



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

FİYAT ESNEKLİĞİNİN FİRMA KÂRLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR SİMÜLASYON UYGULAMASI

Elif Selin KARAGÖZ

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2021

FİYAT ESNEKLİĞİNİN FİRMA KÂRLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR SİMÜLASYON UYGULAMASI

Elif Selin KARAGÖZ

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2021

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinleri yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

8 / 09 / 2021

Elif Selin KARAGÖZ

1“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, **Doç. Dr. Kazım Barış ATICI** danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Elif Selin KARAGÖZ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlık sürecinde bana her daim yol gösteren, büyük bir sabır ve özenle gerekli tüm desteği veren saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Kazım Barış ATICI'ya,

Farklı bir sektörden gelerek başladığım yüksek lisans eğitimimin ilk yılında yepyeni ufuklar kazanmamda yardımcı olan ve çalıştığım her gün kazandırdıkları için minnettar kalacağım, emeği geçen değerli hocalarım başta Dr. Öğr. Üyesi Bülent ÇEKİÇ olmak üzere Dr. Öğr. Üyesi Onur KOYUNCU'ya ve Doç.Dr. Mine ÖMÜRGÖNÜLŞEN'e,

Eğitimim boyunca her daim destek olan, başarıya ulaşmam için motive eden sevgili babam Mustafa Temel KURNAZ'a ve sevgili annem Ayfer KURNAZ'a,

Çalışmam boyunca hem güldüren hem düşündüren, desteğiyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan sevgili eşim Ümit KARAGÖZ'e

En içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

KARAGÖZ, Elif Selin. *Fiyat Esnekliğinin Firma Kârlılığı Üzerine Etkisi: Gıda Sektöründe Bir Simülasyon Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2021.

Sürekli büyüme ve gelişmenin söz konusu olduğu ve küresel rekabetin yoğunlaştığı günümüz şartlarında işletmelerin yer edinebilmesi, edindiği yeri koruyabilmesi ve geliştirilebilmesi için kaliteli ürün üretmek, yüksek verimle çalışmak, maliyeti azaltmak, kârı arttırmak vb. hedefleri bulunmaktadır. Bütün bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için iyi bir üretim planlaması yapmak oldukça önemlidir.

Üretim planlama maliyet minimizasyonu ve kâr maksimizasyonu için karar verilmesi gereken bir süreci ifade ettiğinden şirketler için çözülmesi gereken bir problemi temsil etmektedir. Üretim planlama, kaynakların ve kısıtların belirlendiği, maliyetler gibi farklı parametrelerin tahmin edildiği bir eylemdir. Ancak ortaya çıkan problemin büyüklüğü ve karmaşıklığı günümüz koşullarında her geçen gün artmakta ve mevcut analitik yöntemler problem çözümünde yetersiz kalmaktadır. Hazırlanacak üretim planı, belirsizliğin ve rassallığın ön planda olduğu durumlarda değişkenler arasındaki tüm ilişkiyi içeren bir yapıya sahip olmalıdır. Bu amaçla işletmelere önerilecek üretim planlama tekniklerinden biri simülasyondur.

Bu doğrultuda çalışmanın amacı, simülasyon tekniğini kullanarak üretim süreçlerinde senaryo analizi yapmak, satış fiyatındaki esnekliğin kârlılık üzerindeki etkisini incelemek ve geleceğe yönelik üretim planlamasına ilişkin bir yapı oluşturmaktır.

Bu amaçla çalışmada, temel olarak üretim planlama ve simülasyon tekniği anlatılarak, meyve suyu konsantresi üretimi yapan bir işletmenin verilerinden yararlanmak suretiyle simülasyon tekniğiyle farklı varsayımlar altında elde edilen kâr miktarlarını hesaplamaya ve alternatif üretim planları oluşturmaya yönelik bir yapı sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler

Üretim Planlama, Simülasyon, Rassal Değişkenler, Kârlılık

ABSTRACT

KARAGÖZ, Elif Selin. *The Effect of Price Elasticity on Firm Profitability: A Simulation Application in the Food Industry*. Master's Thesis, Ankara, 2021.

In today's conditions where continuous growth and development is in question and global competition intensifies, it is necessary to produce quality products, to work with high efficiency, to reduce costs, to increase profits, etc. in order for businesses to gain a place, protect and develop the place they have acquired has goals. It is very important to make a good production planning in order to achieve all these goals.

Production planning represents a problem that needs to be solved for companies as it expresses a process that needs to be decided for cost minimization and profit maximization. Production planning is an action in which resources and constraints are determined and different parameters such as costs are estimated. However, the size and complexity of the problem is increasing day by day in today's conditions and current analytical methods are insufficient in problem solving. The production plan to be prepared should have a structure that includes all the relationships between the variables in cases where uncertainty and randomness are at the forefront. For this purpose, one of the production planning techniques to be recommended to businesses is simulation.

In this direction, the aim of the study is to analyze scenarios in production processes by using simulation technique, to examine the effect of flexibility in sales prices on profitability, and to create a structure for future production planning.

For this purpose, in the study, production planning and simulation technique is explained and a structure is presented to calculate the profit amounts obtained under different situations and to create alternative production plans by using the data of a company that produces fruit juice concentrate.

Keywords

Production Planning, Simulation, Random Variables, Profitability

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
GİRİŞ	1
1.BÖLÜM :ÜRETİM PLANLAMA	4
1.1. Üretim Planlamanın Tanımı	4
1.2. Üretim Planlamanın Amacı	5
1.3. Üretim Planlamanın Elemanları	5
1.4. Üretim Planlamanın Çeşitleri	8
1.4.1. Uzun Vadeli Planlar.....	8
1.4.2. Orta Vadeli Planlar.....	8
1.4.3. Kısa Vadeli Planlar.....	9
1.5. Üretim Planlamanın Basamakları	10
1.5.1. Bütünleşik Üretim Planlama.....	10
1.5.1.1. Bütünleşik Planlama Stratejileri.....	11
1.5.1.2. Bütünleşik Planlama Yöntemleri.....	13

2. BÖLÜM : SİMÜLASYON	16
2.1. Simülasyonun Tanımı	16
2.2. Simülasyonun Tarihçesi ve Literatür İncelemesi	16
2.3. Simülasyonun Avantajları ve Dezavantajları	27
2.4. Simülasyonun Uygulama Alanları	28
2.5. Simülasyonun Elemanları ve Adımları	30
2.6. Simülasyonun Çeşitleri	32
2.6.1. Statik Simülasyon.....	33
2.6.2. Dinamik Simülasyon.....	33
2.6.3. Deterministik Simülasyon.....	33
2.6.4. Stokastik Simülasyon.....	34
2.6.5. Sürekli Simülasyon.....	34
2.6.6 Kesikli Simülasyon.....	35
3. BÖLÜM: FİYAT DEĞİŞİMİNİN FİRMA KÂRLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR SİMÜLASYON UYGULAMASI	36
3.1. İşletme Profili ve Mevcut Durum	36
3.2. Veri Setinin Oluşturulması ve Deney Tasarımı	36
3.2.1. Randıman.....	38
3.2.2. Üretimde Kullanılan Yardımcı Malzeme Miktarları ve Birim Fiyatları.....	41
3.2.3. İşletme Giderleri.....	42
3.2.4. Birim Satış Fiyatları.....	42
3.2.4.1. Birinci Yaklaşım (Regresyon).....	43
3.2.4.2. İkinci Yaklaşım (Sabit Artış).....	48

3.2.4.3. Üçüncü Yaklaşım (Sabit Fiyat).....	49
3.2.4.4. Dördüncü Yaklaşım (Belirsiz Fiyat).....	49
4. BÖLÜM: BULGULAR.....	53
4.1. Tekrar Sayısının Model Üzerindeki Etkisi.....	56
SONUÇ.....	58
KAYNAKÇA.....	61

KISALTMALAR DİZİNİ

ÜRGE	Ürün Geliştirme
ARGE	Araştırma ve Geliştirme (Ürün Tasarlama)
MRP	Materials Requirement Planning
DP	Doğrusal Programlama
DES	Discrete Event Simulation
KPI	Key Performance Indicator
AHP	Analytic Hierarchy Process
TCMB	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
ArSK	Armut Suyu Konsantresi
AySK	Ayva Suyu Konsantresi
BÜSK	Beyaz Üzüm Suyu Konsantresi
DPK	Domates Püre Konsantresi
ESK	Elma Suyu Konsantresi
EP	Elma Püresi
KSK	Kiraz Suyu Konsantresi
NSK	Nar Suyu Konsantresi
NS	Nar Suyu, Berrak
ŞPK	Şeftali Püre Konsantresi
ŞP	Şeftali Püresi
VSK	Vişne Suyu Konsantresi

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. 2000-2020 Yılları Arasında Yapılan Bazı Simülasyon Çalışmaları

Tablo 2. YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde Kayıtlı Gıda Mühendisliği Konusunda Yayınlanan Simülasyon Tezleri

Tablo 3. Science Direct Veri Tabanında Yapılan Araştırma Bulguları

Tablo 4. İşletmede Kullanılan Hammaddeler

Tablo 5. İncelenen Ürünler İçin Randıman Değerleri

Tablo 6. Yıllık Ortalama Dolar Kuru ve Ortalama Yıllık Enflasyon Verileri

Tablo 7. İlgili Ürünler İçin Yıllık Ortalama Birim Satış Fiyatları

Tablo 8. Armut Suyu Konsantresi için Korelasyon Hesaplaması

Tablo 9. Armut Suyu Konsantresi için 2019-2020 Satış Fiyatı Artış Miktarı (TL)

Tablo 10. Ardışık Yıllar Arasında Ortalama Birim Satış Fiyatı Farkları ve 2020 Yılı İçin Tahmini Ortalama Birim Satış Fiyatları

Tablo 11. 2019 Yılı Aylara Göre Dolar Kuru (USD/TL)

Tablo 12. 2019 Yılı Birim Satış Fiyatları

Tablo 13. Senaryolara göre 2020 Yılı için Beklenen Ortalama Kâr (TL)

Tablo 14. Senaryolar Sonucu Elde Edilen Beklenen Ort. Kâr ile 2020 Gerçekleşen Ort. Kâr (TL)

Tablo 15. Veri Setleri Arasında Korelasyon Katsayısı (r) Değerleri

Tablo 16. Birinci Yaklaşım Göre Tekrar Sayısındaki Değişikliğin Ort. Beklenen Kâr Değeri Üzerine Etkisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Üretim Planlama ve Kontrol Süreci

Şekil 2. Üretim Planlama Çeşitleri

Şekil 3. Üretim Planlama Basamakları

Şekil 4. Simülasyon Çalışmasının Adımları

Şekil 5. Yumuşak Çekirdekli Meyveler (Elma, Armut, Ayva vb.) İçin Örnek
Üretim Akış Şeması

Şekil 6. Armut Konsantresi için Enflasyon-Satış Fiyatı Farkı Grafiği

GİRİŞ

Günümüz işletmelerinin sürekli büyüyen, her geçen gün rekabetin arttığı ekonomik sistemlerde yer edinebilmesi ve elde ettiği yerini koruyabilmesi yaratacağı rekabet avantajlarına bağlıdır. İktisadi hayatlarını devam ettirebilmek ve rekabet avantajı elde edebilmek için firmaların kaliteli ürün üretmek, yüksek verim, maliyet minimizasyonu, kâr maksimizasyonu vb. hedefleri bulunmaktadır.

Kâr kavramı, bir işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli en önemli kaynaktır. İşletmeler varlıklarını sürdürebilmek ve kazanç sağlamak için her dönem sonunda kâr elde etmeyi amaçlarlar. Kâr, satış hasılatından maliyet masraflarının çıkarılması ile elde edildiğinden kârın yüksek olması için ya satış hasılatının, diğer bir ifade ile satılan miktar ile satış fiyatının (ikisinin birlikte veya ayrı ayrı) yüksek olması veya alınacak çeşitli tedbirlerle aynı miktar mamulün daha düşük maliyetlerle üretilmesi gerekmektedir. Bu amaçla da işletmeler en uygun yatırım alanlarına ve üretim konularına yönelmektedirler. (Erokyar, 2008). Üretim süreçlerinde proses parametrelerinin ve çevresel koşullara bağlı bazı ürün özelliklerinin kısıt olarak değerlendirilmesi durumunda satış fiyatının esnekliği kârlılığı doğrudan etkileyen kritik bir hal almaktadır. Bu durumda bahsi geçen bütün bu amaçlara ulaşmak ve hedefleri gerçekleştirmek için iyi bir üretim planlaması yapmak büyük önem taşımaktadır.

Genel olarak ürün ve üretim planlama, yöneticinin maliyetleri en aza indirmek ve aynı anda kârı en üst düzeye çıkarmak için karar vermesi gereken bir süreci ifade ettiğinden şirket için çözülmesi gereken bir problemi temsil etmektedir. Herhangi bir planlama problemi, üretim planı tarafından karşılanacak olan müşteri talebi ile başlamaktadır. Çoğu zaman, gelecekteki durum kısmen bilinmekte hatta genellikle bilinmemektedir. Yani, gelecekteki durum bir öngörüye dayanmaktadır. Herhangi bir tahminin kaçınılmaz olarak yanlış olması

durumunda, yaşanacak belirsizliğin nasıl açıklanacağına veya buna nasıl tepki verileceğine karar vermek işletmeler için stratejik öneme sahiptir (Graves, 2002).

Ürün ve üretim planlama, yöneticiler tarafından kaynak ayrılan prosedürlerin ve kısıtların belirlendiği, maliyetler gibi farklı parametrelerin tahmin edildiği bir eylemdir. Ayrıca hedeflerin etkin ve etkili bir şekilde karşılanmasını sağlamak amacıyla kaynakların tahsisi ve kullanımı ile ilgili kararları ele almaktadır. Tipik kararlar arasında iş gücü seviyesi, üretim lot büyüklükleri, fazla mesai ataması ve üretim çalışmalarının sıralanması yer almaktadır. Ancak ortaya çıkan planlama probleminin büyüklüğünün ve karmaşıklığının artması ile birlikte dinamik değişimler karşısında etkin olamaması sebebiyle analitik yöntemler problem çözümünde her zaman etkili sonuçlar verememektedir.

Bu durum işletmeleri üretim planlaması süreçlerinde bir çok avantaj sağlayan simülasyon yöntemi kullanımına itmektedir. Simülasyon, gerçek bir sistemin davranışını anlamak veya değişik stratejileri değerlendirmek amacı ile sistemin modelini tasarlama ve sistemin davranışını incelemek için bu model üzerinde denemeler yapma sürecini ifade etmektedir. Belirsizlik altında karar vermeye yarayan simülasyon yöntemleri, üretimi yönetenlere süreç hakkında bilgi verdiğinden ve bir tahmin aracı olarak kullanıldığından üretim yönetiminde oldukça etkilidir (IvyPanda, 2019). Simülasyon uygulamalarında oluşturulan modelde gerçekteki parametreler ve koşullar dikkate alınmaktadır. Bu şekilde işlemlerin ve süreçlerin gerçekliğini uygun bir şekilde temsil ettiği için ürün ve üretim planlamada oldukça faydalı bir teknik haline gelmektedir.

Yapılan çalışmada daha etkin bir üretim planlaması ile yıl sonu kârlılığını artırmak isteyen bir gıda işletmesinde simülasyon tekniği kullanılarak mevcut durum analiz edilmekte ve sonrasında satış fiyatındaki esnekliğin kârlılık üzerindeki etkisi incelenerek sistem iyileştirmesi için öneriler sunulmaktadır. Bu

çalışmada kurulan model ile işletmenin farklı parametrelerin kârlılık üzerindeki etkisini incelemesine katkı sağlamak hedeflenmektedir.

Çalışmanın birinci bölümünde üretim planlamanın tanımı, amaçları, elemanları ve çeşitleri ile bütünleşik üretim planlama konuları detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. İkinci bölümde üretim planlama süreçlerinin çözümünde kullanılan bir yöneylem araştırması tekniği olan simülasyon ele alınmıştır. Simülasyonun tanımı, tarihçesi, avantajları ve dezavantajları, uygulama alanları, uygulama adımları, çeşitleri detaylı olarak bu bölümde anlatılmaktadır. Üçüncü bölümde Türkiye’de ve dünyada yapılan bazı simülasyon çalışmaları ve uygulama alanlarına ait bazı uygulamalar incelenmektedir. Çalışmanın dördüncü bölümünde gıda üretim sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede üretim planlama konusu simülasyon uygulaması ile ele alınmaktadır. Farklı varsayımlar ve senaryolar altında oluşturulan simülasyonlar ile çeşitli ürünler için yıllık beklenen kâr oranının hesaplanmasına ve bu doğrultuda üretim planının daha etkin bir şekilde yapılmasına olanak sağlayabilecek çalışma modeli bu bölümde anlatılmaktadır. Çalışmanın son bölümünde uygulamaya yönelik bulgular değerlendirilmekte ve uygulama yapılan işletmeye öneriler sunulmaktadır.

