

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
2020 - YL - 037

**GIDA SEKTÖRÜNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA
TEKNIĞİ İLE ÜRETİM PLANLAMASI: SİRKE ÜRETİMİ
UYGULAMASI**

HAZIRLAYAN
Elif ARIK

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

AYDIN- 2020

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

İşletme Ana Bilim Dalı İşletme Programı öğrencisi Elif ARIK tarafından hazırlanan “Gıda Sektöründe Doğrusal Programlama Tekniği ile Üretim Planlaması: Sirke Üretimi” başlıklı tez, 20/05/2020 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı ve Soyadı	Kurumu	İmzası
Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS		
Dr. Öğr. Üyesi Esin SAYIN		
Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖZGÖRMÜŞ		

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulununsayılı kararıyla(Tarih) tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ahmet Can BAKKALCI
Enstitü Müdürü V.

T.C
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

20 / 05 / 2020

İmza

Elif ARIK

ÖZET

GIDA SEKTÖRÜNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE ÜRETİM PLANLAMASI: SİRKE ÜRETİMİ UYGULAMASI

Elif ARIK

Yüksek Lisans Tezi, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

2020, XVII + 103 sayfa

İşletmelerin insan istek ve ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla mal veya hizmet sunma faaliyeti olan üretim, işletmelerin etkinliğini sürdürebilmeleri için önemli bir yere sahiptir. Üretim yapan işletmelerin kıt kaynakları verimli bir şekilde kullanmaları ve rakip işletmelere karşı güçlü bir tavır sergilemeleri, belirli bir üretim planlaması içinde gerçekleştirilmektedir. Üretim planlaması kıt kaynaklar bakımından karışık ve çözümlenebilmesi uzun zaman alması sebebiyle doğrusal programlama tekniği ile çözümleme yapılması daha kolay olmaktadır.

Doğrusal programlama, işletmelerin kıt kaynaklarını kullanarak optimâl (en iyi) sonuca ulaştırmayı hedefleyen matematiksel bir tekniktir. İnsan yaşamının sürdürülebilirliğini sağlamak için gıda ürünlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da gıda sektörünün dünyada büyük bir alana sahip olduğunu göstermektedir.

Gıda ürünlerinin arasında tarihi çok eski yıllara dayanan sirke, kullanım alanlarının yaygınlığı nedeniyle en çok üretimi ve tüketimi yapılan ürünü olmuştur. Bu çalışma, sirke üreten bir işletmenin üretim planlama faaliyetleri ele alınarak doğrusal programlama tekniği ile matematiksel bir model oluşturulmuştur.

Çalışmada, doğrusal programlama tekniği Lindo 6.1 paket programı kullanılarak kârın maksimize edildiği 1 aylık üretim planlaması elde edilmiştir. Sirke üretim işletmesinin var olan kaynaklarında yaşanan bir değişikliğin olduğu durumlarda, amaç denklemine olan kârlılık durumunu hesaplamak için duyarlılık analizi de yapılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Üretim Planlama, Doğrusal Programlama, Sirke Üretimi, Gıda Sektörü, Lindo 6.1.

ABSTRACT

PRODUCTION PLANNING WITH LINEAR PROGRAMMING TECHNIQUE IN FOOD INDUSTRY: VINEGAR PRODUCTION PRACTICE

Elif ARIK

Master Thesis at Business

Supervisor: Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

2020, XVII + 103 pages

Production, which provides goods or services in order to meet the human demands and needs of the enterprises, has an important place for the enterprises to maintain their effectiveness. Producing companies' efficient use of scarce resources and a strong attitude towards competitors are realized within a certain production planning. Since production planning is complicated in terms of scarce resources and takes a long time to analyze, it is easier to analyze with linear programming technique.

Linear programming is a mathematical technique that aims to achieve optimal (best) results by using scarce resources of businesses. Food products are needed to ensure the sustainability of human life. This shows that the food industry has a large area in the world.

Vinegar, which dates back to very old years, has been the most produced and consumed product due to the widespread use of its products. In this study, the production planning activities of a company producing vinegar are developed and a mathematical model is created with linear programming technique.

In the study, using the linear programming technique Lindo 6.1 package program, a 1-month production planning was obtained in which profit was maximized. In cases where there is a change in the existing resources of the vinegar production company, a sensitivity analysis was also performed to calculate the profitability of the goal equation.

KEYWORDS: Production Planning, Linear Programming, Vinegar Production, Food Industry, Lindo 6.1.

ÖNSÖZ

Geçmişten günümüze hızla gelişen teknoloji ve bununla birlikte ilerleyen üretim teknolojileri işletmelere büyük katkı sağlamaktadır. Üretim alanında gelişen bu dijital gelişmeler rekabet koşullarını daha da güçlendirmektedir. Bu rekabette üstünlük sağlayıp kazançlı çıkabilmek için mevcut kaynakların, doğru zamanda ve miktarda optimâl şekilde kullanılması gerekmektedir. Tüm bunların uygulanabilmesi için öncelikle üretim planlaması oluşturulmaktadır. Böylelikle işletme stratejisini uygulayarak hedefine hızlı bir şekilde en iyi sonucu olarak ulaşacaktır. Bu çalışmada uygulama yapılan sirke üretim işletmesinin bir ay içerisinde mevcut kaynaklardan kaliteli ve zamanında en iyi ürünün nasıl elde edileceği değerlendirilmiştir. Bunların sonucunda bir ay içerisindeki kâr maksimizasyonunun ne kadar olduğu analiz edilmiştir.

Bu tez çalışmasını hazırlamamda bana yardımcı olan ve bana kıymetli fikirlerini veren danışmanım Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS' a, engin bilgi birikimleriyle lisans ve yüksek lisans eğitimlerim boyunca akademik desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Prof. Dr. Yusuf KADERLİ hocama ve bilimsel çalışmalar konusunda en ince ayrıntısına kadar benimle gönülden ilgilenen değerli hocam Doç. Dr. Ece ARMAĞAN' a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışma sürecinde motive kaynağım olan canım annem Filiz ARIK' a, hayatımın her alanında beni yalnız bırakmayan canım babam Ahmet ARIK' a ve yanımda olamasa da desteğini hiçbir zaman esirgemeyen canım abim Mehmet Emrah ARIK' a çok teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisans eğitimimde bana yol arkadaşı olan, çalışmalarımı yürüttüğümüz sevgili nişanlım Mertcan MERT' e sonsuz teşekkür ederim.

ELİF ARIK

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	vii
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER	xiii
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xiv
GRAFİKLER DİZİNİ.....	xv
EKLER DİZİNİ.....	xvi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM	4
1. ÜRETİM VE ÜRETİM PLANLAMA.....	4
1.1. Üretim Kavramı	4
1.2. Üretim Sistemi.....	5
1.3. Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	8
1.3.1. Geleneksel Üretim Sistemlerine Göre Sınıflandırma.....	9
1.3.1.1. Üretim yöntemine göre sınıflandırma.....	9
1.3.1.2. Ürün cinsine göre sınıflandırma	10
1.3.1.3. Ürün miktarına göre sınıflandırma	11
1.3.2. Modern Üretim Sistemlerine Göre Sınıflandırma.....	12
1.4. Üretim Planlaması.....	13
1.5. Üretim Planlama ve Kontrol Süreci.....	15

1.6. Üretim Planlamasının Amacı ve Önemi.....	18
1.7. Üretim Sistemlerine Göre Planlama.....	19
1.7.1. Sürekli Üretim Sisteminde Üretim Planlama.....	19
1.7.2. Kesikli Üretim Sisteminde Üretim Planlama.....	21
1.8. Üretim Planlamasının Yararları ve Zararları.....	21
1.9. Üretim Planlamasının Karar Verme Seviyeleri.....	22
1.9.1. Stratejik Üretim Planlama Seviyesi.....	23
1.9.2. Taktik Üretim Planlama Seviyesi.....	24
1.9.3. Operasyonel Üretim Planlama Seviyesi.....	24
2. BÖLÜM	27
2. GIDA SEKTÖRÜ VE SİRKE ÜRETİMİ	27
2.1. Gıda Sektörünün Tanımlanması.....	27
2.1.1. Gıda Sektöründe Üretim Planlama.....	29
2.1.2. Gıda Güvenliğinde Riskler.....	30
2.2. Sirke' nin Tarihçesi ve Tanımlanması	32
2.3. Sirke Üretim Yöntemleri.....	34
2.3.1. Jeneratör (Damlama) Yöntemi.....	34
2.3.2. Daldırma (Derin) Yöntemi.....	35
2.3.3. Orleans Yöntemi	36
2.4. Sirke' nin Türkiye ve Dünya' da ki Genel Durumu.....	37
3. BÖLÜM	42
3. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA	42
3.1. Doğrusal Programlama Tanımı.....	42
3.2. Doğrusal Programlama Tekniğinin Tarihçesi.....	43
3.3. Doğrusal Programlama Gelişim Süreci.....	43
3.4. Doğrusal Programlama Yönteminin Uygulanabilme Şartları.....	44
3.5. Doğrusal Programlamada Genel Varsayımlar.....	44

3.6. Doğrusal Programlamanın Uygulama Alanları.....	46
3.7. Doğrusal Programlama Modelinin Matematiksel Unsurları.....	46
3.8. Doğrusal Programlama Çözüm Yöntemleri.....	49
3.8.1. Grafik Yöntemi.....	49
3.8.2. Simpleks Yöntemi.....	54
3.9. Duyarlılık Analizi.....	55
4. BÖLÜM	57
4. GIDA SEKTÖRÜNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE ÜRETİM PLANLAMASI: SİRKE ÜRETİM UYGULAMASI.....	57
4.1. İşletmenin Tanıtılması.....	57
4.2. İşletmenin Sirke Üretim Süreci ve Aşamaları.....	57
4.3. İşletme İçin Modelin Oluşturulması.....	61
4.3.1. Maliyetin Hesaplanması.....	62
4.3.2. Makine Kısıtları.....	66
4.3.3. Hammadde Kısıtları.....	68
4.3.4. Ürünlerin Alt ve Üst Kısıtlarının Tespiti	69
4.3.5. Üretim Kısıtı.....	70
4.3.6. Pozitiflik Kısıtı.....	70
4.3.7. Modelin Çözümü ve Yorumu	71
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	82
6. KAYNAKLAR	86
7. EKLER.....	92
ÖZGEÇMİŞ	103

SİMGELER DİZİNİ

$\leq$	: Küçük Eşit
$\geq$	: Büyük Eşit
a_{ij}	: Sınırlı Kaynakların Miktarı (i), Üretim İçin Gerekli Olan Miktar (j)
b_i	: Sınırlı Kaynakların Kullanılabilir Miktarı (i)
Br	: Birim
c_j	: Parametreler (Sabit Katsayılar)
Dk	: Dakika
Gr	: Gram
Kg	: Kilogram
Lt	: Litre
n	: Değişken Sayıları
Ph	: Power Of Hydrogen (Hidrojen Gücü)
TL	: Türk Lirası
x_j	: Karar Değişkenleri
Z_{maks}	: Amaç Maksimizasyonu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.: İşletmelerdeki Üretim Sistemi.....	6
Şekil 1.2.: Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	9
Şekil 1.3.: Üretim Planlama Süreci.....	17
Şekil 1.4.: Üretim Planlamasındaki Zaman Seviyeleri.....	23
Şekil 2.1.: Gıdalarda Oluşabilecek Riskler.....	30
Şekil 3.1.: Belirli Bir Modelin Çözümü İçin Algoritmaların Gereksinimleri.....	54
Şekil 4.1.: Sirke' nin Üretim Süreci.....	60



ÇİZELGELER

Çizelge 1.1.: Üretim Sistemi Örnekleri.....	8
Çizelge 2.1.: Toptan Gıda ve Temizlik Ürünleri Meslek Grubu.....	28
Çizelge 2.2.: Dünya’ daki Sirke Çeşitleri.....	38
Çizelge 2.3.: Türkiye’ nin 2018 Yılına Ait Sirke İhracatları.....	39
Çizelge 4.1.: Hammadde Maliyetleri (TL).....	62
Çizelge 4.2.: Br Başına Toplam Hammadde Maliyetleri (TL).....	63
Çizelge 4.3.: Girdi Maliyetleri (TL).....	63
Çizelge 4.4.: Ürün Br/Adet Maliyetleri.....	65
Çizelge 4.5.: Ürünlerin Br Kârları (TL).....	66
Çizelge 4.6.: Üretimdeki Dolum Süreleri.....	67
Çizelge 4.7.: Hammadde Miktarları.....	68
Çizelge 4.8.: Aylık Toplam Hammadde Miktarları.....	69
Çizelge 4.9.: İşletme Modeli.....	71
Çizelge 4.10.: Lindo 6.1 Paket Programı Çözüm Sonuçları	74
Çizelge 4.11.: İşletmenin Duyarlılık Analizi.....	78

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 2.1.: Jeneratör (Damlama) Yöntemi.....	35
Görsel 2.2.: Asetatör Tankı.....	36
Görsel 2.3.: Orleans Yöntemi	37
Görsel 4.1.: Lindo Programında Modelin Gösterimi.....	72
Görsel 4.2.: Duyarlılık Analizini Belirleme.....	74



GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 2.1.: Türkiye’ nin Sirke İhracatı Yaptığı Ülkeler ve Yaşanan Talep Artışları	41
Grafik 3.1.: Köşe Noktalarının Belirlenmesi	52
Grafik 3.2.: Maksimizasyon Yöntemi Optimum Çözüm Alanı.....	53



EKLER DİZİNİ

Ek 2.1.: Etil Alkol Fermantasyon Tankı (Fotoğraf)	92
Ek 2.2.: Helezon Konveyörü (Fotoğraf).....	93
Ek 2.3.: Dekantör Santrifüjü (Fotoğraf)	94
Ek 2.4.: Asetatör Tankı (Fotoğraf)	95
Ek 2.5.: İşletmenin Seperatör Filtreleme Makinesi(Fotoğraf).....	96
Ek 2.6.: Kizelgur Filtreleme Makinesi (Fotoğraf).....	97
Ek 2.7.: Dolum (Stok) Tankı (Fotoğraf).....	98
Ek 2.8.: Dolum Hattı (Fotoğraf).....	99
Ek 2.9.: Etiketleme (Fotoğraf).....	100
Ek 2.10.:İşletme Deposu (Fotoğraf)	101
Ek 4.1.: İşletmenin Lindo Raporu.....	102

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BAE	: Birleşik Arap Emirlikleri
DP	: Doğrusal Programlama
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
GAP	: Good Agricultural Practices (İyi Tarım Örgütü)
GMP	: Good Manufacturing Practices (İyi Üretim Uygulamaları)
HACCP	: Hazard Analysis and Critical Control Point (Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
ITO	: İstanbul Ticaret Odası
LINDO	: Linear Interactive and Discrete Optimizer
M.Ö.	: Milattan Önce
NACE	: Nomenclature des Activités Économiques dans la Communauté Européenne (Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistikî Sınıflaması)
UNO	: United Nations Organization (Birleşmiş Milletler Örgütü)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
WTO	: World Trade Organization (Dünya Ticaret Örgütü)

GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan dijital dönüşümler teknolojinin hızla gelişmesine yol açmıştır. Bu yaşanan gelişmeler üretim tarzında olumlu değişimlere yol açarak daha da ilerlemesine neden olmuş, rekabet ortamını yaratmıştır. İşletmeler rakiplerini geride bırakmak için maliyetleri düşürerek, ürün kalitesini arttırmak mecburiyetinde kalmaktadırlar. Bu yarışta öne geçen işletmeler, mevcut olan sınırlı kaynaklarından verimli bir şekilde yararlananlardır.

Üretim, herhangi bir işletme tarafından insanın istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için ortaya çıkarıp sunduğu mal veya hizmetler bütünüdür. Kaynakların sınırlı miktarda olması nedeniyle hem ekonomik hem de etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu yüzden, işletmeler üretim yapmaya başlamadan önce planlama yapmaları gerekmektedir. Planlı bir üretim için öncelikle üretim planlaması çok büyük önem taşımaktadır.

Üretim planlaması, doğru miktarda ve kalitede hammadde, ekipman vb. kaynaklarla ne zaman ve ne üreteceğine ilişkin kavramları içine almaktadır (Sharma, 2019: 73). Üretim planlamasında, işletmelerin büyüklükleri, yer aldıkları sektör veya ürünler ne olursa olsun istenen genellikle hep aynıdır. İşletmeler gelecekteki kısa, orta ve uzun vadeli planlarını belirledikten sonra gereken üretim kaynaklarını bularak faaliyetlerini yürütmektedirler. Kısacası, üretim planlaması gelecekteki talepleri en etkin ve verimli bir şekilde karşılamak için önemlidir.

Gıda sektörü, her geçen gün artan nüfus oranının etkisiyle gıda üretimi de daha stratejik bir konuma yerleşmektedir. Gıdanın insan yaşamındaki vazgeçilmez yeri bu sektörün dünyanın en büyüğü haline gelmesindeki önemli bir nedendir. Gıda sektörü denilince ilk akla gelen ürünler; et, tavuk, balık, meyve ve sebze dışında kendi niş pazarını oluşturan ürünlerde bulunmaktadır. Sirke, baharat, çeşni gibi ürünler kendi niş pazarını oluşturmuş yemeklerin olmazsa olmaz ürünlerindendir. Özellikle sirke, gıda sektöründeki ürün çeşitliliğiyle, geniş portföyü ve uzun dayanma süresiyle vazgeçilmez bir üründür.

Sirke, şarabın hızla asitleştirilerek dönüşümünün sağlandığı en eski fermantasyon ürünlerinden biridir (Dussauce, 1871: 426). Sirke üretim işletmelerinde öncelikle kısa, orta ve uzun vadeli üretim için karar verme yapılarak üretim planlaması belirlenmelidir. Ayrıca sınırlı kaynakların etkili ve verimli bir biçimde sağlanması için doğrusal programlama tekniğinden yararlanılmaktadır.

Karar verme aşamasında, sınırlı kaynaklardan en etkin bir şekilde verim sağlamak için matematiksel bir program olan doğrusal programlama tekniği kullanılmaktadır. Doğrusal programlama tekniğinde öncelikle amaç belirlenir sonra da kısıtlar olarak adlandırılan sınırlı kaynaklardan en etkin kullanımı belirlenerek bir model kurulur ve işletmenin problemi çözülür. Doğrusal programlama tarafından problemin optimâl (en iyi) sonucu bulunmaktadır.

Yaşadığımız evrende normal olarak karşılaşılan sorunların büyük çoğunluğu, miktarların belirli bir oranda azaltılması veya sınırlandırılmasıyla ilgilidir. Bu miktarlar, kârın maksimize olduğu veya maliyetin minimize olduğu durumlarda gerçekleşmektedir. Doğrusal programlama, verilen doğrusal kısıtlamalara tabi doğrusal fonksiyonları en üst düzeye çıkarmak veya en aza indirmek için toplanan sayısal yöntemler bütünüdür (Strayer, 1989: 273).

Yapılan bu çalışmanın amacı, gıda sektöründe üretilen fermantasyon ürünlerinden biri olan sirke ürününün üretim işletmesindeki üretim planlama faaliyetlerinde ortaya çıkan problemlerin belirlenmesi, indirgenmesi ya da ortadan kaldırılması ve problemlerin doğrusal programlama tekniği kullanılarak çözümlenerek yorumlanmasıdır. Ayrıca, sirke üretim işletmesinin üretim planlamasında toplam kârın maksimizasyonuna bağlı olarak çözümleme yapılmıştır.

Uygulamanın yapıldığı işletmenin, verilerin tam olarak elde edilememesi ve zorluğu nedenlerinden dolayı modeldeki veriler tahmini olarak belirlenmiştir. Ancak çalışmanın oluşturulduğu işletme ile ilgili kullanılmış olan veriler, gerçek yaşamla paralel olacak şekilde oluşturulmaya dikkat edilmiştir.

Çalışma dört ana bölümden meydana gelmiştir. Birinci, ikinci ve üçüncü bölümlerde literatür çalışması yapılmış olup dördüncü yani son bölümde sirke üretim işletmesinin uygulaması yapılmış ve yorumlanmıştır.

Birinci bölüm içerisinde, üretim ve üretim planlaması hakkında genel bilgiler verilmiş; üretim planlamasının amacı, önemi ve karar seviyeleri (kısa, orta, uzun) ele alınmıştır.

İkinci bölümde, gıda sektörü ve sirke hakkında bilgiler verilmiş; sirke ve sirkenin tarihçesinden, sirke üretim yöntemleri ve Türkiye ve Dünya'daki sirke üretimi detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, doğrusal programlama tekniği hakkında detaylı bilgi ve doğrusal programlama tekniğinin çözüm yöntemlerine yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde; sirke üretim işletmesinin verileri model oluşturularak doğrusal programlama tekniği ile çözümlenmiş ve elde edilen sonuçların yorumlanması yapılmıştır. Sirke üretimi yapan işletmede, kısa vadeli (operasyonel) üretim planlaması yapılarak doğrusal programlama tekniği ile sayısal bir model oluşturulmuştur. Bu model kâr maksimizasyonuna bağlı olarak Lindo 6.1 paket programıyla çözümlenmiş ve sirkenin 1(bir) aylık üretim planlama çizelgesi ortaya çıkmıştır.

1. BÖLÜM

1. ÜRETİM VE ÜRETİM PLANLAMA

Üretim, işletmelerin insan istek ve ihtiyaçları doğrultusunda ürün veya hizmet meydana getirmesidir. İktisatta temel amaç, insanların gereksinimlerinin karşılanmasıdır. Bu yüzden, mevcut alan sınırlı kaynaklar oluşturmak veya yarı mamul üzerinde değerini arttıracak şekilde değişikliklerle yeni ürün elde etmek üretim olarak tanımlanmaktadır. İşletmeler gelecek için birtakım planlamalar yapmaktadır. Bu planlamalardan en önemlisi, üretim planlamasıdır. Çünkü bir işletmenin üretim yapabilmesi için gerekli olan kaynakların verimli zamanda, en iyi kalitede ve en az maliyetle planlanması gerekmektedir.

Üretim sistemlerinde ise, en iyi girdi ile tüketicilerin tatmin seviyesini üst seviyeye çıkarmak için kaliteli ürün/hizmet sunma sistemidir. Böylelikle tüketici istek ve ihtiyaçlarını karşılamak ve en üst seviyeye çıkarmak konusunda üretim planlaması ve üretim sistemleri eşgüdümlü bir şekilde hareket etmektedir.

Bu ilk bölümde, öncelikli olarak üretim kavramı genel olarak ele alınmış ve sadece endüstriyel değil hizmet kapsamında da üretim yapılabildiği anlatılmaktadır. Aynı zamanda, üretim planlamasının tanımı, hangi amaç doğrultusunda yapıldığı ve önemi gibi birçok konu bu bölüm içerisinde detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

1.1. Üretim Kavramı

İktisadi eylemlerin ekonomiye fayda sağlayabilmesi için işgücü ve hammaddenin bütünleşerek insan ihtiyaçlarının karşılanması için en önemli ekonomik faaliyetlerden birisi de üretimdir. İnsan hayatının sürdürülebilmesi için üretim şarttır.

Üretim yoktan var edilebildiği gibi mevcut ürünlerden işlenerek de elde edilebilmektedir. Örneğin, bir çiftçinin üzüm üretmesi sıfırdan üretime örnek ise üzümünden sirke yapılması veya buğdaydan ekmek yapılması gibi mevcut üründen üretilen üretim faaliyetleri de bunlara örnek olabilmektedir.

Üretim insan ihtiyaçlarının artmasıyla meydana gelmektedir. Bu da üretim ve tüketim kavramlarının eşdeğer bir şekilde hareket ettiğini göstermektedir. Bazen de insan ihtiyaçlarının dışında zevk ve tatmine bağlı olarak ‘‘lüks mal’’ olarak adlandırılan ekonomide ki yüksek gelirli insanlar tarafından tercih edilen yüksek fiyatlı ürünler tüketilmektedir. Bu sebeple lüks mal üretimi de yapılmaktadır.

Üretim, genellikle ürün tasarımları ve fiziksel üretim süreci ile mühendislik açısından açıklanmaktadır (Pahl, 2012: 359). Domschke vd. (1997: 447) kitabında belirttiği üzere, üretim kavramını, üretim faktörlerinin mal yaratmak amacıyla birleştirildiği ve dönüştürüldüğü bir süreç olarak tanımlamıştır.

Gerekli üretim faktörleri ve fiili üretim sürecinin planlanması, üretim planlamasının bir parçasıdır (Domschke vd., 1997: 447). Üretim en genel tanım olarak, beşerî /sosyal ihtiyaçlarını karşılayan ve insan yaşamının kalitesini destekleyen ürün veya hizmetlerin oluşturulmasıdır (Pahl, 2012: 359). Bu nedenle, değer yaratmak ve talebi karşılamak için planlama ve organizasyon dahil olmak üzere işgücü, hammadde gibi üretim kaynakları kombinasyonunu içerir.

1.2. Üretim Sistemi

Belli amaçlar doğrultusunda elemanların bir araya gelerek oluşturdukları düzenli yöntemler kümesi ‘sistem’ olarak adlandırılmaktadır. İnsan istek ve ihtiyaçlarına cevap vermek için girdilerin çıktıya dönüştüğü süreçler sistemine ‘üretim sistemi’ denmektedir. Üretim faktörlerinin hizmet veya ürüne dönüşme sistemidir. Üretim sisteminde girdiler dört başlık halinde gösterilmektedir:

- I.** Emek (İş Gücü)
- II.** Doğal Kaynak
- III.** Sermaye
- IV.** Girişim

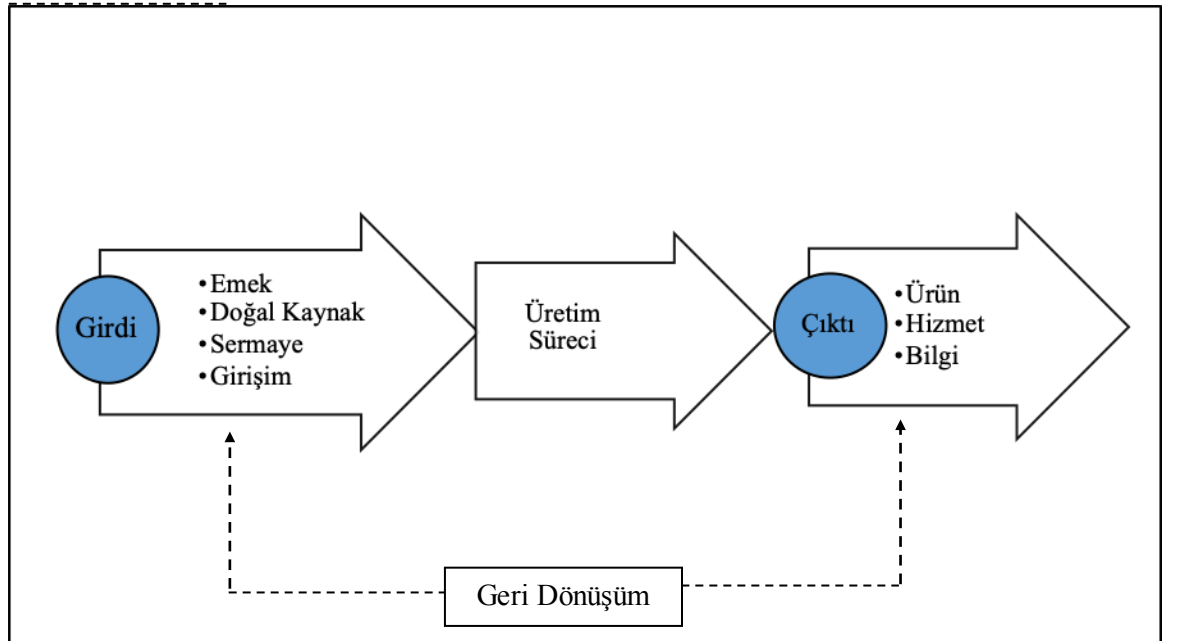
Çıktılar ise; ürün, hizmet ve bilgi olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel olarak ürün/hizmet üretimi yapan işletmeler insanların, makine ve teçhizatın ortak ve verimli çalışma düzeniyle

Üretim sistemi ortaya çıkmaktadır. Üretim sistemine giren üretim faktörleri müşteri taleplerine göre ürün/hizmet/bilgi ortaya çıkmaktadır.

Üretim sistemi, ürün veya hizmeti müşteriye verimlilik düzeyi yüksek bir Şekilde, maliyet oranı düşük kr oranı yüksek bir seviyede zamanında teslimatla sunulmasını amaçlamaktadır. Üretim sistemi doğru ve etkin bir Şekilde sürdürülebilmesi için tasarlanması gerekmektedir. Üretim sistemini tasarlamak zor ve yorucu bir iŐtir. Üretim sistemi tasarımı yapmak Şu nedenlerden dolayı zordur (Chryssolouris, 2013: 419):

- Üretim sistemleri geniş kapsamlıdır ve birçok bileŐime sahip olabilmektedir.
- Üretim sistemleri dinamiktir.
- Üretim sistemi dış etmenlerden etkilenen açık bir sistemdir.
- Zorlu bir işletme ortamında verilerin ölçülmesi zor olabilmektedir.
- Performans ltleri analitik olarak ifade edilmemektedir.
- Birden fazla işlev gösterebilir sistemin bu kısmında çakıŐmalar yaŐanabilmektedir.

