincirini tüm yönleriyle yönetmeyi hedefler. SAP APO, SAP'ın diğer çözümleri olan “mySAP Supplier Relationship Management”, “mySAP Customer Relationship Management”, “mySAP Product Lifecycle Management” ile entegre çalışır (Knolmayer, Mertens ve Zeier, 2002).

#### 4.3.1.1 SAP APO Sisteminde Raf Ömrü Entegrasyonu

SAP APO Sistemi iki alt modülünde raf ömrünü dikkate alır. Tedarik Ağı Planlama ve Üretim Planlama/Ayrıntılı Çizelgeleme modülleri raf ömrünün dikkate alındığı modüllerdir. SAP APO raf ömrünü dört farklı şekilde ele alır:

- Bir ürünün veya partinin raf ömrü ilgili ürünün veya partinin kullanım süresinin ne zaman dolduğunu anlatır. Malzemenin ana verisinde bakımı yapılır.
- APO olgunlaşma esnasında ürünlere bloke koyar. Bu periyotta mamüller müşteri siparişleriyle ilişkilendirilemez. Olgunlaşma süresi raf ömrünün bir parçasıdır. Dolayısıyla raf ömrü, olgunlaşma süresi ve geçerlilik süresinin toplamından oluşur. Olgunlaşma süresinin bakımı malzemenin ana verisinde yapılır.
- Gerekli minimum raf ömrü, bir ürünün müşteri siparişini karşılayabilecek niteliğe ulaşabilmesi için gerekli olan en kısa süredir.
- Gerekli maksimum raf ömrü gerek malzeme ana verisinde gerekse müşteri siparişine referansla girilebilir. İkinci seçeneğin geçerli olabilmesi için “karakteristik bağımlı planlama” özelliğinin etkin olması gerekir.

SAP APO yukarıda belirtildiği gibi kendi içerisinde raf ömrüyle ilgili bilgileri tutabildiği gibi, dışarıdaki bir sistemden de benzer bilgileri alabilir. SAP APO'nun en çok entegre edildiği sistem olan R/3 sisteminde raf ömrüyle ilgili şu bilgiler tutulabilir:

- Malzeme ana verisinde toplam raf ömrü yer alır.
- Parti ilişkili ana veri mamül, kullanılabilirlik, son kullanma tarihi gibi bilgileri kapsar.
- Gereken minimum ve maksimum raf ömrü süreleri müşteri siparişine özel olarak girilebilir.

Raf ömrüyle hesaplama yaparken raf ömrü ayarlarının lokasyondan bağımsız yapıldığına dikkat etmek gerekir. Eğer bir ürün için değişik lokasyonlarda değişik raf ömürleri söz konusuysa, mutlaka o ürün için yeni ana veri oluşturmak gerekir. Raf ömrü nakledilebilen bir olgu olarak değerlendirilmediği için, yarı mamüllerin veya hammaddelerin raf ömürlerini mamüllere nakletmek mümkün değildir. Buna ek olarak aynı partiye iki farklı raf ömrü verilemez (Günther, 2005).

Üretim planlama/Ayrıntılı Çizelgeleme Modülleri SAP APO'nun dikkate aldığı dört tarihi de dikkate alır. Planlamayı gerçekleştiren kişi raf ömrünün hesaba katılmasını istiyorsa “raf ömrüyle planlama” seçeneğini etkinleştirmek durumundadır.

Tedarik Ağı Planlama modülünde hesaba katılan tek raf ömrü değişkeni toplam raf ömrüdür. Olgunlaşma süresi, gereken minimum raf ömrü, gereken maksimum raf ömrü dikkate alınmaz.

Sonuç olarak, SAP APO sisteminde ürünlerin raf ömrü değişik lokasyonlara taşındığı zaman devam etmemektedir. Bu durum eğer bir malzeme başka bir lokasyona taşınırsa raf ömrünün yeniden başlamasını sağlar. Ayrıca buna ek olarak SAP APO'nun değişik modüllerinde raf ömrüyle ilgili olarak tam bir entegrasyon sağlanamamıştır. Lojistik modüllerin tamamında raf ömrünün kullanılmaması tutarsız sonuçlara sebep vermektedir ([www.service.sap.com](http://www.service.sap.com)).

#### **4.3.2 PeopleSoft EnterpriseOne**

PeopleSoft yıllık 2.3 milyarlık cirosuyla ve 12.000 çalışanıyla ERP yazılımları arasında ikinci büyük servis sağlayıcıdır. PeopleSoft'un APS özellikleri taşıyan yazılımı EnterpriseOne'dır. EnterpriseOne internet mimarisine sahiptir. EnterpriseOne Tedarik Zinciri Yönetimi üzerine bir çözüm sunar. Bu tedarik zinciri yönetimi dört ana çözümden oluşur: Müşteri Siparişi Yönetimi, Lojistik, Üretim, Tedarik Zinciri Planlama.

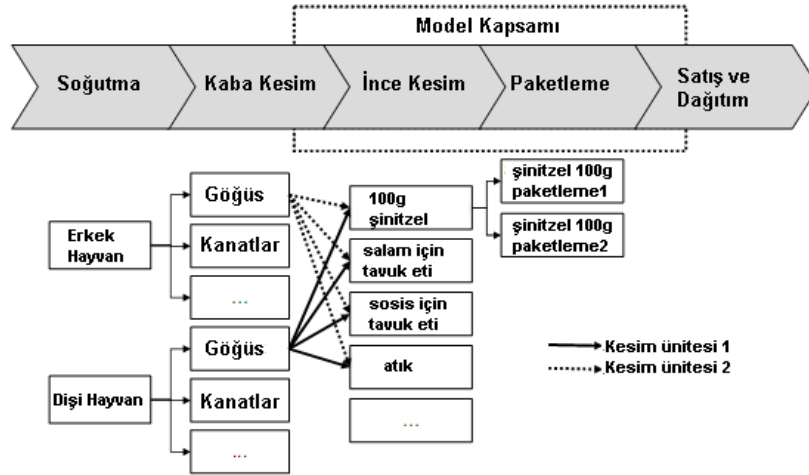
EnterpriseOne raf ömrünü iki farklı şekilde ele alır. Raf ömrü Üretim-Dağıtım Planlama, Sipariş Söz Verme Modüllerinde farklı, Üretim Çizelgeleme-Proses modüllerinde farklı çalışır. Diğer modüllerde raf ömrü desteği yoktur. Üretim-Dağıtım Planlama modülünde raf ömrüyle ilgili iki tane parametreden bahsedilebilir: Ürünün raf ömrü ve minimum müşteri ihtiyacı. Müşteri ihtiyacı malzemeye bağlı olarak değişir, müşteriye bağlı olarak değişmez. Raf ömrü malzeme ana verisinde saklanan bir data olduğu için, sadece malzeme için geçerli bir kavramdır.