1. BÖLÜM

ÜRETİM PLANLAMA

Bu bölümde üretim planlamanın tanımı, amaçları, elemanları ve çeşitleri ile bütünleşik üretim planlama konuları detaylı olarak anlatılmaktadır.

1.1. ÜRETİM PLANLAMANIN TANIMI

İşletmeler, hızla gelişen teknolojinin, gelişen ve değişen pazar şartlarının beraberinde getirdiği yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmek için kıt kaynakları en etkin şekilde kullanarak rakiplerine karşı daha üstün durumda olmak zorundadır. Bu üstünlüğü sağlayabilmek için belli bir ürünün gelecekte ne zaman ve ne kadar talep edileceğini belirlemek ve bu talebi karşılamak için ihtiyaç duyulacak üretim faktörlerini zaman, miktar ve nitelik bakımından planlamak durumundadır.

Üretim planlamanın temel amacı; üretim süresince yapılan işleri minimum maliyetle ve zamanında gerçekleştirerek müşteri taleplerini en iyi şekilde karşılamaktır. Üretim planlama süreci, hangi üründen ne kadar üretim yapılacağıнын, işletmenin kapasite ihtiyacının, üretim için gerekli makinelerin ve işgücü niteliğinin belirlenmesi, işlere ve makinelere uygun kişilerin yerleştirilerek; en uygun iş yüklemenin yapılması, talep edilen miktar ve mevcut kapasite ile gerekli üretim plan ve programının oluşturulması ve tüm bu işler için gerekli maddi kaynak ihtiyacının belirlenmesi gibi faaliyetlerden oluşmaktadır.

Kısıtlı ve önemli birer maliyet unsuru olan kaynaklar söz konusu olduğunda işletmelerin faaliyetlerinde verimlilik daha da önem kazanmaktadır. Başarının en önemli göstergesi haline gelen verimliliğin ilk şartı ise iyi planlamadır. Planlama kısıtlı olan üretim faktörlerinin ekonomik kullanımına olanak sağlayarak verimliliği arttırmaktadır (Yılmaz, 2010).

1.2. ÜRETİM PLANLAMANIN AMACI

Üretim planlamanın amacı; üretim için gerekli olan işgücü, malzeme, makine gibi kıt kaynakların istenilen yerde ve zamanda istenilen miktarda bulunmasını sağlayarak bu kaynakların etkili ve verimli bir şekilde kullanımını ve dolayısıyla üretim sürecinde yapılan faaliyetlerin minimum maliyetle gerçekleştirilmesini ve tüketici taleplerinin karşılanmasını sağlamaktır. Bu amaca ulaşabilmek için aşağıdaki işlemlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Demirdöğen ve Güzel, 2009; Yılmaz, 2010).

- Üretim için gerekli malzeme teminini en ekonomik şekilde ve zamanında sağlamak.
- Hammadde, yardımcı malzeme, yarı mamul ve mamul stoklarının istenilen miktar, zaman ve yerde hazır bulundurmak.
- Mevcut makine-ekipman, işgücü vb. kaynakları iş akışına göre optimum şekilde kullanmak.
- Üretimin başlangıcından bitişine kadar düzenli malzeme ve işgücü akışını sağlamak.
- Üretim boyunca yapılması gereken işlem sürelerini net olarak belirlemek.
- Üretim ve diğer fonksiyonlar arasında etkin iletişim ile sıkı bir iş birliği kurmak.
- Mamul stoklarını satış ve sipariş düzeyine paralel olarak düzenlemek.
- Ürünlerin müşterinin istediği zamanda teslim edilmesini sağlamak.
- Esnek bir üretim programı ile ani gelişen alternatif işlerin plana alınmasına imkan tanımak.
- Üretim süreçlerinde çalışan alt kademe personeli teşvik ve motive etmek.

1.3. ÜRETİM PLANLAMANIN ELEMANLARI

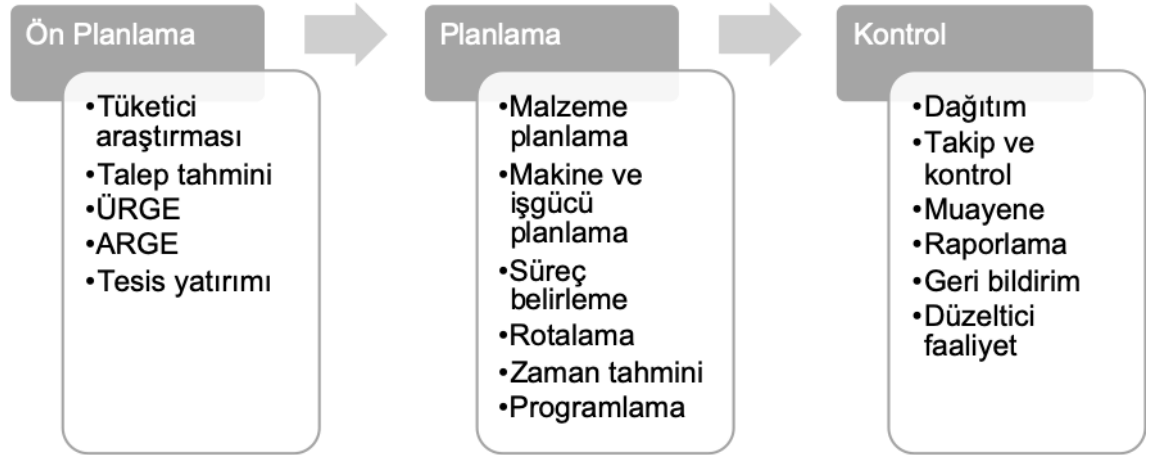
Planlama, üretilecek ürün ve gerekli kaynaklar hakkında verilerin analiz edilmesiyle başlamaktadır. Bu sayede hedeflere en verimli şekilde ulaşmak üzere bir programın ana hatlarıyla hazırlanması mümkün olmaktadır. Farklı

sistemlerde değişiklik gösterse de, üretim planlama ve kontrol elemanları temel olarak üç ana başlıkta incelenmektedir.

Üretim planlamanın ilk adımı ön planlama (üretim öncesi planlama) aşamasıdır. Bu aşamadaki çalışmalar olmadan güvenilir ve makul bir üretim planı yapılması mümkün değildir. Tüketici araştırması, satış ve talep tahminleri, ürün geliştirme, ürün tasarımı, tesis yatırımı işlemleri ön planlama aşamasında gerçekleştirilmektedir. İkinci adım olan planlama aşamasında kaynak planlama (malzeme planlama, makine ve işgücü planlama) ve yapılacak işlerin planlanması (süreç belirleme, rotalama, zaman tahmini ve programlama) faaliyetleri yer almaktadır.

- Malzeme planlama: Üretimde kullanılacak malzemelerin teknik özelliklerinin belirlenmesi, gerekli miktarının uygun yer ve zamanda hazır bulundurulması istenilen kalitede üretim yapılabilmesi ve üretim süreçlerinde aksaklık yaşanmaması için oldukça önemlidir.
- Makine ve işgücü planlama: Üretim için gerekli makine, alet, ekipmanın istenen anda ve kapasitede hazır bulundurulması planlamaya dahildir. Aynı şekilde yeterli nicelikte ve nitelikte iş gücünün de hazır bulundurulması önemli bir kaynak planlama çalışmasıdır.
- Süreç belirleme: Üretim süreçlerinin incelenmesi ve çözümlenmesi, mevcut koşullar altında işletme için en iyi metodun tanımlanmasını sağlamaktadır.
- Rotalama: Üretim tesisi içerisindeki iş akışının belirlenmesi; hangi ürünün hangi makinede hangi sırayla ne miktarda yapılacağı çalışmalarını içermektedir.
- Zaman tahmini: Hangi işlemin ne kadar sürede tamamlanacağını belirlenmesine yönelik çalışmaları kapsamaktadır. Zaman standartlarının doğru belirlenmesi, üretim planının gerçeğe uygun şekilde gerçekleştirilebilmesi için oldukça önemlidir.
- Programlama: Yükleme (tezgahlara iş dağıtımı) ve çizelgeleme elemanlarından oluşmaktadır.

Üretim planlamanın üçüncü ve son aşaması ise kontrol aşamasıdır. Bu aşama, üretim planında belirlenen işlerin istasyonlara dağıtılması (dağıtım), dağıtılan işlerin zamanında bitirilmesi ve gecikmelerin önlenmesi (takip ve kontrol), üretilen ürün miktarının ve kalitesinin siparişe uygunluğunun kontrol edilmesi (muayene) işlemlerini kapsamaktadır. Bu süreçte üretime dair veriler toplanarak işlenmekte ve analiz edilmektedir. Beklenmedik herhangi bir durum karşısında geri bildirim ile düzeltici faaliyetler oluşturulmaktadır. Düzeltici faaliyetler ışığında planda yapılacak esneklikler ve modifikasyonlar ile ön görülemeyen olaylara karşı alternatif senaryolar oluşturulabilmektedir. Tüm süreç raporlama ile kayıt altına alınmaktadır. Bu süreçte faaliyetlerin tümünün birbiriyle uyumlu olması gerekmektedir (Demirdöğen ve Güzel, 2009; Yılmaz, 2010). Şekil 1'de üretim planlama ve kontrol sürecinin elemanları verilmiştir.



Şekil 1. Üretim Planlama ve Kontrol Süreci (Acar, 1985, s.21)

Detaylı planlamaların yapıldığı durumlarda bile gerçek üretim koşullarında aksamlar olabilmektedir. Öngörülemez bazı sebeplerden ötürü planlanandan sapmalar gerçekleşebilmektedir. Malzeme eksiklikleri, makine ekipman arızaları, talep ya da siparişlerdeki değişiklikler, personel eksiklikleri ya

da fonksiyonlar arası eksik iletişim gibi faktörler yapılan planların aksamasına neden olabilmektedir. Bu gibi durumlarda üretim kontrol sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Üretim kontrolünün temel amaçlarından biri planlanan ile uygulanan işlemlerin birbiri ile uyuşmasını sağlamaktır. Üretim kontrol sürecinde üretim aşamaları incelenmekte, raporlama ve geri bildirimler ile gerektiğinde üretim planında düzenlemeler yapılabilmektedir. Üretimin incelenmesi ile elde edilen veriler sayesinde süreçte eksik görülen ya da geliştirilmesi gereken noktalar belirlenmektedir. Bunun yanı sıra planda esneklik, kapasitede değişiklik, ön planlamalar gibi düzenleyici faaliyetler ile beklenmeyen durumlara karşı hazırlıklı olunmasına destek sağlamaktadır (Karaöz, 2014).

1.4. ÜRETİM PLANLAMANIN ÇEŞİTLERİ

Üretim planları amaçlarına göre farklı süreleri kapsayabilmektedir. Bu nedenle planlar genellikle sürelerine göre gruplandırılmaktadır (Gürdoğan, 1981).

1.4.1. Uzun Vadeli Planlar

Uzun vadeli planlar genellikle bir yıldan daha uzun bir zaman dilimi için kapasite, sermaye yatırımları, ürün geliştirme, tesis yerleşimi ya da üretim hattı gibi kendisinden kısa planları etkileyecek olan kararları verirken kullanılmaktadır. Üretime başlayabilmek için gerekli işgücü, malzeme, makine, ekipman, üretim tipi, tezgah yerleşimleri gibi temel unsurların planlandığı dönemdir.

1.4.2. Orta Vadeli Planlar

Orta vadeli planlarda genellikle bir üretim devresindeki üretim ve gerekli kaynak miktarları planlanmaktadır. Bu dönemde çıktının miktarı kadar girdiyi etkileyen faktörler de planlamada önem teşkil etmektedir. Stok düzeyi, çalışma saatleri, işe alım yada işten çıkarma gibi kararlarla maliyeti düşürmeye ve üretimi

arttırmaya yönelik planlamalar yapılmaktadır. Minimum maliyet ile kapasiteden maksimum faydalanmayı sağlayan plandır.

1.4.3. Kısa Vadeli Planlar

Kısa vadeli üretim planları ise bir yıldan kısa süreli planlamaları kapsamaktadır. Günlük, haftalık ya da aylık olarak hazırlanabilmektedir. Üretim programları da denen bu planlama türünde uzun ve orta vadede ulaşılması istenen hedefler için kısa süreli plan ve programlar yapılmaktadır. Hangi ürünün ne zaman, ne miktarda ve hangi istasyonlarda işlem görerek üretileceği üretim programlamanın kapsamına girmektedir. Orta ve uzun vadede planlanan hedeflere ulaşabilmek için programların bağlayıcı olması yani zorunlu olmadıkça değiştirilmemesi gerekmektedir.



Şekil 2. Üretim Planlama Çeşitleri

1.5. ÜRETİM PLANLAMA BASAMAKLARI

Üretim planlamada öncelikle talep tahminleri yapılmaktadır. Arkasından kaynakların yeterli olup olmadığını ve nasıl dağıtılacağını bütünlük planlama ile kontrol ederek bazı stratejiler ve planlar oluşturulmaktadır. Ardından bütünlük plan ayrıştırılarak ana üretim programı oluşturulmaktadır. Ana üretim programında spesifik olarak hangi ürünün, ne zaman ve ne miktarda üretileceği belirlenmektedir. En sonunda plan dahilindeki tüm işler, teslim tarihine göre sıralanarak, iş gücü ve makine ataması yapılmaktadır. Bu aşama ise çizelgeleme olarak adlandırılmaktadır. Üretim planlama hiyerarşisi Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Üretim Planlama Basamakları (Akyurt, 2010, s.294)

1.5.1. Bütünlük Üretim Planlama

Bütünlük üretim planlama genellikle 3 ile 12 aylık bir süreyi kapsayan, orta vadeli bir planlama türüdür. Talep tahmini, işgücü ve stok seviyeleri, üretim hızı ve kapasitesi, malzeme temini gibi kontrol edilebilen değişkenlerden yararlanarak, kaynakların optimum şekilde bir araya getirilmesi ile üretim

maliyetlerinin minimize edilmesini sağlayan üretim planlamasıdır (Karaöz, 2014).

Bütünleşik üretim planlama süresince temel hedef; planlama dönemi içerisinde üretim maliyetlerini minimum seviyede tutarak ve işgücü dalgalanmalarını engelleyerek üretim standardını oluşturmak ve korunmasını sağlamaktır. Burada öncelikle planlama periyoduna ait talep tahminleri toplanmakta ve daha sonra üretim ihtiyaçları tespit edilmektedir. Bu süreçte işgücü büyüklüğü, üretim hızı ya da stok düzeyi gibi kontrol edilebilen parametreler değiştirilerek farklı stratejiler denenebilmektedir. Bütünleşik üretim planı hazırlayabilmek için başlangıç ve emniyet stoku, bir birim üretmek için gerekli işçilik, fazla mesai maliyetleri, işgücünün değişiminden kaynaklı maliyetler, elde bulundurma ve bulundurmama maliyeti vb. kavramların biliniyor olması gerekmektedir. Buna ek olarak, üretilen ürünlerin bütünleştirilmesi için adet, saat, lira gibi ortak değerler tanımlanmalıdır.

1.5.1.1. Bütünleşik Planlama Stratejileri

Bütünleşik bir plan hazırlanırken yöneticilerin cevaplaması gereken sorular vardır. Bu sorulara verilen bazı cevaplar doğrudan talebi değiştirmeye yöneliktir, bazıları ise dalgalanmaları gidermeye yöneliktir (Akyurt, 2010).

Stok Düzeylerini Değiştirme Stratejisi: Talebin düşük olduğu dönemlerde stok seviyesini artırarak ileride talebin yüksek olması durumuna hazırlıklı olma felsefesine dayanmaktadır. Uygulandığında elde bulundurma, sigorta, yıpranma gibi maliyetler artmaktadır. Ancak yüksek talep dönemi geldiğinde stok yetersizliği nedeniyle oluşacak elde bulundurmama maliyetleri ve müşteri/satış kaybetme konularında avantaj sağlayabilmektedir. Daha çok imalat sektöründe uygulanmaktadır.