Tüm bu nedenlerin üstesinden gelerek tasarım yapabilmek zor olsa da tasarımlar yapılabilir. retime giren üretim faktörlerinin miktarına girdi, üretim süreci olarak birleŐtirme ve geri dönüşüm süreci olarak üretilen mallar da ürün veya çıktı olarak adlandırılmakta ve Şekil 1.1’de gösterilmektedir.



Şekil 1.1. İŞletmelerdeki retim sistemi

Şekil 1.1’de üretim faktörlerinin girdi olarak üretim sistemine dâhil olması, üretime başlanması için gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Sürecin ilerlemesi sırasında dış çevresel etmenlerde dâhil olabilmektedir. Çıktı; ürün, hizmet ve bilgi olarak tüketicilere sunulmaktadır. Bunun sonucunda geri dönüşümlerin fayda sağlayıp sağlamadığı gözlenmektedir.

Newell (1973: 526) kitabında belirttiği üzere, bir bilgi işlem sisteminin belirlenmesi için üretim sistemi kullanılması gerekmektedir. Bu sistem üzerindeki koşulların doğru olup olmadığı kontrol edilerek bilgiler bu sistem sayesinde kodlanmaktadır.

Üretim sistemleri ilk olarak 1943 yılında Post tarafından genel bir hesaplama tekniği olarak görülürken, metodolojide büyük bir gelişme göstermesiyle çok çeşitli sorunlar için uygulanmıştır (Davis ve King, 1975: 38). Bunların başında işletme içi ve dışı sorunlar gelmektedir. Bu sorunların işletmeye olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Örneğin dezavantaj olarak görülen rekabet sorunu, işletmenin diğer işletmelerin önüne geçebilmek için yeni kaynaklı üretim sistemleri kurmasıdır.

Üretim sistemine etki edebilen dış çevre sorunları aşağıda gösterilmektedir;

- Küresel ekonomik sorunlar
- Sosyal çevre şartları
- Hükümet (Kanunlar)
- Rakip işletmelerle rekabet

Üretim, endüstriyel alanda insan gereksinimlerine cevap vermek için üretilmekte ve belli bir sistem üzerinde yürütülmektedir. Üretim sadece endüstriyel anlamla sınırlandırılmamaktadır, üretim yeri geldiğinde fabrikadaki işçinin de okuldaki öğretmenin de hatta hastanede çalışan doktorunda hizmeti üretim olarak değerlendirilmektedir.

Üretim sistemine örnek oluşturabilecek alanları Çizelge 1.1’de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

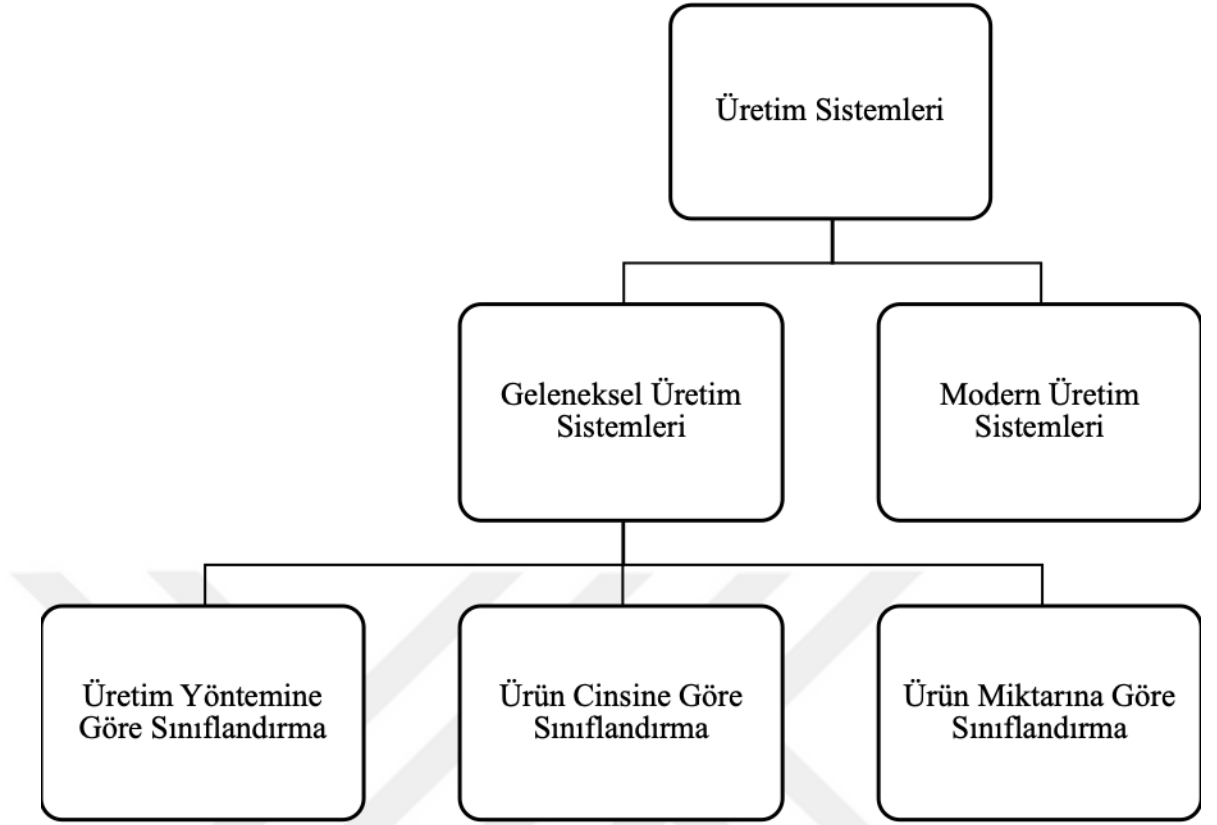
Çizelge 1.1 Üretim sistemi örnekleri

Sistem Alanları	Girdi	Bileşenler	Çıktı	Geri Dönüşüm
Karakol	Hırsızlar	Polisler	Hırsızların Yakalanması	Emniyet/Güvenlik
İlkokul	Öğrenciler	Öğretmenler	Okuma/Yazma	Sınıf Geçme ve Başarı
Cafe/Restaurant	Karnı Aç Müşteri	Yemek, Şef, Garson	Karnı Tok Müşteri	İyi hizmet ve yemek
Sirke İşletmesi	Üzüm	İşçiler, Makineler	Üzüm Sirkesi	Satış miktarı, Maliyet

Çizelge 1.1’de gösterilen örnekler hizmet ve ürün çıktısı olarak verilmiştir. Polislerin hırsızları yakalayıp huzurlu, güvenli bir ortam sağlaması hizmet sektöründe yer almaktadır. Bu hizmetin de bir üretim sistemi olduğunu göstermektedir. Sirke işletmesi endüstriyel bir örnektir. Çünkü ortaya çıkan çıktı tüketiciye ürün olarak sunulmaktadır.

1.3. Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

Üretim sistemi, bir işletmenin üretim yapabilmesi için gerekli olan planlamaları sağlayarak sistematik bir süreçte ilerlemesinin sonucunda ortaya ürün, hizmet veya bilgi çıkması bu sistemi açıkça tanımlamaktadır. Üretimin ne şartlarda yapılacağı, sektörüne göre yöntemleri, siparişe göre çalışıp çalışmayacağı gibi soruların dikkate alınması gerekmektedir. Üretim sistemleri geleneksel ve modern olmak üzere ikiye ve o başlıklarda kendi içerisinde alt başlıklara ayrılmakta ve Şekil 1.2’ de gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Üretim sistemlerinin sınıflandırılması

1.3.1 Geleneksel Üretim Sistemlerine Göre Sınıflandırma

Geleneksel üretim içerisinde üç farklı alt başlıktan meydana gelmektedir. Bunlar sırasıyla; üretim yöntemine göre sınıflandırma, ürün cinsine göre sınıflandırma ve üretim miktarına göre sınıflandırmaktadır (Yalçınayaka, 1994: 115):

1.3.1.1 Üretim yöntemine göre sınıflandırma

Geleneksel üretim sistemlerinin alt başlıklarından biri olan üretim yöntemlerine göre sınıflandırma beş gruba ayrılmaktadır (Yalçınayaka, 1994: 115):

I. Primer (birincil) üretim; Yeryüzünde var olan hammadde kaynaklarının işleme alınarak ya da kullanılmak sebebiyle ortaya çıkarılmasıdır. Altın, petrol, kömür ve tahıl ürünleri bu üretim grubuna girmektedir. Ayrıca kara ve deniz avcılığı, madencilik, çiftliklerde tavuk üretimi vb. üretimler bu gruba dâhildir.

II. Fabrikasyon üretim; Piyasaya yeni ürün sunmak için mevcut ürünün ya da diğer hammaddelerin biçimsel olarak işlem görmesidir. “İmalat” olarak adlandırılan bu

sözcük fabrikasyon üretimini ifade etmektedir. Örneğin; Presleme, kesme, döküm gibi uygulamalarla biçimsel olarak değişiklik sağlayan ürünler, fabrikasyon üretimi grubu içinde üretilmektedir.

III. Montaj üretim; Yarı mamul, farklı hammadde ve ürüne özel parçaların sistemli çalışacak şekilde birleştirilmesiyle ortaya çıkan işlevsel ürün bu üretim yönteminde yer almaktadır. Çamaşır makinesi, fırın, uçak, bilgisayar gibi ürünler montajlanarak üretilmektedir. Montaj yapacak fabrikalar, üreteceği ürün için gerekli olan özel parçaların yarısını ya da tamamını diğer üretim yerlerinden almaktadır. Örneğin; çamaşır makinesi-kazanını başka bir fabrikadan satın alabilmektedir. Montaj yolu ile üretim yapacak fabrika, parçaları devamlı satın aldığı için en uygun fiyatlısını seçmek zorundadır.

IV. Analitik üretim; Temel hammaddelerin belirli bir işlem sürecinde bileşenlerin parçalandıktan sonra işlenip ürün halini alması, analitik üretimdir. Örneğin; Domates-Salça, Süt-Çökelek(kesik), Et-Sucuk (ısıl işlem) vs. üretimler bu sınıfa girmektedir. Bu süreçte damıtma, ısıl işlem gibi birçok farklı yöntem kullanılmaktadır.

V. Sentetik üretim; Yeryüzünden temin edilen ayırıcı işlemlerle temel hammaddelerin işlenmesi ile ürün ortaya çıkmaktadır. Buna kısaca, kimyasal dönüşümde denebilir. Boya, özellikle tekstil ürünlerinde bulunan polyester, plastik bardaklar gibi birçok ürün örnek oluşturabilmektedir.

Tüm bu üretim yöntemine göre sınıflandırmalarda, örnek verilen ürünler sadece bir teknik içerisinde bulunması zorunlu değildir. Birden fazla üretim tekniğinde de yer alabilmelerinde bir sakınca yoktur. Örneğin; montaj yapılan bir ürün fabrikasyonda da üretimi yapılabilmektedir.

1.3.1.2 Ürün cinsine göre sınıflandırma

Sektörlerin birtakım vaziyetlerden dolayı üretilen ürünlerin (boyut, kalite, renk ve işlev gibi) niteliksel yapılarının üretim sisteminde belirlenmesi çok fazla önem taşımaktadır. Üretim sürecinde kullanılan makineler, nitelikli insan gücü belli ürün cinsine göre oluşabilmektedir. Ürüne göre isimlendirilen üretim sistemleri sırayla ifade edilmiştir (Yalçınayaka, 1994: 115):

- Gıda ürünlerinin üretimi
- Altın üretimi

- Bakır üretimi
- Otomobil, motosiklet vb. araçların üretimi
- Hazır giyim ve ev (perde, havlu, çarşaf) içerisindeki tüm tekstil ürünlerinin üretimi
- Tehlikeli (kimyasal) maddelerin üretimi
- Elektrikli aletlerin üretimi

1.3.1.3 Üretim miktarına göre sınıflandırma

Üretim miktarlarına göre sınıflandırma kendi içerisinde üç gruba ayrılmaktadır (Yalçmyaka, 1994: 115):

I. Siparişe göre üretim; Firmaların veya tüketicilerin zevk ve isteklerine göre tek bir seferlik yapılan özel ve kaliteli ürünün üretimi sipariş yöntemine göre yapılmaktadır. Örneğin; Yat, oturma grubu vb. ürünler bu üretim grubuna girmektedir. Siparişe göre üretimin üç önemli noktası şunlardır;

- a) Bir seferlik üretilen ürünün az miktarda olması.
- b) Üretimin siparişe göre az miktarlarda üretilmesi.
- c) Uzun vade de olan anlaşma sağlanan firmalar veya tüketicilerden dolayı belirli sürelerde üretim yapılması.

II. Parti üretimi; Talebe göre çeşitli ürünler üretilen fakat belli miktarlarda parti şeklinde üretim yapılmasıdır. Devamlı bir üretim olmamasından dolayı, makineler sürekli üretimdeki gibi sıralı değildir. Sürekli olduğu takdirde, işletmeye zaman kaybı yaratacaktır. Çünkü her ürün için makine değişmektedir. Parti üretiminde, sürekli üretim gibi partinin hacmi arttıkça kontrol teknikleri sık yapılmalıdır.

III. Sürekli üretim; Sipariş üretimine göre üretim yapmanın tam tersi özelliklere sahip bir üretim biçimidir. Az çeşitliliği olan bir ürünün mevcut makinelerle hızlı ve kesintisiz üretim yapılabilmesidir. Az ürün çeşitliliği olduğundan dolayı, yüksek miktarda ürün üretme imkânı bulunmaktadır. Üretimin kesintisiz ve verimli çalışabilmesi için makineler üretim sürecine göre sıralanmaktadır. Makinelerin bakım-onarım kontrolü sürekli yapılmalıdır. Aksi halde, üretimde kesintiler olacak ve fabrika belli bir süreliğine duracaktır. Bu da işletmenin tüm bölümlerinde aksamalara neden olacaktır. Sürekli üretim, kütle üretimi ve akış üretimi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

a) Kütle üretimi, belirli tipteki ürünlerden büyük oranlarda, ancak çok uzun sürede üretilmesidir. Makine ve teçhizatlar çok gerektiği takdirde değişiklik yaparak farklı bir ürün üretebilmektedirler. Makineler özel üretim için kullanıldığında çok maliyetlidir.

b) Akış üretimi, İşletmede üretim süreci, tek bir ürün tipi için ayarlanmaktadır. Akış üretime göre sağlanır. Üretim hattı ürünün sürecine göre tasarlanmaktadır. Örnek olarak, şeker fabrikası, çimento fabrikası verilebilir.

1.3.2 Modern Üretim Sistemlerine Göre Sınıflandırma

Modern üretim çağı, ikinci dünya savaşı sonrasında insanların istek ve ihtiyaçlarını teknolojik olarak karşılamak suretiyle başlamıştır (Erozan, 2017: 432). Modern bir üretim sistemi, iç ve dış değişikliklere hızlı bir şekilde uyum sağlayabilmektedir. Bu amaçla, son yirmi yıl içerisinde bilgi teknolojileri ve yönetime dayalı çeşitli başarılı modeller ve kontrol teknikleri geliştirilmiştir. Teknolojik düzeydeki güncel gelişmeler üretim sistemlerindeki, takım tezgâhlarının, robotların vb. makinelerin daha da artmasına neden olmuştur (Tzafestas, 1997: 56).

Küresel olarak bilim ve teknolojinin hızla artması ve sürekli olarak gelişmesi bilgisayar programlarına dayalı sistemleri de kullanım haline getirmiştir. Üretim planlamasındaki sayısal veriler bilgisayar üzerinde çözümlenmek için senkronize üretim sistemi, tam zamanında üretim sistemi, bilgisayar destekli üretim sistemi ve esnek üretim sistemlerinden yararlanılmıştır (Gökşen, 2003: 40). Bu sistemler modern üretim sistemlerin belli bir kısmını oluşturmaktadır.

Senkronize Üretim Sistemi; Üretim yapan işletmelerin sistemli, kesintisiz ve sorunsuz verimli bir şekilde çalışması için bu sistem ortaya çıkmıştır. Üretimde yaşanması muhtemel olan karışıklıkları önlem ve sistematik bir şekilde çalışması sağlanır.

Tam Zamanında Üretim Sistemi; Toyota'nın üretim fikrini veren Kiichiro Toyoda tarafından geliştirilen bu sistem yalın yönetimin bir parçası olmaktadır. Tam zamanında üretim Toyota üretimi sırasında ortaya çıkmasıyla üretim dünyasında yeni bir çığır açmıştır. Stok yapmadan yani "Sıfır Stok" anlayışını benimseyen bu sistem kaliteli ürün sunarak müşteri tatmininin sağlanmasını amaçlamaktadır. Sistemin uygulandığı firmaların tüm departmanlarında verimliliği arttırmaktadır (Uslu, 2017: 512)

Bilgisayar Destekli Üretim Sistemi; Teknolojinin gelişmesiyle işletmelerin tüm üretim sistemlerini bilgisayar kullanarak yapmaları bu yöntemi ortaya çıkarmıştır.

Bu sistemler temel olarak şunlardan oluşmaktadır (Erozan, 2017: 432):

- Bilgisayar Destekli Tasarım
- Bilgisayar Destekli Üretim
- Bilgisayar Destekli Mühendislik
- Yönetim Bilgi Sistemleri

Esnek Üretim Sistemi; Esnek üretim diğer adıyla “otomatik üretim” olarak adlandırılmaktadır. Küçük parti tipli ürünleri bilgisayar sayesinde hızlı bir şekilde üretim yapılabilme sistemidir. Böylelikle makineler kesintisiz verimli bir şekilde kullanılacaktır.

Esnek üretim sisteminin işletmelere sağlayabileceği faydalar aşağıda ifade edilmektedir (Erozan, 2017: 432):

- Ürünlerin hazırlanma sürelerini minimuma indirir.
- Üretim süreci stokları en aza indirir.
- Müşteri talebine göre çeşitli tiplerde ürün üretebilir.
- Bilgisayar destekli bir üretim sistemi olduğundan dolayı insan ihtiyacını azaltmakta yardım olur.

- Hatasız ürün sayılarında artış sağlar.
- Diğer modern üretim sistemlerine göre hatalı ürün sayısı en azdır.
- Rekabet seviyesini çeşitli pazarlarda daha fazla yükseltebilir.
- Çeşitli durumlara karşı kolayca adapte olabilir.
- Diğer modern üretim sistemlerinin çoğu ile bütünlük sağlayabilir.
- Gelişen ve ilerleyen teknolojik durumlara uyum sağlayan bir sistemdir.

Yukarıda ifade edilen bu faydalar işletmenin belli bir sektör, ölçek (küçük, büyük, orta) vb. dikkate alınmadan ihtiyaç duyulduğu takdirde uygulanabilmektedir. İşletmenin içerisinde yükleme, depolama gibi işlemler otomatik olarak yapılabilecektir.

Bu bölümde yer alan modern üretim sistemlerinin dışında üretim sistemleri de mevcuttur, fakat burada sadece birkaçı değinilmiştir.

1.4. Üretim Planlaması

Planlama, gelecekteki faaliyetler için alternatiflerin öngörülmesi ve değerlendirilmesidir. Ekonomik amaçlarla ifade edildiğinde istenen bir sonucu elde etmek için ne yapılması ve ne zaman yapılması gerektiği hakkında cevaplar verir.

Hopp ve Spearman (1996: 439) kitabında belirttiği üzere, yüksek düzeyde hizmet, kısa zamanda teslim, yüksek kapasite kullanımı, düşük stok seviyeleri ve/veya olabilecek başka değişikliklere karşı esneklik sağlamada “planlama” kavramı büyük rol oynar. Planlama aydan yıla kadar değişen bir zaman diliminde gerçekleştirilir (Fowler vd., 2012: 288).

Üretim planlaması, hammaddelerin müşteri talebini mümkün olabilecek en verimli ve ekonomik yönden de en uygun ürünlere dönüştürülmesi için kaynakların ve hammaddelerin satın alınmasının yanı sıra üretim faaliyetlerinin planlanması olarak tanımlanmaktadır (Pochet ve Wolsey, 2006: 500).

Farklı endüstrilerde ve ülkelerde binlerce müşteri farklı üretim planlama gereksinimlerine sahiptir (Dickersbach vd., 2007: 477). Bu üretim planlama gereksinimleri, müşteriye göre özelleştirme olarak da bilinen bu süreçte gerekli fonksiyonlar endüstrinin gereksinimlerine, ürün yelpazesine, üretim prosedürüne, ürün yapısına ve kurumsal ve yasal gereksinimlere uygun olarak ayarlanır.

Chapman (2006: 272) kitabında belirttiği üzere, geçmişte üretim planlaması isminin kitapta satış ve operasyon planlaması olarak tercih etmesine rağmen üretim planlamasının satış ve operasyon sürecinin sadece bir kısmı olduğunu bu yüzden de aynı eş anlama gelmediğinden söz etmiştir.

Günümüz endüstriyel alanında, üretilecek veya işlenecek farklı ürünlerin üretim lotlarının büyüklüğüne, üretilmesi gereken zamana ve üretimin gerçekleşmesi için gereken makine veya üretim tesisine ilişkin kararlar üretim planlamasının ele alması gerekli sorunlar içindedir (Pochet ve Wolsey, 2006: 500). Ele alınan bu sorunlar genellikle kısa veya orta vadelidir. Bu sorunların yanı sıra en genel amaç, tahmin talebini minimum maliyetle karşılamaktır.

Üretim planlamasında da tedarik zinciri karar süreçleri zamansal olarak neredeyse aynıdır. Fakat tedarik zinciri planlaması ve üretim planlaması işlevler bakımından birbirine benzese de birkaç farklılıklar birbirinden ayırır.

Şöyle ki, tedarik zinciri planlaması; tedarik ve dağıtım kararlarını da dikkate alarak bütünleştirir ve kapsamını genişletir. Ayrıca tedarik zincirinin tasarım sorunları daha uzun bir zaman dilimini kapsar ve tedarikçilerin seçimi, üretim tesislerinin yeri ve dağıtım sisteminin tasarımı gibi ek kararları içerir (Pochet ve Wolsey, 2006: 500).

Üretim kapasitesinin planlanması ve kullanılması, üretimdeki yöneticilerin en önemli yönetim sorumluluklarından biridir (Escudero vd., 1993:315). Bu üretim planlaması kararları piyasadaki talebe göre belirlenir.

Üretim planlamasının, optimize hale gelebilmesi için büyük bir firmada planlamanın koordineli bir biçimde yapılması gerekmektedir (Vob ve Woodruff., 2006: 260).

Vob ve Woodruff (2006: 260) kitabında belirttiği üzere, üretim planlamasının optimize hale gelebilmesi için beş aşamanın gerekli olduğunu savunmuştur:

1. **Organizasyon:** Üretim planlamasının yapılacağı alanda personelin organize olmuş bir şekilde çalışması sağlanır.
2. **Stratejik Planlama:** Kuruluşun potansiyel pazarlarına nasıl hizmet edeceğini ve rakipleriyle ilişkisinin ne olacağını belirlemeyi içerir. Aynı zamanda da ‘‘Neyi, neden olmak istiyoruz?’’ sorularına da cevap verebilmek için planlama yapılır.
3. **Önemli Kapasite Planlama Kaynakları:** Tahmini olarak bir ila beş yıl arasında karar verilir. Rutin olarak alınan kapasite kararlarında farklı olmasının sebebi tüm personel kararlarının yanı sıra üretim tesisleri hakkında da karar verilir.
4. **Taktiksel Üretim Planlama:** Üretim planlamasının ‘‘Nasıl?’’ yapılacağına cevap verir. Yani programlama ve planlama arasında ayrım yapar. Planlama, üretim miktarları veya üretim hatlarının etkinleştirilmesi gibi iş hakkında karar vermeleri oluşturur. Programlama da ise, üretimdeki planlananların uygulanması olarak tanımlanabilir.
5. **Uygulama ve Geri Bildirim:** Bu süreçte fiili üretim, hareket, nakliye ve teslimat işlevleri uygulanır. Birçok kuruluştaki bu geri bildirim mekanizmaları oldukça yetersizdir. Çünkü bu kuruluşlar öncelikle muhasebe ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmıştır. Üretim planlama süreci, belirli üretim planlama eylemlerinin ne zaman ve hangi koşullarda gerçekleştirilmesi gerektiğini belirler (Fowler vd., 2012: 288).

1.5. Üretim Planlama ve Kontrol Süreci

Üretim planlama ve kontrol sürecinin oluşması için, işletmenin hedeflerine ulaşmakta yardımcı olmaktadır. Üretim planlama yapılarak kontrol sağlandığında işletmeler diğer rakip işletmelere karşı rekabet üstünlüğü sağlayacaktır. Planlamayla mevcut kaynaklar etkin bir biçimde kullanılarak kontrol sağlanabilmektedir.

Üretim planlama ve kontrol sürecinin sağlanması için öncelikle aşağıdaki faaliyetlere ihtiyaç duyulmaktadır (Öztürk, 2007: 131):

- İhtiyaç duyulan hammadde, yarı mamul, vb. materyallerin temin edilmesi.
- Üretim süreci boyunca uygulanacak tekniğin belirlenmesi.
- Üretimde kullanılacak olan makine, teçhizat vb. ihtiyaçların temin edilmesi.
- Üretim kullanılacak olan hammaddelerin maliyete göre belirlenmesi.
- Çalışmada belirlenecek olan standartların tahmin edilmesi.
- Makine ve tüm araç gereçlerin çalışma sürelerinin (başlama ve bitiş) planlama işlemlerinin yapılması.
- Üretim için gerekli olan faaliyetlerin başlatılması.
- Çalışma başladıktan sonra belirlenen standartların etkin bir şekilde çalışıp çalışmadığına bakılması.
- Faaliyetler sonucunda üretimi tamamlanan ürünlerin kalite düzeylerinin belirlenmesi.
- Üretimdeki faaliyetleri, gelecek dönemlerde sorun yaratmamaları için genel olarak değerlendirilecek üretim planlama ve kontrol süreci için ve gerekli olan düzeltmeler ve kayıtların yapılması.

Bu faaliyetlerden ilk altı maddesi üretim planlamayı açıklarken, diğer dört faaliyet kontrol sürecini belirlemektedir. Tüm maddeler, üretim planlama ve kontrol sürecine geçmeden belirlenmesi gereken faaliyetlerden oluşmaktadır. Bu faaliyetler işletmenin üretim süreci için fayda yaratmakta ve sürekliliği için yardımcı olmaktadır.

Üretim planlama ve üretim kontrolündeki süreçler aşağıdaki ana alanları içermektedir (Dickersbach vd., 2007: 477):

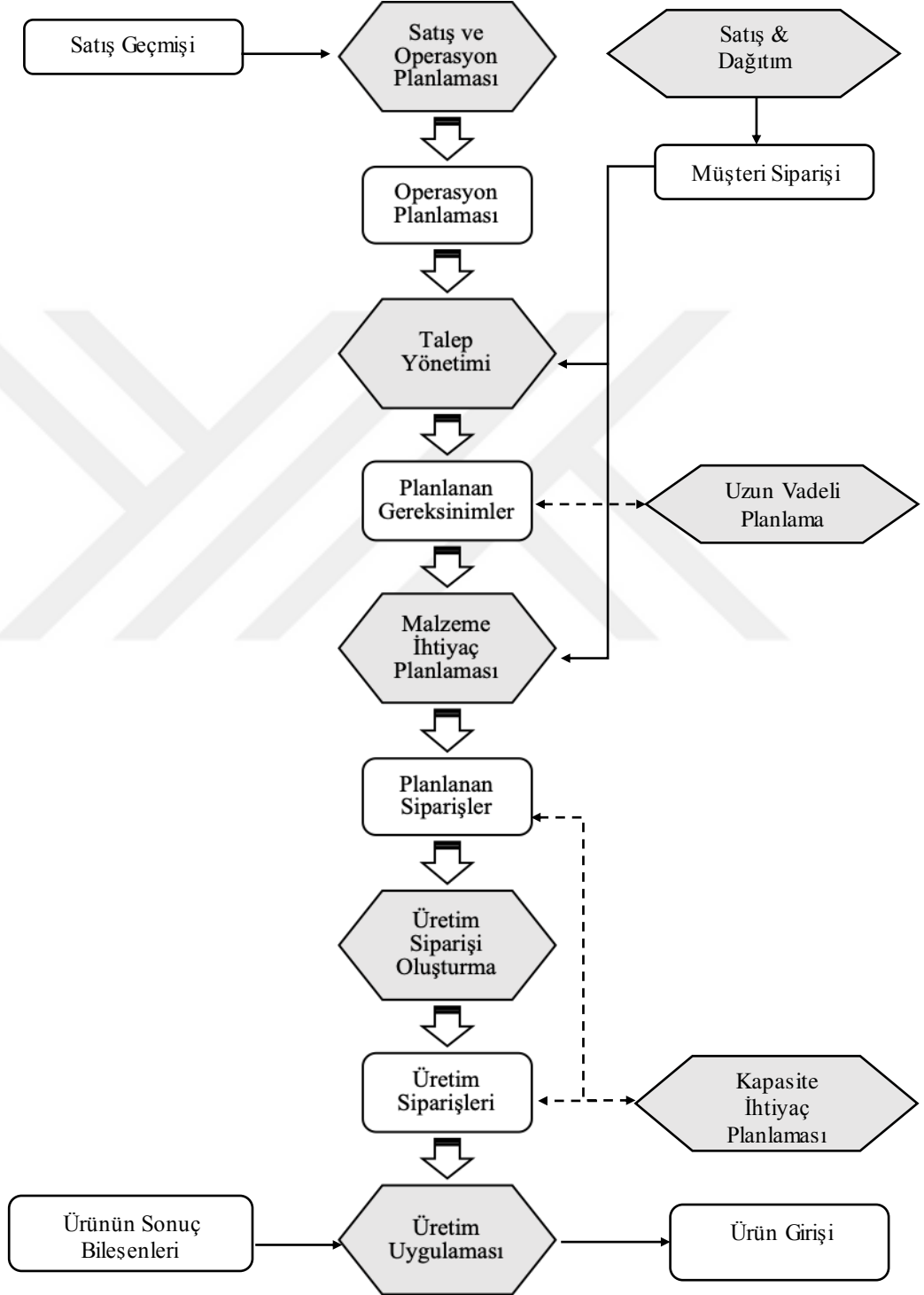
•**Satış ve Operasyon planlama**, stokları ve mevcut kapasiteleri dikkate almadan gelecekte ki gereksinimler için satış planlaması yapılırken, bu planlamadan elde edilen veriler üretilen ürün miktarlarını belirler buna da operasyon planlama denir.