Üretimle Çizelgelemeyle ilgili modüllerde raf ömrüyle ilgili dört farklı parametreden bahsedilebilir: Ürünün raf ömrü, raf ömrüyle ilgili olarak müşterinin minimum ihtiyacı, minimum ve maksimum olgunlaşma süreleri. Üretim-Dağıtım Planlama Modülünden farklı olarak müşterinin minimum ihtiyacı malzemeye değil, müşteriye bağlı olarak değiştirilebilir. Aynı ürünün bir partisi için iki farklı raf ömrü tanımlanamaz, böyle bir durumda yeni bir parti yaratılmalıdır. Ayrıca yarı mamüllerden mamüllere raf ömrünün aktarılması söz konusu değildir. Taze ürünün dağıtımında bonus olarak kullanılabilecek bir değişken kullanılmaz ([www.peoplesoft.com](http://www.peoplesoft.com)).

Sonuç olarak, PeopleSoft EnterpriseOne farklı modüllerinde raf ömrünü farklı şekillerde değerlendirdiği için, modüller arasında raf ömrüyle ilgili olarak tam bir entegrasyon sağlayamamıştır. Proses üretim dışında, ayrık üretimde raf ömrünün kullanılmayışı da bir eksikliktir.

## 5. TAVUKÇULUK SEKTÖRÜNDE RAF ÖMRÜ ENTEGRASYONU

Bu çalışma daha önce sektör hakkında detaylı bilgi verilen tavukçuluk endüstrisiyle ilgili, raf ömrünün de hesaba katıldığı bir matematik model sunacaktır. Ayrıca ince kesim ve paketlenme adımlarını içermektedir (Şekil 5.1). Bu adımlardan önceki adımlar olan bayıltma, kesme, kaba kesim genel olarak bir bir akışın adımlarıdır ve planlanması için büyük bir çalışma gerektirmez. Raf ömrü bayıltma ve kesim işlemleriyle birlikte başlamasına rağmen, bu adımlarda raf ömrüne sağlanabilecek katkı çok kısıtlı olabilir. Bu adımlarda raf ömrüne yapılabilecek en önemli katkı, işleme alınacak hayvan sayısını azaltmaktır. İşleme alınacak hayvan sayısı orta vadeli yapılan anlaşmalara bağlı olarak kısa vadede sabitlenmiştir.



Şekil 5.1 Tavukçuluk sektörü için üretim prosesi (Entrup, 2005)

Ürünlerin tazeliğini en çok etkileyen işlem ince kesim işlemidir. Bu işlemde hangi son ürünün üretileceği önem kazanır. Hangi ürünün üretileceğine karar verirken açık siparişler, tahmin edilen talepler, hazırlık maliyetleri, kullanılabilir kapasiteler hesaba katılır. İnce kesime uğrayan malzemeler yüzeyleri geniş olduğu için mikrobik bozulmaya çok açıktır, dolayısıyla paketlenme genellikle ince kesimle aynı günde gerçekleşir (Blackburn, 2000).

Modele raf ömrünün eklenmesi, amaç fonksiyonuna raf ömrüne bağlı bir gelir bileşeni eklenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Taze gıda sektöründe en kısa raf ömrüne sahip olan ürünler et ürünleridir. Bundan dolayı bu sektörde raf ömrünün üretim planlamaya entegrasyonu daha çok önem kazanmıştır. Tavukçuluk sektöründe geceyi aşan üretim olmadığı için, her bir üretim bir gün ile bağdaştırılabilir.

Problem değişik kesim şablonlarının olduğu “cutting stock” probleminin bir varyantı olarak ele alınmıştır. Bu modellerin genel amacı ıskartayı azaltmaktır. Tavukçuluk sektöründe iki türlü kesim şablonundan söz edilebilir: İlk olarak bütün pilicin veya göğüs, kanat gibi ürünlerin hazırlanmasını ve yemeye hazır hale gelmesini sağlayan kaba kesim şablonu. Kaba kesimde herhangi bir karar değişkenine ihtiyaç yoktur çünkü işleme giren hayvan sayısına bağlı olarak (hayvanın cinsiyetine bağlı olarak) kaba kesimden çıkabilecek mamüllerin sayısı belirlenebilir. Diğer tarafta, kaba kesimden elde edilen bir ürün değişik formlarda satılabilir. Örneğin kaba kesimden elde edilen göğüs, bütün halde veya şinitzel olarak satılabilir. Bu işlemler esnasında makinelerin hazırlık süreleri vardır. Örneğin şinitzel kesimi yapabilmek için belirli bir temizlik ve kalibrasyon yapmak gerekir. İnce kesimde son ürünlerin yanında yan ürünler ve ek ürünler de üretilir. Örneğin sosis üretiminde kullanılan et parçaları yan ürünlerdir. Kemik parçaları ise ek ürünlerdir. Dolayısıyla belirli bir kesim ünitesinde yapılacak üretimin hacmi en önemli karar değişkenidir. Paketleme işleminde ürünler değişik ambalajlarla paketlenirler. Dolayısıyla değişik ürünler için paketleme ünitesinde de hazırlık süresine ihtiyaç duyulur.