İşgücü Miktarını Değiştirme Stratejisi: Bazı durumlarda üretim hızına ve kapasitesine bağlı olarak işgücü büyüklüğünde değişiklik yapılabilmektedir. Bu

strateji seçildiğinde istihdam edilen yeni işgücünün eğitim maliyeti, mevcut tecrübesiz işgücünden kaynaklanan kalitesizlik maliyetleri ya da işten çıkarmalarda oluşacak maliyetler söz konusudur.

Fazla Mesai veya Eksik Çalışma ile Üretim Miktarını Değiştirme Stratejisi:

Talebin arttığı dönemlerde işe alma ve eğitim maliyetlerinden kaçınmak için çalışma saatleri değiştirilerek işgücü büyüklüğü aynı seviyede tutulabilmektedir. Fazla mesai uygulaması çalışanlara daha fazla ödeme yapılması, uzun çalışma sürelerinin verimliliği düşürmesi ve kalite problemlerine sebep olması açısından bazı dezavantajlara sahiptir. Ayrıca fazla mesai yapılarak dahi talebin karşılanamadığı durumlar olabilmektedir. Diğer taraftan düşük talep dönemlerinde eksik çalışma ya da işçilerin boş zamanlarını dolduracak alternatif işler bulma söz konusudur.

Yarı Zamanlı İşgücü Kullanma Stratejisi:

Talebin yüksek olduğu dönemlerde tam zamanlı işgücünden daha az maliyetli olduğundan ve esneklik sağladığından yarı zamanlı işgücü istihdamı tercih edilebilmektedir. Ancak yarı zamanlı işçi çalıştırmanın iş devrinin zor olması, eğitim maliyetlerinin fazla olması, kalite sağlamanın ve programlamanın zor olması gibi sakıncaları vardır. Dönemlik, geçici işlerin yoğun olduğu ve beceri istemeyen işler için uygundur.

Taşeron Kullanma Stratejisi:

Talebin yüksek olduğu pik sezonlarda bazı firmalar, taşeron (fason) kullanarak geçici kapasite yaratmayı tercih etmektedir. İşletmenin çıktı düzeyini düzgülendirme ve esneklik sağlama gibi avantajlarının yanı sıra kalite kontrol gücünde azalma, standart üretim yapılamaması, karın azalması, iş kapasitesinde azalma, pazardaki pozisyonun kaybedilmesi gibi dezavantajları da mevcuttur.

Talebi Etkileme Stratejisi:

Talebin düşük olduğu durumda firmalar, talebi arttırmak amacıyla reklam, indirim ve yeni pazarlama fikirleri gibi yöntemlere başvurabilmektedir. Talebin belirsiz olması ve arz ile talebi her zaman

dengeleyememek dezavantajdır. İndirimler sayesinde yeni müşteriler kazanmak ise avantaj olarak değerlendirilmektedir.

Yüksek Talep Dönemlerinde Gecikmeli Sipariş Stratejisi: Talebi karşılamanın mümkün olmadığı ve müşterilerin siparişi beklemeye razı olduğu durumda gecikmeli talep karşılama yolu alternatif bir strateji olarak kullanılmaktadır. Bu strateji sayesinde fazla mesai yapılmadan kapasite sabitlenmektedir. Başta otomobil üreticileri olmak üzere pek çok firma tarafından tercih edilmektedir.

Zıt Mevsimler Stratejisi: Farklı dönemlerde zıt talebe sahip ürünleri bulmak zor olduğundan üreticiler arasında en yaygın olan aktif düzeltme stratejisidir. Kaynakların kullanımını artırmakta ve dengeli, sabit işgücüne olanak vermektedir. Öte yandan firmanın uzmanlığı dışından kaynak gerektirebilmektedir. Örnek olarak klima, fırın, buz çözücü gibi ürünleri bir arada sunan firmalar gösterilebilmektedir.

Yukarıdaki stratejilerin maliyet odaklı bütünleşik planlar üretebilmesine karşın genellikle uygun üretim planını hazırlayabilmek için karma strateji yöntemi uygulanmaktadır. Karma stratejiler, iki veya daha çok kontrol edilebilen değişkenin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Olası stratejilerin çok sayıda farklı kombinasyonu olacağından üreticiler, bütünleşik planlamayı rekabet avantajı elde etmede faydalı bir araç olarak görmektedirler.

1.5.1.2. Bütünleşik Planlama Yöntemleri

Bütünleşik üretim planlamada çözüm yöntemleri üç ana başlıkta incelenmektedir (Akyurt, 2010).

İnisiyatif Yaklaşımı: Planlamada en az tercih edilen yöntem olup birimler arası çıkar çatışmalarının olduğu durumlarda yöneticilerin inisiyatif kullanarak, işletme yararına olacak en uygun bütünleşik planı oluşturması temeline dayanmaktadır.

Grafiksel ve Çizelgeleme Yöntemi: Herkes tarafından anlaşılabilir olması ve kullanım kolaylığı nedeniyle en çok tercih edilen bütünleşik planlama teknikleridir. Deneme yanılma yöntemini esas alan bir uygulamadır. Alternatif planları göstermek için grafikler veya çizelgeler kullanılmaktadır. Bu grafiklerde veya çizelgelerde talep miktarları ve üretim kapasiteleri karşılaştırılmaktadır. Grafiksel yöntemde genellikle beş adım izlenmektedir:

- a. Dönemlik talebi belirlemek.
- b. Dönemlik kapasiteyi; normal çalışma, fazla mesai ve taşeron kullanma durumunu belirlemek.
- c. İşgücü, işe alma-işten çıkarma, stok bulundurma gibi maliyetleri belirlemek.
- d. İşgücü ve stok düzeyleri için uygulanacak politikaları belirlemek.
- e. Alternatif planlar hazırlamak ve toplam maliyetleri karşılaştırmak.

Matematiksel Yöntemler: Grafiksel tekniklerin temel aldığı deneme yanılma yaklaşımını daha da geliştiren popüler yöntemlerdir.

- Doğrusal programlama: Günümüzde iş dünyasında sıklıkla kullanılan doğrusal programlama, işletmelerde kapasitenin ve kıt kaynakların farklı kullanım şekillerinden en uygun olanını belirleme işlemidir. Diğer bir deyişle, işletme açısından malzeme, işgücü, makine gibi faktörlerin bazı kısıtlar altında amaca ulaşacak biçimde kullanılmasını sağlayan bir yöntemdir (Gürdoğan, 1981).
- Doğrusal karar kuralları: Bu teknikte öncelikle maliyet türünden değişkenler belirlenmektedir. Daha sonra iki doğrusal eşitlik elde edilmekte ve minimum maliyete ulaştıracak değerler hesaplanmaktadır. Bu teknik, optimum işgücünü ve üretimi saptayan bir yöntemdir.
- Yönetici katsayısı modeli: Yöneticilerin tecrübelerine dayanan, sezgisel bir yöntemdir. Geçmiş dönemde alınan kararların regresyon analizi ile incelenmesi prensibine dayanmaktadır.

- Simülasyon: Üretim ve lojistik süreçlerinin modellenmesi, kapasite analizi ve planlaması gibi çok çeşitli alanda uygulanabilen bir bilgisayar modelidir.
- Arama karar kuralı: Üretim planlamada sık kullanılan bu yöntem, işgücü ve üretim maliyetlerinin minimum değerlerini bulmaya çalışan bir bilgisayar algoritmasıdır.

Üretim sistemlerindeki belirsizlikler göz önünde bulundurulduğunda, öngörülemeyen durumların incelenmesi için yöneylem araştırması literatüründe var olan yöntemlerden biri de simülasyondur. Bu çalışmanın ikinci bölümünde üretim planlama için kullanılan simülasyon yönteminden bahsedilecektir.

2. BÖLÜM

SİMÜLASYON

Bu bölümde simülasyon tekniği, tarihçesi, avantajları ve dezavantajları, uygulama alanları, adımları, çeşitleri detaylı olarak anlatılmaktadır.

2.1. SİMÜLASYONUN TANIMI

Bir sistemin süreçlerini tanımlayan bir model kullanarak, sistemin davranışını yeniden üretme eylemine simülasyon denir. Model bir kez geliştirildikten sonra, analizci ilgilenilen işlem karakteristiklerindeki değişim etkilerini ölçmek için belli değişkenlerde oynama yapabilmektedir. Simülasyon bir problem hakkında ne yapılmasını söylemek yerine, problem için alternatif çözümler üzerine çalışmada kullanılan bir yöntemdir (Krajewski vd., 2014).

Simülasyon, incelenen gerçek bir sisteminin belli bir zaman dilimindeki davranışlarını, sistem performans ölçütlerini tahmin etmek amacıyla, sistem davranışı üzerinde çeşitli senaryolar için deneyin hazırlanması, çalıştırılması ve sonuçların analizi sürecidir (Türker, 2011). Bu nedenle kullanıcıya sistem üzerinde yapılacak değişikliklerin genel sistem performansı üzerindeki etkisini inceleme fırsatı sağlayan bir üretim tekniğidir.

Sarıaslan (2014)'a göre ise simülasyon matematiksel bir modelleme tekniği olarak, sistemin davranışını inceleme ve tanımlama, sistemdeki değişimlerin etkilerini belirleme ve böylece gelecekteki davranışları tahmin etme amacı taşıyan deneysel ve uygulamalı bir metodolojidir.

2.2. SİMÜLASYONUN TARİHÇESİ VE LİTERATÜR İNCELEMESİ

Simülasyon işletmecilik alanına yeni giren bir teknik olmasına rağmen kökeni 1940 yılının sonlarında Von Neumann ve Stanislaw Ulam'ın Los Alamos Scientific Laboratory'de yaptığı çalışmalarına kadar uzanmaktadır (Yıldız;

2010). Bugünkü anlamda simülasyon tekniğinin ilk kullanımı olan bu yöntem, olasılıklı olmayan matematiksel bir problemi, olasılık dağılımları bu matematiksel problemi andıran problemler üzerinde denemeler yaparak çözmeyi kapsamaktadır. Daha sonraları matematiksel modeller üzerinde denemeler yapma olanağı veren bilgisayarların 1950'lerde ortaya çıkmasıyla simülasyon tekniği toplumsal bilimlerde yeni bir boyut kazanmıştır (Sarıaslan vd., 2017).

Simülasyon 1950'li ve 1960'lı yılların sonlarına doğru çoğunlukla büyük sermaye yatırımları gerektiren şirketlerin kullandığı pahalı bir araçtır. O yıllarda kullanım maliyeti oldukça yüksek iken; 1970'li yılların sonunda işlem hızı yüksek bilgisayarların maliyetinin düşmesi ile çok farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır (Yıldız, 2010).

Yöneylem araştırmaları strateji geliştirmek ve bunları denemek ile ilgili olduğu için daha çok askeri alanda kullanılmaktadır. Simülasyon ise gerçek sistemi temsil edecek bir modelin hazırlanması suretiyle bu modele gerçek verilerin girilerek sistemin nasıl işleyeceği hakkında bilgi sahibi olmaya yarayan bir yaklaşımdır (Sarıaslan, 2014).

Banks vd., 2010'a göre karmaşık bir sistemi ve alt sistemleri incelemek, uygulamadan önce yeni tasarımlar deneyerek sonucun ne olacağını görmek, girdileri değiştirerek ve sonuçları inceleyerek, hangi değişkenlerin daha önemli olduğu ve değişkenlerin birbirlerini nasıl etkiledikleri hakkında bilgi edinmek gibi çeşitli amaçlar için simülasyon kullanılabilir.

Simülasyon kullanımının pek çok nedeni vardır. Bunlar temelde aşağıdaki şekilde ele alınmaktadır (Krajewski vd., 2014):

- İki değişken arasındaki ilişki doğrusal değilse veya durum, optimizasyon yaklaşımlarını ele almak için çok fazla değişken ya da kısıt içeriyorsa, simülasyon modelleri kullanılabilir.

- Gerçek bir sistem üzerinde deney yapmak masraflı olduğunda, simülasyon modelleri gerçek sistemlere engel olmadan deneylerin sürdürülmesine olanak tanımaktadır.
- Simülasyon modellerinde işletim karakteristiklerinin elde edilmesi, gerçek bir sistemden aynı işletim verilerinin toplanmasından daha kısa bir zaman gerektirmektedir.
- Simülasyon, deneyleri oyunlaştırdığından ve çok iyi bir animasyon yeteneğine sahip olması nedeniyle yönetsel karar vermede yararlı olabilmektedir.

Bu çalışmaya katkı sağlamak amacıyla yapılan literatür incelemesinde yerli ve yabancı araştırmacıların çalışmalarına yer verilmiştir. Literatür taramasında Science Direct, Google Scholar ve YÖK Ulusal Tez Merkezi kayıtlarından yararlanılmıştır. İncelemeler sonucunda simülasyon yönteminin her sektörde uygulanabilme imkanı bulunması, daha iyi bir sistem analizi için faydalı olması nedeniyle tercih edilen bir uygulama olduğu görülmüştür.

Tablo 1. 2000-2020 Yılları Arasında Yapılan Bazı Simülasyon Çalışmaları

YAYIN YILI	YAZAR	ÇALIŞMANIN KONUSU	ÇALIŞMANIN ÇIKTILARI
2000	Al-Aomar, R.	Bir oyuncak araba üreticisinde ürün karmasını belirlemek için önce doğrusal programlama (DP) modelinin kullanılması daha sonra optimum ürün karmasındaki gerçek sistem performansının kesikli olay simülasyonu (DES) ile kontrol edilmesine dair bir vaka çalışması	Simülasyon sonuçlarının DP modelinin sonuçlarıyla eşleşmesi durumunda, karar vericinin güveni artmakta ve DES modeli sistem tasarımını doğrulamak için kullanılabilir.
2000	Thomas vd.	Otomotiv sektöründe kompleks şekilli endüstriyel parçaların oluşturulmasında parça özelliklerini ve proses koşullarını tahmin etmek üzerine Sonlu Elemanlar Yöntemi ile bir çalışma	Ürün tasarım aşamasında şekillendirilebilirliği analiz ederek ürün tasarımını optimize etmek ve kalıp tasarım aşamasında deformasyon sürecini önceden tahmin ederek süreç tasarımında deneme süresini ve maliyetini azaltmak gibi katkılar sağlamıştır.
2004	Kavcar, B.	Mutlu Akü ve Malzemeleri Sanayi A.Ş.'nin satış bütçesinin hazırlanabilmesi için gerekli olan satış tahminlerinin, simülasyon yöntemi kullanılarak yapılması.	1997-2002 yılları arasındaki döneme ait satış verileri esas alınarak satış tahminleri yapılmış ve satış tahmin rakamları her biri on üçer hafta olan dört dönem itibarıyla belirlenmiştir. Elde edilen satış tahmin rakamları kullanılarak da satış bütçesi hazırlanmıştır.
2010	Jahangirian vd.	Simülasyon tekniklerinin imalat ve iş dünyasındaki rolünün güncel bir resmini sağlamak için 1997 ve 2006 yılları arasında hakemli literatürde yayınlanan simülasyon uygulamalarına dair bir inceleme.	281 makale incelenmiştir. DES'in popülaritesine rağmen aynı düzeyde paydaş katılımına sahip olmadığını göstermektedir. Simülasyon modellemenin en çok tercih edildiği uygulama alanı çizelgelemedir. Son yıllarda hibrit modelleme (iki veya daha fazla tekniğin kullanımı) eğilimi artış göstermektedir.
2010	Konuk, F.	Nakit bütçesi üzerinde senaryo analizi için deterministik simülasyon tekniği uygulaması ve işletmelerin geleceğe yönelik nakit akışlarının	Uygulamada ele alınan senaryolarla nakit durumunun ön görülmesi sayesinde kredi düzeyleri, satış koşulları, iskonto oranları, yatırım zamanı vb. konulardaki kararlara destek