•**Malzeme ihtiyaç planlaması**, üretim planlamasının merkezi işlevidir. Talep programına dayanarak ve teslimat süreleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.

•**Kapasite ihtiyaç planlaması**, mevcut kapasiteler dikkate alınarak detaylı üretim planlaması yapılma sürecidir.

•**Üretim süreci kontrolü ve kaydı**, üretim belgeleri oluşturulur ve kontrol süreci sağlanır.

Yukarıda anlatılan bu dört ana süreç Şekil 1.3' de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.



Şekil 1.3 Üretim planlama süreci

Kaynak: Dickersbach vd., 2007: 477

Şekil 1.3’de gösterilen aşamalar ayrıntılı olarak aşağıda açıklanmaktadır:

- **Talep yönetimi**, satış planlamasını stratejiye uygun olarak müşteri ihtiyaçlarıyla uyumlu hale getirerek üretim için bazı gereksinimleri hesaplamaktadır.

- **Uzun vadeli planlama**, malzeme ihtiyaç planlamasının benzeri olarak görülmektedir. Bazı bağımsız olarak görülen gereksinimlerdeki değişikliklerin kapasite kullanımını, stokları ve dış alımları ne şekilde etkileyebileceğini araştırmaktadır.

- **Üretim siparişi oluşturma**, planlanmış olan bir siparişin nasıl oluştuğunu ve zamanlama bakımından kullanılabilirlik kontrolü gibi işlevlerini açıklamaktadır.

- **Üretim uygulaması**, üretim emri, üretim siparişinde belirtilen fiili üretimin, malzeme geri çekilmesinden sipariş onayı, depolama ve faturalandırmaya kadar nasıl kaydedildiği ve kontrol edildiği ile ilgilenmektedir.

1.6. Üretim Planlamasının Amacı ve Önemi

Üretim planlamasının amacı, maliyet minimizasyonu ya da kâr maksimizasyonu gibi ekonomik hedeflerle birlikte müşteri memnuniyetini sağlayarak en uygun duruma getiren planlama kararları vermektir (Pochet ve Wolsey, 2006: 500). Üretim planlama sistemleri bu amaca ulaşabilmek için üretim operasyonlarının hem verimliliğini hem de esnekliğini arttırmak adına giderek daha ileri boyutlara gelmektedir.

Bir firmanın ürünün satış ve dağıtımını yapması üretim planlama sürecine neden olur iken, üretim planlamasının yapılması da o ürünün satın alma talebini yaratır (Dickersbach vd., 2007: 477). Yapılacak olan talep analizi de ürün planlama sürecinde merkezi bir rol oynamaktadır (Stone, 1976). Bir firma talep durumunu sadece mevcut ürünleri için değil, üretmek isteyebileceği ürünler için de sürekli gözden geçirmelidir.

Firma üretmiş olduğu ürünün pazarın belirli bir bölümünde diğer firma üreticilerinin rekabet düzeyini yükselttiğinden pazarda ki başarı şansının düşük olduğuna karar verebilir. Böylelikle piyasa yeniden değerlendirilir, üretimde yoğunlaşmaya gidilir vb. üretim planlamaları yapılır. Firmalar arasında yaşanan çeşitli rekabet unsurları müşteri memnuniyeti açısından oldukça önemlidir. Çünkü müşteri memnuniyetinin yüksek olması artacak olan talebe de ışık yakacaktır.

Firmalar üretimlerini güçlü bir şekilde devam ettirebilmek için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmalar da alınacak olan kararlar geçmişte yaşanmış olan üretim yoğunlukları ve aksaklıklar gibi sorun yaratacak problemlerdir.

Üretim, beş ana nedenden dolayı planlanmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Verzyl, 1976):

- Sağlam endüstriyel ilişkileri teşvik etmek,
- Üretim maliyetlerini minimuma indirmek,
- Verimlilik sürelerini kısa tutup; mümkün olduğunca küçük ilerlemeler sağlamak,
- Yüksek standartlarda teslimat güvenilirliği sağlamak,
- Kontrollü ve tutarlı bir verimlilik artışı sağlamak.

Sağlam endüstri ilişkilerini yöneten tüm farklı faktörlerden, planlama ve bilgi sistemleri, diğer sistemlerde bulunan değişkenlerin çoğunu kontrol etmeleri açısından çok önemlidir. Bir firma da üretim planlaması yanlış giderse diğer faktörlerin hiçbirinin etkili bir şekilde çalışmayacağı söz konusu olabilir. Çünkü doğru planlama ve bilgi olmadan, işin tam olarak uygun bir şekilde dağıtılması mümkün değildir.

1.7. Üretim Sistemlerine Göre Planlama

Üretim sistemi, alınan planlama kararlarının ne zaman yapılması gerektiğini belirlemede yardımcı olmaktadır. Üretim sistemleri planlamasında, ürün çeşidi sayısı, üretim hacmi, tüketici talepleri, üretim hızlarına göre verimlilik derecelerinde farklılıklar yaşanmaktadır. Üretim sistemlerine göre üretim planlama iki ana başlıkta anlatılmaktadır.

1.7.1. Sürekli (Seri) Üretim Sisteminde Üretim Planlama

Sürekli (seri) üretim sistemi, aynı makinelerde işlenen ürünlerin belirli işlem sırasına göre herhangi bir aksaklık ve zaman kaybı olmadan üretimin yürütülmesi olarak açıklanabilmektedir. Sürekli üretim sisteminde aynı işlevi gören ürünlerin üretimi çok hızlı bir şekilde yapılarak tüketime hazır hale gelmektedir. Tek bir ürün düzeyine yapılacak talep artışlarında üretim hız kesmeden devam edebilmektedir. Ancak bu üretim sisteminin dezavantajları da bulunmaktadır.

Avantajları ve dezavantajları aşağıda maddeler halinde gösterilmektedir:

Avantajlar

Dezavantajlar

- | | |
|--|------------------------------------|
| • Üretim hızı yüksek ve sürekli | Tamir- Bakımda kesinti yaşanabilir |
| • Üretim miktarı çok fazla yapılabilir | Ürün çeşidi azdır. |
| • Fabrika içi taşıma kolaylığı | Yüksek maliyetli |

Sürekli üretim sistemlerinin üretim planlamasında, makine ve teçhizatları belirli bir sıra halinde olduğundan dolayı akış kolay hızlı olmaktadır. Bu sayede, işletme gelen talepleri fazlasıyla karşılayabilmektedir. Ancak işletmede üretim hızı yüksek ve kesintisiz devam ettiğinden dolayı stok yapmaya gerek kalmamaktadır.

Stok yapmak isteyen işletme depolama, elektrik gibi maliyetleri artış gösterecektir bu da işletmeye fayda sağlamayacaktır. Makineler sistematik bir çalışma yürüttüğü için fazla iş yüklenmemektedir. Üretim hattı genel olarak makinelerle çalıştığı için çok az işçi bulunmaktadır. Sürekli üretim yapması işletmeye planlama konusunda pek fazla katkı sağlamayacaktır. İşletmeler üretime başlamadan önce üretim planlamalarını yapacak daha sonra üretim süreci başlayacaktır.

Ürün çeşitliliği az olduğundan dolayı belirli bir seri şeklinde girdi üretim sürecine başlar ve kesintisiz bir şekilde üretim sağlanır (Ekizoğlu, 2012).

Ayrıca sürekli (seri) üretim sistemleri kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır.

- Kitlesele (kütle) üretim sistemi
- Süreç tipi üretim sistemi

1.7.2. Kesikli Üretim Sisteminde Üretim Planlama

Kesikli üretim sistemi, diğer adıyla parti üretim sistemidir. Bu sistem, ürün çeşitliliğinin fazla olmasından dolayı ürün miktarı az olmaktadır. Bunun nedeni, makinelerin sürekli üretim sistemindeki gibi sıralı işlememesi gibi birçok ayırıcı etmen bulunmaktadır.

Bu üretimde tüketicilerin istek ve ihtiyaç talepleri göz önüne alınarak üretim yapılmaktadır. Özel üretim yapılması üretim süresinin uzamasına yol açmakta bu da kesikli bir üretime neden olmaktadır.

Kesikli üretim sisteminde üretim planlama daha fazla önem teşkil etmektedir. Talebe göre üretilen ürünlerin yüksek maliyetleri, işlerin sistemli bir şekilde dağılımı, ürüne özel malzeme ihtiyaç planlamaları yapılmaktadır.

Avantajları ve dezavantajları aşağıda maddeler halinde gösterilmektedir:

<u>Avantajlar</u>	<u>Dezavantajlar</u>
✓ Tamir- Bakımda arıza sorunu az	Üretim hızı düşük
✓ Ürün çeşidi fazla	Üretim miktarı az

1.8. Üretim Planlamasının Yararları ve Zararları

Üretim planlaması, işletmenin mevcut kaynaklarını etkin bir şekilde kullanarak zamanı iyi değerlendirme ve pazara kaliteli ürün sunma gibi faaliyetler sunmada yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra, işletmenin hedeflediği noktaya ulaşmasını sağlama konusunda büyük rol oynamaktadır. Sonucunda işletmenin maliyetlerinin düşmesi ve kâr artışının sağlanması da hedeflerinin arasında yer almaktadır.

Üretim planlamasının işletmelerde sağladığı başlıca yararlar şunlardır:

- İşletmelerdeki atıl (boş) kapasiteye ve duraklamalara engel olmak.
- Üretim faktörlerinin ölçülü bir şekilde üretim sürecinde kullanmak.
- Stokta kalan ürünlerin maliyet artışlarına engel olmak.
- Üretimdeki oluşabilecek yoğunluk veya talep artışlarını dengede tutmak.
- Üretim için gerekli olan kaynakların maliyetlerini ve üretim maliyetlerini belirlemek.
- İşletmenin gelecekteki durumunu belirleme aşamasında tahminlerde bulunmak.
- İşletmede kullanılan kaynakları denetlemek ve ona göre plan uygulamak.

Bu yararları uyararak planlama yapan işletmeler, verimli bir şekilde çalışmalarını sürdürecektir ve pazara kaliteli ürünler sunma fırsatı yakalanacaktır. Üretim planları gelecek odaklı yapıldığından dolayı, bulunulan şimdiki zamanda aksamlar meydana gelecektir.

Alınacak bütün kararlar işletme politikalarına göre verilmesine dikkat edilmelidir. Aksi halde işletme planlamada sorunlarla karşılaşabilmektedir. Üretimde planlama yaparken, süreler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumlara engel olabilmek için işletme iyi değerlendirmeli tüm olasılıklar dikkate alınmalıdır.

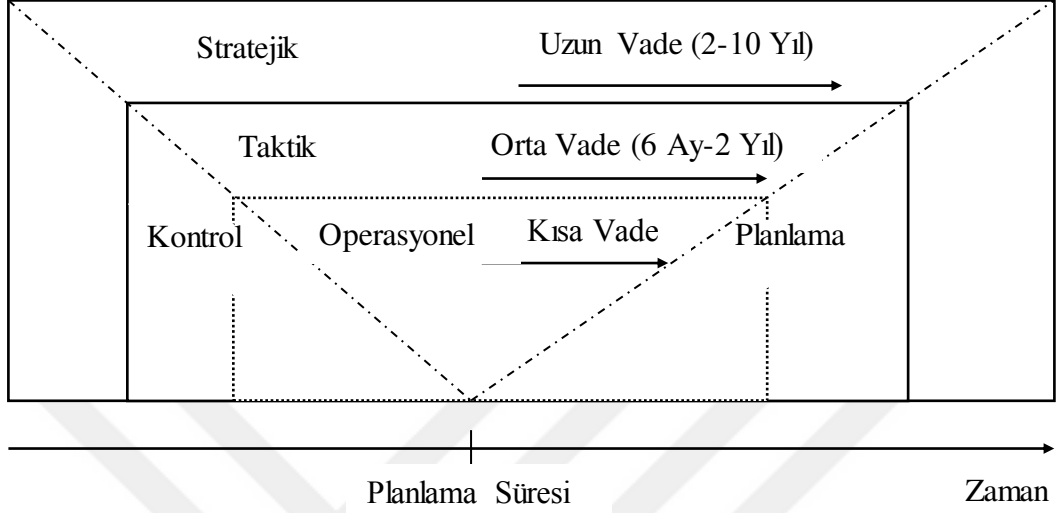
1.9. Üretim Planlamasının Karar Verme Seviyeleri

Üretim planlama kararlarının modellenmesi yani seviyelere ayrılması, belirsizlikler de dahil olmak üzere karmaşık planlama durumlarının incelenmesine olanak sağlar (Pahl, 2012: 359).

Literatürde bugüne kadar olan süreçte monolitik ve hiyerarşik (toplam) planlama yaklaşımı olmak üzere iki farklı üretim planlama modeli yaklaşımı bulunmaktadır (Pahl vd., 2005). İlk olarak hem taktik üretim planlaması hem de operasyonel planlamayı geniş (genel) bir matematiksel programlama modelinde içerirken, ikincisi, üretim sürecinin her örgütsel seviyesinde planlama kontrolüne olan ihtiyacı yakalar.

Hiyerarşik sistemler, daha ayrıntılı alt düzey modeller için bir çerçeve görevi gören ve daha fazla modelleme kısıtlaması olarak hizmet veren temel çözüm bilgileri sağlayan bir toplam model kullanır.

Pahl (2012: 359) kitabında belirttiği üzere, üretim planlamasında karar verme seviyelerini stratejik, taktik ve operasyonel üretim planlama seviyesi olmak üzere aşağıda hiyerarşik Şekil 1.4’de gösterilip üç başlık altında da ayrıntılı olarak açıklamıştır:



Kaynak: Domschke vd., 1997: 447

Şekil 1.4. Üretim planlamasındaki zaman seviyeleri

1.9.1. Stratejik Üretim Planlama Seviyesi

Stratejik planlama seviyesi, diğerlerinin yanı sıra üretim programı ve kaynakların üretime tahsis edilmesi için uzun vadeli kararları içerir (Pahl, 2012: 359). Bu uzun vadeli kararlar bir firmanın üst yönetim seviyesini içerebilmektedir. Bu seviyede cevaplanması gereken sorular, temel olarak ne üretileceği, nerede üretileceği ve nasıl üretileceğidir. Stratejik planlama, çoğunlukla yönetim politikalarının oluşturulması ve dış gereksinimleri karşılayacak kaynakların sürekli olarak geliştirilmesi ile ilgilidir.

Bitran ve Tirupati (1993) çalışmasında, üretim yönetiminde stratejik olarak planlanan bu kararlar üretim tesislerinin tasarımı ile ilgili olarak bunları kapsamaktadır:

- i. Yeni tesislerin yeri ve boyutlandırılması,
- ii. Yeni ekipmanların satın alınması,
- iii. Yeni ürün hatlarının seçilmesi,
- iv. Lojistik sistemlerin tasarımı.

Bu dört karar, firmanın pazardaki rekabetçi konumunu, büyüme oranını tanımlamaktadır. Sonuç olarak firmanın başarılı veya başarısızlığını belirlemektedir. İç ve dış bilgilerden etkilenen yüksek yönetim seviyeli firmalar alınan bu kararlar sonucunda uzun vadeli olarak büyük yatırımlar oluşturabilmektedir. Stratejik planlama yapan firmalar, bir model planlaması yaparak ortaya çıkabilecek tüm risk ve belirsizliklere karşı önlem olarak devam etmektedir.

1.9.2. Taktik Üretim Planlama Seviyesi

Graves (1986) çalışmasında, üretim kapasitesi ve üretim gereksinimlerinin değişkenliği (belirsizlik) arasındaki bağımlılıkları incelemek amacıyla bir atölyede taktiksel bir planlama modeli geliştirmiştir. Taktik üretim planlaması, örneğin üretim ağı tasarımı ve yerleşimi, düzenleme ve makine sayısı ve ürün karışımına ilişkin olarak orta düzey kararlarda çevrilen stratejik seviyedeki kararların uygulanmasına ilişkin sorunlarla ilgilenmektedir (Pahl vd., 2007).

Taktik planlama seviyesinde öncelikle, kaynak kullanım sürecine odaklı olarak karar verilmektedir. Vanhouette (2016) çalışmasında, stratejik planlama seviyesinde alınan kararlar sonrasında, kapasite, iş gücü durumu, depolama ve dağıtım kaynak sorunları çözülmektedir.

Ulstein vd. (2007) çalışmasında, taktik planlama belli bir süre boyunca sürdürülmesi gereken istikrarlı bir üretim modeli seçmekten oluşmaktadır. Bu planlama için verilmesi gereken kararlar şu şekilde sıralanmaktadır:

- i. Malzeme ihtiyaç planlama kararları
- ii. Stok ve üretim kapasite kararları
- iii. Personel çalışma zamanları ve departman değişiklikleri
- iv. Satın alma politikaları
- v. Finansman kararları

1.9.3. Operasyonel Üretim Planlama Seviyesi

Operasyonel üretim planlama seviyesi, ileri seviyedeki planlamaları gerçekleştirmektedir (Pahl, 2012: 359). Örneğin; çalışanların işlere atanması gibi görevlendirmelerle ilgilidir.

Görevlendirilme, stratejik ve taktik düzeyde tanımlanmış hedeflerle ilgili olarak üretim kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasının planlanması ve yürütülmesini içermektedir. Operasyonel üretim planlama kapsamında üretim miktarlarının, kısa vadeli detaylı planlamalar haftalık, günlük veya saatlik bazda yapılır (Domschke vd., 1997: 447). Bunların yanı sıra, ürün kalitesi ve maliyetlerle ilgili üretim görevlerinin ayrıntılı zamanlamasını, sıralamasını, izlenmesini, doğrulanmasını ve geri bildirimini de içermektedir. Operasyonel üretim planlamasında, en üst seviyede oluşturulan bilgilerin tamamlanmasını sağlayan günlük olarak alınan kararların zamanlama sorunlarıyla ilgilenmektedir.

Bitran ve Tirupati (1993) çalışmasında, günlük olarak alınan kararlar şunlardan oluşmaktadır:

- i. Ürün düzeyinde üretim sıralaması ve lot büyüklüğü,
- ii. Müşteri siparişlerinin bireysel makinelere atanması,
- iii. Envanter muhasebesi ve kontrol faaliyetleri,
- iv. Siparişlerin gönderilmesi, hızlandırılması ve işlenmesi,
- v. Araç planlaması

Bu beş karar, günlük alınan kararların zamanlama sorunlarını çözmekte ve verimli bir şekilde geri dönüş sağlamasını planlamaktadır. En üst seviyelerin alt seviyedeki kararlara kısıtlamalar getireceği için bu maddeler ile ayrıştırılmaktadır.

Missbauer vd. (1998) çalışmasında, dört farklı hiyerarşik üretim planlama seviyesini, yani toplam üretim planlama seviyesini, ana üretim programını, merkezi olmayan ürün akış birimleri arasındaki malzeme akışının planlanmasını ve sipariş verme kontrol seviyesini (parti büyüklüklerinin, vade tarihlerinin, güvenlik envanterinin ve tampon sürelerinin belirlenmesi) ayırmaktadır.

Pahl vd. (2007) çalışmasında, göre üretim planlama toplam(hiyerarşik) ve operasyonel üretim planlaması iki ana grupta toplamıştır.

Toplam (Hiyerarşik) ve **operasyonel** üretim planlaması, üretim planlamasının stratejik, taktiksel ve operasyonel kararlarını kapsarken; stratejik sorular, hangi pazarlarla, hangi ürünlerle ve hangi kaynaklarla rekabet edecekleri gibi uzun vadeli kararlarla ilgilidir.

Taktiksel sorular ise stratejik planlama seviyesinden alınan kararların uygulanmasını ilgilendirir. Örneğin, üretim ağı tasarımı ve yerleşimi, makinelerin düzenlenmesi ve sayısı ile üretim karması gibi orta düzey kararları dikkate alır.

Operasyonel üretim planlamasında ise, makinelerin sıralanmasını ve bozulma olayları durumunda etkili bir planlama şeklidir. Örneğin makine arızaları, eksik hammaddeler nedeniyle makinenin boşa kalması veya darboğazlar nedeniyle işlem sırasında yaşanan aksaklıklar gibi birçok nedende kontrolü sağlamak için planlanma yapılmaktadır. Son olarak, operasyonel sorular taktik kararların uygulanmasına bağlıdır.



2. BÖLÜM

2. GIDA SEKTÖRÜ VE SİRKE ÜRETİMİ

Gıda sektörü, sanayileşme döneminden günümüze kadar hızla yükselmeye devam eden bir sektör haline gelmiştir. Teknolojini gelişmesiyle hazır gıda, dondurulmuş gibi gıda ürünlerin yer almasıyla insan istek ve ihtiyacını fazlasıyla karşılamada yardımcı olmaktadır. Ayrıca çok eski yıllarda üretimi gerçekleşen gıda ürünlerinin fermantasyona uğrayarak meydana gelen ürünlerinden biri de sirke de gıda sektörü içinde kendi pazarını yaratmıştır.

Bu ikinci bölümde, öncelikle gıda sektörü hakkında kısa bilgiler verilmektedir. Ardından, sirkenin tarihçesi ve tanımlanması detaylı bir şekilde anlatılmaktadır. Sirkenin üretim yöntemleri ve sirkenin Türkiye ve Dünya'daki genel durumu hakkında genel bilgiler verilmektedir.

2.1 Gıda Sektörünün Tanımlanması

Yaşamı devam ettirebilmek için en önemli kaynaklardan bir tanesi de gıdadır. Gıda'nın insan sağlığına zarar vermemesi için belirli kontrollerden geçmesi ve uygun koşullarda muhafaza edilmesi gerekmektedir. Cumhuriyet'in ilk zamanlarından beri hız kesmeden gelişmeye devam eden sektörler arasından gıda sektörü en başta gelmektedir (Industry Guide Turkey, 2018).

Gıda sektörünün içerisinde kırmızı-beyaz etler, süt ve süt ürünleri, konserve ve dondurulmuş ürünler gibi bir çok ürün akla gelmektedir. Tüm sektörler arasında en az darbe alan sektörlerden biri gıda sektörüdür. Çünkü insan neslinin devam edebilmesi için gıdaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak gıda sektörünün niş pazarı olan sirke darbe almamak için üretici tarafından sürekli yenilikçi olmak zorunda ve farklı lezzetlerle pazarda rakiplerine karşı rekabet halinde olmak zorundadır.

Son zamanlarda teknolojinin ilerlemesiyle hızla gelişerek büyük atılımlar yaratan sektörlerden biri olan gıda sektörü, imalat yapan meslek grupları arasında 9 numaralı "Toptan Gıda ve Temizlik ürünleri" meslek grubu içerisinde yer almaktadır (ITO, 2020).

Türkiye'nin 10 faaliyet kodlu gıda ürünlerinin imalatına göre içeriğinde et, balık, sebze, süt ürünleri ve diğer gıda maddelerinin imalatı gibi toplam 9 çeşit imalat alanı bulunmaktadır. Ayrıca 10.8 faaliyet kodlu Diğer gıda maddelerinin sınıflarından 10.84 faaliyet kodlu Baharat, sos, sirke ve diğer çeşni maddelerinin imalatı alt gruplarıyla birlikte Çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 Toptan Gıda ve Temizlik ürünleri meslek grubu

	Nace (Faaliyet) Kodu	Açıklama
Kısım	C	İmalat
Bölüm	10	Gıda ürünlerin imalatı
Grup	10.8	Diğer gıda maddelerinin imalatı
Sınıflar	10.84	Baharat, sos, sirke ve diğer çeşni maddelerinin imalatı
Alt sınıflar	10.84.01	Baharat imalatı (karabiber, kırmızı toz/ pul biber, hardal unu, tarçın, yenibahar, damla sakızı, baharat karışımları vb.) (işlenmiş)
	10.84.02	Sirke ve sirke ikamelerinin imalatı
	10.84.03	Sos ve çeşnilerin imalatı (soya sosu, ketçap, mayonez, hardal sosu, çemen, mango çeşnisi vb.) (baharat, sirke ve salça hariç)
	10.84.05	Gıda tuzu imalatı

Kaynak: ITO, 2020 (Erişim: 28 Şubat 2020).

Çizelge 2.1’ de gösterilen 10.84.02 faaliyet kodlu ‘Sirke ve sirke ikamelerinin imalatı’ gıda sektörünün asetik asit bakterilerinin fermantasyona uğramasıyla elde edilen sağlıklı ve en eski bir üründür.

2.1.1 Gıda Sektöründe Üretim Planlama

Endüstri işletmeleri, üretimlerini sağlıklı bir ortamda sürdürebilmek için planlamaya ihtiyaç duymaktadır. Planlama, hedeflenen noktaya götürmede nasıl bir yol çizileceğini göstermektedir. Üretim planlamasında istenen hedef nokta ise, işletmedeki mevcut kaynakların istenen zamanda ve minimum seviyede bir maliyetle kaliteli bir ürün/hizmet ortaya çıkarmasıdır. Bunların sonucunda işletmenin optimâl düzeye ulaşması ve kâr sağlanması amaçlanmaktadır.

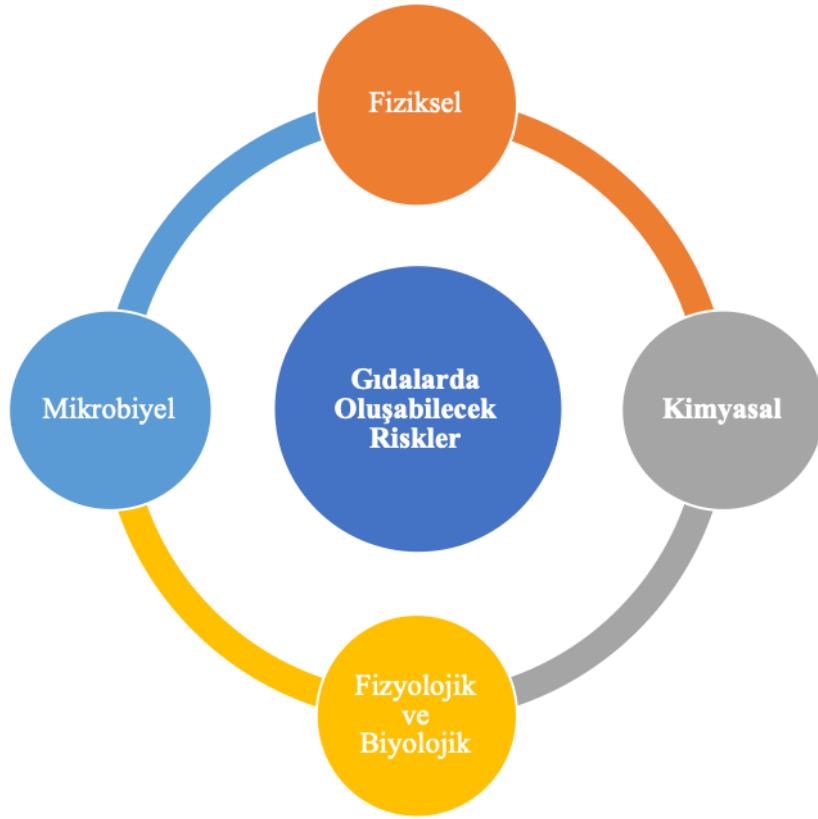
Gıda sektörü de diğer tüm endüstri işletmeleri ile aynı planlamaları yapmaktadır. Ancak gıda sektörünü diğer sektörlerden ayıran en büyük neden, içeriğinde bozulabilir ürünleri de barındırmasıdır. Bozulma, tüketilme özelliğini kaybeden tat, koku ve fiziksel değişiklikler gösteren ürünlerde meydana gelmektedir. Üründe yenilenebilir özelliğini yitirmesi nedeniyle, sağlık yönünden kötü sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin; et, balık, meyve, süt ve süt ürünleri gibi bozulabilir ürünleri üreten gıda işletmeleri üretim planlaması hazırlamaktadır. Aksi takdirde ürünler bozulup insanları zehirleyecek ve sektöre olan güven zarar görmeye başlayacaktır. Kaliteli bir gıda ürünü ortaya çıkarmak isteyen gıda işletmeleri üretim planlamalarını yapmak zorundadır.