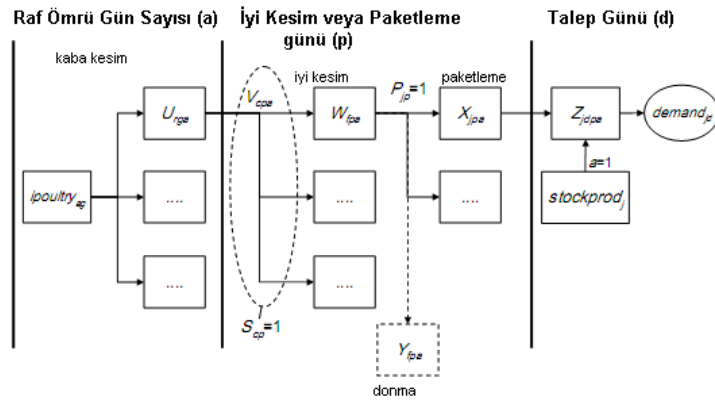
Planlama periyodu belirli bir haftanın pazartesi gününden cuma gününe kadar olan zamanı kapsar (Şekil 5.2). Günde 8 saat normal çalışma süresi vardır. İşçiler 4 saat fazla mesai yapabilirler. Geceyi aşan üretim olmadığı için, belirli bir günde başlayan üretim aynı gün içerisinde sona erer. Haftasonu çalışma yoktur ve fabrika kapalıdır. Talepler planlamayı kapsayan 5 gün için , yani zaman çizelgesinin 4. ve 8. günleri arasında kalan günler için ve de devam eden haftanın ilk günü olan pazartesi günü (11.gün) için verilir. Devam eden haftanın pazartesi günü için aynı gün talebi karşılamak mümkün olamayacağı için 11.gün için de mutlaka talep bilgisi elde edilmelidir. Buna ek olarak önceki haftanın cuma günü (1.gün) stokları da hesaba katılacaktır.

|                     | 1    | 2    | 3     | 4                | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    | 11    |
|---------------------|------|------|-------|------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                     | Cuma | Cmt. | Pazar | Ptesi            | Salı | Çar. | Per. | Cuma | Cmt. | Pazar | Ptesi |
| Üretim              |      |      |       |                  |      |      |      |      |      |       |       |
| Talep               |      |      |       |                  |      |      |      |      |      |       |       |
| Kaba kesim stokları |      |      |       |                  |      |      |      |      |      |       |       |
| Bitmiş ürünler      |      |      |       |                  |      |      |      |      |      |       |       |
|                     |      |      |       | Planlama Kapsamı |      |      |      |      |      |       |       |

Şekil 5.2 Planlama kapsamı takvimi

Önemli değişkenlerin genel bir görünümü şekil 5.3’de görülebilir. Kaba kesim  $r$ ’nin  $g$  cinsiyeti için  $a$  günündeki toplam işlem hacmi  $U_{rga}$  olsun.  $U_{rga}$  daha sonra ince kesim

$p$  gününde ince kesime alınacak miktardır. Buradaki önkoşul, kesim işlemi  $c$  için ilgili günde makinanın hazır olmasıdır ( $S_{cp} = 1$ ).  $V_{cpa}$  ince kesim günü  $p$  için, kesim işlemi  $c$  'de,  $a$  süresindeki toplam işlem hacmini gösterir. İyi kesimin devamında mamülün bozulmaması için paketleme işlemi mutlaka aynı gün gerçekleştirilmelidir. Dolayısıyla ilgili paketleme hattının hazırlık süresi  $j$  ürünü için  $P_{jp} = 1$  olmalıdır.  $X_{jpa}$ ,  $j$  ürünü için  $p$  üretim gününde  $a$  kaba kesim günündeki kesimler baz alınarak kaç adet paketleme yapıldığını gösterir. Son olarak paketlenen ürünler  $Z_{jdp}$  değişkeni yardımıyla talep unsurlarıyla ( $de_{jd}$ ) eşleştirilir. Buna ek olarak bir önceki planlama haftasının cuma günkü stokları da hesaba katılmalıdır ( $stockprod_j$ ).



Şekil 5.3 Tavukçuluk modelinde kullanılan değişkenler (Entrup,2005)

## 5.1 Model Formülasyonu

İndisler:

|                 |                                                      |
|-----------------|------------------------------------------------------|
| $a \in A$       | kaba kesim günleri                                   |
| $c \in C$       | kesim işlemi                                         |
| $d \in D$       | talep günleri                                        |
| $f \in F$       | ince kesimler                                        |
| $g \in G$       | hayvanın cinsiyeti                                   |
| $j \in J$       | son ürünler                                          |
| $p \in P$       | ince kesim günleri/paketleme günleri                 |
| $r \in R$       | kaba kesimler                                        |
| $c \in C(r, g)$ | $g$ cinsiyeti ve kaba kesim $r$ için kesim işlemleri |

## Parametreler:

|                  |                                                                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $rev_j$          | bir kg $j$ ürününden elde edilen gelir (€)                                                                                       |
| $sl_j$           | $j$ ürününün gün bazında maksimum raf ömrü                                                                                       |
| $cr_j$           | müşterinin $j$ ürünü için istediği minimum raf süresi (raf ömrünün bölüneni olarak, maksimum raf ömrünü çarpmak için kullanılır) |
| $ben_j$          | bir kg $j$ ürünü için maksimum raf ömrüne ulaşırsa fazladan sağlanan gelir (€)                                                   |
| $mfreeze_f$      | ince kesim $f$ için bir günde maksimum dondurabilecek miktar (kg)                                                                |
| $freezerev_f$    | ince kesim $f$ için kg başına elde edilen gelir (€)                                                                              |
| $ipoultry_{ag}$  | $a$ gününde $g$ cinsiyetinde prosese giren toplam hayvan sayısı                                                                  |
| $rcpoultry_{gr}$ | $g$ cinsiyetindeki bir hayvanın kaba kesimden sonraki ağırlığı (kg)                                                              |
| $rctofc_{fc}$    | bir kg kesim işlemi $c$ 'den elde edilen $f$ ince kesimini gösteren faktör                                                       |
| $B$              | yeterince büyük bir numara                                                                                                       |
| $normcap$        | günlük ince kesim kapasitesi (adam saat)                                                                                         |
| $addcap$         | ince kesim için günlük ek kapasite (adam saat)                                                                                   |
| $packnormcap$    | günlük paketleme kapasitesi (makina saat)                                                                                        |
| $packaddcap$     | günlük ek paketleme kapasitesi (makina saat)                                                                                     |
| $cnormcap$       | adam saat bazında ince kesim maliyeti (€)                                                                                        |
| $caddcap$        | adam saat bazında ek ince kesim maliyeti (€)                                                                                     |
| $cpacknormpack$  | makina saat bazında paketleme maliyeti (€)                                                                                       |
| $cpackaddcap$    | makina saat bazında ek paketleme maliyeti (€)                                                                                    |
| $setup_c$        | adam saat bazında kesim işlemi $c$ için geçen hazırlık süresi                                                                    |
| $packsetup_j$    | makina saat bazında son ürün $j$ için hazırlık süresi                                                                            |
| $mbatch_c$       | kesim işlemi $c$ için minimum parti büyüklüğü (kg)                                                                               |
| $cmachine_c$     | kesim işlemi $c$ 'de bir kg için harcanan makina maliyeti (€)                                                                    |