		planlanmasına ilişkin Monte Carlo simülasyonu uygulaması	sağlamıştır.
2010	Parthanadeea, P., Buddhakulsomsiri b, J.	Tarımsal hammaddelerden olan taze meyvenin üretim programlamasında kalite ve miktar açısından yüksek belirsizlikler içermesi, aynı kaynakları kullanan meyve cinsi ve boyutu bakımından çok çeşitli son ürün olmasının programlamayı birbirine bağımlı hale getirmesi gibi kısıtları olan, konserve meyve üretimi yapan bir işletmede gerçek üretim sisteminin DES ile modellenmesi ve gerçek zamanlı programlama yapılmasına ilişkin bir inceleme	Simülasyon modeli 240 kez çalıştırılmıştır. Analiz sonuçları, hem sevkiyat kurallarının hem de üretim günlerinin sistem performans ölçüleri üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir. Farklı kurallar farklı ölçülere göre farklı işledikleri için çok kriterli bir karar verme analizi gerçekleştirilmiştir. TOPSIS sonucundan, kullanıcının her iki ölçü türüne de eşit önem verdiği göz önüne alındığında, en iyi dağıtım kuralları seti belirlenmiştir.
2011	Frantzén vd.	İsveç'te bir otomotiv üreticisindeki çizelgeleme problemi simülasyon ile incelenmiştir. Küçük kurulumlardan kaçınmak, optimizasyon süreci devam ederken makine arızaları gibi aksaklıklar meydana geldiğinde yeni programı devreye alma problemi vb. konular ele alınmıştır.	Oluşturulan programlama uygulamasının, mevcut programlama uygulaması ile karşılaştırıldığında daha iyi programlar oluşturmayı başardığı tespit edilmiştir.
2011	Yelkenci, S, Tunalı, S.	Isıtma ürünleri yapan bir işletmede eşanjör üretim hattında Arena 10.0 programı ile simülasyon modellemesine dair bir çalışma yapılmıştır.	Oluşturulan modelin sistemi temsil ettiği doğrulandıktan sonra darboğaz olan istasyonlar belirlenmiştir. Sistem kapasitesini kısıtlayan darboğazları gidermek için üç alternatif çözüm önerilmiş ve günlük üretim miktarlarına etkileri açısından kıyaslanmıştır. Sonuç olarak darboğaz istasyonlarından biri olan presleme istasyonuna yeni makine yatırımı alternatifini uygun görülmüştür.
2012	Yiğit, A.M.	Bir ofis mobilya işletmesinin üretim sisteminin	Mevcut durumu yansıtan simülasyon modeli ile örnek bir talep oluşturulduğunda darboğazlar, kapasite ve üretim süreleri net bir

		analizi ve simülasyon ile modellenmesi	şekilde görülmüştür. İyileştirme için sunulan çözüm önerileri modele eklendiğinde darboğaz problemi ortadan kalkmış ve zaman tasarrufu sağlanmıştır.
2013	Dinçkan, M.	Özel sektörde faaliyet gösteren bir firmanın tedarik zinciri sürecini simülasyon yoluyla araştırmak, Micro Saint Sharp simülasyon programı ile modellemek ve iş süreçlerini iyileştirmek	Mevcut durumda manuel olarak yapılan ve zaman alan işler simülasyon uygulaması ile incelendikten sonra sipariş planlama sürecinin otomasyonu ile süreç iyileşmesi sağlanmıştır. Buna karşın yeniden yapılanma sonrası üretim miktarlarındaki artış üretim maliyetlerini ve toplam maliyetleri artırmıştır.
2014	Çörekçi, C.	Atölye tipi üretim sistemlerinde bir problem olan üretim planlama ve iş çizelgeleme için simülasyon ile zamana duyarlı olarak, kendini sürekli yenileyen dinamik bir model geliştirmek	Dinamik olarak gelen siparişlerin anlık olarak sıralanması ve üretilmesi sağlanmıştır. Bu sayede sürekli değişebilen dinamik bir çizelgeleme modeli oluşturulmuştur.
2014	Negahban, A., Smith, J.S.	2002 ile 2013 yılları arasında yayınlanan DES yayınlarının, özellikle üretimdeki uygulamalarına odaklanan bir inceleme.	290 makale incelenmiştir. Üretim planlama ve çizelgeleme, DES için en popüler uygulama alanı olarak bulunmuştur. Geniş bir yelpazede gelecekteki araştırma fırsatları sunan simülasyon optimizasyonu ve metamodelleme bu makalede tanımlanan yeni bir kategoridir. Simülasyonun bir veya daha fazla teknikle birleştirildiği hibrit yaklaşımların yükselişte olduğu ifade edilmiştir.
2016	Kaylani, H., Atieh, A.M.	Ürdün'deki büyük bir ilaç firmasında, araştırmacılara üretim programındaki değişikliklerin geçerliliğini değerlendirmek için güvenilir ve esnek bir yaklaşım sunmak amacıyla DES modeli tanıtımı	Önerilen metodoloji ilgili ilaç firmasındaki üç üretim tesisinde uygulanmıştır. Bu tesislerdeki aylık üretim programları analiz edilmiştir ve üretim gereksinimlerini karşılama kabiliyeti değerlendirilmiştir. Sonuçlar, aynı zamanda, bekleme sürelerinin kısaltılmasının, ya program dönemi boyunca makine kullanımının seviyelendirilmesiyle ya da daha az temizleme döngüsüne ihtiyaç duyulacak şekilde ürün sırasının dikkatli seçilmesiyle elde edilebileceğini göstermektedir.

2016	Yang, S., Arndt, T., Lanza, G.	Küçük ve orta ölçekli işletmelerde kullanıcılar tarafından esnek bir şekilde ayarlanabilen, farklı belirsizlikler altında farklı KPI'ları hızlı bir şekilde elde etmek için bir üretim sistemi simülasyonu oluşturulması ve daha sonra farklı KPI'lara göre üretim planlama ve kontrol parametrelerini optimize etmek için bir optimizasyon deneyi yapılması.	Farklı belirsizlikler altında potansiyel üretim planlama ve kontrol riskini ölçmek için bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Belirsizliği hesaba katan şirketler, daha kısa sürede daha uygulanabilir üretim planları tasarlayabilmekte ve üretim gereksinimlerini daha esnek bir şekilde yerine getirebilmektedirler Yapılan çalışmanın özellikle zamanında teslimat memnuniyeti alanında müşteri hizmetleri açısından fayda sağladığı görülmüştür.
2017	Doğan vd.	Kısa ömürlü ürünlerin müşteri, perakendeci ve üreticiden oluşan üç aşamalı tedarik yapısının stok seviyesi ve sipariş verme noktalarının simülasyon yardımıyla modellenmesi.	Çalışmada uygulanan 40 farklı senaryo sonucunda bir parametrede değişiklik olması durumunda sipariş verme noktası ve ürünlerin kalan ömrü için gerekli alt sınır değerlerinde önemli değişiklikler olduğu ve ürün ömrünün 1-2 gün bile uzamasının maliyete önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir.
2018	Şener, C.	Monte Carlo metodu yardımı ile Türk Hava Yolları ve American Airlines'a ait hisse senedi verileri incelenerek simülasyon modellemesi yapılmış, benzer taraflar ve ayrılan noktalar tespit edilerek, yatırımcının hangi yatırıma yönelmesinin daha rasyonel ve karlı olduğu saptanmaya çalışılmıştır.	Yapılan bu çalışma üzerinden bir yatırım kararı alınacak ise; her iki hisse senedinin kendi piyasaları içinde benzer dalgalanmaları yaşadıkları gözlemlenmiştir. Her iki koşulda da benzer durumlar sağlandığından yatırımda alınacak riskin ya da karlılık ve zarar oluşma durumlarının benzer olduğu gözlemlenmiştir.
2019	Masoud vd.	Emek yoğun tarımsal bitki üretim tesisinde optimum tesis yerleşim tasarımını ve kaynak tahsisini eşzamanlı olarak bulmak için simülasyon tabanlı bir optimizasyon uygulaması	Yeni bir sera fidanlığı tasarımına ilişkin bir vaka çalışmasına uygulandığında, sonuçlar, önerilen modelin işgücü, fayda ve amortize edilmiş maliyetler açısından potansiyel bir tasarruf sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.
2019	Tümenbatur, A.	Tarım-gıda bütünleşik tedarik zincirinin oluşturulması için önce zinciri oluşturan firmaların sisteme kabulü için AHP yöntemi ile	Program her denemede rasgele oluşturulan farklı sipariş sayısı ve miktarları ile çalıştırılmış ve dört dönem boyunca her talep bölgesi için karşılanan ve karşılanamayan sipariş miktarları

		değerlendirmesi yapılmıştır. Daha sonra LP yöntemiyle en uygun tedarik zincirleri belirlenmiştir. İkinci aşamada ise belirlenen tedarik zincirlerinin performanslarını ölçmek için simülasyon yöntemi kullanılmıştır.	hesaplanmıştır. Simülasyon modelinin geçerliliğini test etmek amacıyla 52 farklı deneme yapılmış ve modelin benzer değerlerde benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.
2019	Zhang vd.	Tesis yerleşimini ve üretim sürecini tasarlamak için simülasyon tabanlı bir yaklaşım önermek ve önerilen çerçevenin uygulanması için bir prosedür geliştirmektir. Ayrıca, operasyon performansını ve planlama maliyetini dengelemek için simülasyon uygularken matematiksel algoritmaları ve sezgisel yöntemleri bütünleştiren bir çalışma ortaya koymaktır.	Simülasyon yaklaşımına dayalı olarak, önerilen atölye düzeni ve üretim hattı programı değerlendirilmiştir. Atölye simülasyonunu 12 saat çalıştırarak, küçük atölyenin üretim verimliliği, ekipman kullanımı ve diğer istatistiksel bilgileri elde edilmiştir. İlgili simülasyon modeli inşaat öncesi yerleşim tasarımı aşamasına odaklanmaktadır. Önerilen yaklaşımın daha iyi tesis yerleşim tasarımı ve üretim planlaması hedefine ulaşabileceğini göstermektedir. Karar vermede matematiksel algoritmaların mı yoksa sezgisel yöntemlerin mi kullanılması gerektiğine karar vermenin bir yolunu önermektedir.
2020	Özcan, B., Yıldırak, E.	Ambalaj sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesinin ebat-ambalaj bölümünde mevcut durumun işleyişi Arena 14.0 programında modellenmiştir.	Oluşturulan çeşitli senaryolar birbirleriyle karşılaştırıldığında en iyi sonuç vereni yeni operatör ve makine tahsisinin birlikte olduğu durum olarak belirlenmiştir. Bu sayede çevrim süresi, makine ve operatör kullanım oranlarında, kuyrukta bekleme sürelerinde önemli azalmalar meydana gelmiştir ve çıkan parça sayısı artmıştır.

YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde "simülasyon" anahtar kelimesi kullanılarak yapılan araştırmaya göre 1959 tez kaydı bulunmuş olup, bu tezlerden 6 tanesi gıda alanındadır. Gıda alanında yapılan bu çalışmaların gıda üretim prosesleri/teknolojileri ile alakalı olduğu görülmüştür (Tablo 1). Science Direct veri tabanında "fruit, food, simulation, production, planning" anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan araştırmalarda ise çok sayıda akademik yayına ulaşılmıştır. Bu yayınların büyük bir kısmının gıda üretim teknolojileri ve gıda proseslerinde enerji tüketimi/verimliliği ile ilgili olduğu, bir kısmının da gıda üretim planlamasında çizelgeleme çalışmaları ile ilgili olduğu görülmüştür (Tablo 2). Gıda dışı sektörlerde simülasyon uygulamaları ile ilgili yapılan araştırma bulguları ise Tablo 3'de verilmiştir. Hazırlanan bu tez, gıda sektöründe işletmecilik bakış açısı ile üretim planlamayı ve kârlılığını incelemesi sebebiyle alanında bir ilk olma özelliği taşımaktadır.

Tablo 2. YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde Kayıtlı Gıda Alanında Yayınlanan Simülasyon Tezleri

TEZ NO	YAZAR	YIL	TEZ ADI (ORJİNAL/ÇEVİRİ)	TEZ TÜRÜ
625498	ATEKA AHMED ELMUSLİ	2020	Search on the production techniques of wheat and red lentil brans low calorie dietary fiber <i>Düşük kalori diyet lif üretimi teknikleri üzerine araştırma simülasyonu</i>	Yüksek Lisans
338381	MELTEM SOYDAN KARABACAK	2013	Finite element modelling and simulation of drying isotropic and anisotropic food samples <i>Sonlu elemanlar yöntemi ile yönlendirilmeyen ve yöne bağımlı besin örneklerinin kurutulmasının modellenmesi ve simülasyonu</i>	Doktora
56596	RIDVAN KÜÇÜK	1996	Simulation of an industrial spaghetti drying process with the data obtained in a batch system <i>Endüstriyel spaghetti kurutma sürecinin kesikli bir sistemden elde edilen verilerle simülasyonu</i>	Yüksek Lisans
657239	EZGİ SON	2021	Tavuk karkaslarında mikrodalga uygulama ile Campylobacter jejuni hedefli yüzey dekontaminasyon proses tasarımı için simülasyon çalışması	Yüksek Lisans

			<i>A simulation study for surface decontamination of chicken carcasses targeting Campylobacter jejuni using microwave processing</i>	
486824	ANIL ŞEKER	2017	Kefir ieeğinin biyoaktif bileşenlerinin in vitro gastrointestinal simülasyon ile belirlenmesi <i>Determination of bioactive components of kefir beverage by in vitro gastrointestinal simulation</i>	Yüksek Lisans
258923	RAHMİ UYAR	2008	Gıdaların soğutma simülasyonunda 3 boyutlu tarayıcıların ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği yazılımlarının kullanımı <i>Use of 3d scanners and computational fluid dynamics software in food processing simulation</i>	Yüksek Lisans

Tablo 3. Science Direct Veri Tabanında Yapılan Araştırma Bulguları

ANAHTAR KELİMELER	YAYIN YILI	YAZAR	MAKALE ADI
fruit, food, simulation, production, planning	2004	Reiner, G., Trcka, M.	Customized supply chain design: Problems and alternatives for a production company in the food industry. A simulation based analysis
	2011	Wang, Z., Hirai, S.	Modeling and estimation of rheological properties of food products for manufacturing simulations
	2013	Wu vd.	Analysis and simulation of continuous food frying processes
	2014	Sel, Ç., Bilgen, B.	Hybrid simulation and MIP based heuristic algorithm for the production and distribution planning in the soft drink industry
	2015	Ruan vd.	Mathematical modeling and simulation of countercurrent multiple effect evaporation for fruit juice concentration
	2018	Azmir vd.	Discrete particle simulation of food grain drying in a fluidised bed
	2019	Zeng vd.	A sustainable water-food-energy plan to confront climatic and socioeconomic changes using simulation-optimization approach
	2020	Remington vd.	Risk of shared equipment in restaurants for consumers with peanut allergy: a simulation for preparing Asian foods

2020	Honorato vd.	Temperature simulation and control in refrigerated storage chambers for fruit
2020	Angizeh vd.	Optimal production scheduling for smart manufacturers with application to food production planning
2020	Catalano vd.	Energetic analysis and optimal design of a CHP plant in a frozen food processing factory through a dynamical simulation model
2020	Papies vd.	Using consumption and reward simulations to increase the appeal of plant-based foods
2021	Lo'pez-Bernal vd.	A fruit growth approach to estimate oil content in olives
2021	Sun vd.	Simulation of light propagation in citrus fruit using monte carlo multi-layered (MCML) method
2021	Koulouris vd.	Applications of process and digital twin models for production simulation and scheduling in the manufacturing of food ingredients and products
2021	Yang vd.	A high accurate scheme for numerical simulation of two-dimensional mass transfer processes in food engineering

2.3. SİMÜLASYONUN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Simülasyon, bugün sistemde var olan koşulları anlamak ve what-if analizi yaparak daha iyi bir sistem tasarımı elde etmek için faydalı bir metodolojidir. Bu bağlamda simülasyonun birçok avantajı vardır. İlk olarak bir şirketin, modeli operasyonlarına uygulamadan önce tüm organizasyonu bir model olarak incelemesine izin vermektedir. Bu, şirketin gelecekte başa çıkması gereken darboğazları ortaya çıkardığı için önemli bir adımdır. Ek olarak, şirketin belirli hedeflere ulaşmak amacıyla organizasyonun ihtiyaçlarına ve sisteme uyum sağlamasına izin vermektedir. Şirketin modeli ne kadar iyi tasarlandığına, ne kadar iyi kullanıldığına ve tam kurulumdan önceki hazırlık düzeyine bağlı olarak, sistemi etkileyerek gelecekte meydana gelebilecek değişikliklere olumlu bir şekilde uyum sağlamasına imkan tanımaktadır. Simülasyon üretim sisteminin başarısını etkileyen çevre koşullarını göz önünde bulundurduğundan, başka herhangi bir yöntemle gösterilemeyen değişkenler arası etkileşimlerden hangisi(leri)nin sistem başarısını belirlemede etkin olduğunu belirlemede faydalıdır. Bu, daha fazla kaynak ihtiyacını, pazar talebindeki değişiklikleri, yeni iş istasyonlarının yaratılmasını ve personel görevlerindeki değişiklikleri içermektedir (Güray vd., 2001; Shannon, 1998).