Gıda sektörü, farklı hammadde ve nihai ürünlerin farklı şekillerdeki dönüşüm sürecini kapsamaktadır (Marchal vd., 2019: 202). Gıda sektöründe nihai ürünün oluşumları, tarımda işlenmiş ürünler, hayvancılıktan elde edilen ürünler ve deniz mahsulleri farklı ürünlere dönüşümleriyle meydana gelmektedir.

Hammaddelerin gıda üretim işletmesine taşıma sırasında oluşabilecek aksaklıklara karşı önceden üretim planlaması yapılmaktadır (Ostrouh. ve Kuftinova, 2012: 45). Taşıma sırasındaki hız üretimin verimliliği üzerinde büyük rol oynamaktadır.

2.1.2 Gıda Güvenliğinde Riskler

Günümüzde küresel gıda üretim ve tüketiminin artmasıyla birlikte gıda üretim işletmelerine olan denetimler daha da sık yapılmaya başlanmıştır. Bunun nedeni ise, dünya çapında görülen gıda zehirlenme ve ani ölüm vakalarıdır. Gıda güvenliği, tüketici sağlığını korumak adına tarladan başlayıp tüketiciye sunulmaya kadar fiziksel, kimyasal olarak alınan önlemler bütünüdür (Luning ve Devlieghere, 2006: 684). Tarladan tüketiciye kadar olan süreçte hasat, üretim, depolama, nakliye gibi tüm aşamaları kapsamaktadır. Bu aşamalarda yaşanabilecek gıdalarda oluşabilecek riskleri Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 Gıdalarda oluşabilecek riskler

Fiziksel riskler, Gıda ürünlerinin sıcak, soğuk, nem gibi etmenler ve ortam şartına uygun olmadığı takdirde oluşabilecek bozulma riskleridir. Örneğin; salatalık sebzesinin su kaybetmesi, kıyma içerisinde deri ve kemik çıkması vb. fiziksel riskler gıda bozulmalarına neden olabilmektedir.

Kimyasal riskler, gıda içerisinde oluşabilecek reaksiyonlar veya oksijen temasına bağlı olarak koku gibi bozulmalar meydana gelmektedir.

Bunların yanı sıra bozulmalar, tarım ürünlerinden ve temizlik maddeleri (deterjan, çamaşır suyu vb.) gibi dış reaksiyonlardan da kaynaklanabilmektedir. Bu maddeler gıdalar için risk oluşturmaktadır. Dış etmenlere bağlı olarak oluşabilecek riskleri önlemek adına gıda ürünleri su ile iyice dezenfekte edilmekte ve risk oranı en aza indirgenmektedir. İç etmenlere bağlı olarak muz meyvesinin kararması kimyasal risklere örnek olabilmektedir.

Fizyolojik ve Biyolojik riskler, fizyolojik olarak hayvanlara zarar yaratabilecek yemlerin yedirilmesiye oluşabilecek biyolojik riskler gıda bozulmalarına yol açmaktadır. Örneğin; ineğe verilen yem nedeniyle sütten oluşabilecek biyolojik riskler yine tavuk eti ve yumurtasında oluşabilecek riskler bu risk grubuna dahil olmaktadır.

Mikrobiyel riskler, mikroorganizmaların nem oranına bağlı olarak çoğalması ile birlikte ambalajdaki ürünün gaz birleşimiyle gıda ürününde bozulma meydana gelmektedir (Kilcast ve Subramaniam, 2000: 340). Bu bozulmalar en çok depolama alanlarının nemli olduğu ortamlarda görülmektedir. Örneğin; küfler, mayalar, bakteriler ve virüsler nemli ortamlarda daha hızlı çoğalabilmektedir.

Gıda sektöründe, insan sağlığının korunabilmesi için dünyada çeşitli güvenlik yasaları oluşturulmuştur. Bu bağlamda küresel olarak çalışan birden fazla örgüt bulunmaktadır. Bu örgütler; Dünya Ticaret Örgütü (WTO), Birleşmiş Milletler Örgütü (UNO), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) gıda güvenliği konularıyla ilgilenmektedir (Trienekens vd., 2012). AB gıda güvenliği politikasında kapsamlı ve entegre bir şekilde çalışma sistemi yürütmektedir. 1960'lı yıllarda FAO ve WHO örgütlerinin gıda standartlarını koruma amacıyla Codex Alimentarius Komisyonu kurulmuş ve uluslararası referans noktası olarak belirlenmiştir. (WHO, 2018).

Codex, 1994 yılında Dünya Ticaret Örgütü ile yaptığı "Sağlık ve Bitki Sağlığı Önlemleri" anlaşmasıyla kısıtlı standartların dışına çıkarak küresel bir ticaret sistemine sahip bir komisyon haline gelmiştir (Livermore, 2006). Endüstride büyük ilgi gören bu örgütsel girişimler süreçleri kontrol etmekte ve gıda sektöründe çıkabilecek olumsuzluklara karşı önlem almaktadır (B. Brocka ve M.S. Brocka, 1992: 20).

Tüm bu örgütler, gıda sektöründe oluşmuş veya oluşabilecek her türlü tehlikeye karşı planlar ve sistemlerden bazıları şunlardır;

- HACCP (Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları)
- ISO 22000:2005 (Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi)
- GAP (İyi Tarım Uygulamaları)
- GMP (İyi Üretim Uygulamaları)

Bu sistemler mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal gibi tehlike yaratacak risklerin derinlemesine analizinden sonra uygulanmaktadır. Ürün kalitesinin korunması için ürünlerin raf ömrü ve gıda analizleri yapılmaktadır. Gıda ürünlerinin daha uzun dayanması için fermantasyon, ısıtma işlemi, salamurla gibi birçok teknolojik işlem yapılmaktadır.

2.2 Sirke' nin Tarihçesi ve Tanımlanması

“Sirke” sözcüğü, Fransızca “Ekşi şarap” anlamına gelen “Vin” ve “aigre” sözcüklerinin birleşiminden gelmektedir. Ayrıca Latince “vinum acre” (ekşi şarap) olarak da literatürlerde de geçmektedir (Bekatorou, 2019: 502). Sirke, “Toptan Gıda ve Temizlik Ürünleri” meslek grubu adı altında 10.8 üst NACE kodu altında 10.84.02 NACE (faaliyet) kodunun açıklaması olarak “Sirke ve Sirke İkamelerinin İmalatı” ile sektörde yerini almaktadır (ITO, 2020). Sirkenin ilk nasıl, kim veya kimler tarafından keşfedilip kullanıldığı kesin olarak bilinmemektedir. Ancak sirke çeşitli araştırmalara konu olmuş ve bunun hakkında halen daha makaleler ve tezler yazılmaya devam edilmektedir. Mezopotamyalılar, Yunanlılar ve Çinlilerden gelen eski metinler ve Kuran’da faydalı bir sıvı olarak bahsedilmiştir (Townsend, 2007: 159).

Sirke, yaklaşık 10.000 yıl öncesine dayanan tarihi boyunca ve kullanım amaçlarıyla insanlığın miladı olarak bilinmektedir. Rose (2006: 164) kitabında belirttiği üzere, yiyecekleri bozulmaya karşı korumak adına tarihte sirkeyi ilk keşfedenler Babilliler olarak araştırmalara geçmiştir. Aktan ve Kalkan (1998: 82) çalışmada, sirkenin oluşumunu sağlayan sirke solucanı, M.Ö. 3000’li yıllarından kalma Mısır küpünün içindeki tortu birikintisinde ortaya çıkmıştır. Böylelikle sirke oluşumu başlamıştır.

Sirke denildiği zaman ilk akla gelen gıda ürünlerinden biri de turşudur. Turşunun tarihi de çok eskilere dayanmaktadır. Salatalık turşusu tohumlarının M.Ö. 2030’da Kuzey Hindistan’dan Mezopotamya’daki Dicle vadisine kadar ulaştığı bilinmektedir (Townsend, 2007: 159). Sirke geçmiş tarihi zamanlarda gıda dışında farklı amaçlar için kullanılmıştır.

Eski Yunanistan dönemlerinde sirkeyi tedavi amaçlı olarak kullanmaya başlayan ‘‘Tıbbın Öncüsü, Babası’’ olarak bilinen ünlü Yunan hekimi Hipokrat, mide ülserlerini temizlemek ve yaraların tedavisi için kullanmıştır (Johnston ve Gaas, 2006). Roma Kralı Nero’nun sıkça yaptığı seyahatler sırasında rahatsızlanmasıyla sarayın görevli doktoru olan Yunan bilim adamı Pedanius Dioscorides Mısır üzerinde yaptığı araştırmalarda tıbbi bitkiler ve sirke ile tedavisini gerçekleştirerek sağlığına kavuşturmuştur (Rose, 2006: 164).

Mısırlı halk ve hekimler çok eski zamanlarda kulak rahatsızlıkları, açık yaralar, mantar zehirlenmeleri ve kangren gibi çeşitli hastalıkların tedavisi için sirke maddesini kullanmıştır (Diggs, 1989: 317). M.Ö. yaklaşık 60 yıllarında güzelliğin temsilcisi olarak bilinen Kleopatra, elma ve üzüm sirkesini güzelliğin sırrı olarak görmüş aynı zamanda mumyalar da sirkeleme işleminden geçirilmiştir. (Townsend, 2007: 159).

Sirkenin gıda ürünü dışında sağlık sektöründe de önemli bir yer yaratmış ve hekimlerin bu yöntemleri kullanmaları sirkeyle tedavinin mümkün olduğunu göstermiştir. Sirke yüzyıllardan bu zaman dilimine kadar insanlığa çok fayda sağlamış ve sağlamaya devam etmektedir.

Sirke FAO ve WHO gıda standartlarına göre ise şu şekilde tanımlanmaktadır: Sirke, iki fermantasyon prosesi yani etil alkol ve asetik asit fermantasyonu ile, nişasta ve/veya şeker içeren tarımsal kökenli hammaddelerden üretilen, insan tüketimi için uygun olan bir sıvıdır (FAO, 2000). En bilinen şekilde tanımlama yapıldığında sirke, gıda işleme endüstrisi ve haneler tarafından salatalar, sebzeler ve soslar için kullanılan önemli bir asitleyici ve koruyucu olarak gıda sektöründe yerini almaktadır (Vogelbusch, 2014).

Dünya çapındaki birçok kültürde sirke, çeşitli gıda ürünlerini soslama veya koruyucu etken bir madde olarak kullanılmasının yanı sıra, su ile seyreltildikten sonra bir içecek olarak da tüketilmektedir (Teskaye vd., 2002: 15). Sirke tüketimi doğrudan kullanılmasına ek olarak hardal, ketçap ve mayonez gibi çeşitli gıda ürünlerinde de tüketiciye sunulmaktadır. Gıda dışı olarak da yüksek asidik seviyesinden dolayı sentetik kimyasal ürünler yerine temizlik ürünlerinde ve dezenfeksiyon amaçlı kullanılmaktadır. Dünya genelinde birden fazla farklı türlerde sirke çeşidi bulunmaktadır.

Sirke çeşitleri öncelikle yaş ve kuru meyveler, tahıl ürünleri, sebzeler ve diğer ürünler olarak belirli hammaddelerden oluşmaktadır. Bu sirke çeşitleri; üzüm sirkesi, elma sirkesi, pirinç sirkesi, nar sirkesi, alç sirkesi, balsamik sirke, beyaz sirke ve bunlar gibi daha birçok çeşit üretilmekte ve tüketilmektedir.

Türkiye coğrafik ve ekolojik özellikleri bakımından bağcılığa çok elverişli bir ülkedir. Türkiye asmanın anayurdu olması ve bağcılık tarımının oldukça eskiye dayanması yanında, gerek üretim miktarı ve gerekse çeşit zenginliği bakımından dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer almaktadır. Türkiye başta olmak üzere dünya da en çok üretimi ve tüketimi yapılan sirke türü ise üzüm meyvesinden yapılmaktadır.

Üzüm, yaz aylarında taze olarak tüketilmesinin yanı sıra kuru üzüm olarakta tüketilmektedir, ayrıca üzümden elde edilen pekmez, üzüm meyve suyu, şarap ve rakı üretiminde de kullanılmakta ve sıklıkla tüketilmektedir (Gerek, 2015: 101).

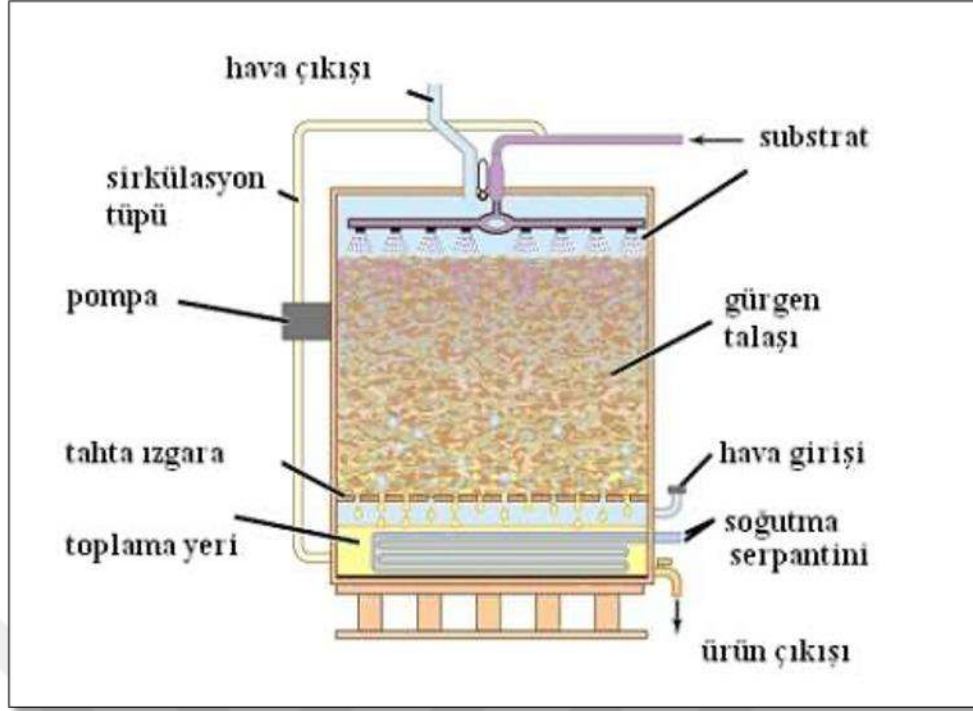
2.3 Sirke Üretim Yöntemleri

Townsend (2007: 159) kitabında belirttiği üzere, sirke üretim yöntemi, jeneratör (damlama) yöntemi, daldırma yöntemi ve Orleans geleneksel yöntem olmak üzere üçe ayırmaktadır:

2.3.1 Jeneratör (Damlama) Yöntemi

Endüstriyel üretim sürecinde en çok tercih edilen hızlı yöntemlerden biridir. Bu yöntem, ahşap fiçı veya paslanmaz çelikten yapılan tankların üzerindeki hava deliklerinden alkollü sıvı üflemesi yapılır. Üretim tanklarının ortasında odun talaşı veya üzüm posası yer almaktadır. Aynı zamanda sirke tankın en dibinde birikir.

Bu birikme işlemi günler, haftalar şeklinde sürebilir. Sirke üretiminin jeneratör yöntemiyle nasıl meydana geldiği Görsel 2.1' de gösterilmektedir.



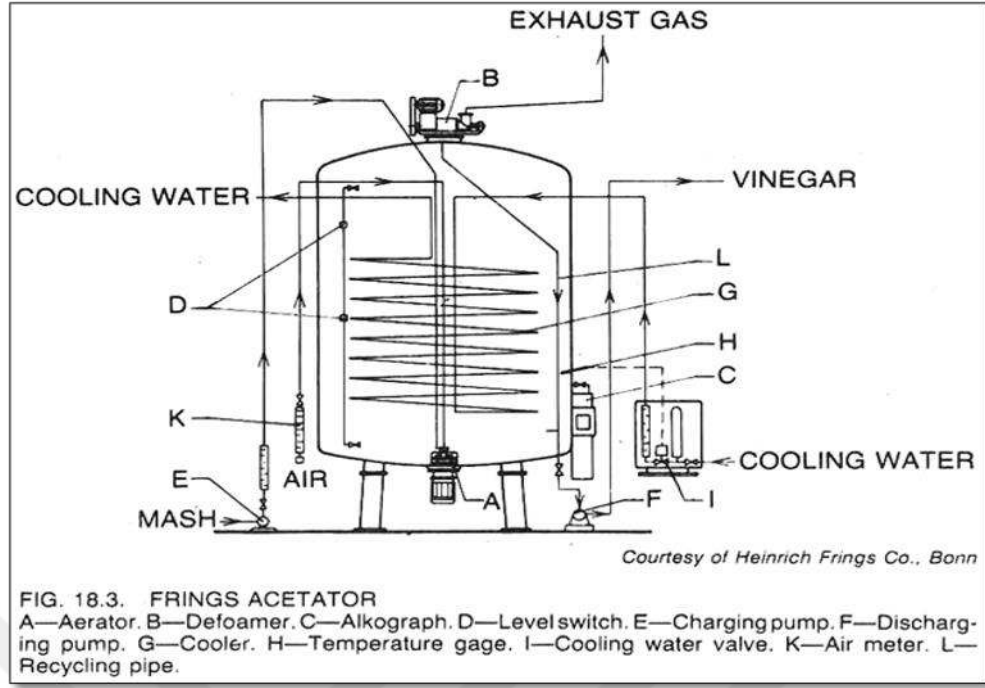
Kaynak: Anonim, 2014 (Erişim Tarihi: 25 Mart 2020)

Görsel 2.1 Jeneratör (damlama) yöntemi

2.3.2 Daldırma (Derin) Yöntemi

Daldırma (Derin) yöntemi, submers yöntemi olarak da bilinmektedir. Asetatör isimli cihaz ile çok hızlı bir sürede sirke üretimi sağlanmaktadır. Alkolle dolu çelik asetatör tankına şarap ilave edilerek belli bir ısıda karıştırılır ve içerisine yavaş yavaş oksijen verilerek sirkeleşme süreci başlamış olur.

Şarabı oksijenle ne kadar çok temas sağlanır ise sirkeleşme süreci de o kadar hızlı olur. Endüstriyel alanda çok hızlı ve az maliyetli olmasından dolayı jeneratör yöntemi bu yöntemle göre pahalı ve yavaş kalmaktadır (Öztürk, 2015). Görsel 2.2’de sirkenin daldırma yöntemiyle nasıl oluştuğu gösterilmektedir.



Kaynak: Monika, T.Y. (Erişim Tarihi: 23 Mart 2020)

Görsel 2.2 Asetatör tankı

2.3.3 Orleans Yöntemi

Sirke yöntemleri arasında en yavaş yöntem olarak bilinmektedir. Bu yöntem, ahşap fiçılarda oksijenin girmesi için hava delikleri bırakılmış ve böcek vb. yabancı cisimlerin girmemesi için de filtrelenmiştir.

Ahşap fiçılar şarabın sirke anası ile karıştırılması sonucu ısıtarak deliklerden hava girmesiyle sirke üretimi sağlanır (Smith, 2016). Fransızlar tarafından çok kullanılan bu yöntemin adı sirke şehri olarak bilinen Orleans adlı küçük bir köyden gelmektedir (Classic Wine Vinegar, T.Y.).

Orleans yöntemi, tahta fiçılarda 6 aydan- 1 yıl kadar fermente olması sirkenin belirgin şarap aromasını ve lezzetini korumasını sağlar (Boomer, 2012). Fiçıların ön ve üst bölgesinde bulunan iki deliklerden birinde şarap doldurma diğer delikten sirke boşaltma işlemi yapılmaktadır (Elgün, 2011: 55). Belli aralıklarla haftada bir 9-10 lt şarap eklenir. 2 hafta sonra sirke süreci tamamlanmış olur. Görsel 2.3' de bu yöntem gösterilmektedir.



Kaynak: Gallica, T.Y. (Erişim Tarihi: 23 Mart 2020).

Görsel 2.3 Orleans yöntemi

2.4 Sirke' nin Türkiye ve Dünya'daki Genel Durumu

Dünyanın farklı ülkelerinde farklı sirke çeşidi üretimleri yapılmakta ve tüketilmektedir. Meyve, sebze, hububat gibi birçok sirke çeşidi bazı ülkelerde daha çok üretilmektedir. Balsamik sirke bilindiği gibi İtalya' nın Modena bölgesindeki Trebbiano ve Lambrusco üzümünün çeşitli işlemlerden geçerek elde edilmektedir (Saiz-Abajo, 2006: 617; Masino vd., 2008: 92). Çin ve Japonya'nın yani tüm uzak doğu mutfak kültürünün vazgeçilmezi olan pirinç, çeşitli isimlerde sirkeleri de yapılarak deniz mahsullerinde, salatada ve soslarda sıkça kullanılmaktadır (Nishidai vd., 2000: 1912; Shimoji vd., 2002; Xu vd., 2007: 842).

Türkiye'de cennet elması (hurma) olarak bilinen aynı zamanda Güney Kore bölgesinde de yetiştirilmektedir. Bu meyvenin ana vatanının Güney Kore bölgesi olması ve cennet elması meyvesinden üretilen persimmon sirkesi ülkenin simgesi haline gelmektedir (Sakanaka & Ishihara, 2008: 741). Şeker kamışı sirkesinin popüler ülkesinin Filipinler, ancak Amerikalıların ve Fransızların da icadı olarak bilinmektedir (Tan, 2005: 89).

Mejias (2002: 9) çalışmasında, İspanyolların da Balsamik sirkesi olarak palomino üzümünden yapılan Sherry sirkesi, İngiltere de genellikle balık ve cipslerin yanında tüketilen alegar yani Malt sirkesi ülkelerin belirli bir simgesi haline gelmektedir (Horiuchi vd., 1999: 108; Alden, 2005). Dünya genelinde belli bölgelerde ismini daha çok duyuran ve daha çok üretilen sirkeleri Çizelge 2.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Dünya’da ki sirke çeşitleri

Sirke Çeşidi	Hammadde/ Yarı Mamül	Üretim Yeri
Balsamik Sirke	Üzüm Suyu, Karamelize Şeker	İtalya
Şeker Kamışı Sirkesi	Şeker kamışı	Filipinler
Komesu Sirke	Siyah Pirinç	Japonya
Sherry Sirkesi	Palomino Üzümü	İspanya
Chinklang Sirkesi	Pirinç	Güney Çin
Gam Sikcho (Persimmon Sirkesi)	Cennet Elması	Güney Kore
Alegar (Malt Sirkesi)	Arpa, Tahıl Ezmesi	İngiltere

Kaynak: Budak, H. N., 2010

Türkiye’nin 24 ülkeye yapmış olduğu “2209 Sirke, fermente sirke ve asetik asitten elde edilen sirke yerine geçen maddeler” ihracının değeri, payı ve ihraç edilen miktarı aşağıda Çizelge 2.3 ’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Türkiye'nin 2018 yılına ait sirke ihracatları

Türkiye'nin ihracat yaptığı ülkeler	2018 Yılında İhraç Edilen Değer (ABD Bin)	Türkiye'nin İhracattaki Payı (%)	2018 yılında ihraç edilen miktar
Suudi Arabistan	975	22,9	1725
Almanya	552	12,9	608
ABD	527	12,4	584
Irak	465	10,9	823
Malezya	263	6,2	123
Kıbrıs	256	6	400
Azerbaycan	181	4,2	293
Cezayir	143	3,4	123
Gürcistan	117	2,7	195
İngiltere	105	2,5	86
BAE	96	2,3	218
Serbest Bölgeler	58	1,4	158
Belçika	41	1	39
İsveç	41	1	60
Katar	37	0,9	35

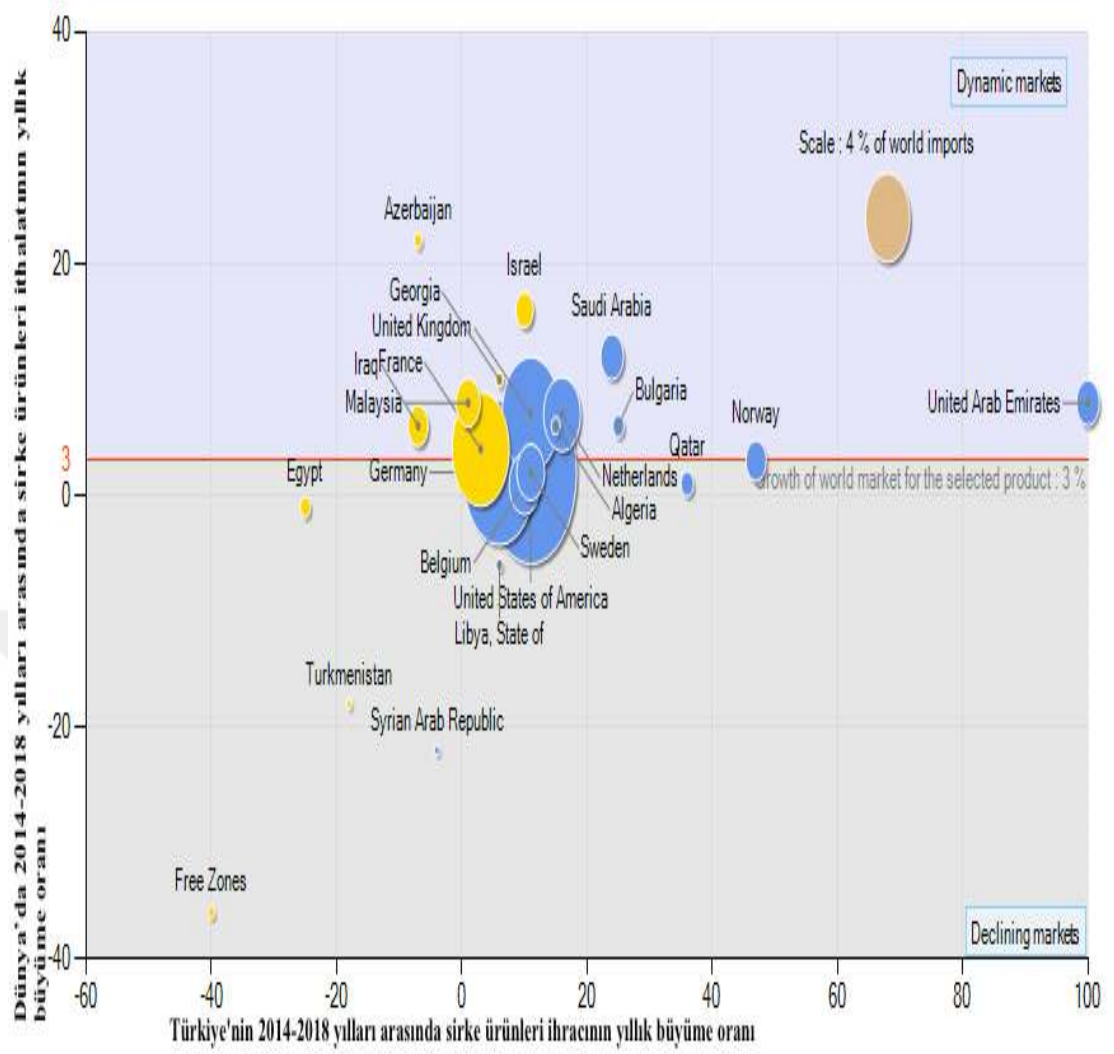
Çizelge 2.3.(Devamı) Türkiye'nin 2018 yılına ait sirke ihracatları

Hollanda	34	0,8	37
Bulgaristan	33	0,8	33
Suriye	30	0,7	62
Fransa	29	0,7	26
İsrail	26	0,6	25
Norveç	24	0,6	19
Türkmenistan	20	0,5	21
Libya	19	0,4	14
Mısır	18	0,4	16
TOPLAM	4265	100	5893

Kaynak: Trade Map, 2019, (Erişim Tarihi: 20 Şubat 2020).

Çizelge 2.2’de Türkiye’nin ihracat yaptığı oranlara bakıldığında 24 ülkeye ulusal ihracatın tamamını yapmaktadır. Genel olarak bakıldığında, Türkiye sirke ihracatını gerçekleştirdiği ülkeler bakımından çok az bir orana sahiptir. En çok sirke ihracatı yaptığı ülke %22,86 ile Suudi Arabistan iken en az ihracat yaptığı ülke ise %0,4 ile Mısır olduğu görülmektedir. Sirke ihracatı gerçekleştirilen ilk 5 ülkeye bakıldığında sırasıyla Suudi Arabistan, Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Irak ve Malezya olduğu görülmektedir. Sirke ihracatı gerçekleştirilen son 5 ülkede İsrail, Norveç, Türkmenistan, Libya ve Mısır ülkeleri olduğu görülmektedir.