|                    |                                                                                      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| $cpack_j$          | son ürün $j$ için kg başına harcanan paketleme maliyeti (€)                          |
| $throughput_c$     | kesim işlemi $c$ için adam saat başına düşen toplam işlem miktarı (kg)               |
| $packthroughput_j$ | son ürün $j$ için paketleme hattına bir saatte giren ürün miktarı (kg)               |
| $de_{jd}$          | talep günü $d$ için son ürün $j$ 'ye gelen talep miktarı (kg)                        |
| $stockprod_j$      | önceki haftanın cuma günü için son ürün $j$ 'nin stoğu                               |
| $stockrc_{rg}$     | bir önceki haftanın Cuma'sı için kaba kesim $r$ için $g$ cinsiyetinden gelen stoklar |

### Karar Değişkenleri

|            |                                                                                                                    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $S_{cp}$   | =1, eğer kesim işlemi $c$ için hazırlık $p$ üretim gününde yapıldıysa. (0, aksi takdirde)                          |
| $P_{jp}$   | =1, eğer $j$ son ürünü $p$ üretim gününde paketleniyse (0, aksi takdirde)                                          |
| $U_{rga}$  | Kaba kesim $a$ gününde $g$ cinsiyetindeki $r$ kaba kesiminin miktarı                                               |
| $V_{cpa}$  | $p$ üretim gününde ve kaba kesim $a$ gününde elde edilen kaba kesimlerden, $c$ kesim işleminden geçenlerin miktarı |
| $W_{fpa}$  | $a$ günündeki kaba kesimler baz alınarak $p$ üretim gününde yapılan $f$ ince kesiminin miktarı                     |
| $X_{jpa}$  | $a$ günündeki kaba kesimler baz alınarak $p$ üretim gününde paketlenen $j$ son ürününün miktarı                    |
| $Y_{fpa}$  | $a$ günündeki kaba kesimler baz alınarak hesaplanan $f$ ince kesim miktarından $p$ üretim gününde dondurulanlar    |
| $Z_{jdpa}$ | talep günü $d$ için girilen talebi karşılamak üzere $a$                                                            |

günündeki kaba kesim baz alınarak  $p$  üretim gününde üretilen son ürün  $j$  miktarı.

|                   |                                                                |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|
| $Normhours_p$     | $p$ üretim gününde adam saat cinsinden kapasite                |
| $Addhours_p$      | $p$ üretim gününde adam saat cinsinden ek kapasite             |
| $Packnormhours_p$ | $p$ üretim gününde adam saat cinsinden paketleme kapasitesi    |
| $Packaddhours_p$  | $p$ üretim gününde adam saat cinsinden ek paketleme kapasitesi |

*Amaç Fonksiyonu:*

$$\begin{aligned}
& \max \sum_{j \in J} \sum_{d \in D} \sum_{p \in P} \sum_{a \in A} Z_{jdp a} \cdot (rev_j + ben_j \cdot \frac{((1-cr_j).sl_j) - (d-s)}{(1-cr_j).sl_j}) + \sum_{f \in F} \sum_{p \in P} \sum_{a \in A} Y_{fpa} \cdot freezerev_f \\
& - \sum_{p \in P} (Normhours_p \cdot cnormcap + Addhours_p \cdot caddcap) \\
& - \sum_{p \in P} (Packnormhours_p \cdot cpacknormcap + Packaddhours_p \cdot cpackaddcap) \\
& - \sum_{c \in C} \sum_{p \in P} \sum_{a \in A} V_{cpa} \cdot cmachine_c / throughput - \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \sum_{a \in A} X_{jpa} \cdot cpack_j
\end{aligned} \tag{5.1}$$

Amaç fonksiyonu gelirleri ve değişken maliyetleri hesaba katarak toplam karı optimize etmeye çalışır. Toplam gelir, taze ürünlerin ( $Z_{jdp a} * rev_j$ ) ve donmuş ürünlerin satılmasından ( $Y_{fpa} * freezerev_f$ ) elde edilen gelire raf ömrüne bağlı gelir bileşeninin eklenmesiyle hesaplanır. Bunlara ek olarak dört maliyet ögesi de amaç fonksiyonuna eklenmiştir. İlk olarak işgücü, düzenli ve ek kapasiteler göz önüne alınarak yani mesailer dikkate alınarak hesaplanmıştır ( $cnormcap$  ve  $caddcap$ ). Ek kapasite kullanıldığı zaman çalışanlara ekstra ücret ödendiği için bu ayırım önemlidir. İkinci olarak, paketleme de benzer şekilde ele alınmıştır. Üçüncü olarak, ince kesim maliyeti, saatlik makine maliyetinin ( $cmachine_c$ ) üretilen toplam ürün miktarıyla ( $V_{cpa}$ ) çarpılmasıyla ve saatte yapılan üretim miktarına ( $throughput_c$ ) bölünmesiyle bulunur. Son olarak da son ürünlerin paketleme maliyetleri ( $cpack_j$ ) hesaba katılır (Graves, 1999).