Doğada olduğu gibi işletmenin kullanacağı kaynaklar da sınırlıdır. İşletmeler bir kez seçim yaptıktan sonra çoğu zaman bu kararları değiştirmek oldukça zahmetli olmaktadır. Bu sebeple kaynakların doğru ve verimli bir şekilde kullanımı büyük önem arz etmektedir. Simülasyon yöntemi de kaynak harcamadan olasılıkları keşfetmek, sorunları tespit etmek, planları canlandırmak, beklenmeyen değişimlere karşı tahmin yürütmek ve değerlendirebilmek için olanak yaratmaktadır.

Bütün bu yararlarının yanında simülasyonun bazı dezavantajları da vardır. Adımları önceden belirlenmiş bir üretim sürecinde simülasyon uygulaması oldukça mümkündür. Ancak böyle bir sistemi oluşturmak fazla zaman alabilmektedir. Önceki işlemler, uygulama için gerekli veri setinin

hazırlanmasında kullanılmaktadır. Verilerin toplanması ve analiz edilerek modelde kullanıma uygun birer data haline getirilmesi uzun vakit alabilmekte, uygun bir model bulmaya çalışırken bazı işletme verilerinin simülasyon modeline yerleştirilmesi zor olabilmektedir.

Simülasyon, analitik yöntemlere göre daha maliyetli ve uzmanlık isteyen bir yöntemdir. Deneyimsiz kişilerin çalıştığı durumlarda modele çok fazla detay eklenmesi, modelin geliştirilmesi sırasında çok fazla zaman harcanması gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Bunun dışında uygun olmayan verilerin veya varsayımların kullanımı modelin sonucunu yanıltabilmektedir. Birçok simülasyon çıktısı rasgele değişkenlerden oluştuğundan bir gözlemin sistem ilişkilerinin bir sonucu mu yoksa rastlantısal bir bulgu mu olduğunu değerlendirmek zor olabilmektedir (Krauth, 2010; Şimşek, 2016).

2.4. SİMÜLASYONUN UYGULAMA ALANLARI

Bir önceki konu başlığında değinildiği üzere simülasyon sağladığı yararlar ile birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibi örneklenebilir (Güray vd., 2011; Shannon, 1998; Banks, 1998):

- Üretim ve malzeme işleme – malzeme taşıma sistemleri, montaj ve üretim hatları, makine tasarımı ve yerleşimi, depolama ve stok sistemleri, üretim planlaması ve iyileştirilmesi, kaynak dağıtımı, stok ve analiz takibi, ücret politikası, pazarlama stratejileri, satış tahminleri, ulaştırma alternatifleri, işgücü planlaması vb. süreçlerinde kullanılmaktadır.
- Otomotiv endüstrisi – Dünyanın önde gelen otomotiv üreticilerinin tüm yeni ve değiştirilmiş üretim sistemi tasarımlarının ve yüksek maliyetli yeni ekipman satın alma kararlarının onaylanmadan önce simülasyon modellemesi ile doğrulanması bu uygulamaya verilebilecek en etkili örnektir.
- Lojistik ve taşımacılık sistemleri – Havayolu, liman nakliye, tren ve otobüs işlemlerinde ve dağıtım işlemlerinde kullanılmaktadır.

- Sağlık sektörü – Salgın hastalık kontrolü, biyomedikal çalışmalar ve biyolojik araştırmalarda kullanılmaktadır.
- Hizmet sektörü – Restoran ve eğlence tesislerinde servis tasarımlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.
- Kamuda – Askeri alanda (örneğin askeri taktiklerin planlanması, silah kullanımı; uçak, helikopter, uçuş ve silah sistemlerinin simülasyonu vb.), sağlık alanında (hastaneler ve tıbbi kliniklerde, ambulans sistem analizinde), itfaiye, polis servisi, karayolu tasarımı, trafik kontrolü, eğitim politikalarının belirlenmesinde vb. kullanılmaktadır.
- Bilgisayar ve iletişim sistemlerinde – Yazılım işlemcilerinde, bilgisayar ağları, veri tabanları, bilgi işleme, donanım ve yazılım tasarımı, değerlendirilmesi ve güvenliğinde; haberleşme sistemlerinin ve mesaj protokollerinin tasarımında kullanılmaktadır.
- Çevresel olarak – Su ve hava kirliliği, deprem ve doğal afet araştırmaları, madencilik, enerji sistemleri, tahıl üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında simülasyon tekniğinin tercih edilmesinin nedenlerini açıklamak ve simülasyonun uygulama alanlarına örnek verebilmek amacıyla aşağıda, bir önceki bölümde bahsedilen üretim planlama adımlarından biri olan çizelgeleme ile simülasyon mukayese edilmiştir (Banks, 1998).

- Çizelgeleme deterministik bir araçtır ve rastlantısallığı yani işlem adımları arasındaki olasılıksal yönlendirmeleri dikkate almamaktadır. Simülasyon ise olasılık dağılımlarını kullanmaktadır. Tek bir parametrede bile değişkenlik olduğunda simülasyon daha iyi bir alternatif olmaktadır. Örneğin bir montaj hattındaki montaj süreleri, bir montajdan diğerine değişiklik gösterebilmektedir.
- Çizelgeleme kısa vadeli planlama için tercih edilirken simülasyon, orta-uzun vadeli planlama için tercih edilmektedir. Mevcut çalışmalar da simülasyonun uzun vadeli tasarım ve planlama problemlerini ele almak için değerli bir araç olduğunu göstermektedir.

- Çizelgeleme sistemleri gerçek parti büyüklüğünü, ürün çeşitlerini ve adımlarını daha ayrıntılı göstermede daha elverişli iken simülasyon modelleri olasılıklı yönlendirme, ikincil ve ek kaynakların modellenmesinde daha elverişlidir.

2.5. SİMÜLASYONUN ELEMANLARI VE ADIMLARI

Simülasyon modelleri genel olarak aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır (Ersöz, 2019).

Değişkenler: Belirli durumlar için değişik değerler verdiğimiz unsurlardır. Simülasyon modelleri karar değişkenleri, bağımsız değişkenler ve bağımlı değişkenlerden oluşmaktadır. Karar değişkenleri, karar verici tarafından kontrol edilen ve sistemin performansına doğrudan etki eden değişkenlerdir. Bağımsız değişkenler, karar vericinin kontrol edemeyeceği rassal olaylardır. Bağımlı değişkenler ise karar değişkenlerinin ve bağımsız değişkenlerin değerlerini yansıtmaktadır.

İlişkiler: Sistem, alt sistem, değişkenler arasındaki bağlantılardır. Değişkenlerin aralarındaki ilişki matematiksel terimlerle açıklanmaktadır; böylece bağımlı değişkenler, karar değişkenleri ve bağımsız değişkenlerin herhangi değerleri için hesaplanabilmektedir.

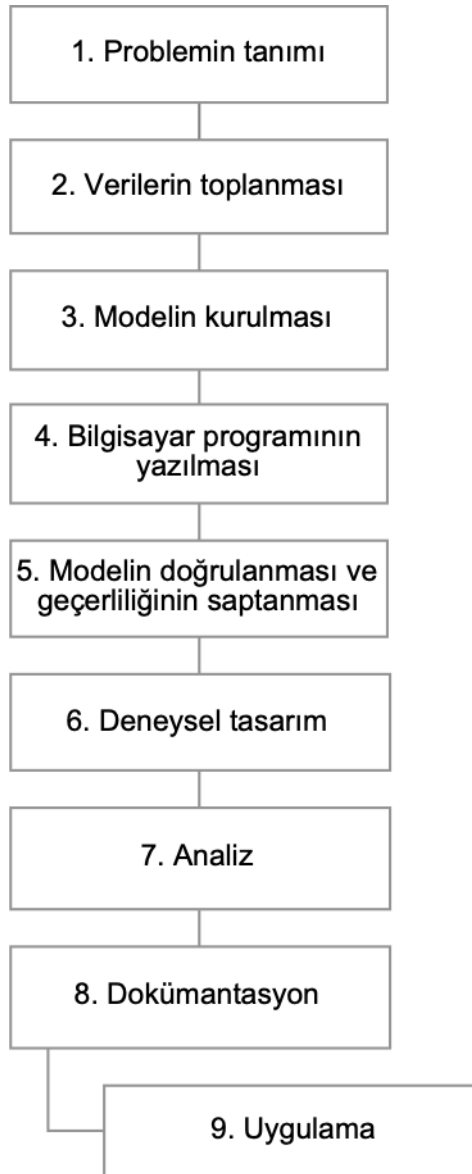
Parametreler: Analiz öncesinde belirlenen ve analiz boyunca sabit kalan değerlerdir.

Varsayımlar: Modelin çözümü için yapılan kabullerdir.

Kısıtlar: Değişkenlerin sayısal değerini sınırlandıran durumlardır.

Simülasyon çalışması temelde 9 adımdan oluşmaktadır. Şekil 2.1.'de gösterilen akış çizelgesine göre simülasyon çalışması ilk olarak problemin tanımlanması

ile başlamaktadır. Daha sonra amaç, çalışma planı ve performans ölçütleri belirlenerek üzerinde çalışılan sistemden gerekli veriler toplanmaktadır. Bu veriler aracılığı ile sistemdeki parçalar arasındaki ilişkiyi yansıtan matematiksel model kurulmaktadır. Oluşturulan model bilgisayar diline çevrildiğinde simülasyon modeli kurulmuş olur. Bu süreçte yoğun olarak kullanılan bilgisayar yazılımları; GPSS, GASP, SIMSCRIPT, AUTOMOD II, SIMULA, Simfactory II.5, Simgcript, Slam, Witness, Dynamo, SIMAN, Simul8, Arena, Flexsim ve ProModel'dir (Yıldız, 2010). Geçerleme aşamasında programın doğru çalışıp çalışmadığı çeşitli yöntemler ile test edilmektedir. Programın modeli temsil etmediği veya doğrulama yapılamadığı durumlarda program kodunda düzeltme yapılmaktadır. Deneysel tasarım aşamasında ise alternatif senaryolar, deneyin sayısı, modelin çalıştırma süresi ve deneyin tekrarlanma sayısı vb. belirlenmektedir. Deney tasarımı ile belirlenen koşullara göre model çalıştırıldığında modelin çıktıları elde edilmektedir. Önceden belirlenen performans ölçütlerine göre güven aralıkları belirlenmekte ve çıktılar üzerinde istatistiksel analizler yapılmaktadır. Çıktı analizindeki amaç, bir sistem için en iyi performans ölçüsünün güven aralığını oluşturmak ve birden fazla sistem için en iyi performans ölçütüne sahip olan alternatif sistemi belirlemektir. Çıktı analizinden sonra simülasyon sonuçları yazılı olarak raporlanmakta ve tüm dokümantasyon çalışmaları tamamlanmaktadır. Tüm aşamalar tamamlandıktan sonra simülasyon modeli reel uygulamalar için hazırdır.



Şekil 4. Simülasyon Çalışmasının Adımları (Konuk, 2010, s.128-132)

2.6. SİMÜLASYONUN ÇEŞİTLERİ

Simülasyon tekniği problem çözümünde kullanılan bir yöntemdir. Simülasyon tekniğinin problemlere yaklaşımı sistemin yapısına ve dolayısıyla bu yapıya bağlı olarak kurulacak modele göre değişiklik göstermektedir. Simülasyon; sistemin ve değişkenlerin özelliklerine göre farklı başlıklar altında incelenmektedir (Öztürk, 2004).

2.6.1. Statik Simülasyon

Statik simülasyon sistemin belli bir andaki gösterimidir. Zamanın önemli olmadığı modellerde kullanılmaktadır. Örnek olarak montaj hattı dengeleme veya torna makinelerinin çalışırken aniden durması verilebilir. Bu türde genellikle Monte Carlo simülasyonu kullanılmaktadır. İlk kez II. Dünya Savaşı sırasında atom bombasının geliştirilmesi ile ilgili problemlerde kullanılmıştır. Simülasyon parametrelerinin olasılık dağılımları ile belirleneceği varsayımına dayanmaktadır (Ersöz, 2019).

Monte Carlo metodunda düzgün dağılımdan rassal değişkenler elde edilerek ve uygun şekilde ilgili dağılıma taşınmaktadır. Yani simülasyon olaylarını yaratmak için rassal sayılar kullanan bir simülasyon sürecidir (Krajewski vd., 2014). Monte Carlo örnekleme bir simülasyondan ziyade olasılıklı simülasyon modelleri ile birleşik olarak kullanılan bir yöntem olarak da tanımlanmaktadır. Monte Carlo sisteminde herhangi bir matematiksel formül kullanılmadan, olasılık dağılımlarından ve tesadüfi sayılar tablosundan yararlanılarak çözüme ulaşılmaktadır (Ersöz, 2019).

2.6.2. Dinamik Simülasyon

Dinamik simülasyon modeli sistemin çalışma zamanına göre yapılan modellemedir. Bir banka için kurulan bir benzetim modelinin, sekiz saatlik bir çalışma zamanı dikkate alınarak çalıştırılması buna örnek olarak verilebilir (Ersöz, 2019). Kısaca zaman üzerinde gelişen sistemlerin gösterimini sağlayan simülasyon modellerine dinamik modeller adı verilmektedir (Winston, 1991).

2.6.3. Deterministik Simülasyon

Davranışı daha önceden kestirilebilen modellere deterministik model adı verilmektedir. Deterministik (belirli) simülasyon modeli rassal değişken içermemektedir; verilen bir 'Girdi' seti için bir 'Çıktı' seti vardır.

2.6.4. Stokastik Simülasyon

Deterministik simülasyon modelinin tersine davranışı daha önceden kestirilemeyen modellere ise stokastik modeller denmektedir. Stokastik (olasılıklı) simülasyon modeli bir veya birden fazla rassal değişken içermektedir. Bu benzetim modeli kullanılarak elde edilen çıktı rassal olup, tahmini bir sonucu ifade etmektedir. Kısaca olasılık içeren simülasyon modelidir. Örnek olarak bir havaalanında bekleyen uçaklar, bir tamirci tarafından tamir edilecek arızalı araçlar, bir bankamatikte bekleyen müşteriler olasılıklı simülasyon modeli olarak verilebilir (Ersöz, 2019). Bir zarın atışıyla üste gelen rakam, bir üretim sürecindeki kusurlu ürün sayısı, bir işletmenin ürünlerine olan talep miktarı stokastik modeller yardımıyla incelenebilir (Kadırlar, 2020).

Olayların bir zaman aralığında gözlemlenmesine süreç adı verilmektedir. Olasılıksal süreç, şans süreci, rassal süreç olarak da adlandırılan stokastik süreç, zaman içinde yinelenen birbiri ile ilişkili bu olaylar dizisinin olasılık kurallarına bağlı olarak modellenmesinde kullanılmaktadır. Stokastik süreçler, olasılık teorisinin 20. yüzyılda ortaya çıkan ve hızla gelişen bir bölümüdür. Günümüzde genetik, yöneylem araştırmaları, sigortacılık, jeoloji, finans, tıp gibi birçok alandaki problemlerin çözümüne yardımcı olmaktadır (Kadırlar, 2020).

Karşılaştırmak gerekirse deterministik modellerde sistem net bir şekilde tanımlanmaktadır. Buna karşın stokastik modellemede bazı olayların hangi olasılıklarla meydana geleceği hakkında farklı görüşler oluşturulabilmektedir (Pidd, 1990).

2.6.5. Sürekli Simülasyon

Sistem modellenmesiyle ilgili durum değişkenleri zaman içerisinde sürekli değişiyorsa veri elde edebilmek için oluşan değişimlerin sürekli gözlemlenmesi gerekmektedir. Bunu sağlayan model sürekli simülasyon modelidir. Bir barajda bulunan su seviyesinin zamana göre gösterdiği değişim, bir fabrikadaki

doğalgaz borusundan geçen gaz miktarının incelenmesi sürekli simülasyon modeline örnek verilebilir (Ersöz, 2019). Sürekli simülasyon yönteminin diğer tipik örneği dünya nüfusundaki hareketliliğin araştırılmasıdır. Sürekli simülasyon modelleri genelde, sistemin farklı elamanları arasındaki etkileşimin farklı diferansiyel denklemlerle ifade edildiği modellerdir (Taha, 2001).

2.6.6. Kesikli Simülasyon

Zaman içerisinde kesikli veya sayılabilir noktalarda sistemin temel değişkenlerinin değerleri değişime uğruyorsa bu sistemler kesikli sistemler olarak tanımlanmaktadır (Winston, 1991). Kesikli simülasyonda, sistem operasyonu kronolojik olay basamakları olarak tanımlanmaktadır (Yıldız, 2010). Örneğin hastanede hasta sayısı, sisteme yeni bir hasta geldiğinde veya hasta muayenesini tamamladığında değişmektedir.