Türkiye’nin sirke ihracatı yaptığı ülkeler ve bu ülkelere ait yaşanan talep artışları Grafik 2.1’de bilgi vermek amacıyla gösterilmektedir. Bu grafik üzerinde toplam 24 ülke bulunmaktadır.



Kaynak: Trade Map,2019 (Erişim:1 Nisan 2020)

Grafik 2.1. Türkiye'nin sirke ihracatı yaptığı ülkeler ve bu ülkelere ait yaşanan talep artışları

Sarı Baloncuklar; Türkiye'nin iş ortaklığı yaptığı ülkelere olan ihracat artışı < İş ortaklığı yapılan ülkelerin Dünya'da ki ithalat artışını göstermektedir.

Mavi Baloncuklar; Türkiye'nin iş ortaklığı yaptığı ülkelere olan ihracat artışı > İş ortaklığı yapılan ülkelerin Dünya'da ki ithalat artışını göstermektedir.

3. BÖLÜM

3. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Doğrusal programlama, iş dünyasında kolaylık sağlaması ve bütün sektörlerde uygulanabilir olması aynı zamanda verimlilik seviyesini arttırmak için kullanılan matematiksel bir yöntemdir. Ayrıca mevcut olan sınırlı kaynaklarla en optimâl sonucu sağlamak için kullanılmaktadır. Karar alma noktasında birçok model ve teknik söz konusudur fakat bu yöntemlerden kısa zamanda en doğru sonucu veren yöntem doğrusal programlama yöntemidir.

Bu üçüncü bölümde, doğrusal programlama yöntemi alt başlıklar şeklinde detaylı bir şekilde anlatılmaktadır. Öncelikle doğrusal programlama tanımı, tarihçesi ve gelişim süreçleri devamında ise, doğrusal programlamanın ne şartlar altında uygulanabileceği, genel varsayımları ve uygulama alanları açıklanmaktadır. Son olarak da modelin matematik unsurları ve çözüm yöntemleri (grafik, simpleks yöntemi) detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

3.1. Doğrusal Programlama Tanımı

Doğrusal programlama (DP), insanların hedeflerine giden yolda belirtici rol oynama ve içinden çıkılmaz karmaşıklıklarda en iyi olana ulaşmak için detaylı şekilde karar verme yolu sunan matematiksel bir programdır. Başka bir ifadeyle, belirlenmiş olan bir amaç doğrultusunda en iyi noktaya ulaşmak için sınırlı kaynakların ne şekilde ayrılacağına yardımcı olan karar verme aracına denmektedir. En iyi noktaya ulaşmak da ki kasıt, doğrusal bir değişkeni maksimize eden veya minimize eden noktanın bulunmasıdır.

Sandblom ve Eiselt (2007: 380) kitabında belirttiği üzere, doğrusal programlama, yöneylem araştırmasının bir parçası olan matematiksel programlamanın alt kümelerinden biridir. DP, ayrıntılı olarak değerlendirmek için modeller ve algoritmalar yani modelleri çözme teknikleriyle bilgisayar programları aracılığıyla formüleleştirilmiştir.

Doğrusal programlama, doğrusal eşitlik ve eşitsizlik kısıtlamalarına tabi birçok değişkende doğrusal bir objektif fonksiyonun maksimizasyonu veya minimizasyonu ile ilgilidir (Dantzig ve Thapa, 1997: 70).

3.2. Doğrusal Programlama Tekniğinin Tarihçesi

Doğrusal programlama tekniği ilk olarak, 1920’li yıllarda L.V. Kantorovich tarafından bulunmasına rağmen ekonomik planlamalarda matematiksel kullanımını uygun görmeyen Sovyet Rusya yönetimi kararı nedeniyle tam olarak başlayamamıştır. Ancak, II. Dünya savaşıdan çok kısa bir süre sonra Amerika’da öne çıkan sorunlardan lojistik problemlerini inceleyerek çözüm üretmek için 1947 yılında George B. Dantzig tarafından geliştirilmiştir (Sakarovich, 1983: 206). Ayrıca doğrusal programlamaya çözüm üretirken Simpleks yöntemini de ortaya çıkartmıştır (Dantzig ve Thapa, 1997: 72). Simpleks yöntemi, kuramları ispat etmek, açıklamak adına ortaya çıkmış bir hesaplama aracıdır.

Bilgisayar ve yazılım kullanımına ihtiyaç duyulduğundan hızlı büyüme de kaçınılmaz bir durum olmuştur. Doğrusal programlama bağlı olarak J.V. Neumann dualite teorisini geliştirmiştir. Doğrusal programlama tekniğine matematik ve ekonomi dalında araştırmalarından dolayı Neumann, Kantorovich, Dantzig, Leontief ve Koopmans’a farklı yıllarda Nobel ödülleri verilmiştir (Dantzig ve Thapa, 1997: 70). Doğrusal programlama adı, 1948 yılında Koopmans’ın Dantzig ile çıkmış olduğu bir seminer gezisi öncesi konuşması sırasında “Doğrusal Yapıda Programlama” isminin kısaltılması ile ortaya çıkmıştır (Dantzig, 2002: 43).

3.3. Doğrusal Programlama Gelişim Süreci

Geçmiş ve günümüzde yaşanan ekonomik, endüstriyel, finansal sorunların çözümlenebilmesi ve askeri sistemlerin uygulanabilmesi için matematiksel doğrusal eşitsizlik ve denklem sistemleri ile modellenebileceği gözlemlenmiş böylelikle doğrusal programlama alanı gelişmeye başlamıştır.

Danzing (2002: 43) çalışmasında, doğrusal programlamanın gelişmesinde ve ilerlemesinde ortaya çıkarmış olduğu üç en önemli madde şunlardır:

- En pratik program planlama ilişkisinin, doğrusal eşitsizliklerin bir sistemi olarak yeniden formüle edilebileceğini kabul etmek,

- Nesnel bir işlevle iyi planları seçmek için temel kurallar kümesini değiştirme. (En iyi Temel Kurallar, yalnızca amacı yerine getirmek için bir araçtır.)

- Ekonominin oldukça açık ve anlaşılır olan doğrusal programlama modelini büyük karmaşık sistemlerin pratik planlaması için temel bir araca dönüştüren simpleks yönteminin icat edilmesi.

3.4. Doğrusal Programlama Yönteminin Uygulanabilme Şartları

Doğrusal Programlamanın ilk uygulamaları askeri alanda yapılmış olsa da endüstriyel alanda çözülmesi gereken problemlerde şu şekilde ifade edilmektedir:

- Çalışılan sistemin maksimum kâr, minimum maliyet veya minimum geçen süre gibi elde edilmesi gereken birkaç amacı vardır.

- Aynı anda ele alınacak çok sayıda değişken vardır. Değişkenler ürünler, makine saatleri, çalışma saatleri, para, taban alanı veya soruna bağlı olarak diğer faktörler olabilir. Bir problemde genellikle birkaç çeşit değişken vardır. Bunlardan bazıları sistemin çıktılarıdır (ürünler gibi), diğerleri ise sisteme girdilerdir (çalışma saatleri gibi). İkincisi bazen kaynaklar olarak adlandırılır.

- Değişkenler arasında birçok etkileşim vardır. Tipik bir sorun, bir üretim dönemi için en iyi ürün karmasını belirlemektir. Belirli bir üretim dönemi boyunca mevcut kaynaklarla toplam kârı daha da yukarı çıkaracak şekilde üretim miktarları belirlenmesi gereklidir.

- Doğrusal programla problemlerinde bazen asıl amaç, kâr etkisinden bağımsız olarak önceden alınmış olan bir karar doğrultusunda en az bir tanede olsa üretim yapılması gereklidir.

3.5. Doğrusal Programlamada Genel Varsayımlar

Doğrusal programlama modelinde daha doğru sonuçlara ulaşmak için beş varsayım aşağıda açıklamalı olarak değinilmiştir:

a) **Doğrusallık/Oransallık:** Bir işletmenin girdi ve çıktı miktarlarının birbirleriyle orantılı bir ilişki halinde olması doğrusal programlama varsayımlarındandır. Yani işletmede üretim arttıkça yani çıktı oranı arttığında girdi de aynı seviyede artış göstermektedir.

Örneğin; bir işletmede eğitim görmüş olan personel sayısını arttırmak isteniyorsa, aynı oranda eğitimci sayısını da arttırarak oransallık sağlanmalıdır (Dantzig, 1988: 627). Bu örnek doğrusal programlama varsayımlarından doğrusallık ya da oransallık olarak ifade edilmiştir.

b) **Toplanabilirlik/ Toplamsallık:** Toplanabilirlik varsayımı, çeşitli üretim faaliyetleri için kullanılan girdi toplamalarının ve farklı uygulamalar yapmak için kullanılan girdi toplamalarının eşitliğidir.

Örneğin; bir işletmede depolama veya çeşitli konserve fabrikalarından gelen nakliye faaliyetlerinin miktarları toplamında ortaya çıkan eşitliktir (Dantzig, 1998: 627).

c) **Kesinlik:** Amaç fonksiyonu gibi bütün parametrelerin kesinlikle bilinmesi beklenir aksi takdirde, ortaya güvenilir olmayan bir sonuç ortaya çıkacaktır. Bu durumda duyarlılık analizi yapılabilir.

d) **Bölünebilirlik:** Üretim sürecindeki miktarların ve üretilecek olan ürün miktarlarının kesirli/ondalıklı olarak üretimde sürekli olarak devam edebileceğini gösteren varsayımdır. Yani ondalıklı rakamlar dikkate alınır gerekirse yuvarlama yapılarak hesaplanabilir.

Örneğin; 4052,85 şişe sirke üretimi yapılması olasıdır. Gerektiği takdir de 4053 şişe sirke olarak ifade edilebilir.

e) **Pozitif Olma Varsayımı:** Doğrusal programlama modelinde negatif olma varsayımı imkansızdır. Çünkü negatif faaliyet durumu bir işletme için üretim yapamama demektir. Bir işletme üretim yapmak istiyorsa karar değişkenlerinin pozitif ve katları olması gereklidir.

3.6. Doğrusal Programlamanın Uygulama Alanları

Doğrusal programlamanın en verimli endüstriyel uygulamalarının ilk adımı, petrol çıkarma, rafine etme, harmanlama ve dağıtım da dahil olmak üzere petrol endüstrisinde uygulanmıştır. İkinci atılan adımda gıda sektörünün içinde yer alan ketçap ürünlerinin birkaç depoya nakli için yine doğrusal programlama kullanılmıştır.

Et paketleyicileri, soslar ve hayvan yemleri için en ekonomik bileşen karışımını belirlemek adına doğrusal programlama tekniğinden yararlanılmıştır. Demir ve çelik endüstrisinde çeşitli demir cevherlerini değerlendirmek için doğrusal programlama kullanılmıştır. Kâğıt fabrikaları, döşeme kayıplarının miktarını azaltmak ve elektrik santrallerine yapılan en iyi yatırım programı doğrusal programlama yöntemleri kullanılarak geliştirilmiştir. Uygulama alanları gün geçtikçe daha da artarak devam etmektedir.

Doğrusal programlama, insanlığa genel hedefleri ifade etme ve büyük karmaşıklığın pratik durumlarıyla karşı karşıya kaldığında bu hedeflere “en iyi olana” ulaşmak için alınacak ayrıntılı kararların bir yolunu sunma yeteneği veren büyük bir devrimci gelişimin bir parçası olarak görülebilmektedir (Dantzig ve Thapa, 1997: 80).

3.7. Doğrusal Programlama Modelinin Matematiksel Unsurları

En iyileme süreci olarak da tanımlanan doğrusal programlama (DP) tekniği, herhangi bir doğrusal programlama probleminin biçim olarak en ideal şekilde maksimizasyonunu veya minimizasyonunu sağlayacak dört temel unsurdan oluşmaktadır.

•**Karar Değişkenleri:** Doğrusal programlamanın temel ve ilk unsurlarından olup, aynı zamanda karar verici tarafından kontrol edilebilecek olan alternatiflere de yönetici niteliğindedir. Belirlenen değerler ile problemin en çok kârı ya da en az maliyeti bulunmaktadır. Tüm amaç fonksiyonları ve kısıtlayıcıların yazılması için karar değişkenlerin belirlenmesi ve birlikte yazılması gereklidir. Örneğin; bir üretim işletmesinde üretilen ürün miktarı, işletmedeki işçi operatör sayısı, makine ve teçhizat sayıları gibi değerler karar değişkenlerini oluşturur. Ayrıca, amaç fonksiyonun da negatif olmayacağından dolayı karar değişkenleri de negatif değer olmayacağı örnekte de anlatılmaktadır.

Karar değişkenleri $X_j = (j=x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ biçiminde sembolize edilebilir. Bu gösterilen ‘n’ sayısı problemde ki değişken sayısını ifade etmektedir.

•**Amaç Fonksiyonu:** Doğrusal programlama modelinden istenen sonuca ulaşabilmek için, problemin amacının net bir şekilde kavranması ve matematiksel olarak tanımlanmasıdır (Doğanay, 2001: 131). Amaç fonksiyonu, problemde istenen minimizasyonu veya maksimizasyonu sayısal bir şekilde formüle eden doğrusal fonksiyondur (Kaymazlı, 2001: 216). Doğrusal programlama problemlerinde kısaca amaç, maliyet minimizasyonu veya kâr maksimizasyonunun amaç denklemi şeklinde gösterilmesidir. Doğrusal programlama modelinin oluşturulabilmesi için amacın olması gereklidir.

Amaç fonksiyonu, çeşitli doğrusal programlama problemlerinde (karışım, ulaşım, diyet vb.) kâr oranını maksimize veya maliyetlerin minimize olmasını sağlarken ‘En iyi ‘ çözüme ulaşmak için oluşturulan yönetimin hedeflediği sayısal bir göstergedir (Okumuş, 1996: 108).

Amaç foksiyonu maksimize ve minizasyona göre şu biçimde gösterilir;

Maksimizasyon (Kâr)

$$Z_{\text{maks}} = \sum_j c_j x_j$$

Minimizasyon (Maliyet)

$$Z_{\text{min}} = \sum_j c_j x_j$$

Bu ifadelerin açıklamaları şöyledir;

c_j = Parametreler (Sabit katsayılar)

x_j = Karar Değişkenleri

n= Değişken sayılarını göstermektedir.

• **Kısıtlayıcılar:** İktisatta üretim kaynakları sınırsız değildir. Bu yüzden, bir üretim işletmesinde kaynak ne kadar sınırlıysa kısıtlayıcılarda o kadar çoktur.

Doğrusal programlama modelinde, karar değişkenleri ve kısıtlar çözüme ulaştırılması gereken problemin kritik belirleyicileridir. Çünkü karar modelini oluşturan ana belirleyiciler değişkenler ve kısıtlardır.

En iyi sonuca ulaşmak istenen problemdeki karar değişkenleri veya bu değişkenler ile sabit katsayılar arasındaki gerekli bağlantı olarak tanımlanmıştır. Modelin uygun bir biçimde devam edebilmesi için, kanuni ve teknik boyutlarındaki kısıtlamaların yanı sıra, bireysel veya öznel boyutlardaki kısıtlamaların da doğrusal programlamada etkili bir konumda bulunmaktadır (Rassad, 2004: 143).

Maksimizasyon (Kâr)

$$Z_{\max} = \sum_{ij} x_j b_i$$

Minimizasyon (Maliyet)

$$Z_{\min} = \sum_{ij} x_j b_i$$

Bu ifadelerin açıklamaları şöyledir;

a_{ij} = Sınırlı kaynakların miktarı (i), üretim için gerekli olan miktar (j)

b_i = Sınırlı kaynakların kullanılabilir miktarını (i) göstermektedir.

• **İşaret Kısıtlaması:** Doğrusal programlama modellerinin hepsinde değişkenlerin pozitif olma (negatif olmama) zorunluluğu bulunmaktadır. Pozitif olmalıdır, çünkü bir işletme karar değişkenlerinden bahsederken örneğin, x_j değişkenli bir gıda ürününü tanımlıyorsa x_j hiçbir zaman eksi yani negatif değer almamalıdır. Aksi takdirde matematiksel çözümler için uygun değildir.

x_j ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) 0 olma şartı vardır.

İşletmeler üretim yaparsa pozitif, üretim yapmazlarsa sifıra eşit olurlar, ancak negatif olmaları matematiksel model için gerekli şartları sağlamamaktadır (Yalgın, 1984: 35).

Pozitif olma şartı, optimum çözüme ulaştırmayı ve uygun olmayan çözümleri ortadan kaldırmayı hedeflemektedir.

3.8. Doğrusal Programlama Çözüm Yöntemleri

Doğrusal programlama modelini çözmek için çeşitli matematiksel teknikler kullanılmaktadır. Bu yöntemler manuel hesaplamalarla zor ve zaman alıcı olduğundan dolayı teknolojik yöntemlerle çözülmeye başlanmıştır. İlerleyen teknolojiyle birlikte çözümlerler farklı bilgisayar programları aracılığıyla daha kolay hale gelmektedir. Bu yüzden karar değişken sayılarına göre çözüm yöntemleri değişebilmektedir.

Genel olarak grafik ve simpleks yöntemi olmak üzere iki matematiksel çözüm tekniği kullanılmaktadır.

3.8.1 Grafik Yöntemi

İki veya üç karar değişkenin tanımlandığı doğrusal karar modellerinde grafik yöntemi uygulanabilmektedir. Ancak üç karar değişkenli denklemlerde pek fazla kullanılmamaktadır. Bunun sebebi grafik üzerinde gösterimi zor ve uğraştırıcı olmasıdır.

Çok karar değişkenli denklemlerde hem pratik olmaması hem de her bir kısıtlayıcı değer için ayrı düzlemlerde bulunmasından dolayı çözümün ortaya çıkması zor olacağından bu yöntem uygulanmamaktadır. Böylelikle en çok iki karar değişkenli denklemlerin çözümünde tercih edilmektedir.

Ayrı düzlemlere karar değişkenlerinden meydana gelen kısıtlayıcı değerler yerleştirilmesiyle ilk olarak, uygun çözüm alanı belirlenmektedir. Belirlenen en uygun çözüm alanında tüm köşe noktalar dikkate alınarak, amaç fonksiyonunda da uygulanarak optimâl çözüme ulaşılır.

Ayrıca bu optimâl çözüme ulaşırken, amaç fonksiyonu, yalnızca, maksimizasyon ve minimize olmasını sağlayan karar değişkenlerinden meydana gelmektedir. Grafik yöntemi çözüm tekniği, maksimizasyon probleminin çözümü örnekle aşağıda anlatılmıştır.

Maksimizasyon Grafik Yöntemi Örneği

Bir mağaza, üretici firmadan pantolon ve ceket üretimi için sipariş vermiştir. Üretici firmanın elinde 750 m² pamuklu tekstil ve 1000 m² polyester mevcuttur. 1 adet pantolon üretimi için 1m² pamuk ve 2 m² polyester gereklidir. 1 adet ceket için ise 1.5m² pamuk ve 1 m² polyester gereklidir. Pantolonun satış fiyatı 40 \$, ceketin satış fiyatı ise 50 \$ olarak satışa sunulmaktadır.

Bu problemde üretici firmanın mağazalara vermesi gereken pantolon ve ceket sayısını ve bu ürünlerin en fazla satış kârının ne kadar olacağı bulunabilecektir (Superprof, T.Y.).

Cözüm:

Karar Değişkenleri:

x = Pantolon sayısı

y = Ceket sayısı

Amaç Fonksiyonu: $Z_{maks} = 50x + 40y$

Kısıtlayıcılar: $x + 1,5y \leq 750$

$$2x + 3y \leq 1500$$

$$2x + y \leq 1000$$

Pantolon ve ceketlerin sayısı doğal sayılar olduğundan dolayı, iki kısıtlayıcı daha vardır:

$$x, y \geq 0$$

Karar değişkenlerinden x yatay eksen de yer alırken y ise dikey eksen de gösterilmektedir. Bunun sebebi, negatif olmama durumuna bağlı olarak eksenin birinci bölgesinde yer alacak olmasıdır.

Birinci kısıt için; $x + 1,5y \leq 750$ biçimindeki eşitsizlik

$x + 1,5y = 750$ biçiminde gösterilir ve

$x = 0$ değeri olduğu için $y = 500$ değerini,

$y = 0$ değeri olduğu için $y = 750$ değerini almaktadır.

İkinci kısıt için; $2x + 3y \leq 1500$ biçimindeki eşitsizlik

$2x + 3y = 1500$ biçiminde gösterilir ve

$x = 0$ değeri olduğu için $y = 500$ değerini alır.

$y = 0$ değeri olduğu için $x = 750$ değerini almaktadır.

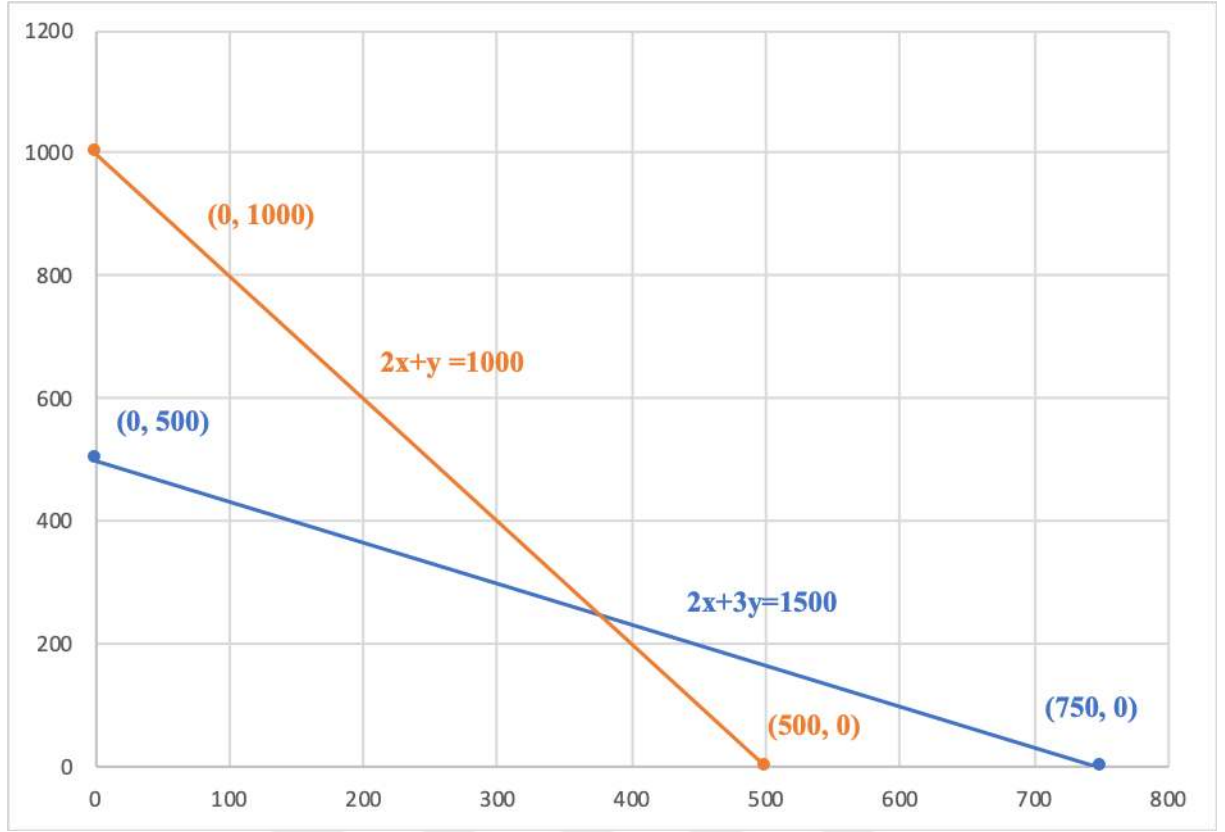
Üçüncü kısıt için; $2x + y \leq 1000$ biçimindeki eşitsizlik

$2x + y = 1000$ biçiminde gösterilir ve

$x = 0$ değeri olduğu için $y = 1000$ değerini alır.

$y = 0$ değeri olduğu için $x = 500$ değerini almaktadır.

Eşitsizlik kesişme noktaları, uygun çözümler kümesi olan eşitsizlikler sistemine çözüm olabilmektedir (Grafik 3.1).



Kaynak: Superprof, (T.Y). (Erişim Tarihi: 10 Aralık 2019).

Grafik 3.1. Köşe noktaların belirlenmesi

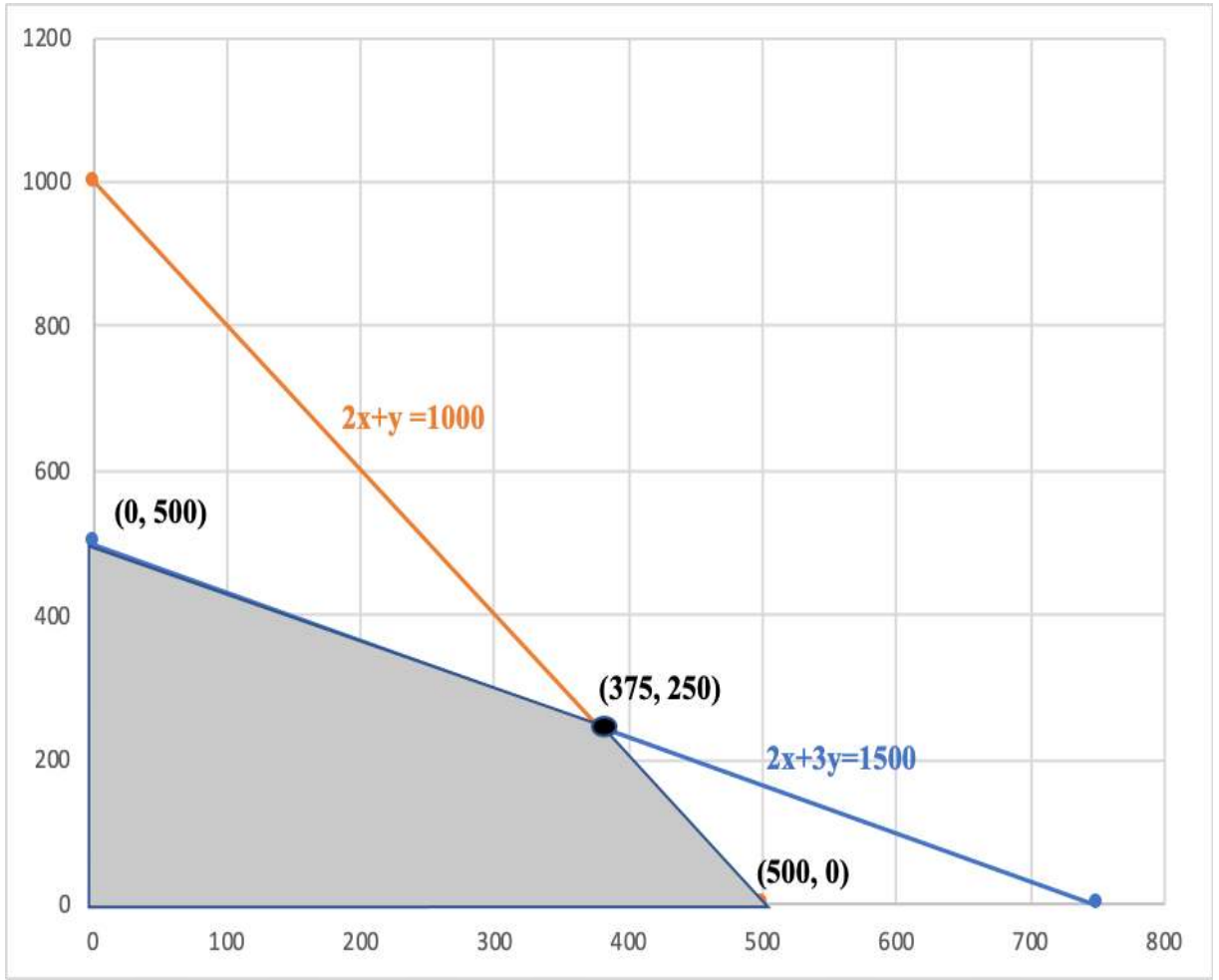
Ortaya çıkan değerler dikkate alınarak kısıtlayıcı denklemlerin ayrı ayrı eşitsizlik yönleri göz önünde bulundurularak negatif olmama koşuluna göre uygun çözüm alanı grafik üzerinde belirlenmektedir.