Amaç fonksiyonunu optimize etmeye çalışırken kullanılacak kısıtlar:

Kaba kesimlerin miktarı:

$$ipoultry_{ag} \cdot rcpoultry_{gr} = U_{rga} \quad r \in R; g \in G; a \in A; a > 1 \quad (5.2)$$

$$stockrc_{rg} = U_{rga} \quad r \in R; g \in G; a \in A: a = 1 \quad (5.3)$$

$$\sum_{c \in C(r,g)} \sum_{p \in P} V_{cpa} \leq U_{rga} \quad r \in R; g \in G; a \in A \quad (5.4)$$

Kaba kesim miktarı, hayvan sayısı ile ortalama bir hayvandan kaç kg belirli bir kaba kesim elde edileceğini anlatan bir çarpanla ( $rcpoultry_{gr}$ ) çarpılmasıyla belirlenir. Hayvanın ortalama ağırlığı cinsiyetine göre değişiklik göstereceği için (5.2)'de  $g$  indisi dikkate alınmıştır.  $a$  indisi “pişirilmeye hazır” tavuğun kaba kesimlere uğrayacağı günü belirtir. Dolayısıyla bu indis raf ömrünün belirlenmesinde etkilidir. Tavukların kesilmesinden, kaba kesime uğrayacağı zamana kadar geçen süre bir gün olduğu için, gerçek raf ömrünün bir gün öncesinde başladığını belirtmek önemlidir. Soğutma süreci bir gün sürdüğüne göre bir önceki haftanın Cuma gününden kalan kaba kesim stokları da eşitlik 5.3'de görüldüğü gibi dikkate alınmalıdır.

Kaba kesimler çeşitli son ürünler elde edilmek üzere ince kesime alınırlar. Kaba kesimin ince kesime dönüşmesi için bir kesim işlemi uygulanır. Kesim işlemi cinsiyete ve kaba kesime göre özeldir ( $c \in C(r, g)$ ). Örneğin; tavuk butunun pizola olarak kesilmesi. Kesim işleminde cinsiyetin önemi kaba kesimlerdeki bileşenlerin farkından kaynaklanır. Örneğin cinsiyete göre et ve kemik arasındaki bileşenlerinin miktarı değişebilir. Karar değişkeni  $V_{cpa}$ ,  $p$  üretim gününde  $c$  kesim işlemine göre ince kesime alınan  $a$  süreli kaba kesimlerin miktarını belirtir. Karar değişkeni  $V_{cpa}$  sadece  $p$  üretim günü kaba kesim süresi  $a$ 'dan büyük veya eşit olan değerler için tanımlanmıştır. (5.20) Kaba kesim işlemi sürekli bir proses olduğu için, “pişirilmeye hazır” bir tavuğu kaba kesime alıp, bu kaba kesimlerden aynı günde ince kesim gerçekleştirmek mümkündür.

Ürünlerin Miktarları:

$$\sum_{c \in C} (V_{cpa} \cdot rctofc_{fc}) \geq W_{fpa} \quad f \in F; p \in P; a \in A \quad (5.5)$$

$$W_{fpa} \geq \sum_{j \in J(f)} X_{jpa} + Y_{fpa} \quad f \in F; p \in P; a \in A \quad (5.6)$$

$$X_{jpa} \geq \sum_{d \in D} Z_{jdpa} \quad j \in J; p \in P; a \in A: a > 1 \quad (5.7)$$

$$\sum_{p \in P} X_{jpa} + stockprod_j \geq \sum_{d \in D} \sum_{p \in P} Z_{jdpa} \quad j \in J; a \in A: a = 1 \quad (5.8)$$

Belirli bir  $V_{cpa}$  kesim işlemine göre üretilen ürünler, ince kesimlere dönüşmelidir. Eşitlik 5.5'de  $rctofc_{fc}$  indikatörü, kesim işlemi  $c$ 'ye göre bir kg kaba kesimden kaç kg ince kesim elde edilebileceğini belirtir. Bu ince kesime uğrayan malzemeler değişik ürünler olarak paketlenabilir ( $j \in J(f)$ ) veya taze olarak bu şekilde ( $Y_{fpa}$ ) satılabilir. Paketlenen son ürünler başka günlerin de taze et taleplerini karşılamak için kullanılabilir (5.7). Değişken  $Z_{jdpa}$ ,  $j$  son ürünü için,  $p$  üretim günündeki,  $a$  günlük kaba kesimler baz alınarak yapılan üretim miktarını belirtir, bu miktar  $d$  talep günündeki talebi karşılamak için kullanılır. Eşitlik 5.8 ürünlerin başlangıç stokları planlama haftasının başlangıcına entegre eder. Bu ürünler bir önceki haftanın cuma günü üretilen ürünlerdir.

Taleplerin Belirlenmesi:

$$de_{jd} \geq \sum_{p \in P} \sum_{a \in A: (d-a) \leq (1-cr_j) \cdot sl_j} Z_{jdpa} \quad j \in J; d \in D \quad (5.9)$$

Bir ürünün belirli bir günde satılabileceği maksimum miktar o ürünün talebidir. Bir son ürüne gelen talebin karşılanabilmesi için müşterinin belirttiği raf ömrü özelliklerinin karşılanabilmesi gerekir ( $(d-a) \leq (1-cr_j) \cdot sl_j$ ).

Maksimum Dondurulacak Miktar:

$$mfreeze_f \geq \sum_{a \in A} Y_{fpa} \quad f \in F; p \in P \quad (5.10)$$

Belirli bir gün içerisinde dondurulacak olan ince kesimlerin miktarı bir kısıtlamaya tabidir. Taze ürün satmak daha iyi gelir sağladığı için, ürünleri dondurmak her zaman ikinci seçenek olmalıdır.

Kesim İşlemi İçin Hazırlık:

$$\sum_{a \in A} V_{cpa} \leq S_{cp} \cdot B \quad c \in C; p \in P \quad (5.11)$$

Eğer kesim işlemi  $c$ , üretim günü  $p$ 'de yapılıyorsa, kesim işleminin gerçekleşeceği ünite o gün için hazır olmalıdır ( $S_{cp}=1$ ). Eğer başka günlerden işlenmesi gereken kaba kesimler varsa, kesim ünitesinin bir defa hazırlanması yeterli olacaktır.  $B$  kesim işlemi  $c$  için  $p$  üretim gününde yeterince ürünün üretilmesine izin verecek kadar büyük bir sayıdır.

Paketleme İşlemi İçin Hazırlık:

$$\sum_{a \in A} X_{cpa} \leq P_{jp} \cdot B \quad j \in J; p \in P \quad (5.12)$$

Paketleme hattı için, eğer belirtilen ürün  $p$  gününde paketleneneyecekse  $P_{jp}=1$  olmalıdır.  $B$  yeterince büyük bir sayıdır.