Simülasyon mekanizması tek adımlı tekrarlı algoritmalara dayanmaktadır. Bunlar bir simülasyon adımından diğerine atlarlar ve şu anki durumdan sonraki durumu hesaplar. Her adımda tüm model değişkenleri taranır (Cros vd., 2006). Sistemde değişiklik meydana geldiği anda modeldeki olaylar tanımlanmış olur (örneğin müşterinin gelmesi ve gitmesi). Bu olaylar kesikli noktalarda meydana geldikleri için kesikli simülasyon ortaya çıkmıştır (Taha, 2001).

Kesikli ve sürekli simülasyon modelleri uygulamada önemli araçlar olmakla birlikte, kesikli simülasyon, yöneylem araştırması konularıyla yakınlığı açısından daha çok kullanılmaktadır. Aslında, kesikli modelin kuyruklar topluluğu olduğu belirtildiği için (müşterilerin bir kuyruğa dahil olması, hizmeti görüldükten sonra yerini terk etmesi gibi) kuyruk modelleriyle çok yakın ilişkidir (Taha, 2001). Bu durum literatür araştırması sırasında karşılaşılan çalışmalar ile doğrulanmıştır.

3. BÖLÜM

FİYAT DEĞİŞİMİNİN FİRMA KÂRLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR SİMÜLASYON UYGULAMASI

Bu bölümde, ürün seçiminde ve üretim planlamada simülasyon tekniğinden nasıl yararlanılabileceğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu amaçla bir meyve suyu konsantresi üretim firmasının verilerinden yararlanılarak, farklı varsayımlar ve senaryolar altında oluşturulan simülasyon tekniği ile çeşitli ürünler için yıllık beklenen kâr oranının hesaplanmasına ve bu doğrultuda üretim planının daha etkin bir şekilde yapılmasına olanak sağlayabilecek bir çalışma modeli geliştirilmektedir.

3.1. İŞLETME PROFİLİ VE MEVCUT DURUM

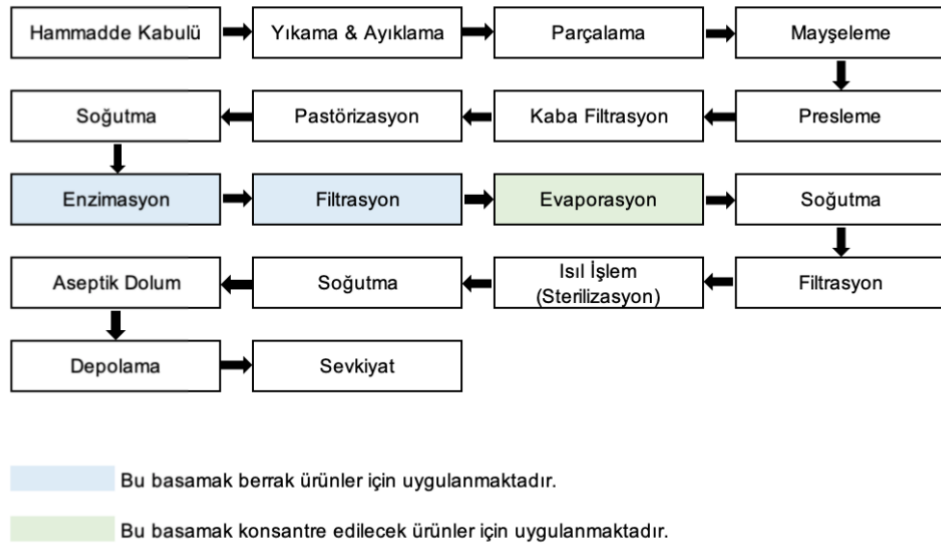
Bu uygulamaya veri sağlayan işletme, Türkiye'nin önde gelen meyve ve sebze konsantresi üreticilerinden olan firmanın kurulan son üretim tesisi olup, 500.000 m² alan üzerinde 17.000 m² kapalı alan içerisinde bulunmaktadır. Berrak ürünler, püre, kırmızı ürünler ve narenciye olmak üzere 4 ayrı üretim hattına ve günlük 4.000 ton meyve işleme kapasitesine sahiptir. Tank deposu, kuru ve donmuş depoları ile 10.000 ton ürün depolamaktadır. Ürettiği ürünlerin % 40'ı organik olup, Dünya'nın 60 ülkesinde 500 farklı müşteriye hizmet vermektedir.

İşletmede sürece göre yerleşim mevcut olup aynı işi yapan makineler bir arada toplanmıştır. Kesikli ve siparişe göre üretim yapılmaktadır. Üretim sırasıyla; ön hat, filtrasyon, evaporasyon ve dolum olmak üzere 4 ana birimden oluşmaktadır. Üretimde kullanılan temel hammadde taze meyve ve sebzedir.

Tablo 4. İşletmede Kullanılan Hammaddeler

Meyve ve Sebzeler				
Armut	Ayva	Domates	Elma	Erik
Havuç	Kayısı	Kiraz	Limon	Mandalina
Nar	Portakal	Şeftali	Üzüm	Vişne

Hammaddeye ve işlenecek son ürüne göre üretim basamakları farklılık göstermekle beraber genel olarak kamyonlarla işletmeye getirilen meyve ve sebze ilk olarak yıkama havuzlarına boşaltılır. Su kanallarında taşınırken kaba temizliğinin yapılması sağlanır. Daha sonra elle seçme yapılır, bu aşamada yabancı maddeler ve çürük meyveler ayıklanır. Üretime hazırlanan meyve ve sebzeler meyve dokusunu parçalayarak suyun ayrılmasını sağlayan enzimler ilave edilerek değirmen adı verilen makinelerde parçalanır. Mayşeleme denilen bu işlemde sonra elde edilen mayşe preslerde sıkılarak meyve/sebze suyunun tamamen ayrılması sağlanır. Elde edilen meyve ve sebze suyu içerisinde bulanıklığa neden olan maddeler, durultma ajanı adı verilen ürünler (bentonit, jelatin, kizelsol vb.) ile çöktürülür. Çöktürülen bu maddeler filtrasyon aşamasında (ultra filtrasyon) membranlarda tutularak uzaklaştırılır. Elde edilen berrak meyve suyu evaporatöre alınarak içerisindeki suyun istenen oranda uzaklaştırılması sağlanır yani meyve suyu daha yoğun kıvamlı konsantre haline getirilir. Elde edilen konsantreye ısı işlem uygulaması (sterilizasyon) yapıldıktan sonra soğutularak konik varillerin içerisinde yer alan aseptik torbalara dolum yapılır. Hazırlanan son ürünler, sevk edilene kadar uygun sıcaklıklarda depolanır.



Şekil 5. Yumuşak Çekirdekli Meyveler (Elma, Armut, Ayva vb.) İçin Örnek Üretim Akış Şeması

3.2. VERİ SETİNİN OLUŞTURULMASI VE DENEY TASARIMI

Bu çalışmada işletmede üretimi yapılan 12 farklı ürün ele alınmıştır. Kullanılan randıman, yardımcı malzeme kullanım miktarı ve birim fiyatları, işletme giderleri, ortalama birim satış fiyatları vb. veriler firmanın 2014-2019 yılları arasındaki yıl sonu raporlarından derlenmiştir. Hammaddeden son ürüne kadar gerçekleşen üretim basamaklarında maliyete en çok etkisi olan veriler 3 başlık halinde aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. Randıman

Meyve suyu konsantresi üretimindeki en önemli kısıtlardan biri, kârlılığı doğrudan etkileyen ve önceden net olarak bilinmesi mümkün olmayan randımandır. Randıman, 1 kg konsantre üretmek için kullanılması gereken meyve/sebze miktarını ifade etmektedir. Randıman iklim koşullarına bağlı sezonsal meyve kalitesi, makine kapasiteleri, hat/makine farklılıkları gibi pek çok önemli faktöre bağlı, değişkenlik gösteren bir parametredir. Örneğin; bir

kiraz sezonunda hasat edilen kirazların kabuğu çok ince olursa kasalarda ya da kamyonlarda istif yapıldığında kabukları patlayarak meyve, suyunu kaybedebilir; bu da 1 kg kiraz suyu konsantresi elde etmek için daha çok kiraz işlenmesi anlamına gelmektedir. Bu durumda randımanın sayısal değeri artar, randıman düşer. Ayrıca meyvenin suyunu sıkmaya yarayan pres makinelerinin basma gücü yani basıncı da randımanı büyük ölçüde etkilemektedir. Daha güçlü bir pres kullanıldığında meyveden daha çok su çıkarılabilmektedir. Kullanılan pres makinesinin cinsi ise randımanı dolaylı olarak etkilemektedir. Bant pres kullanıldığı durumlarda meyveyi işleyebilmek için su girdisi arttığından ürünün briksi (kuru madde oranı) düşmektedir. Son ürün briksine ulaşmak için de evaporatörde daha çok suyun uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu da daha çok enerji harcanmasına ve giderlerin artmasına neden olmaktadır.

Meyve suyu konsantresi üretiminde son ürünün kalite açısından müşteri spesifikasyonlarına uygunluğu kadar meyvenin randımanı da maliyetlere olan etkisi nedeniyle son derece önemli bir parametredir. Üretim süreçlerinde randımanı iyileştirmek, sayısal değerini küçültmek anlamına gelmektedir. Randımanın sayısal değerinin küçültülmesi, 1 kg son ürün elde etmek için kullanılacak hammadde (taze meyve/sebze) miktarının azaltılabilmesi ile mümkündür. Bunun yanı sıra dolaylı olarak makinelerin tam kapasite ile çalıştırılabilmesi, uygun makine/ekipman seçilmesi, meyve çeşidi ve kalitesi de oldukça önemlidir.

Bu tezde açıklanan simülasyon modellerinde randıman verisi bilinen olarak ele alınmıştır; bu bağlamda, rast gele sayı oluşturma yöntemiyle çok sayıda randıman değeri yaratılarak modelin gerçeğe yaklaştırılması hedeflenmiştir.

Rasgele sayılar simülasyonun yapı taşlarıdır. Tipik olarak, modelin gerektirdiği tüm rasgelelik, rasgele değişkenlerin bir dizisi olduğu varsayılan bir rasgele sayı üretici tarafından simüle edilmektedir. Bu rasgele sayılar normal, üstel, Poisson, iki terimli, geometrik, ayırık tekdüze vb. farklı olasılık dağılımlarından rasgele değişkenleri ve ayrıca çok değişkenli dağılımlar ile daha karmaşık

rasgele nesnelere simüle etmek için gerektiği şekilde dönüştürülebilmektedir (Banks, 1998). Rasgele sayılar ile probleme yaklaşım, uzun çalışma ve araştırmaların getirdiği zorluğu ve zaman kaybını ortadan kaldırmaktadır (Kaya, 2016).

Randıman veri seti oluşturulurken ele alınan 12 ürün için 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait randıman verileri içinden minimum (low) ve maksimum (high) değerler belirlenmiştir. Daha sonra sola dayalı üçgensel dağılıma (left-handed triangular distribution) göre ortalama (mean) değeri hesaplanmıştır. Yetkililer ile görüşülerek randıman verisinin düşüğe daha yakın olması kararlaştırıldığından sola dayalı üçgensel dağılım tercih edilmiştir.

Tablo 5. İncelenen Ürünler İçin Randıman Değerleri

Ürün Adı	Minimum (Min)	Ortalama (Mode)	Maksimum (Max)
1 ArSK	7,93	8,46	9,51
2 AySK	7,34	7,81	8,75
3 BÜSK	4,49	5,03	6,11
4 DPK	6,61	7,73	9,96
5 ESK	6,20	6,56	7,29
6 EP	0,91	1,05	1,32
7 KSK	4,74	4,86	5,11
8 NSK	8,53	8,82	9,39
9 NS	2,25	2,37	2,62
10 ŞPK	2,80	3,06	3,58
11 ŞP	1,08	1,25	1,60
12 VSK	4,11	4,50	5,28

Rasgele seçilecek sayının ağırlıklı olarak dağılımın sol tarafından seçilmesi istenmektedir. Çünkü alt sınır değerinin olasılığının daha yüksek olması

istenmektedir. Bunun işletmedeki anlamı daha az meyveden aynı oranda meyve suyu elde edilmesini sağlamaktır. İlgili ürünler için belirlenen minimum, maksimum ve ortalama randıman verileri kullanılarak MS Excel programında 2020 yılında gerçekleşmesi beklenen randıman değerleri =RandomTriangular(min,mode,max) formülü ile oluşturulmuş ve 2000 kez tekrarlanarak hesaplamının gerçeğe yakınlaştırılması sağlanmıştır.

Bu çalışmada maliyet hesaplamaları birim ürün üzerinden yapılmıştır. Bu amaçla 1 kg hammaddeden kaç kg son ürün elde edildiğini bulabilmek için "1/randıman" değeri hesaplanmıştır. Örneğin armut konsantresi için ortalama randıman değeri 8,46'dır (Tablo 3). Yani 8,46 kg armut kullanılarak 1 kg armut suyu konsantresi elde edilmektedir. Armut suyu konsantresi için 1/randıman değeri yaklaşık 0,12'dir. Yani 1 kg armuttan 0,12 kg armut suyu konsantresi elde edilmektedir.

3.2.2. Üretimde Kullanılan Yardımcı Malzeme Miktarları ve Birim Fiyatları

Bu çalışmaya veri sağlayan işletmede enzimasyon, durultma ve filtrasyon işlemlerinde kullanılan enzimler ve durultma ajanları ürüne göre spesifik ve son ürün maliyeti üzerinde etkili olduğundan hesaplamaaya dahil edilmiştir. Bu amaçla her bir ürün çeşidi için 1 kg son ürün üretmek için gerekli olan yardımcı malzeme miktarları üretim reçetelerinden sağlanmıştır. İlgili malzemeler için birim satın alma fiyatları işletme kayıtlarından temin edilerek 1 kg ürün üretiminde gerçekleşen yardımcı malzeme maliyetleri hesaplanmıştır.

Ancak meyve suyu konsantresi üretimi esnasında kullanılan paketlenme ve ambalaj malzemeleri her üründe standart olarak kullanıldığından ve kullanım miktarları birim ürüne göre çok az olduğundan maliyet hesabında etkisinin çok az olacağı varsayımında bulunulmuş, bu nedenle hesaplamaaya dahil edilmemiştir.

3.2.3. İşletme Giderleri

Personel, enerji, yakıt, ambalaj, yardımcı malzeme, bakım, amortisman ve diğer giderlere ait veriler yıl sonu KPI raporlarından temin edilmiştir.

2019 yılına ait işletme giderlerinin yıl sonunda üretilen toplam ürün miktarına oranlanması ile hesaplanan ve her ürün için sabit kabul edilen katsayının oluşturulan 1/randıman verileri ile çarpılmasıyla işletme maliyetleri hesaplanmıştır.

3.2.4. Birim Satış Fiyatları

Bu çalışmada ele alınan 12 ürüne ait 2019 yılı ortalama birim satış fiyatları TL/kg cinsinden elde edilmiştir. Ancak önceki 5 yıla ait satış verileri ortalama olarak USD/kg cinsinden elde edildiğinden 2014-2018 yıllarına ait yıllık ortalama dolar kurları ile çarpılarak TL/kg cinsine çevrilmiştir.

Son ürünün birim satış fiyatı da enflasyon, dolar kuru, müşteri beklentileri, pazar rekabeti gibi nedenlerden dolayı oldukça değişkenlik gösteren bir parametredir. Bu nedenle 2020 yılı için satış fiyatının belirlenmesinde farklı yaklaşımlar ele alınmıştır.

Bu çalışma, meyve suyu konsantresi alanında ürün seçimi ve üretim planlama problemlerinin çözümünde simülasyon uygulamasını incelemektedir. Çeşitli ihtimallerin incelenerek hangi üründen ne kadar kâr edileceğinin tahmin edilebilmesi, üretim planlaması yapılırken yol gösterici önemli bilgiler sunmaktadır.

Ürün bazında birim kârı hesaplayabilmek için satış fiyatına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada 2020 yılı için analiz yapılacaktır. Ancak 2020 yılına ait fiyat verileri bilinmediğinden bu değerlerin hesaplanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla 4 farklı yaklaşım ile 12 ürüne ait satış fiyatları belirlenmiştir. Yardımcı malzeme

maliyetleri ile işletme maliyetlerinin toplanması ile toplam maliyet hesaplanmıştır. Satış geliri ve toplam maliyet arasındaki fark alınarak satıştan elde dilecek kâr hesaplanmış ve tüm kâr verilerinin ortalaması alınarak beklenen ortalama kâr hesaplanmıştır.