Optimâl çözüm noktasına ulaşmak için ise, amaç fonksiyonuna çözüm alanının köşe noktaları yazılarak belirlenmektedir (Grafik 3.2).

$$2x+3y= 1500 \text{ (0, 500)}$$

$$2x+y= 1000 \text{ (500, 0)}$$

$$2x+3y= 1500; 2x+y=1000 \text{ (375, 250)}$$



Kaynak: Superprof, (T.Y), (Erişim Tarihi: 10 Aralık 2019)

Grafik 3.2. Maksimizasyon yöntemi optimum çözüm alanı

Ortaya çıkan bu sonuçların maksimum veya minimum değerlere sahip olduğunu belirlemek için köşelerin her birinde objektif fonksiyonun değeri şu şekilde hesaplanır:

$$Z_{\text{maks}} = 50x + 40y$$

$$x= 0, y= 500 \text{ değeri için } = 20.000$$

$$x= 500, y= 0 \text{ değeri için } = 25.000$$

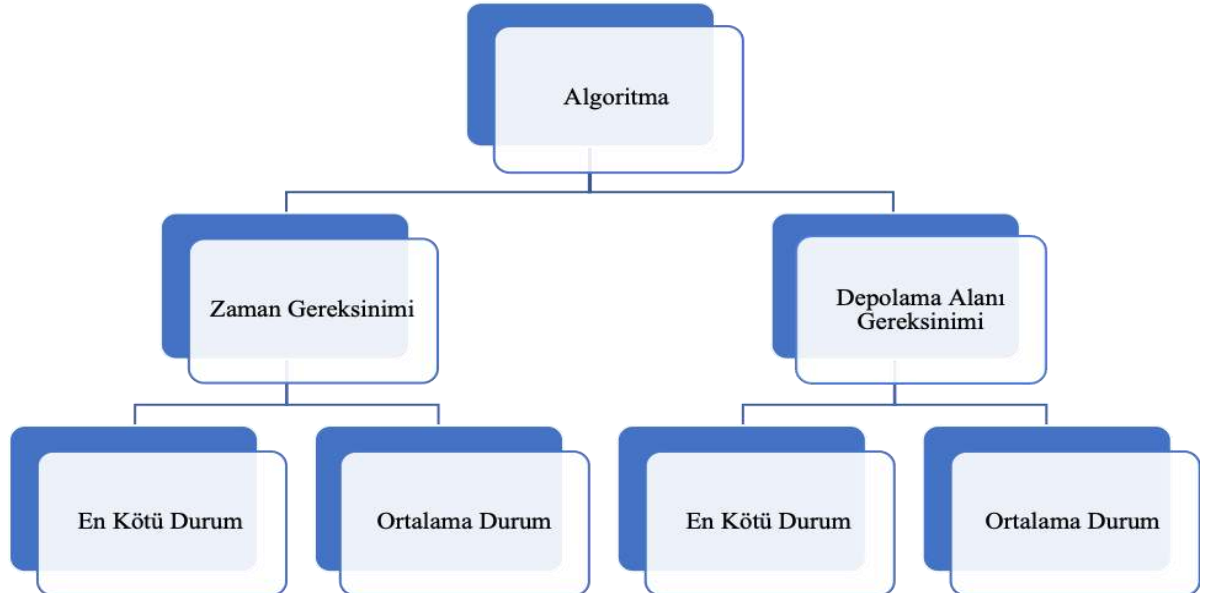
$$x= 375, y= 250 \text{ değeri için } = 28.750$$

3.8.2 Simpleks Yöntemi

Doğrusal programlama problemlerinde iki karar değişkenli problemleri çözmek için grafik yöntemi kullanılmaktadır. Ancak iki veya üç üzeri karar değişkenli doğrusal programlama problemleri çözümünde grafik yöntemi çok zor olduğundan dolayı başka bir çözüm yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır.

Simpleks yöntemi(algoritma), daha öncelerde bazı araştırmacılar tarafından bulunduğu söylenmesine rağmen ilk olarak 1947 yılında George B. Dantzig tarafından simpleks yöntemi veya algoritması olarak ortaya atılmıştır. Bu yöntem o kadar başarılı olmuştur ki, zaman tasarrufu ve bilgisayarla çözüm kolaylığından dolayı sayısal hesaplamada en çok kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir (Goldfarb ve Todd, 1988: 175).

Doğrusal programlama tekniğinin bir yöntemi olan simpleks algoritmasının çözüme en iyi ve en kolay yoldan ulaşması için bilgisayar yöntemiyle çözümlenebildiği bilinmektedir ancak bu yöneme zaman ve depolama alanı gibi belli sebeplerden gereksinim duyulduğu alt başlıklar halinde Şekil 3.1’de gösterilmektedir (Eiselt ve Sandblom, 2007: 380).



Kaynak: Eiselt ve Sandblom, 2007: 380

Şekil 3.1 Belirli bir modelin çözümü için algoritmaların gereksinimleri

Simpleks yönteminde(algoritma), değişken sayısının fazla olduğu problemleri çözmek amaçlanmaktadır. En önemli özelliklerinden birisi de iterasyon yani cebirsel olarak tekrarlar ile en uygun çözüme ulaşma şeklidir (Ekmekci, 2015: 141). Bu yöntem, amaç fonksiyonunda optimum çözüme ulaşabilmek için problemin maksimize ve minimize olarak aşamalı bir şekilde çözümlenmesi olarak da tanımlanabilmektedir. Tıpkı grafik yönteminde de uygulandığı gibi en iyi çözüm alanı belirlenip köşe noktalarının sistemli bir şekilde incelenmesi simpleks yöntemi için de geçerli olmaktadır. Ancak grafik yöntemi şekilsel olarak basit anlaşılırken; simpleks yönteminde ise teker teker yazılarak tekrarlamalar halinde çözümlenmektedir. Tekrarlanmadaki asıl amaç da en uygun çözümün bulunmak istenmesi olarak bilinmektedir.

Simpleks algoritmasında öncelikle, başlangıç simpleks tablosu düzenlenir. Çözüm yöntemine göre tekrarlamalar yapılır ve optimâl çözüme ulaşmak için yeni tablolar oluşturulmaktadır. Tekrarlamalar sonucunda amaç fonksiyonun değeri artış gösterebilmektedir. Optimum sonuç elde edilene kadar tekrarlar işlemi devam etmekte ve köşe noktası belirlenmektedir.

3.9. Duyarlılık Analizi

Günümüz işletmelerinde karar verme sürecini detaylı bir şekilde incelemek için model kurulması gerekmektedir. Modelleme sürecinde kullanılan matematiksel program ne olursa olsun, duyarlılık analizi yapılmaktadır. Duyarlılık analizinin amacı, güveniler sonuçlar elde ederek yorumlama yapmaya yardımcı olmaktır.

Campolongo, (2007: 1512) çalışmasında, duyarlılık analizi, model oluşturma süreci sonrasında uygulanan en önemli adımlardan biri olmaktadır. İşletmeler için oluşturulan bir modelin hassasiyetini test etmek için farklı analiz yöntemleri uygulanmaktadır (Saltelli vd., 2004: 232; Cacuci ve Lonescu, 2004: 210).

Duyarlılık analizi, toplam çıktıların giriş faktörlerine olan etkisini analiz etmek için kullanılan nicel yöntemler olarak tanımlanmaktadır (Pappernberger vd., 2006: 980). Bu yöntem, her bir girdinin duyarlılık analizini elde etmek için temel istatistiklerini hesaplamakta, en doğru ve en verimli sonuca ulaştırmaktadır.

Çok sayıda girdi ve çıktısı olan karmaşık modelleri yorumlama gücü yüksek uygulanabilir bir yöntemdir. Çevresel etmenlerden dolayı oluşabilecek büyük belirsizlikleri analiz etmede beyin görevi görmektedir. Analizden çıkacak sonuca göre işletmenin neler yapması gerektiği hakkında değerlendirmelerde yardımcı olmaktadır.

Örneğin; işletmenin x ürününden daha fazla ürettiğinde kârlılık oranını arttırabileceğini veya makine kısıtlarının daha az çalışarak maliyeti düşürebileceği hakkında yorumlamalar için kolaylık sağlamaktadır.

Duyarlılık analiz sonuçlarına bakarak, modelin yeniden incelenip incelenmeyeceğine karar vermektedir. Analiz sonucuna göre, bazı modellerin kısıtları veya karar değişkenlerinde güçlendirilme yapılabilmektedir. Bazı modellerde ise basitleştirilerek daha kolay analiz edilmesi ve yorumlanması gerekebilmektedir.

Duyarlılık analizi, optimâl çözümü bulmayı amaçlayan doğrusal programlama problemlerinin çözümü için modelin etkin olduğu aralıkları araştırmak için yapılmaktadır. Yani modelde yaşanacak parametre değişim aralıklarını saptamaktadır.

Saltelli vd. (2008: 304) kitabında belirttiği üzere, Ampirik olasılıklarda yaşanabilecek yoğunluğu ölçmek ve modeli yorumlamak için güven aralıkları belirlenmektedir. Ayrıca, modelde yaşanabilecek belirsizliklerin neden oluştuğu hakkında bilgiler verilmektedir.

Avrupa Komisyonu'na göre; “Duyarlılık analizi, analiz edilen alternatiflerin etkilerinin, çözüm parametrelerindeki sapmalarla nasıl etkileşim sağladığını keşfetmek için kullanılan bir yöntemdir.” (EC., 2009; Saltelli ve Annoni, 2010: 1512).

Duyarlılık analizi, doğrusal programlama probleminin sonuçlarındaki belirsizlikleri azaltmak uygun olanı saptamada büyük yardımcı etken yöntem olmaktadır. Genel olarak, kalite risk analizinin gerekli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir.

4. BÖLÜM

4. GIDA SEKTÖRÜNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE ÜRETİM PLANLAMASI: SİRKE ÜRETİMİ UYGULAMASI

Çalışmanın bu son bölümünde, uygulama yapılan işletme tanıtılmakta ve sirke üretim süreci hakkında detaylı bilgiler verilmektedir. Ayrıca sirke işletmesi için model oluşturularak maliyet hesaplamaları, kısıtlamalar bulunmuş ve çizelge üzerinde gösterilerek detaylı çözümlerle bu bölümde anlatılmaktadır. Oluşturulan bu model Lindo 6.1 programı ile çözümlenerek rapor sonuçları bu bölüm içerisinde yorumlanmaktadır.

4.1 İşletmenin Tanıtılması

Üretim planlama ve doğrusal programlama tekniğinin uygulandığı bu işletme, çok uzun yıldan beri gıda sektöründe faaliyet göstermektedir. Sirke üretimi ile başlayan işletme, zamanla ürün portföyünü genişleterek; Pekmez, nar sosu, limon sosu, turşu yap, şalgam suyu gibi birçok çeşitli ürünün de eklenmesiyle birlikte büyük bir işletme haline gelmiştir.

AB standartlarına uygun makineler ve ekipmanlarla kalite ve gıda güvenliğine uygun sistemlerle üretim yapmaktadır. Müşteri memnuniyetini sağlayarak istek ve ihtiyaçlara en yüksek kalitede, güvenilir ve hijyenik şekillerde karşılamak en öncelikli hedefleri arasında gelmektedir. Gıda sektöründe özellikle uygulamada konu alan sirke üretiminde her sektörde, her üründe olduğu gibi rekabet yoğun geçmektedir. Ancak uygulama yapılan sirke üretim işletmesi gerek son teknoloji makineler gerekse kalite ve maliyet açısından en uygun ürünleri pazara sunmakta ve rakiplerine karşı rekabet edilebilir konumda bulunmaktadır. Ayrıca işletme sürekli iyileştirme yapmakta olup yurtdışında birçok ülkeye ihracat yapmaktadır.

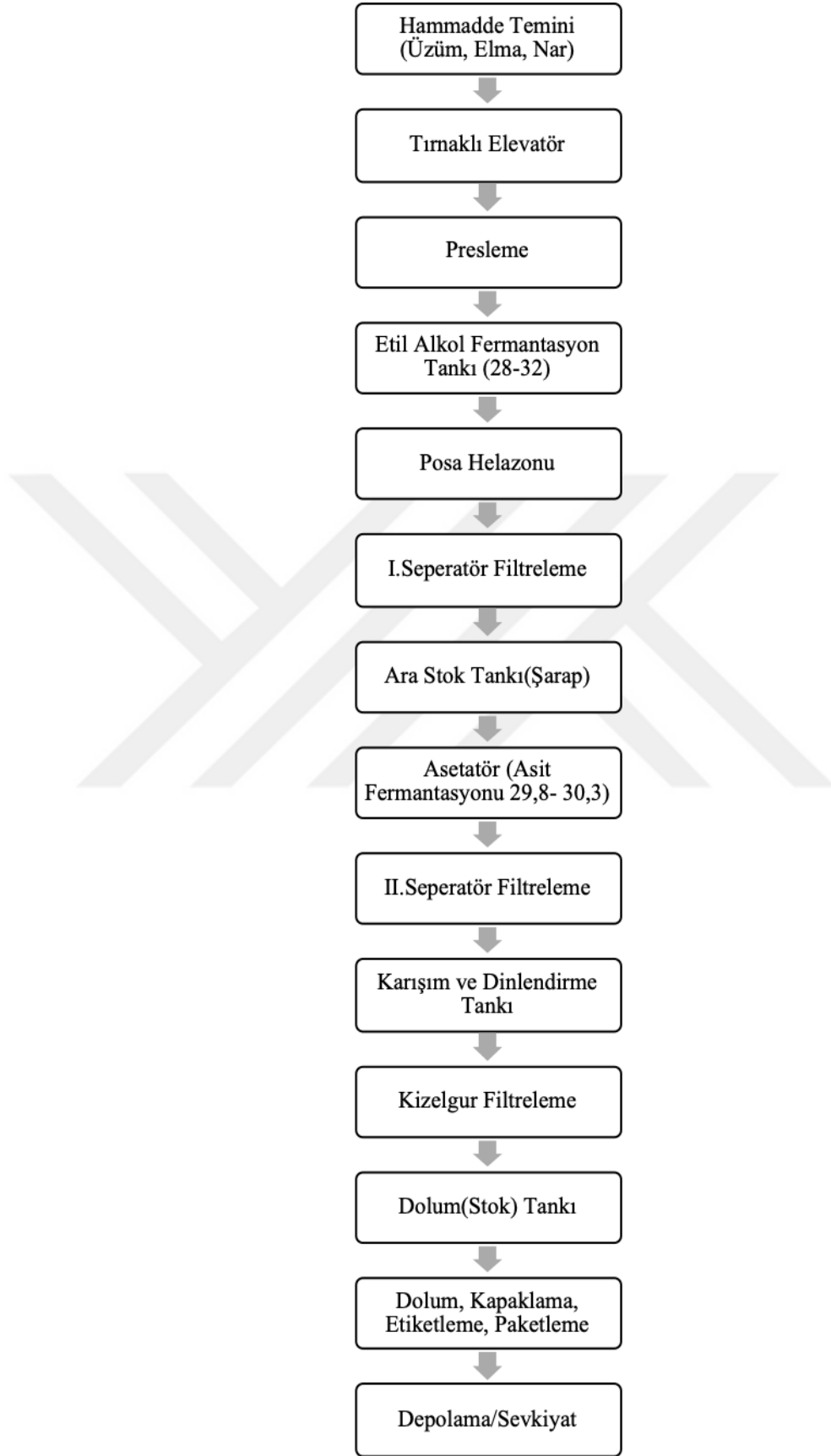
4.2 İşletmenin Sirke Üretim Süreci ve Aşamaları

Uygulama yapılan işletmede sirke üretim süreci jeneratör(damlama) yöntemi olarak da adlandırılan günler veya haftalar içinde hızlı fermente edilebilen yöntem şeklinde elde edilmektedir. Konsantre halinde geldiği zamanlarda bazı ürünler için birkaç aşama uygulanmadan en az 1 en fazla 2 gün içerisinde sirke kullanabilir hale gelmektedir.

- 1- Hammadde Temini:** Hammaddeler Antalya, Manisa gibi çeşitli şehirlerden temin edilmektedir. Belirli üretimin hızlanması gereken durumlarda bazı meyveler konsantre şekilde de temin edilmektedir. Üzüm meyvesi sadece kuru üzümünden yapılmaktadır. Bu işletmede yaş üzüm sirke için kullanılmamaktadır. Hammadde meyve temini çiftçilerden temin edilmektedir. Hammadde olarak değerlendirdiğimiz asetik asit ürüne sonradan eklense de sirkenin asit oranını düzenleyip koruyucu görevi görmektedir. Asetik asit yani asit düzenleyici kimyasal bir gıda ürünü olarak bilinse de sirke üretimi için gerekli hammaddelerin içerisinde yer almaktadır. Asetik asit aslında bakterilere sahip bir gıda ürünüdür. Bu da mayalanma işlemini kolaylaştırıcı etki sağlar.
- 2- Tırmıklı Elevatör:** Çeşitli şehirlerin çiftçilerinden temin edilen elma, üzüm, nar meyveleri seçme bandında ayıklama ve yıkama işlemleri yapılır. Bu aşamada meyveler görsel bir band üzerinden geçerek sap ayıklama, çürük ve yabancı cisimlerden ayırma işlemi yapılarak tazyikli su verilerek yıkama işlemi gerçekleştirilir.
- 3- Presleme:** Ayıklama, yıkama gibi işlemlerden sonra ezme ya da meyve preslenmesi yapılmaktadır. Kuru üzüm, elma, nar gibi meyvelerin suyunu ortaya çıkarmak için ezilmesi yani preslenmesi gerekmektedir.
- 4- Etil Alkol Fermantasyonu:** Ayıklama, presleme işlemi yapılan meyve şıraları etil fermantasyonu yapılır. Meyvedeki şeker parçalanarak etil alkol fermantasyonuna uğratılmaktadır. Üzüm şırası içindeki şekerin parçalanmasıyla alkole dönmektedir. 28-32° de fermente edilmektedir. Etil alkol fermantasyon tankı Ek 2.1’de gösterilmiştir.
- 5- Posa Helezonu:** Preslenme ve etil alkol fermantasyonu gibi aşamalardan geçen meyve posaları posa helezonunda tekrar ayrıştırılır ve çıkan şıra fermantasyon tankına gönderilir. Posa helezonu, spiral dişli çarklara alınan meyvelerin iri tanelerini karıştırıp ayrıştırarak filtreleme alanına taşımaktadır. Helezon konveyörü Ek 2.2’ de gösterilmiştir.
- 6- I. Seperatör Filtreleme:** İlk seperatör filtreleme işleminde sirkenin içerisinde bulunan iri partiküller süzülerek ara tanka aktarılır. İşletmede 1.seperatör olarak adlandırılan aslında dekantör santrifüjü olan makine sirke sürecindeki meyve suyunun içerisindeki iri partiküllerin ayrıştırılmasında yardımcı olmaktadır. Dekantör santrifüjü Ek 2.3’ de gösterilmiştir.
- 7- Ara Stok Tankı:** Ara tank, süzülme işleminden sonra dinlendirilme tankı olarak kullanılmaktadır. Ara tank içerisindeki sirke 2 gün bekletilir. Bu aşama da şarap olarak hazır hale gelmiş denilmektedir. Bu aşamalardan sonra sirke yapımı başlamış olur. Bazı işletmelerde bu aşamalar farklı seyredebilir.

- 8- Asetatör (Asit Fermantasyonu):** Ara stok tankından süzdürülmüş olarak alınan alkollü meyve şırası burada sirkeye oluşumu sağlar. Bu aşamada asetik asit oksitlenmektedir. 29,8-30,3° asit fermantasyonu yapılmaktadır. Asetatör tankı Ek 2.4’de gösterilmektedir.
- 9- II. Seperatör Filtreleme:** İkinci olarak seperatör filtreleme işlemi gerçekleştirilerek sirkenin içinde bulunabilecek olan iri partiküller son defa işleminden geçirilmektedir. İşletmenin 2. kez yapılan Seperatör filtreleme işlemi Ek 2.5’ de gösterilmektedir.
- 10- Karışım ve Dinlendirme Tankı:** Karışım tankına öncelikle su eklenir ayrıca dayanıklılığını sağlamak içinde çok az miktarda kükürt eklenir ve karışım yapılır. Ardından dinlendirme tankında bekletme işlemi yapılır. Dinlendirme aşamasında sirke 2-3 gün bekletilir.
- 11- Kizelgur Filtreleme:** Sirkenin süzülmesi işleminde yardımcı olmak amaçla kullanılmaktadır. Sirkede berrak bir görüntü sağlar. Bulanıklığı gidermede yardımcıdır. Kizelgur filtreleme makinesi Ek 2.6 ‘da gösterilmiştir.
- 12- Dolum (Stok) Tankı:** Bu tank kizelgur filtresinden gelen sirkenin durultmadan sonra bekleme yapıldıktan sonraki işlem olan şişeleme yani dolum için kullanılır. Bu tank içerisinde de ürün 1 gün bekletilir ve sonra dolum için hazır hale gelmektedir. Dolum stok tankı Ek 2.7’de gösterilmiştir.
- 13- Dolum, Kapaklama, Etiketleme, Paketleme:** Türk Standartlarına uygun üretilen sirke otomasyon makinelerinde dolum, şişelerin kapatılma işlemleri ve etiketleme gibi işlemler yapılır. Son olarak paketleme yapılarak depolama veya sevkiyata hazır hale getirilir. Dolumda pH 3,1’ den küçük olmamalıdır. Şişeleme pet şişe ve cam şişe şeklinde yapılmaktadır. Bu durum, ürünün çeşidine litresine göre değişmektedir. Dolum hattı Ek 2.8’ de etiketleme ise Ek 2.9’da gösterilmiştir.
- 14- Depolama/ Sevkiyat:** Bu aşama da nihai ürün oluşmuş tüketiciye gönderilmek üzere depolama veya sevkiyat için hazırlanmıştır. Yurtiçi ve yurtdışına göre deniz, kara taşımacılığıyla tüketiciye sunulmak için yola çıkmaktadır. Depolama alanları işletme içi ve dışı olmak üzere toplam 2 yerde bulunmaktadır. Bu da farklı bölgelere ulaşım kolaylığı sağlar. Ancak işletmenin sirke üretimi genel olarak, tüketiciden gelen talebe bağlı olarak çalışmaktadır. Bu yüzden stoklarda fazla ürün bulundurulmamaktadır. Ürünler en son kolileme yapılarak paletlerle tüketiciye ulaştırmak için satış mağazalarına gönderilmektedir. İşletmenin nihai ürün depoları Ek 2.10’da gösterilmiştir.

Aşama aşama açıklama yapılan sirke üretim süreci şekil 4.1' de gösterilmiştir.



şekil 4.1. Sirke' nin üretim süreci

4.3 İşletme için Modelin Oluşturulması

Uygulama yapılan bu işletme sirke sektöründe çok uzun yıllardır devam etmektedir. 2000’li yıllardan çok önce faaliyete başlamış olup günümüzde de tüketicisine hizmet vermeye devam etmektedir.

Oluşturulan modelde kâr maksimizasyonu hesaplanmış ve bir günlük üretim miktarları da değerlendirilmiştir. Fermantasyon gıda ürünü olması sebebiyle üretim süresi en az beş gündür. Ancak dolum süresi baz alınarak üretim süreci hesaplanmıştır. Kâr maksimizasyonun uygulanmasının başlıca sebebi, aynı işleve sahip sirke dolum makinesinde üretimi tamamlanan farklı miktar ve farklı çeşitteki sirkelerin kapasite açısına göre, 1 (bir) ayda hangi sirke çeşidinden ne miktarda üretim yapılacağı sonucuna ulaşılacaktır.

İşletme içi yapılan uygulamada, 1 litre kuru üzüm sirkesi, 2 litre kuru üzüm sirkesi, 5 litre kuru üzüm sirkesi, 1 litre elma sirkesi, 1 litre nar sirkesi olmak üzere 5 adet ürün kullanılmıştır.

Modelin meydana gelmesinde uygulamaya alınan veriler 2019 yılı Eylül ayına aittir. Oluşturulan modelde, ürünlerin aylık üretim miktarları baz alınmış ve aşağıda semboller ile diğer adıyla karar değişkenleri olarak ifade edilmiştir:

X₁: 1 lt’ lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı

X₂: 2 lt’ lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı

X₃: 5 lt’ lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı

X₄: 1 lt’ lik elma sirkesinin aylık üretim miktarı

X₅: 1 lt’ lik nar sirkesinin aylık üretim miktarı

4.3.1 Maliyetin Hesaplanması

Bu bölümde kuru üzüm, elma, nar konsantresi hesaplanmış olup ayrıca, asetik asit veya asit düzenleyici (koruyucu) olarak da bilinen gıda maddesi değerleri Çizelge 4.1’ de TL cinsinden kg’lık hammadde maliyetleri gösterilmiştir. Kuru üzümünden 1, 2 ve 5 litrelik sirkeler üretilecek, elma sirkesinden 1 litre ve nar sirkesinden de yine 1 litre sirke üretilacaktır. Üretime başlamadan önce hammaddelerin miktarları ve ne kadara mâl olduğu hesaplanacaktır.

Çizelge 4.1 Hammadde maliyetleri (TL)

Hammadde Adı	Br/Kg	Br/Kg Maliyet (TL)
Kuru Üzüm	1	5,50
Elma	1	7,90
Nar Konsantresi	1	16,00
Asetik Asit (Asit Düzenleyici)	1	40,00

X₁ ürününün hammaddesini şu şekilde hesaplanmaktadır:

Kuru üzüm için, $0,150 \text{ kg} \times 5,50 = 0,825 \text{ TL}$

Asetik asit için, $0,040 \text{ kg} \times 40,00 = 1,6 \text{ TL}$

Toplam hammadde maliyeti = $0,825 + 1,6 = 2,425 \text{ TL}$

X₁ ürünü için yapılan tüm hesaplamalar aynı şekilde diğer ürünler için de yapılmıştır. Çizelge 4.2’ de her bir ürün için, meyve hammadde ve asetik asit maddesi gramajlarına göre hesaplanmıştır. Sonucunda toplam hammadde maliyetleri bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Br başına toplam hammadde maliyetleri (TL)

Ürün	Br/Kg	Meyve	Asetik Asit	Toplam Hammadde Maliyeti
X ₁	1	0,825	1,60	2,425
X ₂	2	1,650	3,20	4,850
X ₃	5	4,125	8,00	12,125
X ₄	1	1,975	1,60	3,575
X ₅	1	5,600	1,60	7,200

Sirke üretimi yapan işletmenin sirke br/lt’ leri dikkate alınarak kapak, şişe, etiket ve hammadde olmak üzere toplam girdi maliyetleri Çizelge 4.3’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Girdi maliyetleri (TL)

Ürün	Br/Lt	Kapak (Adet)	Şişe (Adet)	Etiket	Hammadde (Gr)	TOPLAM GİRDİ MALİYET
X ₁	1	0,070	0,422	0,030	2,425	2,947
X ₂	2	0,070	0,435	0,030	4,850	5,385

Çizelge 4.3(Devamı) Girdi maliyetleri (TL)

X₃	5	0,080	0,450	0,040	12,125	12,695
X₄	1	0,070	0,422	0,030	3,575	4,097
X₅	1	0,070	0,422	0,030	7,200	7,722

İşletmenin genel üretim giderleri (elektrik, işçi, nakliye...) tahmini hesaplamalara göre aylık 410.000 TL olarak hesaplanmıştır. 1 (bir) ayda 21 gün çalışan işletme $410.000/21 = 19.524$ TL' yi 1(bir) gün içerisindeki genel üretim gideri olarak hesaplanmıştır. 2019 Eylül ayı verileri dikkate alındığından dolayı net mesai süresi 21 gün olarak alınmıştır. İşletme 1 (bir) günde 8 saat yani 480 dk çalışmaktadır.

X₁ türü için; 0,033 dakikada şişelere dolmaktadır. Bir gün boyunca durmadan çalışan işletme, $480/0,033= 14.545$ adet şişe sirke dolumu yapmaktadır. 1(bir) gün içerisindeki toplam gider ise 19.524 TL olarak hesaplanmıştır. X₁ türü sirke dolum için genel üretim gideri $19.524/14.545 = 1.342$ TL' dir.

Bu genel üretim gideri, 1 (bir) gün içerisindeki X₁ üretimi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Genel üretim gideri ise 1,342 TL'dir.

X₁ için toplam maliyet, $2,947+ 1,342 = 3,767$ TL'dir. Diğer sirke türleri içinde aynı hesaplamalar yapılarak genel üretim gideri ve toplam br maliyeti bulunmuştur.

Her bir sirke türü Çizelge 4.4' de gösterilmiştir. Sonuç olarak, şu şekilde formülleştirilmiştir:

$$\text{Toplam Br Maliyet} = \text{Girdi Maliyet} + \text{Genel Üretim Gideri}$$

Çizelge 4.4 Ürün br/adet maliyetleri

Ürün	Girdi Maliyeti	Genel Üretim Gideri	TOPLAM BR MALİYET
X ₁	2,947	1,342	3,767
X ₂	5,385	2,725	8,110
X ₃	12,695	5,410	18,105
X ₄	4,097	1,342	5,439
X ₅	7,722	1,342	9,064

Amaç fonksiyonun oluşması için birim kârlarına ihtiyaç vardır. Birim kârları şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\text{Birim Kâr} = \text{Birim Satış Fiyatı} - \text{Birim Maliyet}$$

X₁ için gösterilecek olursa,

$$3,767 + 6,95 = 3,183 \text{ br kâr}$$

elde edilmiş olur. Diğer sirke türleri içinde aynı şekilde hesaplanmaktadır.