Kesim İşlemi İçin Minimum Parti Büyüklüğünün Belirlenmesi

$$\sum_{a \in A} V_{cpa} \leq mbatch_c \cdot S_{cp} \quad c \in C; p \in P \quad (5.13)$$

Kesim işlemine bağlı olarak parti büyüklüğünün belirlenmesi, kesim yapılacak ünitenin hazırlanabilmesi için gereklidir. Bazı kesim işlemleri için hazırlık yapmak diğerlerine göre masraflı olabilir. Örneğin; şinitzel kesme işlemi yüksek maliyetli bir işlemdir. İşlemler sonucunda elde edilecek fayda, bu hazırlık maliyetlerine katlanabilecek nitelikte olmalıdır.

İnce Kesim Kapasitesi:

$$Normhours_p \leq normcap \quad p \in P \quad (5.14)$$

$$Normhours_p + Addhours_p \leq normcap + addcap \quad p \in P \quad (5.15)$$

$$\sum_{c \in C} \sum_{a \in A} V_{cpa} / throughput_c + \sum_{c \in C} S_{cp} \cdot setup_c \leq Normhours_p + Addhours_p \quad p \in P \quad (5.16)$$

İnce kesim kapasiteleri hesaplanırken sadece iş gücü hesaba katılacaktır, çünkü bu işlemde en etkili faktör işgücüdür, makine saat darboğaz oluşmasına sebep vermez. Karar değişkenleri  $Normhours_p$  ve  $Addhours_p$   $p$  üretim gününde kaba kesimleri ince kesimlere dönüştürmek için kaç adam-saat işçilik gerektiğini belirtir.  $Normhours_p$  düzenli mesai saatlerindeki

çalışma saatlerini belirtirken,  $Addhours_p$  ekstra mesai saatlerini belirtir. Eşitlik 5.14 ve 5.15’de hem  $Normhours_p$ , hem de  $Addhours_p$  kapasite bakımından sınırlandırılmıştır. Eşitlik 5.16’da kapasite kullanımı üretilen ürün miktarıyla ve kesim işlemlerinin hazırlıkları için geçen sürelerle ilişkilendirilmiştir. İlk terimde kesim işleminde üretilen miktar, her bir adam saat için çıkan ürün miktarına bölünür, böylece bu ürünleri üretmek için gerekli olan adam-saat rakamlar ortaya çıkmış olur. İkinci terimdeki  $setup_c$  kesim işlemini gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan adam saat miktarıdır. Bu miktar  $S_{cp}$  mantıksal değişkeniyle çarpılır.  $S_{cp}$ ,  $c$  kesim işleminde,  $p$  üretim gününde kesim ünitesinin hazır olup olmadığını belirtir.

Paketleme Kapasitesi:

$$Packnormhours_p \leq packnormcap \quad p \in P \quad (5.17)$$

$$Packnormhours_p + Packaddhours_p \leq packnormcap + packaddcap \quad p \in P \quad (5.18)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{a \in A} X_{jpa} / packthroughput_j + \sum_{j \in J} P_{jp} \cdot packsetup_j \leq Packnormhours_p + Packaddhours_p \quad p \in P$$

(5.19)

Paketlemedeki kısıtlamalar ince kesimdeki kısıtlamalara benzer. Yine normal mesai saatlerini ve ekstra mesai saatlerini kapsayan kapasiteler söz konusudur. Mamülün paketlenen miktarı  $X_{jpa}$ , bir saatte hattan çıkan toplam ürün sayısına bölünerek ( $packthroughput_j$ ) paketleme için ihtiyaç duyulan makine saat süresi bulunmuş olur. Bunlara ek olarak her bir ürün için ilgili partinin başlangıcında üretim hattının kalibrasyonunu sağlamak için bir hazırlık süresine ihtiyaç duyulur ( $packsetup_j$ ).

Değişken Tanımları

$$S_{cp} \in \{0;1\} \quad c \in C; p \in P \quad (5.20)$$

$$P_{jp} \in \{0;1\} \quad j \in J; p \in P \quad (5.21)$$

$$U_{rga} \geq 0 \quad r \in R; g \in G; a \in A \quad (5.22)$$

$$V_{cpa} \geq 0 \quad c \in C; p \in P; a \in A: p \geq a \quad (5.23)$$

$$W_{fpa} \geq 0 \quad f \in F; p \in P; a \in A: p \geq a \quad (5.24)$$

$$X_{jpa} \geq 0 \quad j \in J; p \in P; a \in A: p \geq a \quad (5.25)$$

$$Y_{fpa} \geq 0 \quad f \in F; p \in P; a \in A: p \geq a \quad (5.26)$$

$$Z_{jdp} \geq 0 \quad j \in J; d \in D; p \in P: d \geq p; a \in A: d \geq a \& p \geq a \quad (5.27)$$

$$Normhours_p, Addhours_p, Packnormhours_p, Packaddhours_p \geq 0 \quad p \in P \quad (5.28)$$

## 5.2 Sayısal Sonuçlar

Modelin sayısal olarak değerlendirilebilmesi için, aşağıdaki veri seti uygulanmıştır:

- 6 kaba kesim
- 27 ince kesim
- 40 son ürün
- 28 kesme işlemi
- 5 üretim günü (Pazartesi'den Cuma'ya)
- 8 talep günü (Pazartesi'den diğer haftanın Pazartesi'ye )
- 8 kaba kesim günü (önceki haftanın Cuma gününden, planlama haftasının Cuma gününe kadar. )

Çizelge 5.1 Değişken listesi

| Tip            | Sembol    | Değiş | Toplam             |
|----------------|-----------|-------|--------------------|
| İkili Değişken | $S_{cp}$  | 140   |                    |
| İkili Değişken | $P_{jp}$  | 200   | 340 İkili Değişken |
| Devamlı        | $U_{rga}$ | 96    |                    |
| Devamlı        | $V_{cpa}$ | 840   |                    |
| Devamlı        | $W_{fpa}$ | 810   |                    |
| Devamlı        | $X_{jpa}$ | 1200  |                    |
| Devamlı        | $Y_{fpa}$ | 810   |                    |

|         |                   |      |               |
|---------|-------------------|------|---------------|
| Devamlı | $Z_{jdpa}$        | 6800 |               |
| Devamlı | $Normhours_p$     | 5    |               |
| Devamlı | $Addhours_p$      | 5    |               |
| Devamlı | $Packnormhours_p$ | 5    |               |
| Devamlı | $Packaddhours_p$  | 5    | 10576 Devamlı |