3.2.4.1. Birinci Yaklaşım (Regresyon)

Regresyon analizi, aralarında ilişki olan ve biri bağımlı, diğer(ler)i bağımsız değişken(ler) olarak ele alınan ilişkinin matematiksel bir eşitlik ile ifade edilmesidir. Bulunan matematiksel eşitlikte bağımlı varsayılan değişken Y ile gösterilmekte ve açıklanan değişken olarak; bağımsız değişkenler X ile gösterilmekte ve açıklayıcı değişken olarak ele alınmaktadır. Regresyon analizi ile bilinen (bağımsız) değişkenler yardımıyla (bağımlı) değişkenin tahmin edilmesi sağlanmaktadır.

Regresyon analizi,

- Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmek veya bir diğer deyişle tahmin denklemini bulmak,
- Tahmin denklemini kullanarak bağımsız değişkenin belli bir değeri için bağımlı değişkenin alacağı değeri tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Regresyon analizinde elde edilen eşitlikte bağımsız değişken sayısı bir tane ise “basit regresyon”, iki veya daha fazla ise “çoklu regresyon” olarak adlandırılmaktadır. Değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiye dayanarak bir model kurulacaksa bu modele “doğrusal regresyon modeli” adı verilmektedir.

Seçilen örneklem için regresyon modeli;

$$\hat{Y} = a + b_{yx} * X$$

Burada,

\hat{Y} : tahmin edilen Y değeri

X: Y değişkenini tahminde kullanılan bağımsız değişken değeri

b_{yx} : (y'nin x'e göre) regresyon katsayısı

a: regresyon sabitini ifade etmektedir.

Burada 2014-2018 yıllarına ait tek bir ortalama birim satış fiyatı temin edilebildiği için bu yıllara ait her bir ortalama dolar kuru ile ayrı ayrı çarpılarak TL/kg cinsinden satış verileri elde edilmiştir. Aynı şekilde 2019 yılına ait ortalama birim satış fiyatı (USD/kg) 2019 yılı ortalama dolar kuru ile çarpılarak TL/kg cinsinden ilgili veriler elde edilmiştir.

Tablo 6. Yıllık Ortalama Dolar Kuru ve Ortalama Yıllık Enflasyon Verileri

Yıllar	Ortalama Dolar Kuru (USD/TL)	Ortalama Yıllık Enflasyon (%)
2014	2,19	8,85
2015	2,72	7,67
2016	3,02	7,79
2017	3,64	11,13
2018	4,83	16,22
2019	5,96	15,46

Tablo 7. İlgili Ürünler İçin Yıllık Ortalama Birim Satış Fiyatları

Ürün Adı	2014-2018 (USD/kg)	2014 (TL/kg)	2015 (TL/kg)	2016 (TL/kg)	2017 (TL/kg)	2018 (TL/kg)	2019 (TL/kg)
1 ArSK	1,30	2,84	3,53	3,92	4,74	6,28	9,75
2 AySK	1,40	3,06	3,81	4,23	5,10	6,76	11,00
3 BÜSK	1,45	3,17	3,94	4,38	5,28	7,00	9,41
4 DPK	1,10	2,41	2,99	3,32	4,01	5,31	6,47
5 ESK	1,10	2,41	2,99	3,32	4,01	5,31	7,71
6 EP	0,80	1,75	2,18	2,41	2,92	3,86	2,21
7 KSK	1,50	3,28	4,08	4,53	5,47	7,25	10,66
8 NSK	2,50	5,47	6,80	7,55	9,11	12,08	17,69
9 NS	1,20	2,62	3,26	3,62	4,37	5,80	8,17
10 ŞPK	0,80	1,75	2,18	2,41	2,92	3,86	3,29
11 ŞP	0,50	1,09	1,36	1,51	1,82	2,42	3,52
12 VSK	2,50	5,47	6,80	7,55	9,11	12,08	13,61

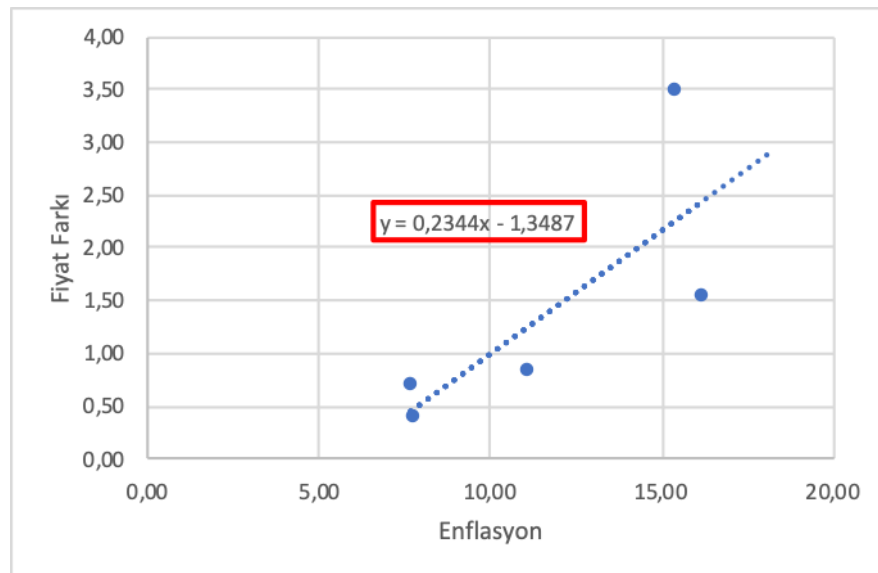
Ardışık iki yıl arasında satış fiyatı farkı ile yıllık ortalama enflasyon arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını görebilmek için korelasyon analizi yapılmış ve bu analiz için örnek olarak Armut Suyu Konsantresi incelenmiştir:

Öncelikle 2015-2018 yılları arasında enflasyon artışı ve satış fiyatı farkı verilerini içeren aşağıdaki veri setinde MS Excel uygulamasında =Korelasyon(dizi1;dizi2) formülü ile korelasyon katsayısı 0,77 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 12 ürün için ayrı ayrı hesaplandığında enflasyon artışı ve iki yıl arasındaki satış fiyatı farkı arasında genellikle yüksek düzeyde ilişki olduğu görülmüştür ($0,71 < r < 0,99$) (Köklü vd.,2006).

Tablo 8. Armut Suyu Konsantresi için Korelasyon Hesaplaması

		D	E
	Armut Suyu Konsantresi	Ort. Enflasyon (%)	Satış Fiyatı Farkı (TL)
19	2015-2014	7,67	0,69
20	2016-2015	7,79	0,39
21	2017-2016	11,13	0,81
22	2018-2017	16,22	1,54
23	2019-2018	15,46	3,48
24	2020-2019	11,46	?
	Korelasyon Katsayısı	=KORELASYON(D19:D23;E19:E23) =0,77	

Daha sonra yukarıdaki veri seti kullanılarak ort. enflasyon - satış fiyatı farkı grafiği çizilmiştir.

**Şekil 6.** Armut Konsantresi için Enflasyon-Satış Fiyatı Farkı Grafiği

Bu doğru denklemde x değeri enflasyonu, y değeri ise ardışık iki yıl arasındaki satış fiyatı farkını ifade etmektedir. Bu denklemde x değeri yerine 2020 yıl sonu enflasyon beklentisi değeri olan %11,46 (TCMB, 2020) yazılarak her ürün için 2019'dan 2020'ye geçerken ortalama birim satış fiyatlarındaki artış miktarı hesaplanmıştır.

Tablo 9. Armut Suyu Konsantresi için 2019-2020 Satış Fiyatı Artış Miktarı (TL)

		D	E
	Armut Suyu Konsantresi	Ort. Enflasyon (%)	Satış Fiyatı Farkı (TL)
19	2015-2014	7,67	0,69
20	2016-2015	7,79	0,39
21	2017-2016	11,13	0,81
22	2018-2017	16,22	1,54
23	2019-2018	15,46	3,48
24	2020-2019	11,46	$\hat{Y} = a + b_{yx} * X$ $\hat{Y} = -1,3487 + (0,2344 * 11,46)$ $\hat{Y} = 1,34$

Yukarıda yapılan hesaplamalar diğer ürünlere de uygulanarak, hesaplanan artış miktarları, bilinen 2019 ortalama birim satış fiyatlarına eklenerek 2020 yılına ait tahmini ortalama birim satış fiyatı hesaplanmıştır. 2019 ortalama birim satış fiyatı ile tahmini 2020 ortalama birim satış fiyatı arasında olacak şekilde rasgele sayılar oluşturularak 2000 adet veri elde edilmiş ve bu verilere karşılık gelen 1/randıman değerleri ile çarpılarak satış geliri verileri elde edilmiştir.

Tablo 10. Ardışık Yıllar Arasında Ortalama Birim Satış Fiyatı Farkları ve 2020 Yılı İçin Tahmini Ortalama Birim Satış Fiyatları

Ürün Adı	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	2020-2019	2020 Ort. Satış Fiyatı (TL/kg)
1 ArSK	0,69	0,39	0,81	1,54	3,48	1,34	11,09
2 AySK	0,75	0,42	0,88	1,66	4,24	1,53	12,53
3 BÜSK	0,77	0,43	0,91	1,72	2,41	1,21	10,62
4 DPK	0,59	0,33	0,69	1,30	1,15	0,79	7,26
5 ESK	0,59	0,33	0,69	1,30	2,40	1,03	8,74
6 EP	0,43	0,24	0,50	0,95	-1,65	0,11	2,32
7 KSK	0,80	0,45	0,94	1,78	3,42	1,43	12,09
8 NSK	1,33	0,75	1,57	2,96	5,62	2,37	20,06
9 NS	0,64	0,36	0,75	1,42	2,37	1,08	9,25
10 ŞPK	0,43	0,24	0,50	0,95	-0,57	0,31	3,60
11 ŞP	0,27	0,15	0,31	0,59	1,10	0,47	3,99
12 VSK	1,33	0,75	1,57	2,96	1,54	1,60	15,21

3.2.4.2. İkinci Yaklaşım (Sabit Artış)

2020 yılı tahmini ortalama birim satış fiyatlarının belirlenmesinde ikinci yaklaşım ise 2019 fiyatları üzerinden her ürün için sabit bir fiyat artışı olduğu ön görüşüne dayanmaktadır. Burada 12 ürün için de ortalama birim satış fiyatının yetkili kişilere danışılarak elde edilen 1 TL artış göstereceği varsayımına göre 2020 tahmini ortalama birim satış fiyatları belirlenmiştir. Birinci yaklaşımda olduğu gibi 2000 adet veri elde edilmiş ve bu verilere karşılık gelen 1/randıman değerleri ile çarpılarak satış geliri verileri elde edilmiştir.

3.2.4.3. Üçüncü Yaklaşım (Sabit Fiyat)

Üçüncü yaklaşımda ise 2020 yılı tahmini ortalama birim satış fiyatları bir önceki yıla göre sabit kaldığı varsayımı altında 2019 fiyatları ile aynı olacak şekilde işleme alınmıştır. Önceki yaklaşımlarda olduğu gibi buradan satış geliri verileri elde edilmiştir.

3.2.4.4. Dördüncü Yaklaşım (Belirsiz Fiyat)

Satış fiyatlarının tahmin edilmesinde son yaklaşımda ise bir başka rasgele sayı belirleme yöntemi kullanılmıştır. Burada 2019 yılı için bilinen ortalama birim satış fiyatları (USD/kg) 2019 yılı boyunca görülen minimum, maksimum ve ortalama aylık dolar kuru ile çarpılarak TL/kg biriminde veriler elde edilmiştir.

Tablo 11. 2019 Yılı Aylara Göre Dolar Kuru (USD/TL)

Aylar												Ort	Min	Max
O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A			
5,36	5,25	5,45	5,74	6,04	5,82	5,66	5,61	5,70	5,77	5,72	5,83	5,67	5,25	6,04
41	97	49	86	56	13	58	38	66	86	99	57	12	97	56

Bu veriler üçgensel dağılıma göre rast gele sayı belirlemede kullanılmıştır. 2019 yılında üçgensel dağılıma göre oluşturulan veri setinden rast gele sayılar belirlenerek 2020 yılı için ortalama birim satış fiyatı tahminleri yapılmıştır. Bunun için MS Excel programında =RandomTriangular(min,mode,max) formülü kullanılmıştır. Fiyatlar belirlendikten sonra diğer yaklaşımlarda olduğu üzere dördüncü yaklaşım için de satış geliri verileri hesaplanmıştır.

Tablo 12. 2019 Yılı Birim Satış Fiyatları

Ürün Adı	Ort. Fiyatı (USD/kg)	Min. Satış Fiyatı (TL/kg)	Ort. Satış Fiyatı (TL/kg)	Max. Satış Fiyatı (TL/kg)
1 ArSK	1,72	9,0467	9,7545	10,3984
2 AySK	1,94	10,2038	11,0021	11,7285
3 BÜSK	1,66	8,7311	9,4142	10,0357
4 DPK	1,14	5,9961	6,4652	6,892
5 ESK	1,36	7,1532	7,7128	8,222
6 EP	0,39	2,0513	2,2118	2,3578
7 KSK	1,88	9,8882	10,6619	11,3657
8 NSK	3,12	16,4103	17,6941	18,8623
9 NS	1,44	7,574	8,1665	8,7057
10 ŞPK	0,58	3,0506	3,2893	3,5064
11 ŞP	0,62	3,261	3,5161	3,7483
12 VSK	2,4	12,6233	13,6109	14,5094

Özetlenecek olursa bu tez çalışmasında bir meyve suyu konsantresi üretim tesisinde farklı senaryolar altında oluşturulan simülasyon modeli ile belirli ürünler için yıllık beklenen kâr oranı hesaplanarak etkin bir üretim planı hazırlanmasına katkı sağlanmıştır.

Bu bağlamda önce çalışılacak ürünler seçilmiştir. Bu aşamada geçmiş yıllara ait temin edilebilen veriler göz önünde bulundurulmuştur. Seçilen 12 ürün için randıman, 1/randıman, yardımcı malzeme giderleri, işletme giderleri ve birim satış fiyatları hesaplanmıştır. Randıman iklim koşulları, meyve kalitesi, makine/ekipman cinsi ve kapasitesi vb. etkenlere bağlı, değişkenlik gösteren ve belirsiz bir parametredir. Bu nedenle 2020 yılı için beklenen randıman değerleri 2014-2019 yıllarındaki randıman verileri temel alınarak üçgensel dağılıma bağlı

rassal sayılardan yararlanılarak oluşturulmuş ve daha sonra 1/randıman değerleri hesaplanmıştır.

Yardımcı malzeme giderleri hesaplanırken seçilen her ürün için farklı miktarlarda kullanılan enzim ve durultma ajanları temel gider kalemi olarak kabul edilmiştir. Her ürün için standart olarak kullanılan aseptik torba, varil, kapak, çember, palet gibi ambalaj malzemelerine ait giderler sabit olarak kabul edilmiş ve hesaplama dahil edilmemiştir.

İşletme giderleri personel, enerji, yakıt, ambalaj, yardımcı malzeme, bakım, amortisman ve diğer giderleri kapsamaktadır. İşletme maliyetlerini hesaplamak amacıyla 2019 yılına ait işletme giderlerinin yıl sonunda üretilen toplam ürün miktarına oranlanması ile hesaplanan ve her ürün için sabit kabul edilen katsayı belirlenmiştir. Bu katsayının oluşturulan 1/randıman verileri ile çarpılmasıyla işletme maliyetleri hesaplanmıştır.