Ürünlere ait birim kârları Çizelge 4.5' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Ürünlerin br kârları (TL)

Ürün	Br Maliyeti	Br Satış Fiyatı	Br Kâr
X_1	3,767	6,95	3,183
X_2	8,110	13,950	5,840
X_3	18,105	29,25	11,145
X_4	5,439	9,95	4,511
X_5	9,064	17,25	8,186

Modeldeki amaç, işletmenin kârlılık oranını optimum düzeye çıkarmak olduğu için, maksimizasyon denklemi uygulanmıştır. Çizelge 4.5 dikkate alındığında amaç denklemi şu şekilde yazılmaktadır;

$$Z_{\text{maks}} = 3,183 X_1 + 5,840X_2 + 4,511X_3 + 6,928 X_4 + 8,186X_5$$

4.3.2 Makine Kısıtları

Makine kapasite kısıtlarının belirlenebilmesi için öncelikle 1 (bir) günde dolumu yapılan sirke türlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Dolum hattında sadece bir makine bulunmaktadır. Bu makine otomasyon sistemiyle dolum yapmaktadır. Hesaplamalar da bir makine dikkate alınarak yapılmıştır.

Her bir ürün için litreler dikkate alındığında farklı dolum süreleri ortaya çıkmıştır. Tüm ürünler için dakika cinsinden yapılan hesaplamalar Çizelge 4.6' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Üretimdeki dolum süreleri

Ürün	Toplam Dk/ Sirke
X_1	0,033
X_2	0,067
X_3	0,133
X_4	0,033
X_5	0,033

İşletmede üretim süresi fermantasyon ve dinlenme süreci baz alındığında toplam 5 gün sürmektedir. İşletme arzun çok olduğu zamanlar ve yaz aylarında çabuk (hızlı yöntem) tekniğinden yararlanmaktadır. İşletme günde 8 saat yani 480 dakika boyunca üretim, dolum süreci devam etmektedir.

Kuru veya yaş meyve halindeki sirke fermente edilmeyen ürünler gibi bir gün içinde üretimi bitmediğinden dolayı 5 gün boyunca dinlenme işlemi sonunda dolum aşamasına geçilmektedir.

Makine kısıtı maksimum çalışma süresi şu şekilde hesaplanmıştır:

$$(8\text{saat}) 480 \text{ dk} \times 21 \text{ gün} = 10.080 \text{ dk}$$

Bu yapılan hesaplamalara göre makine kısıtları şöyle yazılmaktadır;

$$0,033X_1 + 0,067X_2 + 0,133X_3 + 0,033X_4 + 0,033X_5 \leq 10080$$

4.3.3 Hammadde Kısıtları

Hammadde kısıtlarının belirlenebilmesi için öncelikle 1 (bir) günde dolumu yapılan 1lt, 2lt, 5lt'lik sirke çeşitlerinin 5 günlük süreçte kullanılan hammadde miktarları aşağıdaki Çizelge 4.7' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Hammadde miktarları

Ürün	Hammadde Miktarları (Kg)
X_1	0,190
X_2	0,380
X_3	0,950
X_4	0,290
X_5	0,390

Dolum makinesi 1 ayda 8 saat çalışma saati (480 dk) baz alındığında maksimum 343.605 kg hammaddeyi 5 tür ürün için kullanılabilecektir. Bu maksimum değer her bir br hammadde kg'nın aylık adet sayısı ile çarpılıp, ortaya çıkan aylık hammadde kg 'nin toplanmasıyla bulunmuştur.

Yani her bir ürün için işlemler tek tek çarpılıp ortaya çıkan sonuçların toplanmasıyla 1 aylık 343.605 kg toplam hammadde ortaya çıkmıştır.

Bu değer Çizelge 4.8'de şu şekilde hesaplanmıştır:

Çizelge 4.8 Aylık toplam hammadde miktarı

Ürün	Br Hammadde (Kg)	1 Aylık Dolan Şişe Adedi	1 Aylık Toplam Hammadde (Kg)
X ₁	0,190	305.445	58.034,55
X ₂	0,380	150.444	57.168,72
X ₃	0,950	75.789	71.999,55
X ₄	0,290	305.445	88.579,05
X ₅	0,390	305.445	119.123,55
			TOPLAM 343.605,42 Kg

Bu bakımdan hammadde kısıtı aşağıda gösterilmiştir:

$$0,190X_1 + 0,380X_2 + 0,950X_3 + 0,290X_4 + 0,390X_5 \leq 343.605$$

4.3.4 Ürünlerin Alt ve Üst Kısıtlarının Tespiti

Dolum hattında sirkenin 1 (bir) ay içerisindeki alt ve üst kısıtları gösterilmiştir:

Üst sınır kısıtları; İşletmeden elde edilen verilere göre, sirkenin aylık üretim miktarları (dolum hattı) üst kısıtları aşağıda görülmektedir:

$$X_1 \leq 305.445$$

$$X_2 \leq 150.444$$

$$X_3 \leq 75.789$$

$$X_4 \leq 305.445$$

$$X_5 \leq 305.445$$

Bu her bir üst kısıt, günlük üretilen üretim adetlerinin 21 gün ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

X_1 ürünü üst sınırı belirlemek için, $14.545 \times 21 \text{ gün} = 305.445$ adet şişe sirke (aylık) üretimi yapılmaktadır.

Alt sınır kısıtları; Alt kısıtlar talebi göstermektedir. Bu işletmenin 2019 Eylül ayı verileri kullanıldığı için kuru üzüm sirkesine bir talebin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Hiçbir ürüne ait talep kısıtı bulunmamaktadır. Fakat daha sonraki aylarda bu kısıtlar değişken olabilmektedir.

4.3.5 Üretim Kısıtı

Sirke üretimi (dolum) süreci aylık toplam 1.007.568 adet üretim yapılmıştır. Bu sonuç şu hesaplamalarla bulunmaktadır:

X_1 ürünü için 1 aylık üretim adedi :	305.445
X_2 ürünü için 1 aylık üretim adedi :	150.444
X_3 ürünü için 1 aylık üretim adedi :	75.444
X_4 ürünü için 1 aylık üretim adedi :	305.445
X_5 ürünü için 1 aylık üretim adedi :	305.445
	+
1 Aylık toplam üretim adedi:	1.007.568

Üretim kısıtı denklemi aşağıda gösterilmiştir:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 1.007.568$$

4.3.6 Pozitiflik Kısıtı

İşletme üretimindeki miktarlar negatif olamayacağından dolayı pozitiflik kısıtı olmaktadır. Tüm karar değişkenleri sıfırdan büyük olmak zorundadır.

$$X_1 \geq 0 \quad X_2 \geq 0 \quad X_3 \geq 0 \quad X_4 \geq 0 \quad X_5 \geq 0$$

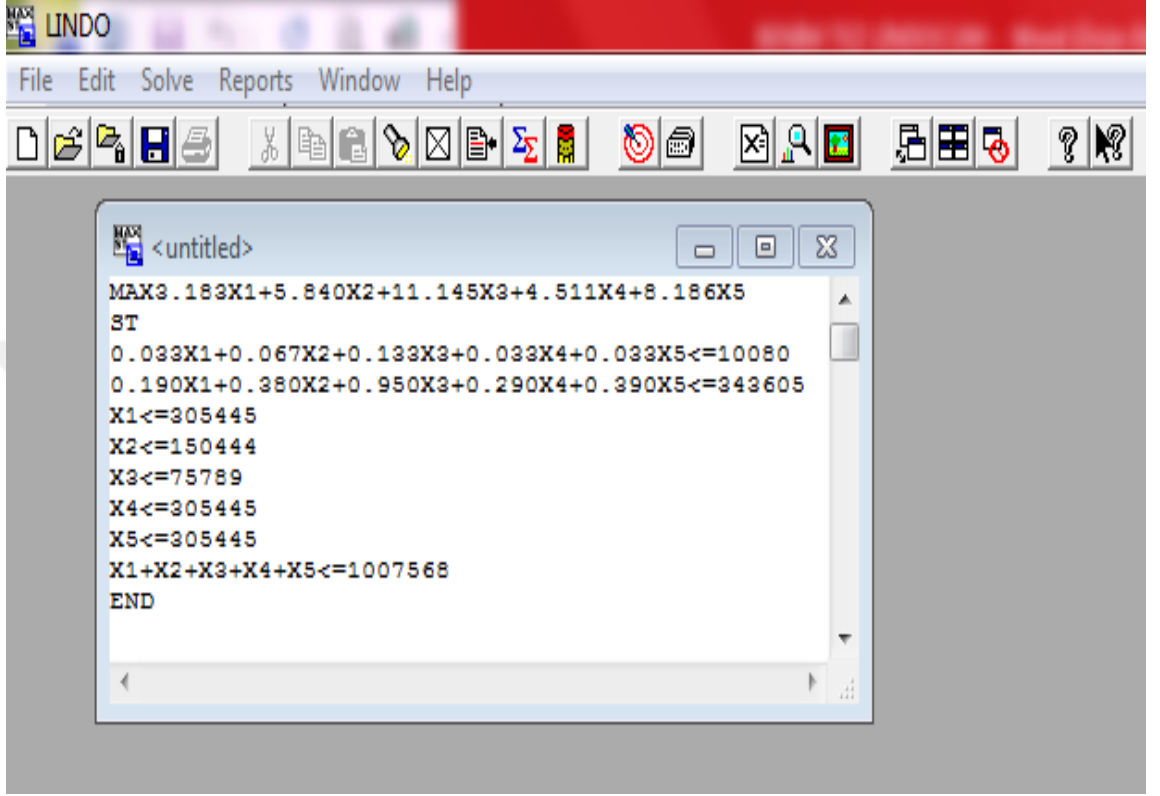
4.3.7 Modelin Çözümü ve Yorumu

Yukarıdaki bölümlerde hesaplanarak bulunan amaç denklemi, makine kısıtları, hammadde kısıtları, üst ve alt üretim kısıtları, üretim kısıtları, pozitiflik kısıtları Çizelge 4.8’ de bir bütün olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 İşletme modeli

Karar Değişkenleri	X_1 : 1 lt’ lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı X_2 : 2 lt’ lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı X_3 : 5 lt’ lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı X_4 : 1 lt’ lik elma sirkesinin aylık üretim miktarı X_5 : 1 lt’ lik nar sirkesinin aylık üretim miktarı
Amaç denklemi	$Z_{maks} = 3,183 X_1 + 5,840 X_2 + 4,511 X_3 + 6,928 X_4 + 8,186 X_5$
Makine kısıtlayıcı	$0,033 X_1 + 0,067 X_2 + 0,133 X_3 + 0,033 X_4 + 0,033 X_5 \leq 10.080$
Hammadde kısıtlayıcı	$0,190 X_1 + 0,380 X_2 + 0,950 X_3 + 0,290 X_4 + 0,390 X_5 \leq 343.605$
Üst ve Alt üretim kısıtlayıcılar	Üst üretim (sınır) kısıtları; $X_1 \leq 305.445$ $X_2 \leq 150.444$ $X_3 \leq 75.789$ $X_4 \leq 305.445$ $X_5 \leq 305.445$
Üretim Kısıtı	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 1.007.568$
Pozitiflik Kısıtı (Şart)	$X_1 \geq 0$ $X_2 \geq 0$ $X_3 \geq 0$ $X_4 \geq 0$ $X_5 \geq 0$

Çizelge 4.9’ da gösterilen amaç denklemi ve kısıtlar klasik bir yöntem ile ifade edilmiştir. İşletmenin doğrusal programlama modeli yazılım sistemi olan Lindo 6.1 paket programı ile çözümlenmiştir. Bu çözümlemenin Windows üzerinde pencereye girildiği hali Görsel 4.1’de gösterilmiştir:



Görsel 4.1 Lindo programında modelin gösterimi

İşletmenin modeli 5 karar değişkeni ve 8 kısıt şeklinde klasik ve Lindo programına yazılması gereken hali aşağıda gösterilmiştir:

Klasik model: $Z_{maks} = 3,183 X_1 + 5,840X_2 + 4,511X_3 + 6,928 X_4 + 8,186X_5$

$$0,033X_1 + 0,067X_2 + 0,133X_3 + 0,033X_4 + 0,033X_5 \leq 10.080$$

$$0,190X_1 + 0,380X_2 + 0,950X_3 + 0,290X_4 + 0,390X_5 \leq 343.605$$

$$X_1 \leq 305.445$$

$$X_2 \leq 150.444$$

$$X_3 \leq 75.789$$

$$X_4 \leq 305.445$$

$$X_5 \leq 305.445$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 1.007.568$$

Lindo da yazım biçimi: MAX3.183X1+ 5.840X2+ 4.511X3+ 6.928X4+8.186X5

ST

$$0.033X_1 + 0.067X_2 + 0.133X_3 + 0.033X_4 + 0.033X_5 \leq 10080$$

$$0.190X_1 + 0.380X_2 + 0.950X_3 + 0.290X_4 + 0.390X_5 \leq 343605$$

$$X_1 \leq 305.445$$

$$X_2 \leq 150.444$$

$$X_3 \leq 75.789$$

$$X_4 \leq 305.445$$

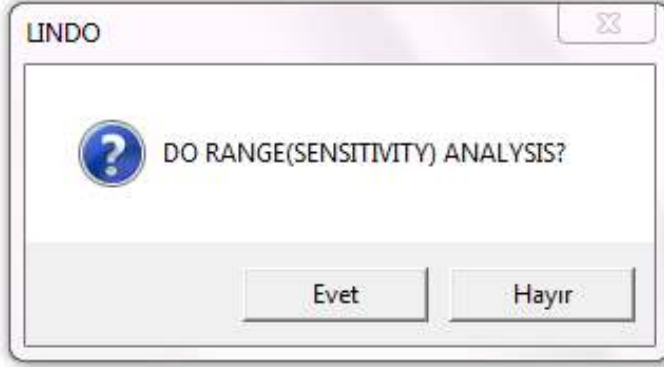
$$X_5 \leq 305.445$$

END

İşletme modelinde amaç kâr maksimizasyonun bulunması olması nedeniyle amaç denklemini “MAX” olarak yazılmıştır. Modelde virgül kullanılması halinde sonuç çıkmamaktadır. Bu yüzden sadece nokta “.” işareti eklenerek çözümün doğru çıkması sağlanmaktadır. Lindo programında “≤” işareti “<= ” biçiminde yazılmaktadır. “ST” ise kısıtları ifade etmektedir. Modelin çözümlenebilmesi için sonuna “END” yazılarak çözüme hazır hale getirilmiştir.

Pencereye yazılan model çözülmeye hazır gele gelmiştir. Modeli çözümlemek için “Solve” ya da programın kolay ulaşılabilir bölümünde bulunan  butonuna tıklanması gerekmektedir.

Bu adımdan sonra duyarlılık analizi yapmak için ise Görsel 4.2'deki "Evet" seçeneği tıklanarak sonuca ulaşılır.



Görsel 4.2 Duyarlılık analizini belirleme

Yapılan adımlardan sonra "Reports Window" yani rapor sonucuna ulaşılmıştır. Lindo raporu EK 4.1' de gösterilmektedir.

Tüm bu aşamalardan sonra Lindo 6.1 paket programı ile işletmenin verileri çözümlenmiş ve çözüm sonuçları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 Lindo 6.1 Paket Programı Çözüm Sonuçları

Amaç Denklemi Optimâl Değeri	1) 2.500.416	
Değişkenler	Çözümünden Elde Edilen Değerler	İndirgenmiş Maliyetler
X₁	0	1.328
X₂	0	3.318697
X₃	0	7.035697
X₄	9.547110	0
X₅	305445	0

Çizelge 4.10 (Devamı) Lindo 6.1 Paket Programı Çözüm Sonuçları

Sıra	Aylak/Artık Değişkenler	Dual Prices (Gölge Fiyatları)
2	0	136.696976
3	224.478,687	0
4	305.445	0
5	150.444	0
6	75.789	0
7	305.435,437	0
8	0	3.675000
9	702.113,437	0

Lindo 6.1 programı ile hesaplama yapılan işletmenin raporu Ek 4.1’de gösterilmiştir. Hesaplanan bu işletme raporunu detaylı bir şekilde inceleyerek;

İterasyon sayısı; Oluşturulmuş olan bu modelin 2.(ikinci) adımında problemin en iyi yani optimâl çözümüne ulaştığı görülmektedir. İşletme kâr maksimizasyonunun sağlanması için toplamda 2 adım iterasyon sayısı çözümü optimâl hale getirmiştir.

Optimâl (En iyileme); İterasyon sayısının altında ifade edilen “Objective function value” ifadesi 1) 2.500.416 değer, optimâl değeri ifade eder. Amaç fonksiyonunun optimâl değeri $Z = 2.500.416$ olarak bulunur. Amaç fonksiyonu Lindo programında daima 1 numara olarak ifade edilir. Kısıtlar 2 numaradan başlayarak devam etmektedir. Bulunan bu değer, sirkeden elde edilen maksimum kârı ifade etmektedir. 1 ay içerisinde sirke ürünlerin elde edilebilecek optimâl kâr 2.500.416 TL’dir.

Karar değişkenleri değerleri; Rapor sonucunun ilk yani birinci bölümüne göre,

- X_1 (1 lt'lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı): 0
- X_2 (2 lt'lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı): 0
- X_3 (5 lt'lik kuru üzüm sirkesinin aylık üretim miktarı): 0
- X_4 (1 lt'lik elma sirkesinin aylık üretim miktarı): 9.547 adet
- X_5 (1 lt'lik nar sirkesinin aylık üretim miktarı): 305.445 adet

Karar değişkenlerinin yukarıda belirtilen adetlerde olduğu süresince optimâl sonuç sabit kalacak değişmeyecektir.

Ayrıca X_4 ve X_5 değişkenlerinin indirgenmiş maliyetleri de 0'dır. Bu iki değişken temel değişken olarak gösterilebilir. Başka bir işlem yapmadan çözüme dâhil olabilirler. Ancak $X_1=0$ indirgenmiş maliyeti 1,328; $X_2 = 0$ indirgenmiş maliyeti 3,318697 ve son olarak $X_3=0$ indirgenmiş maliyeti 7,035697 olduğundan dolayı çözüme girmek için amaç denkleminin kendi indirgenmiş maliyetlerine göre iyileştirilmesi gerekmektedir.

Buradan çıkarılacak sonuç, kuru üzüm sirkeleri işletme kârına katkı sağlamamaktadır. Kâr elde etmeleri için duyarlılık analizinin uygun artışlar bölümünden belirli işlemler yapılarak aralıklar bulunarak iyileştirmeler yapılacaktır.

Kısıtlar; Raporda kısıtlar 2.sıradan başlamaktadır. Toplam 8 adet kısıt bulunmaktadır. Bu kısıtların her biri pozitiflik şartını sağlamaktadır. İlk kısıt makine çalışma süresi ile ilgili kısıt iken ikinci kısıt ise toplam hammadde miktar kısıtını ifade etmektedir. Diğer 5 kısıt üst üretim kısıtlarını ifade ederken son kısıt da üretim kısıtını göstermektedir.

Artık/gevşek değişkenler ve gölge fiyatları; Rapor sonucuna göre ikinci bölüme baktığımızda kısıt sıralarına göre artık/gevşek değişken değerlerinin optimâl çözümlemeye göre sonuçları görülmektedir.

İkinci ve sekizinci kısıtların kaynaklarının tükendiğini ancak üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı, yedinci ve dokuzuncu kısıtların kaynaklarının fazla miktarda olduğu görülmektedir. Makine kısıtı tam kapasite çalışmaktadır. 1 lt'lik nar sirkeside aylık üretim miktarının üst sınırında üretilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Buradan şu sonuçları çıkarabilir;

3) Hammadde kısıtı $343.605 - 224.478,6875 = 119.126$ kg

4) 1lt'lik kuru üzüm sirkesinin (X_1) aylık üst üretim kısıtı 305.445 adet

5) 2lt'lik kuru üzüm sirkesinin (X_2) aylık üst üretim kısıtı 150.444 adet

6) 5lt'lik kuru üzüm sirkesinin (X_3) aylık üst üretim kısıtı 75.789 adet

7) 1lt'lik elma sirkesinin (X_4) aylık üst üretim kısıtı 305.445 adet

9) Üretim kısıtı $1.007.568 - 702.113 = 305.455$

Bu çıkan sonuçlardan 3. ve 9. Sıradaki kısıtlardan ne miktarda kullanıldığı sonucu bulunmuştur. Hammadde kısıtının fazla olması işletmede sıkıntı yaratmamak ile birlikte neredeyse avantaj bile yaratmaktadır. İşletme siparişe hazır hammaddesinin depolarında bulunduğu anlaşılmaktadır.

4., 5., 6. ve 7.sıradaki kısıtları hiç kullanılmamıştır. Yani üst üretim kısıtı kadar miktara gerek duyulmamıştır. Ancak 8. Sıradaki kısıt olan 1 lt'lik nar sirkesinin aylık üst üretim miktarının tamamı kullanılmıştır.

Gölge fiyatlarında ise, 2. sıradaki kısıt olan makine kısıtı 136.697 TL bütçenin hepsini kullanmıştır. 8. sıradaki kısıt olan 1lt'lik nar sirkesinin aylık üst üretim miktarı için 3.675 TL bütçenin hepsini kullanılmıştır.

Makine kısıtı 1 br daha fazla çalıştığında 136.70 TL kârlılık seviyesi artacaktır.

1lt'lik nar sirkesinin aylık üst üretim miktarı ise 1 br daha fazla üretildiğinde 3.675 TL kârlılık seviyesi artacaktır.

Sıkı (Bağlayıcı) Kısıtlar; Sıkı kısıtlar, raporun ikinci bölümünde yer alan gevşek/artık değişken değerleri 0 (sıfır) olan değerlere denmektedir. Rapora baktığımızda, 2. (ikinci) ve 8.(sekizinci) sıradaki değerler sıkı kısıtlar olduğu görülmektedir.

Optimâl çözümde bu değerlerin hepsi tamamen kullanılmıştır. Bu da en iyi çözüm olduğunu göstermektedir. Makine kısıtı ve 1lt'lik nar sirkesinin aylık üst üretim miktarı 'sıkı kısıtlar' olarak işletmenin optimâl çözüm raporunda görülmektedir.

Duyarlılık Analizi:

Amaç Denklemi Katsayı ve Sağ Taraf Aralıkları Çizelge 4.11'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.11 Duyarlılık analizi

Amaç Denklemi Katsayı Aralıkları			
Değerler	Mevcut Katsayı (Br Kâr)	Uygun Artışlar	Uygun Azalmalar
X₁	3,183	1, 328	-∞
X₂	5,840	3, 318697	-∞
X₃	11,145	7,035697	-∞
X₄	5,511	3,675	1, 328
X₅	8,186	+∞	3, 675

Çizelge 4.11 (Devamı) Duyarlılık analizi

Sağ Taraftaki Aralıklar			
Sıra	Mevcut Sağ Taraf	Uygun Artışlar	Uygun Azalmalar
2	10080	10079, 369	0,315055
3	343605	$+\infty$	224478,687
4	305445	$+\infty$	305445
5	150444	$+\infty$	150444
6	75789	$+\infty$	75789
7	305445	$+\infty$	305435,437
8	305445	9, 547110	305435,437
9	1007568	$+\infty$	702113,437

Çizelge 4.11' de üç ana değerlerin dışına çıkılmaması yani belli aralıklarda olması gereklidir. Bu aralıklar şu şekilde belirlenmektedir:

(Mevcut katsayı- Uygun azalmalar; Mevcut katsayı + Uygun artışlar)

- 1lt'lık elma sirkesinin aylık üretim miktarı (X_4) ($5,511 - 1,328$; $5,511 + 3,675$) =
(4,183; 8,186)

Bu aralıklar arasında olduğu sürece optimâl (en iyi) temel değişken değeri aynı kalacak ve korunacaktır. Yani 1lt'lik elma sirkesinin aylık üretim miktarı 4,183 ila 8,186 arasında kaldığında ve satış fiyatları sabit kaldığı süresince değer kaybetmeyecek ve aynı değer aralığını koruyacaktır.

X_1 , X_2 ve X_3 karar değişkenlerini optimâl değere katkı sağlaması için iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu iyileştirmeler sırasıyla şu şekilde yapılmaktadır:

• X_1 (1 lt'lik kuru üzüm sirkesinin aylık miktarı) değişkenin amaç denklemine katkısı 3,183 br/TL olduğu görülmektedir. Bu değer en fazla 1,328 br arttırılabilmektedir. $(-\infty, 4,511]$ TL aralığında olduğu sürece optimâl çözüm sonucu aynı kalacaktır.

• X_2 (2 lt'lik kuru üzüm sirkesinin aylık miktarı) değişkenin amaç denklemine katkısı 5,840 br/TL olduğu görülmektedir. Bu değer en fazla 3,319 br arttırılabilmektedir. $(-\infty, 9,158]$ TL aralığında olduğu sürece optimâl çözüm sonucu aynı kalacaktır.

• X_3 (1 lt'lik kuru üzüm sirkesinin aylık miktarı) değişkenin amaç denklemine katkısı 11,145 br/TL olduğu görülmektedir. Bu değer en fazla 7,036 br arttırılabilmektedir. $(-\infty, 18,181]$ TL aralığında olduğu sürece optimâl çözüm sonucu aynı kalacaktır.

(Mevcut sağ taraf- Uygun azalmalar; Mevcut sağ taraf + Uygun artışlar)

Makine kısıtlayıcının süresi (S_2) $(10080- 0,315 ; 10080+10079, 369) = (10.079,68 ; 20.159,36)$

1 lt'lik nar sirkesinin aylık üst üretim miktarı (S_8) $(305.445 - 305.435,437 ; 305.445+ 9,547) = (9,563 ; 305.454,547)$ TL

Hammadde miktarı kısıtı, $343.605- 224.479= 119.126$ kg = $[119.126, +\infty]$ aralığında olduğu sürece optimâl çözüm sonucu aynı kalacaktır.

Üretim kısıtı, $1.007.568- 702.113$ kg = 305.455 kg = $[305.455, +\infty]$ aralığında olduğu sürece optimâl çözüm sonucu aynı kalacaktır.

Birinci bölümde uygulanan hesaplamalar bu bölümde de uygulanmıştır. Tüm makine kısıtlayıcılarının süreleri aynı kalmak şartıyla makine kısıt maksimum süresi 10.080 dk ile 20.159 dakika arasında kalacak böylelikle optimâl (en iyi) temel değişken aralığı korunacaktır.

Bu durum 1 lt'lik nar sirkesinin aylık üst üretim miktarı (S8) içinde geçerlidir. Yani 9,563 ila 305.454,547 TL arasında değer kaybetmeyecek yani sabit kalarak değer aralığını koruyacaktır. Bu aralıklar arasında olduğu sürece optimâl (en iyi) temel değişken değeri aynı kalacaktır.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İşletmeler geçmişten bu zamana kadar devam eden minimum maliyet ve maksimum kâr ile kısa sürede verimli ürün/hizmet sunma anlayışıyla üretim planlamasından yararlanmaktadırlar. Aynı zamanda sınırlı kaynaklarla nerede ve ne zaman üretim yapılacağı üretim faaliyetlerinin devamı için önemli olmaktadır. Bu bakımdan kısa, orta ve uzun vade de karar seviyeleri belirlenmeli ardından üretim planlaması hazırlanmalıdır.

Dünya ekonomisinin neredeyse yapı taşlarından biri olan gıda sektörü, rakip işletmelerle olan yarışında başarı elde edebilmek için üretim planlamasına ihtiyaç duymaktadır. Sınırlı kaynaklarla elde edebileceği yüksek verimlilikle maliyeti minimize veya kârı maksimize edebilecektir. Gıda sektörünün küçük bir bölümünde olmasına rağmen talebi en çok olan fermantasyon ürünlerinden biri de sirkedir. Yemek, salata, mayonez, soslama gibi birçok gıda alanında kullanıldığı gibi temizlik alanında da kullanıldığından dolayı talep artışı yaşanmaktadır.

Sirke üretimi, ucuz ve kullanım alanı çokluğu bakımından işletmeler arasında rekabet söz konusu olmaktadır. Bu işletmelerin öncelikli konuları, mevcut sınırlı kaynakları etkin bir şekilde kullanarak maliyeti minimize edecek ya da kârı maksimize edecek üretim planlaması hazırlanmasıdır. İşletmeler hazırlanan bu üretim planlamasını daha kolay ve kısa zamanda en doğru sonucu bulmak için doğrusal programlama tekniğinden yararlanmaktadırlar. Günümüzde ulaşım, karışım, üretim gibi problemleri çözmede büyük kolaylık sağlayan doğrusal programlama tekniği kısa zamanda en iyi sonucu vermektedir.

Yapılan bu çalışmanın; birinci, ikinci ve üçüncü bölümlerinde sırasıyla üretim planlama, gıda sektörü ve sirke üretimi ve doğrusal programlama tekniği olmak üzere üç ana bölümden oluşmuş ve teorik bilgiler verilmiştir. Dördüncü yani son bölümde, amaç ve kısıtlayıcılar göz önünde bulundurularak doğrusal programlama modeli oluşturulmuş çözümü için Lindo 6.1 paket programından yararlanılmıştır.

Bu modelin kurulmasındaki asıl amaç, işletmenin kârını maksimum seviyeye çıkaracak ürün miktarlarıdır. Lindo 6.1 programı kullanılarak bulunan tüm veriler çizelgelere aktarılmış 1 aylık sirke üretiminde her bir ürünün ne kadar üretileceği gösterilmiştir.