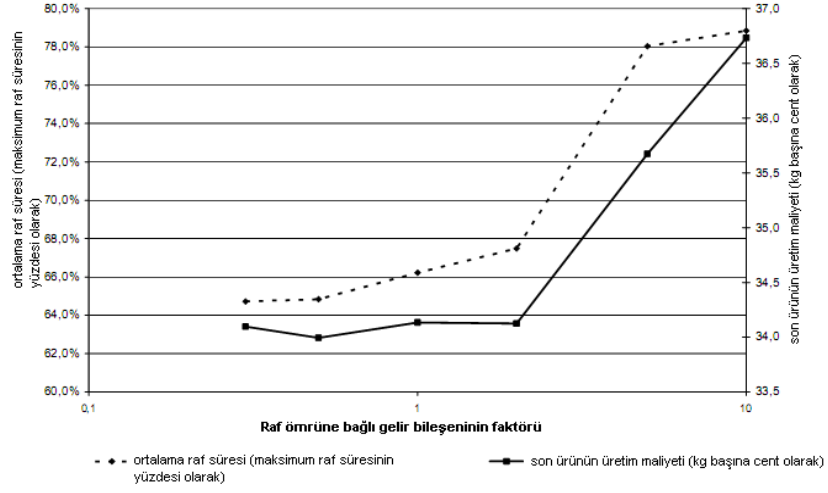
Tablo 5.1’de sonuç modelde kullanılan değişkenlerin bilgisi mevcuttur. Katkı payını optimize etmeye çalışan amaç fonksiyonunu daha iyi yorumlayabilmek için şu terim amaç fonksiyonuna eklenmiştir:  $-\sum_{g \in G} \sum_{a \in A} cpoultry_g . ipoultry_{ag}$

$cpoultry_g$  parametresi  $g$  cinsiyetindeki canlı bir hayvanın € cinsiden maliyetini belirtir. Canlı hayvanın maliyetiyle canlı hayvan sayısı çarpılarak her hafta için canlı hayvanların maliyeti saptanmış olur. Modelde maliyetler ve hayvan sayıları sabitlendiği için bu terim hesaplamasının sonucuna etki etmeyecektir. Tabi ki bu maliyetler haftalık katkı paylarının belirlenmesinde dikkate alınmalıdır.

Model, ILOG-OPL Studio 3.6.1 programı yardımıyla bilgisayar ortamında çözülmüştür. Model performansı 8 dakikalık bir çalışma süresinin yeterli sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu süre zarfında MIP-gap %2’nin altına düşmektedir. “MIP-gap” pratik olarak hesaplanan hedef değerin, Lineer Programlama çözümüyle belirlenmiş sınır değere olan yakınlığını yüzde olarak ifade eder.

Modelin asıl amacı raf ömrünün üretim planlamaya entegre edilmesi olduğu için, raf ömrüne bağlı gelir bileşeninin incelenmesi çok önemlidir. Raf ömrüne bağlı gelir bileşeninin faktörüne modelde ilk olarak “1” değeri verilmiştir. Faktörün 0.1 olması ilk değerin 10’da biri olduğunu, faktörün 10 olması, ilk değerin 10 ile çarpıldığını gösterir. Yapılan analizlerde raf ömrüne bağlı gelir bileşeninin faktörünün 2’den büyük olduğu takdirde, hazırlık operasyonlarının sayısının artacağı ve buna bağlı olarak maliyetlerde önemli bir artış olacağı görülmüştür. Buna bağlı olarak ortalama raf ömrü faktör 2 iken %67.5, faktör 5 iken %78 olmuştur. Faktörün 10’dan büyük olması raf ömründe küçük değişiklikler yaratmaktadır. Üretimcinin ürünlerini taze olarak satma kararı alabilmesi için, raf ömrüne bağlı gelir bileşeninin önemli bir fark yaratması gerekir. Diğer tarafta, ürünlerin taze olarak üretilmesi, parti miktarlarının az olmasından dolayı yüksek makina hazırlık maliyeti oluşmasını sağlar. Faktör 2 için bu maliyet kg başına 34 cent iken, faktör 10’a yükseldiği zaman bu rakam 36.5

cente kadar çıkmaktadır. Bu değerler Şekil 5.4’de gösterilmiştir (Entrup, 2005).



Şekil 5.4 Raf ömrüne bağlı gelir bileşeninin faktörü (Entrup, 2005)

## 6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Taze gıda endüstrisi dünyada en büyük iş kollarından biri haline gelmiştir. Bu sektör esas olarak kısa raf ömrüne sahip mamüller üretir. Taze gıda endüstrisinin en önemli alt kolları süt ürünleri, unlu mamüller ve taze et üretimidir. Bu endüstrinin en önemli özelliklerinden biri maliyetin yüksek olmasına rağmen, kar marjının düşük olmasıdır. En büyük sıkıntılardan biri de üreticilerle bayilerin konsolide bir şekilde çalışamamasıdır. Özellikle indirim kanallarının artışı, özel markaların ortaya çıkması dolayısıyla rekabetin artması bu konsolidasyonu zorunlu hale getirmiştir. Ayrıca önümüzdeki yıllarda teknolojik, sosyal, çevresel ihtiyaçlar (ürün izlenebilirliği, RFID, ürünlerin çoğaltılması) önemli yatırımların yapılmasını sağlayacaktır. Ek olarak taze gıda sektöründe hammadde kalitelerinin çok değişken olması, ürün çeşitliliğinin fazla olması, ürünlerin bozulabilir olması bu sektörü diğerlerine göre daha karmaşık hale getirmiştir. APS sistemleri sektörün bütün bu ihtiyaçlarına cevap verebilecek çözümler sunmalıdır. APS sistemleri birçok değişkenden ve kısıttan yola çıkarak, eş zamanlı olarak planları ve çizelgeleri hesaplayan karar destek araçlarıdır. Özel bir kritere ilişkin olarak optimize edilebilirler.