Uygulama yapılan bu sirke üretim işletmesinde 1 lt'lik kuru üzüm sirkesi, 2 lt'lik kuru üzüm sirkesi, 5 lt'lik kuru üzüm sirkesi, 1 lt'lik elma sirkesi ve 1 lt'lik nar sirkesinin üretimi yapılmaktadır. Oluşturulan doğrusal programlama modelinde hangi ürün çeşidinden kaç adet üretim yapılırsa maksimum kârın ortaya çıkacağı araştırılmıştır.

Uygulama yapılan işletmenin rapor çıktılarına bakıldığında ilk olarak 2. İterasyonda amaç denkleminin maksimize edildiği anlaşılmıştır. İşletme toplam 2 (iki) adımda optimâl hale gelmiştir. Bu çalışmadaki amaç denklemi, her bir ürün çeşidinin ifade edilen miktar ve sürede sirke üretimi yaptığında 2.500.416 TL kâr sağlayacaktır. İşletme 1 lt'lik elma sirkesi, 1 lt'lik nar sirkesinin aylık üretim adedi sayesinde kâr maksimizasyonunu yaratmış ve optimâl değer bulunmuştur. Bu iki ürün işletme için çok önemlidir.

İşletmenin hammadde miktarı, 1 lt'lik kuru üzüm sirkesi üst üretim miktarı, 2 lt'lik kuru üzüm sirkesi üst üretim miktarı, 5 lt'lik kuru üzüm sirkesi üst üretim miktarı, 1 lt'lik elma sirkesi üst üretim miktarı ve üretim kısıtlarında artık kapasite miktar sorunu yaşanmış ve bunlar “slack or surplus” başlığı altında gösterilmiştir. Makine çalışma süresi ve 1 lt'lik nar üst üretim miktarında sorun yaşanmamıştır.

Gölge fiyatları başlığı altında sonuçlara baktığımızda hammadde miktarı, 1 lt'lik kuru üzüm sirkesi üst üretim miktarı, 2 lt'lik kuru üzüm sirkesi üst üretim miktarı, 5 lt'lik kuru üzüm sirkesi üst üretim miktarı ve üretim miktarının fazla üretilmesi kâr oranına hiçbir katkı sağlamadığı gözlenmiştir. Bunu nedeni, sayılan hepsinin gölge fiyatları 0'dır (sıfır). Makine çalışma süresinin gölge fiyatı 136,70 TL, 1 lt'lik nar üst üretim miktarı fiyatı ise 3,68 TL'dir. Burdan çıkarılacak sonuç, makine çalışma süresinin arttığında kâra 136,69 TL, 1 lt'lik nar üst üretim miktarının 1 br arttığında kâra 3,68 TL katkı yapacaktır.

Uygulamanın yapıldığı sirke üretim işletmesinde üretim talebe göre yapılmakta olduğundan dolayı daha çok ürün sipariş alabilecektir. İşletmenin kârını maksimize eden 1 lt'lik elma sirkesi, 1 lt'lik nar sirkesinin talebe göre üretilmesinden dolayı marketler (Şok, A101, Bim, Migros vb.) için üretim yapabilir ve artık durumdaki hammaddeden yararlanabilecektir. Böylelikle kâr miktarları da artabilecektir. Raporu incelediğimizde, makine çalışma kısıtı tam kapasitesi çalıştığı ve 1 lt'lik nar sirkesinin üst üretim miktarında üretilmesi gerektiği görülmüştür. Ayrıca, optimâl çözümde değerlerin hepsi kullanıldığı için sıkı (bağlayıcı) kısıtlar olarak görülmektedir.

Duyarlılık analizine göre, işletmede üretilen 1lt'lik elma sirkesinin aylık üretimi [3. 183, 8.186] aralığında olduğundan dolayı optimâl temel değişken aynı kalacaktır. Ürünün satış fiyatında değişiklik yaşandığı durumda aralıklar değişiklik gösterecektir. 1 lt'lik kuru üzüm sirkesi, 2 lt'lik kuru üzüm sirkesi, 5 lt'lik kuru üzüm sirkesi aylık miktarları değerleri 0 olduğundan dolayı çözüme giremeyecek girdiği takdirde optimum oranda değişiklikler olacaktır. Kısıtlar içinde aynı şartlar geçerli olduğundan, makine çalışma süresi [10.080, 20.159] dk arasında ve 1 lt'lik nar sirkesinin aylık üst üretim miktarı [9.563, 305.455] TL aralıklarında olduğu için optimâl kalacaktır. Ayrıca diğer kısıtlarda 0 değeri ve üst değerler arasında yer alacak modelin çözümünde hiçbir değişiklik olmayacaktır.

Uygulamadan elde edilen analiz sonuçlarına göre, üretimi sınırlandıracak kısıtlayıcılar sıkı (bağlayıcı) kısıt gözlenmiştir. Bu kaynaklarda oluşan makine çalışma süreleri ve 1 lt'lik nar üst aylık üretim miktarı amaç denkleminde pozitif etki yaratmaktadır. Hammadde fazlalığının olması ve talepte yaşanacak artışlara göre üretim yapılacağı Lindo raporunda görülmektedir.

Uygulamanın yapıldığı bu sirke üretim işletmesinde ürünlerin farklılığı nedeniyle farklı çalışma süreleri göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. İndirgenmiş maliyetlere baktığımızda, 1 lt'lik kuru üzüm, 2 lt'lik kuru üzüm ve 5 lt'lik kuru üzüm sirkesinin işletmeye kâr sağlamadığı üretimin değerinin sıfır olduğundan anlaşılmaktadır. Bunlar, işletmenin kârlı ürünleri değildir. Yine anlaşılabileceği gibi 1 lt'lik elma ve 1 lt'lik nar sirkesinin aylık miktarı işletmeye kâr sağladığı görülmektedir. Uygulama yapılan işletmenin sonuçlarına bakarak, matematiksel yöntemler kullanıldığında işletmelerdeki üretim planlarının nasıl olacağı ve nasıl planlanacağı konusunda fikir vermektedir. Bir işletmede üretimi yapılacak ürün için hammadde, malzeme gibi miktarları önceden belirlenerek işletmenin kârlılık oranı ve devam edilebilirliği sağlanmalıdır.

Sonuç olarak belirtilen miktarlarda üretim olduğu takdirde, işletme kârını daha da yükseltecek ve oluşan kaynak sorunları daha fazla büyümeden bir sayılarına düzeltmeler yapılacaktır. Ayrıca tüketici tercihlerin artması ve sipariş sayılarında çoğalma olabilmesi için işletme makine çalışma süresini arttıracak ve 1 lt'lik nar sirkesinin aylık üretim miktarını da en üst seviyede tutacaktır.

Hammaddenin fazla olması işletmede herhangi bir sıkıntıya yol açmamaktadır. Çünkü fazla hammadde işletmeye gelen siparişler için avantaj sağlayacak ve üretimde kolaylık yaratacaktır. Bu yüzden, hammadde fazlalığı bu işletme için fayda sağlamaktadır. Yeterli miktarda uygun depolama alanı olduğundan dolayı saklama alanı sıkıntısı da yaşanmayacaktır.

Gelecek araştırmacılara öneri olarak, tez çalışmasında kullanılan Lindo 6.1 programı dışında doğrusal programlama ile ilgili bilimsel çalışma yapacak araştırmacılar Lingo, Excel, Matlab, WinQsB gibi matematiksel programlardan da yararlanabilirler. Bu programlar üretim planlamasındaki belirlenen mevcut kaynaklarla optimâl sonucun en kolay ve en kısa yoldan nasıl bulunacağı konusunda yardımcı olacaktır.

Sirke üretim firmalarına öneri olarak, sirke çeşitleri için gerekli hammaddelerin maliyet olarak ucuz ve kolay sağlanabilmesi için çiftçiden daha çok ürün alınmalı böylelikle talebe göre üretim arttırılmasına yardımcı olacaktır. İşletme aynı zamanda talebi arttırmak için satış ve pazarlama departmanındaki alanlar daha da geliştirilmeli ve tutundurma araçlarından yararlanmalıdır. Ayrıca, kullanılan makineler uygulama yapılan sirke üretim işletmesinde olduğu gibi otomasyon sistemli makineler aracılığıyla yapılmalıdır. İşletmelerin sadece ulusal değil uluslararası da tanıtım yaparak sipariş sayılarını arttırıp üretim yapmaları küresel çapta da tanınmalarını sağlayacaktır. Sirke üretim işletmelerinde talep edilen sirke çeşidine göre üretim yapıp daha çok satış sağlanacak ve kâr oranı artacaktır. Kârı arttırmak için başlıca en önemli konulardan biri de üretim önce üretim planlaması yapılarak gerekli miktarda kaynak kullanımı ve maliyette yaşanacak sorunları engellemeye çok yarar sağlayacaktır. İşletmeler kısa, orta ve uzun vadeli karar verme seviyelerini belirlemeli ona göre üretim yapmaya başlamalıdır. Aksi takdirde ekonomik anlamda büyük sıkıntılar yaşayacak ve işletmeler rakip işletmeler karşısında kan kaybına uğrayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Aktan, N., & Kalkan, H. (1998). *Sirke Teknolojisi* (2. Baskı), İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Alden, L. (2005). *Vinegars*. 5 Ekim 2019 tarihinde saat 14.00' de <http://www.foodsubs.com/Vinegars.html> adresinden alınmıştır.
- Anonim, (2000). Proposed Draft Revised Regional Standard For Vinegar, Codex Alimentarius Commission, FAO, WHO, Rome.
- Anonim, (2024). *Sirke Üretim Yöntemleri*. 25 Mart 2020 saat 16.00'da <https://www.delinetciler.net/showthread.php?t=159899> adresinden alınmıştır.
- Bekatorou, A. (Ed.). (2019). *Advances in Vinegar Production*(Vol. 1). CRC Press.
- Bitran, G. R., & Tirupati, D. (1993). Hierarchical production planning. *Handbooks in operations research and management science*, 4, 523-568.
- Boomer, A. (2012). *Orleans-Process Vinegar: Why Turning Great Wine Into Vinegar Isn't A Bad Idea*. 1 Kasım 2019 tarihinde saat 23.05'de <https://summertomato.com/tag/orleans-process-vinegar/> adresinden alınmıştır.
- Brocket, B., & Brocket, S. M. (1995). Quality Management: Implementing the Best Ideas of the Masters. *The Journal for Healthcare Quality (JHQ)*, 17(5), 34.
- Budak, H. N. (2010). *Elma ve üzümünden üretilen sirkelerin bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri üzerine araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Cacuci, D. G., & Ionescu-Bujor, M. (2004). A comparative review of sensitivity and uncertainty analysis of large-scale systems—II: statistical methods. *Nuclear science and engineering*, 147(3), 204-217.
- Campolongo, F., Cariboni, J., & Saltelli, A. (2007). An effective screening design for sensitivity analysis of large models. *Environmental modelling & software*, 22(10), 1509-1518.
- Chapman, S. N. (2006). *The fundamentals of production planning and control*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
- Chrysosolouris, G. (2013). *Manufacturing systems: theory and practice*. Springer Science & Business Media.
- Classic Wine Vinegar (T.Y.). *Classic Wine Vinegar*. 1 Kasım 2019 tarihinde saat 23.25'de <https://classicwinevinegar.com/orleans-process/> adresinden alınmıştır.
- Dantzig, G. B. (1998). *Linear Programming and Extensions*, Princeton, Univ. Press, Princeton, NJ.
- Dantzig, G. B. (2002). Linear programming. *Operations research*, 50(1), 42-47.

- Dantzig, G. B., & Thapa, M. N. (1997). The simplex method. *Linear Programming: 1: Introduction*, 63-111.
- Davis, R., & King, J. (1975). *An overview of production systems*(no. Stan-cs-75-524). Stanford univ ca dept of computer science.
- Dickersbach, J. T., Keller, G., & Weihrauch, K. (2007). *Production Plannning and Control with SAP*. Sap Pr America.
- Diggs, L. J. (1989). Vinegar. *New York: Universe Incorporated*, 1-317.
- Doğanay, B. (2001). *Doğrusal Programlama Modeli ve Bir Çözgüli Örne İşletmesinde Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Domschke, W., Scholl, A., & Voß, S. (1997). Produktionsplanung. *Ablauforganisatorische Aspekte*, 2.
- Dussauce, H. (1871). A General Treatise on the Manufacture of Vinegar: Theoretical and Practical. ,1-392.
- EC, 2009. Impact Assessment Guidelines, Technical Report 92, SEC. http://ec.europa.eu/governance/impact/docs/key_docs/iag_2009_en.pdf , 24 ss.
- Eiselt, H. A., & Sandblom, C. L. (2007). *Linear programming and its applications*. Springer Science & Business Media.
- Ekizoğlu, H. (2012). Siparişe dayalı üretim sistemlerinde yalın uygulamalar ve hazır giyim sektöründe bir uygulama.
- Ekmekci, N. (2015). *Sanayi işletmelerinde üretim planlaması ve doğrusal programlama ile bir sanayi işletmesinde optimizasyon uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Elgün, A. (2011, Kasım). Şarabın sirkeye dönüşümü. Sözlü Bildiri, 1. *Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi*. Ankara, 50-58.
- Erozan, İ. (2017). *Geleneksel ve Modern Üretim Sistemleri* (1.Baskı). Kütahya: Monopol Kitapevi.
- Escudero, L. F., Kamesam, P. V., King, A. J., & Wets, R. J. (1993). Production planning via scenario modelling. *Annals of Operations research*, 43(6), 309-335.
- Gallica(T.Y). *Histoire anecdotiq.* 23 Mart 2020 saat 15.00'da <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k298465z/f221.image> adresinden alınmıştır.
- Gerek, E. E. (2015). *Sirke üretim endüstrisi atık suyunun elektrokimyasal arıtımı ve toksisitesi*. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Goldfarb, D., & Todd, M. (1988). *Linear programming*. Cornell University Operations Research and Industrial Engineering.

- Gökşen, Y. (2003). Geleneksel üretimden esnek üretime: karşılaştırmalı bir inceleme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(4), 32-48.
- Graves, S. C. (1986). A tactical planning model for a job shop. *Operations Research*, 34(4), 522-533.
- Spearman, M. L., & Hopp, W. J. (1996). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. Irwin, Chicago, IL, 439.
- Horiuchi, J. I., Kanno, T., & Kobayashi, M. (1999). New vinegar production from onions. *Journal of bioscience and bioengineering*, 88(1), 107-109.
- Industry Guide Turkey, (2018). *Yiyecek ve İçecek Endüstrisi*. 4 Ekim 2019 tarihinde saat 10.00’ da <http://www.industryguideturkey.com/katalog/2018/files/assets/basic-html/page268.html> adresinden alınmıştır.
- ITO, (2018). *Naceler*. https://www.ito.org.tr/documents/Uye_Sicil/Dokumanlar/meslek-gruplari.pdf 28 Şubat 2020 tarihinde saat 19.00’da adresinden alınmıştır.
- Johnston, C. S., & Gaas, C. A. (2006). Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect. *Medscape General Medicine*, 8(2), 61.
- Kaymazlı, T. (2001). *0-1 tamsayılı programlama ile askeri tesislerin yer/proje seçimi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kilcast, D., & Subramaniam, P. (Eds.). (2000). *The stability and shelf-life of food*.
- Livermore, M. A. (2006). Authority and legitimacy in global governance: Deliberation, institutional differentiation, and the Codex Alimentarius. *NYUL Rev.*, 81, 766.
- Luning, P. A., & Devlieghere, F. (Eds.). (2006). *Safety in the agri-food chain*. Wageningen Academic Pub.
- Marchal, P. C., Ortega, J. G., & García, J. G. (2019). *Production Planning, Modeling and Control of Food Industry Processes*. Springer.
- Masino, F., Chinnici, F., Bendini, A., Montevecchi, G., Antonelli, A.A., (2008). *Study on relationships among chemical, physical, and qualitative assessment in traditional balsamic vinegar*. *Food Chemistry*, 106, 90–95.
- Mejias, R.C., Marin, R.N., Moreno, M.V.G., (2002). *Optimisation of headspace solid- phase microextraction for analysis of aromatic compounds in vinegar*. *Journal of Chromatography*, 953, 7-15.
- Missbauer, H., Zäpfel, G., & Hauber, W. (1998). A progressive figure-based production planning system for a component manufacturer. *International journal of production economics*, 56, 463-481.
- Monika B., (T.Y.). Submerged Vinegar Fermentation Using Frings Acetator Industrial Microbiology. 23 Mart 2020 saat 15.45’de <http://www.biologydiscussion.com/industrial-microbiology-2/vinegar-fermentation->

process/submerged-vinegar-fermentation-using-frings-acetator-industrial-microbiology/86558 adresinden alınmıştır.

- Mönch, L., Fowler, J. W., & Mason, S. J. (2012). *Production planning and control for semiconductor wafer fabrication facilities: modeling, analysis, and systems* (Vol. 52). Springer Science & Business Media.
- Newell, A. (1973). Production systems: Models of control structures. In *Visual information processing* (pp. 463-526). Academic Press.
- Nishidai, S., Nakamura, Y., Torikai, K., (2000). *Kurosu, a traditional vinegar produced from unpolished rice. Suppresses lipid peroxidation in vitro and in Mouse ski*. Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 64 (9), 1909-1914.
- Okumuş, Z. (1996). *Bir üretim işletmesinde doğrusal programlama yöntemiyle üretim planlaması*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Ostrouh, A. V., & Kuftinova, N. G. (2012). Automation of planning and management of the transportation of production for food-processing industry enterprises. *Automatic control and computer sciences*, 46(1), 41-48.
- Öztürk, M. U. (2007). *Üretim planlamasında çok hedefli doğrusal hedef programlama ve bir tekstil işletmesinde uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Öztürk, S. (2015). *Kara havuçtan sirke üretimi üzerine araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pahl, J. (2012). Production planning with load dependent lead times and sustainability aspects.
- Pahl, J., Voß, S., & Woodruff, D. L. (2005). Production planning with load dependent lead times. 3(4), 257-302.
- Pahl, J., Voß, S., & Woodruff, D. L. (2007). Production planning with deterioration constraints: a survey. In *19th International Conference on Production Research* (p. 6).
- Pappenberger, F., Iorgulescu, I., & Beven, K. J. (2006). Sensitivity analysis based on regional splits and regression trees (SARS-RT). *Environmental Modelling & Software*, 21(7), 976-990.
- Pochet, Y., & Wolsey, L. A. (2006). *Production planning by mixed integer programming*. Springer Science & Business Media.
- Rassad, D. (2004). *Tekstil sektörü üretim planlamasına yönelik bir doğrusal programlama modeli önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Rose, V. (2006). *Apple Cider Vinegar: History and Folklore-Composition-Medical Research-Medicinal, Cosmetic, and Household Uses-Commercial and Home Production*. iUniverse.

- Saiz-Abajo, M.J., Gonzalez-Saiz, J.M., Pizarro, C., (2006). *Prediction of organic acids and other quality parameters of wine vinegar by near-infrared spectroscopy*. A feasibility study. *Food Chemistry*, 99, 615–621.
- Sakanaka, S., & Ishihara, Y. (2008). Comparison of antioxidant properties of persimmon vinegar and some other commercial vinegars in radical-scavenging assays and on lipid oxidation in tuna homogenates. *Food Chemistry*, 107(2), 739-744.
- Sakarovich, M. (1983). *Linear Programming*. Dowden & Culver.
- Saltelli, A., & Annoni, P. (2010). How to avoid a perfunctory sensitivity analysis. *Environmental Modelling & Software*, 25(12), 1508-1517.
- Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., & Tarantola, S. (2008). *Global sensitivity analysis: the primer*. John Wiley & Sons.
- Saltelli, A., Tarantola, S., Campolongo, F., & Ratto, M. (2004). *Sensitivity analysis in practice: a guide to assessing scientific models* (Vol. 1). New York: Wiley.
- Sharma, H. (2019). *Production planning and control*. BookRix.
- Shimoji, Y., Tamura, Y., Nakamura, Y., Nanda, K. Nishidai, S., Nishikawa, Y., Ishihara, N., Uenakai, K., Ohigashi, H., (2002). *Isolation of identification of DPPH radical scavenging compounds in Kurosu (Japanese unpolished rice vinegar)*. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 6501-6503.
- Smith, R. (2016). *The History of Vinegar: Vinegar making in Orleans, France*. 1 Kasım 2019 tarihinde saat 23.00'da <https://supremevinegar.com/2016/09/21/history-vinegar-vinegar-making-orleans-france/> adresinden alınmıştır.
- Stone, M. (1976). *Product planning: an integrated approach*. Springer.
- Strayer, J. K. (1989). Geometric Linear Programming. In *Linear Programming and Its Applications* (pp. 5-26). Springer, New York, NY.
- Superprof, (T.Y). *Linear Programming Examples*. 10 Aralık 2019 tarihinde saat 13.00' de <https://www.superprof.co.uk/resources/academic/maths/linear-algebra/linear-programming/linear-programming-examples.html> adresinden alınmıştır.
- Tan S. C., (2005). *Vinegar Fermentation*. Master Thesis, University of Louisiana Department of Food Science, Lafayette.
- Tesfaye, W., Morales, M. L., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2002). Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in food science & technology*, 13(1), 12-21.
- Townsend, J. (2007). *Vinegar a guide to the many types and their uses around the home*. Chartwell Books.
- Trade Map (2019). *Uluslararası Dış Ticaret İstatistikleri*, 20 Şubat 2020 tarihinde saat 13.00' de https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nypm=1%7c792%7c%7c

https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_Graph.aspx?nvpm=1%7c792%7c%7c%7c%7c2209%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1 adresinden alınmıştır.

- Trade Map (2019). *Uluslararası Dış Ticaret İstatistikleri*, 20 Şubat 2020 tarihinde saat 13.10’da https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_Graph.aspx?nvpm=1%7c792%7c%7c%7c%7c2209%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1 adresinden alınmıştır.
- Tzafestas, S. G. (1997). Modern manufacturing systems: An information technology perspective. In *Computer-Assisted Management and Control of Manufacturing Systems* (pp. 1-56). Springer, London.
- Ulstein, N. L., Nygreen, B., & Sagli, J. R. (2007). Tactical planning of offshore petroleum production. *European Journal of Operational Research*, 176(1), 550-564.
- Vanhoutte, M. (2016). *Hierarchical production planning for a two-stage production system with demand uncertainty*, Doctoral dissertation, Ghent University.
- Verzijl, J. J., & Verzijl, J. J. (1976). *Production planning and information systems* (pp. 16-17). London: Macmillan.
- Vogelbusch, (2014). *Vinegar Plants*. 5 Ekim 2019 tarihinde saat 12.00’da <https://www.foodreview.co.za/wp-content/uploads/2014/08/Vinegar-Production-Process.pdf> adresinden alınmıştır.
- Voß, S., & Woodruff, D. L. (2006). *Introduction to computational optimization models for production planning in a supply chain* (Vol. 240). Springer Science & Business Media.
- World Health Organization (2018). *Understanding the Codex Alimentarius*. Food & Agriculture Org.
- Xu, Q., Tao, W., Ao, Z., (2007). *Antioxidant activity of vinegar melanoidins*. *Food Chemistry* 102, 841–849.
- Yalçınkaya, S. (1994). Üretim planlamada doğrusal programlama modelleri ve bir işletme uygulaması.
- Yalgın, A. O. (1984). Doğrusal Programlama ve Madencilğe İlişkin iki Basit Örnek. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 23(3), 25-40.

7. EKLER

Ek 2.1. Etil Alkol Fermantasyon Tankı



Ek 2.2. Helezon konveyörü



Ek 2.3. Dekantör Santrifüjü



Ek 2.4. Asetatör Tankı



Ek 2.5. İşletmenin Seperatör Filtreleme Makinesi



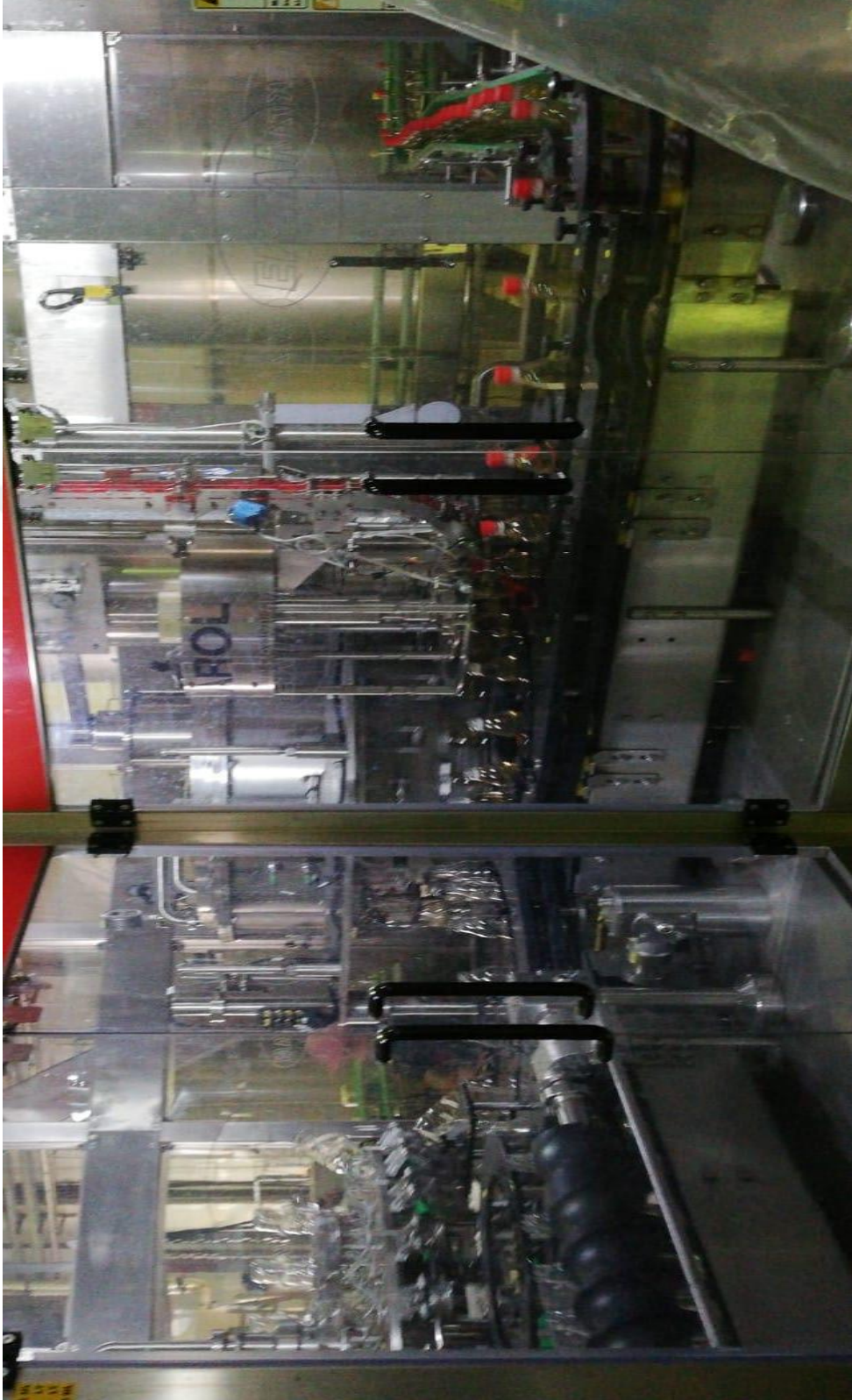
Ek 2.6. Kizelgur Filtreleme Makinesi



Ek 2.7. Dolum (Stok) Tankı



Ek 2.8. Dolum Hattı



Ek 2.9. Etiketleme



Ek 2.10. İşletme Deposu



Ek 4.1. İşletmenin Lindo Raporu

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2500416.

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	1.328000
X2	0.000000	3.318697
X3	0.000000	7.035697
X4	9.547110	0.000000
X5	305445.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	136.696976
3)	224478.687500	0.000000
4)	305445.000000	0.000000
5)	150444.000000	0.000000
6)	75789.000000	0.000000
7)	305435.437500	0.000000
8)	0.000000	3.675000
9)	702113.437500	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	3.183000	1.328000	INFINITY
X2	5.840000	3.318697	INFINITY
X3	11.145000	7.035697	INFINITY
X4	4.511000	3.675000	1.328000
X5	8.186000	INFINITY	3.675000

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	10080.000000	10079.369141	0.315055
3	343605.000000	INFINITY	224478.687500
4	305445.000000	INFINITY	305445.000000
5	150444.000000	INFINITY	150444.000000
6	75789.000000	INFINITY	75789.000000
7	305445.000000	INFINITY	305435.437500
8	305445.000000	9.547110	305435.437500
9	1007568.000000	INFINITY	702113.437500

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Elif ARIK
Doğum Yeri ve Tarihi : Alaşehir / 30.08.1994

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Aydın Adnan Menderes Üniversitesi / İktisadi ve İdari Bilimleri Fakültesi / İşletme
Lisansüstü Öğrenimi : Aydın Adnan Menderes Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / İşletme Anabilim Dalı / Yüksek Lisans
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İş Deneyimi

Muhasebe/ Staj : (2016-2016) Tariş Entegre Üzüm İşletmesi, Alaşehir/Manisa

İletişim

E-posta Adresi : elif.arik@hotmail.com / 1830200102@stu.adu.edu.tr
Telefon : 05546944583
Tarih : 20.05.2020