Her ne kadar genel anlamda APS sistemleri gerçekleştirmelerinin yatırım geri dönüşleri çok hızlı olsa da, gıda sektöründe APS uygulamalarının sayısı diğer sektörlerle göre çok azdır. Taze gıda sektöründe bir APS sisteminin başarılı ve etkin bir şekilde işletmenin üretim planlama ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için, hangi özelliklere sahip olması gerektiği önemli bir konudur. Taze gıda sektöründe APS sisteminin seçilmesindeki en önemli faktör raf ömrünün hangi aşamalarda programa dahil edildiğidir. Bu çalışmada APS sistemlerinden SAP ve PeopleSoft incelenmiştir. Bu iki programda raf ömrünün entegrasyonu ile ilgili eksikliklere değinilmiştir.

İncelenmesi gereken diğer bir konu raf ömrünün üretim planlamaya nasıl entegre edildiğidir. Bu çalışmada tavukçuluk sektörü için geliştirilen bir model üzerinde durulmuştur. Bu model MILP formuna indirgenmiş, haftalık olarak üretim planlama yapabilen bir modeldir. Bu modelde raf ömrünün satış etkinliklerine katkısı raf ömrüne bağlı fiyat bileşeniyle sağlanmıştır. APS sistemlerinin taze gıda sektöründe başarılı bir şekilde kullanılabilmesi için raf ömrüne bağlı fiyat bileşeninin mutlaka bu sistemlerin amaç fonksiyonlarına eklenmesi gerekir. Bu durum üreticileri ve perakendecileri anlaşmazlığa düşürebilir çünkü daha taze ürün isteyen perakendeci, bu işlemin maliyetine katlanmak zorunda kalacaktır. Burada kazan-kazan ilkesi benimsenerek her iki tarafı da memnun edecek bir sistem geliştirilmelidir. ERP satıcısı firmaların, raf ömrüne bağlı fiyat bileşenlerinin entegre edildiği sistemleri

pazarlayabilmeleri için, rekabetçi bir ortamda ürün tazeliğini ödüllendirecek bir düzen kurmaları gerekmektedir.

Bu çalışmada örnek senaryo olarak tavukçuluk sektörü incelenmiştir. Bu modelden yola çıkılarak taze gıda sektöründeki diğer iş kolları için de değişik modeller geliştirilebilir. Örneğin; süt ürünleri, taze meyve sebze sektörü için de benzer bir çalışma yapılabilir. Böylece hazır modellerin transfer edilebilirliği konusunda da bir değerlendirme yapılabilir.

İncelenen örnek senaryo bir haftalık zaman periyodu için üretim planlama yapan bir modeli kapsamaktadır. Bu süre taze gıda endüstrisi için uzun dönem veya orta dönem olarak değerlendirilebilecek bir zaman dilimidir. Bu modellerin taze gıda sektöründe etkin olarak kullanılabilmesi için kısa dönem planlama da yapılması gerekmektedir. Taze gıda sektörü için ideal planlama süresi günlük planlamadır. Dolayısıyla APS sistemlerine entegre edilmesi gereken model, hem haftalık hem de günlük planlamayı eş zamanlı gerçekleştiren bir model olmalıdır. Her iki modelde de benzer değişkenler olacağından, ortak bir model oluşturmak oldukça karmaşık bir işlemdir.

**KAYNAKLAR**

- Blackburn, C. W., (2000), Modeling Shelf Life, Woodhead Publishing Limited, Leatherhead.
- Entrup, M. L., (2005), Advanced Planning in Fresh Food Industries, Physica-Verlag, Berlin.
- Graves, S. C., (1999), Manufacturing Planning and Control, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- Günther, H., Beek, P., Grunow, M. ve Entrup, M. L., (2005), "Coverage of Shelf Lifes in APS Systems", Supply Chain Management und Logistics, 1:135-156.
- Henry, R., Rothwell, G., (1995), The World Poultry Industry, IFC, Massachusetts.
- Humphery K., (1998), Shelf Life:Supermarkets and the Changing Cultures of Consumption, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kallrath, J., (2002), "Planning and scheduling in the process industry.", OR Spectrum, 24:219-250
- Kilcastand, D., Subramaniam, P., (2000), The Stability of Shelf-Life of Food, Leatherhead Food Research Association, Leatherhead.
- Klose A., Speranza M.G., Wassenhove L.N.V., (2002) Quantitative Approaches to Distribution Logistics and Supply Chain Management, Heidelberg.
- Knolmeyer G., Mertens P., Zeier A., (2002), Supply Chain Management Based on SAP Systems, Heidelberg.
- Miller D., (1995), Acknowledging Consumption, Routledge, London.
- Neumann, K., Schwindt, C., Trautmann, N., (2002), "Advanced Production Scheduling for Batch Plants in Process Industries." OR Spectrum, 24: 251-279.
- Sheikh K., (2003), Manufacturing Resource Planning (MRPII), McGraw Hill, New York.
- Kilger C., Stadtler H., (2008), Supply Chain Management and Advanced Planning, Springer, Berlin.
- Voß, S., Woodruff, D. L., (2005), Introduction to Computational Optimization Models for Production Planning in a Supply Chain, Springer, Hamburg.
- Waters, D., (2003), Logistics:An Introduction to Supply Chain Management, Palgrave Macmillan, London.
- İnternet Kaynakları:
- [www.gumruk.net](http://www.gumruk.net)
- [Service.sap.com](http://Service.sap.com)
- [www.forumfood.com](http://www.forumfood.com)
- [www.peoplesoft.com](http://www.peoplesoft.com)
- [www.worldpoultry.com](http://www.worldpoultry.com)

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum Tarihi: 14.06.1983

Doğum Yeri: Üsküdar

Lise: 1998-2001 Özel Üsküdar Fen Lisesi

Lisans: 2001-2005 Matematik Mühendisliği (YTÜ)

Yüksek Lisans: 2006-2009 Matematik Mühendisliği (YTÜ)

Çalıştığı Kurum: IMC Bilişim Teknolojileri (SAP Uygulama Danışmanı)