Ürün bazında birim kârı hesaplayabilmek için 2020 yılında beklenen satış fiyatlarının hesaplanması gerekmektedir. Satış fiyatı mevcut veriler baz alınarak ön görülebilen ancak belirsiz bir parametredir. Bunun için satış fiyatlarının belirlenmesinde öne sürülen 4 farklı senaryo ile 4 farklı model üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Her bir senaryoda simülasyon modeli 2000 tekrarlı olarak çalıştırılmıştır. Birinci senaryoda regresyon analizi ile ardışık yıllar arasında ortalama birim satış fiyatı farkları ve 2020 yılı için tahmini ortalama birim satış fiyatları hesaplanmıştır. İkinci senaryoda sabit fiyat artışı olduğu varsayımı altında hesaplama yapılmıştır. Burada firma yetkilileri ile görüşülerek 2020 yılındaki satış fiyatlarında 2019 yılına göre 1 TL sabit fiyat artışı uygulanacağı ön görüşü dikkate alınmıştır. Üçüncü senaryoda 2020 yılındaki satış fiyatlarının bir önceki yıl ile aynı kalacağı varsayımı altında hesaplamalar yapılmıştır. Dördüncü senaryoda ise 2020 yılı satış fiyatlarının tamamen belirsiz olması varsayımı altında rassal sayılardan yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Satış verileri hesaplandıktan sonra yardımcı malzeme maliyetleri ile işletme maliyetlerinin toplanması ile toplam maliyet hesaplanmıştır. Satış geliri ve toplam maliyet arasındaki fark alınarak satıştan elde dilecek kâr hesaplanmış ve tüm kâr verilerinin ortalaması alınarak beklenen ortalama kâr hesaplanmıştır. Her bir senaryoya göre hesaplanan 12 ürüne ait 2020 yılı beklenen kâr verileri Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Senaryolara göre 2020 Yılı için Beklenen Ortalama Kâr (TL)

Ürün Adı	Senaryo 1 (Regresyon)	Senaryo2 (Sabit Artış)	Senaryo 3 (Sabit Fiyat)	Senaryo 4 (Belirsiz Fiyat)
1 ArSK	0,96	1,00	0,88	0,88
2 AySK	1,21	1,24	1,11	1,11
3 BÜSK	1,52	1,59	1,40	1,40
4 DPK	0,59	0,66	0,54	0,54
5 ESK	0,91	0,98	0,83	0,83
6 EP	0,14	1,01	0,09	0,09
7 KSK	1,87	1,93	1,73	1,72
8 NSK	1,87	1,85	1,74	1,73
9 NS	2,73	2,92	2,50	2,49
10 ŞPK	0,42	0,69	0,37	0,37
11 ŞP	1,27	1,85	1,09	1,08
12 VSK	2,64	2,69	2,47	2,47

4. BÖLÜM

BULGULAR

Bu çalışmanın yapıldığı gıda üreticisinin verileri 1 yıl süreyle toplanmış ve işlenmiştir. Bu işletmenin üretim prosesindeki kısıtlar ve üretilen her bir ürün için üretim teknolojisi gereği oluşan farklı maliyet kalemleri detaylı olarak incelenmiştir. Tüm bu inceleme sonuçları en doğru şekilde simülasyon modeline aktarılmıştır. Model oluşturulduktan sonra ele alınan her bir ürün için beklenen kâr analizi yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda her bir senaryoya göre hesaplanan 12 ürüne ait 2020 yılı beklenen ortalama kâr verileri Tablo 9'da verilmiştir. Buna ek olarak 2020 yılında gerçekleşen ortalama birim satış fiyatları göz önünde bulundurularak hesaplanan ortalama kâr verileri senaryoların sonuçları ile kıyaslamalı olarak Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Senaryolar Sonucu Elde Edilen Beklenen Ort. Kâr ile 2020 Gerçekleşen Ort. Kâr (TL)

Ürün Adı	Senaryo 1 (Regresyon)	Senaryo2 (Sabit Artış)	Senaryo 3 (Sabit Fiyat)	Senaryo 4 (Belirsiz Fiyat)	2020 (Gerçekleşen)
1 ArSK	0,96	1,00	0,88	0,88	1,23
2 AySK	1,21	1,24	1,11	1,11	0,78
3 BÜSK	1,52	1,59	1,40	1,40	1,78
4 DPK	0,59	0,66	0,54	0,54	0,50
5 ESK	0,91	0,98	0,83	0,83	1,04
6 EP	0,14	1,01	0,09	0,09	1,10
7 KSK	1,87	1,93	1,73	1,72	2,30
8 NSK	1,87	1,85	1,74	1,73	1,99
9 NS	2,73	2,92	2,50	2,49	1,48
10 ŞPK	0,42	0,69	0,37	0,37	0,57
11 ŞP	1,27	1,85	1,09	1,08	1,48
12 VSK	2,64	2,69	2,47	2,47	3,68

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir:

- Tüm senaryolarda beklenen ortalama kâr değeri en yüksek olan ürün berrak nar suyudur. Bu sonuç işletme genelinde hakim olan “en kârlı ürün nar suyudur” düşüncesini doğrulamaktadır.
- Beklenen ortalama kâr değeri en düşük olan ürün 1, 3 ve 4 numaralı senaryolara göre elma püresi iken 2.senaryoda domates püre konsantresidir.
- 1. ve 2. senaryo göz önünde bulundurulduğunda elma pürede görülen belirgin fark, 2020 yılı için ortalama satış fiyatını belirlemedeki yaklaşım farkından kaynaklanmaktadır.

- 2.senaryoya göre her bir ürün için 1 liralık fiyat artışı, 1.senaryoda enflasyon verilerinin dahil edilmesiyle hesaplanan fiyat artışına göre mantıklı bir yaklaşım olmaktan uzaktır. Bazı ürünlerin ortalama satış fiyatında 1 liradan daha az artış olması olasıdır.
- 3. ve 4. senaryoya göre hesaplanan beklenen ortalama kâr değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. 2020 yılı için ön görülen satış fiyatlarının 2019 satış fiyatları ile birebir aynı olması ve 2019 satış verileri içinden üçgensel dağılıma göre rasgele seçilmiş olması arasında belirgin bir fark yoktur. Bu durumda üçgensel dağılıma göre rasgele sayı oluşturma metodunun çok tekrarlı olacak şekilde uygulanmasının gerçek durumla uyumlu sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 15. Veri Setleri Arasında Korelasyon Katsayısı (r) Değerleri

Veri Setleri	r
Senaryo 1 ile 2020 Gerçekleşen	0,756689869
Senaryo 2 ile 2020 Gerçekleşen	0,758844151
Senaryo 3 ile 2020 Gerçekleşen	0,762330968
Senaryo 4 ile 2020 Gerçekleşen	0,763121221

- Her bir senaryonun sonucu 2020 yılında gerçekleşen durum ile pozitif yönlü bir ilişki içindedir ($0 < r < 1$) ve korelasyon katsayısının sayısal değerleri hemen hemen aynıdır. Bu sonuç senaryoların mantıksal bir çerçevede kurgulanması nedeniyle beklenen bir durumdur.

4.1. TEKRAR SAYISININ MODEL ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Çalışmanın bu aşamasında oluşturulan simülasyon modelinde tekrar sayısının sonuç üzerindeki etkisi incelenmektedir. Öncelikle birinci yaklaşıma göre kurulan ilk modelde 2000 olan tekrar sayısı 200000 olarak değiştirildiğinde beklenen ortalama kâr değeri üzerindeki etkisi Tablo 16'da verilmiştir. Burada görüldüğü üzere tekrar sayısının 100 katına çıkması sonuçlarda anlamlı bir değişikliğe sebep olmamaktadır.

Tekrar sayısının artırılması modelin gerçeğe yakınsamasını sağladığından önemlidir. Ancak kurulan simülasyon modeli, analiz sonucuna göre daha az tekrar sayısı ile çalıştırıldığında da gerçekçi sonuçlar vermektedir. Bu durum analizin daha hızlı yapılmasına dolayısıyla zaman tasarrufu ve kullanıcı kolaylığı sağlamaktadır.

Tablo 16. Birinci Yaklaşımına Göre Tekrar Sayısındaki Değişikliğin Ort. Beklenen Kâr Değeri Üzerine Etkisi

Ürün Adı	Beklenen Ortalama Kâr (TL)		
	<i>Tekrar Sayısı</i>	<i>2000 iken;</i>	<i>200000 iken;</i>
1 ArSK		0,9611	0,9602
2 AySK		1,2065	1,2066
3 BÜSK		1,5159	1,5164
4 DPK		0,5876	0,5861
5 ESK		0,9081	0,9078
6 EP		0,1432	0,1437
7 KSK		1,8703	1,8719
8 NSK		1,8694	1,8689
9 NS		2,7188	2,7283
10 ŞPK		0,4226	0,4228
11 ŞP		1,2726	1,2662
12 VSK		2,6439	2,6438

SONUÇ

Günümüzde artan müşteri talepleri, değişen çevresel koşullar ve gelişen teknoloji işletmeleri yoğun bir rekabete zorlamaktadır. Bu koşullarda kaynaklarını en iyi kullanan ve üretim süreçlerini en iyi planlayan işletmeler rekabet avantajı yakalayabilmektedir. Bu rekabet avantajını yakalamak için işletmeler süreçlerini gözden geçirmekte; fireyi azaltacak ve verimi artıracak yöntemlerle üretim proseslerini iyileştirmektedir. Bu gözden geçirme sürecinde, işleyen bir sistemin bilgisayar üzerinde modelini oluşturmak dikkat gerektiren bir süreçtir. Bu süreçte işletmenin ürettiği ürünleri, kullandığı hammaddeleri ve giderleri en doğru şekilde tespit etmesi gerekmektedir. Akabinde kurulacak modelin başarısı, verilerin olabildiğince gerçek verilerden oluşmasına dolayısıyla modelin gerçeğe yakın sonuçlar vermesine bağlıdır.

Simülasyon, sistem davranışlarını incelemek, sistemdeki değişkenler arasındaki ilişkileri ve/veya bir değişkenin diğer tüm değişkenler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla model üzerinde deneyler yapılmasına olanak sağlayan bir tekniktir. Diğer bir ifadeyle "... olursa ... ne olur?" sorusunun cevabını model üzerinde görmeye yardımcı olmaktadır (Yiğit, 2012). Simülasyon, alternatif senaryolar ile sistem üzerinde fizibilite çalışmaları yapılmasını sağlayarak yöneticilerin karar süreçlerine katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada fiyat esnekliğinin kârlılığa etkisi incelenirken gıda sektörü uygulama alanı ve simülasyon bir araç olarak seçilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre işletmeye ürün seçimi ve üretim planlaması ile kârlılığın artırılması bakımından aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Bir meyveden üretilecek farklı türdeki ürünler (örneğin; elma konsantresi ve elma püresi veya şeftali püresi ve şeftali püre konsantresi) müşteri talebine göre değil de stok için üretilecekse daha az kârlı olan ürün asgari düzeyde üretildikten sonra alınan meyvenin kalanı daha kârlı olan

ürünün üretimi için kullanılmalıdır. Bir örnek ile açıklamak gerekirse; nar sezonu boyunca alınacak narların, nar konsantresinden ziyade berrak nar suyuna işlenmesi işletmeye daha iyi bir getiri sunacaktır.

- İşletme herhangi bir meyve sezonu sonunda hedeflediği meyve miktarını işleyemezse yıl sonunda hedeflediği ciroyu tutturabilmek için sıradaki meyve sezonunda hangi randıman değeri ile meyve işlenmesi gerektiğini model sayesinde görebilir. Buna göre üretim hattında hedef randımanı sağlamak için gerekli iyileştirmeleri yapabilir.
- Yıl başında yapılacak farklı senaryo çalışmaları ile yıl genelinde üretim planlama süreçleri daha kontrollü bir şekilde gerçekleştirilebilir.
- İncelenen ürünlerin üretimi için gerekli ortak bir girdinin satın alma fiyatında gerçekleşecek bir değişikliğin kârlılığı nasıl etkileyeceği incelenebilir. Bu sayede satın alma süreçlerinde pazarlık avantajı elde edilebilir.
- Model geliştirilerek sabit gider olarak ele alınan personel, enerji vb. giderlerin kârlılık üzerindeki etkileri incelenebilir. Bu sayede üretimde yer alacak personel sayısının belirlenmesi, enerji giderlerinin azaltılması vb. problemler daha pratik şekilde çözümlenebilir.

Bu çalışmada verilerin standart hale getirilebilmesi için işletmede üretilen belli başlı ürünler ele alınmıştır. Ancak farklı ürünlerin üretimi de söz konusudur. İşletmede görev alan yetkin personelin bu konuda eğitilmesi ile diğer ürünler de modele dahil edilerek daha kapsayıcı bir çalışma yapılabilir. Modelde ele alınan ürün çeşitliliğini artırmak daha gerçekçi sonuçlar elde etmek için önemlidir.

Simülasyon tekniğinin kullanımı, çok yönlü ve karmaşık süreçleri ele aldığından kolay değildir. Sistemle ilgili problemlerin doğru bir şekilde tespit edilmesi ve modelin kurulması zaman alan ve maliyetli bir süreç olabilmektedir. Ayrıca çeşitli nedenlerle model kurulurken verilen kararlar sistemi birebir yansıtmayabilmektedir.

Çalışmanın sonucunda belirsizlik altında simülasyon gibi karar verme yöntemlerinin gerçek hayat problemleri üzerinde pek çok fayda sağladığı görülmüştür. Kurulan simülasyon modeli farklı sektörler ve farklı işletmelere uyarlanabilir olduğundan kullanıcılara esneklik sunmaktadır. Sonuç olarak sağladığı faydalar dikkate alındığında, simülasyon tekniğinin üretim ve karar verme süreçlerinin daha iyi yönetilmesine katkı sağladığı ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

- Acar, N. (1985). *Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları* (2. bs.). Ankara: MPM Yayınları
- Akyurt, İ.Z. (2010). *Üretim Sistemlerinin Planlanması* [Elektronik Sürüm]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi
- Al-Aomar, R. (2000). Product-Mix Analysis with Discrete Event Simulation. *2000 Winter Simulation Conference*, 2, 1385-1392.
- Banks, J. (Ed.). (1998). *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*. New York: John Wiley&Sons, Inc.
- Banks, J., Carson II, J.S., Nelson, B.L., Nicol, D.M. (2010). *Discrete-Event System Simulation* (5.bs.). New Jersey: Pearson Education
- Cros, M.-J., Garcia, F., Martin-Clouaire, R., Rellier, J.-P. (2006). *CIGR Handbook of Agricultural Engineering* (A.K. Yıldız, Çev.). S. Tarhan, M.M. Özgüven (Ed.). *Modelleme ve Simülasyon* (s. 118-133). Michigan, USA: ASABE.
- Çörekçi, C. (2014). *Atölye Tipi Üretimde Simülasyon Teknikleri ile Dinamik Çizelgeleme ve Atölye Simülasyonu*. Yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Demirdöğen, O., Güzel, D. (2009). Üretim Planlama ve İş Yükleme Metotları. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23 (4), 43-47
- Dinçkan, M. (2013). *Business Process Reengineering Via Simulation Technique and a Case Study*. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Doğan, İ. , Tekkeşin, A. , Kara, A. (2017). Kısa Ömürlü Ürünlerin Tedarik Zincirinin Modellenmesi ve Simülasyon Çalışması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (2), 605-618.

- Erokyar, E. (2008). *İşletmelerde Karlılık ve Karlılığı Etkileyen Faktörler*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Ersöz, F., (2019). *Benzetim ve Modelleme*. Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Frantzén, M., Ng, A.H.C., Moore, P. (2011). A simulation-based scheduling system for real-time optimization and decision making support. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27, 696-705.
- Graves, S.C. (2002). *Manufacturing Planning and Control*. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, Massachusetts, MA, USA.
- Güray, A., Ulusam, S. (2001). Ağaçışleri Sektöründeki Tek Kanallı Kuyruk Sisteminde Simülasyon Analizi Uygulaması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 7 (1), 117-124.
- Gürdoğan, N. (1981). *Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama ve Demirçelik Endüstrisinde Bir Uygulama*. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- IvyPanda. (2019). Simulation in Production Planning and Scheduling. Erişim: 30.03.2020, <https://ivypanda.com/essays/simulation-in-production-planning-and-scheduling/>
- Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L.K., Young, T. (2010). Simulation in Manufacturing and Business: A Review. *European Journal of Operational Research*, 203, 1–13.
- Kadılar, G.Ö., (2020). *Stokastik Süreçler ve R Uygulamaları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Karaöz, B. (2014). *Maden Üretim Planlaması ve Çizelgelemesi Üzerine Bir Tam Sayılı Programlama Örneği: Kar Maden Örneği*. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

- Kavcar, B. (2004). *Simülasyon Yöntemi Kullanılarak Yapılan Satış Tahminleriyle Satış Bütçesi Hazırlanması*. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kaya, A . (2016). Bir Üretim Sürecinin Simülasyon Yaklaşımı İle Çözümü Üzerine Araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (15) 1, 115-123.
- Kaylani, H., Atieh, A.M. (2016). Simulation Approach to Enhance Production Scheduling Procedures at a Pharmaceutical Company with Large Product Mix. *Procedia CIRP*, 41, 411 – 416.
- Konuk, F. (2010). *Simülasyon Tekniği ile Nakit Bütçesinin Oluşturulması ve Bir Uygulama*. Doktora tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Köklü, N., Büyüköztürk, Ş. & Çokluk Bökeoğlu, Ö. (2006). *Sosyal Bilimler için İstatistik*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Krajewski, L.J., Ritzman, L.P., Malhotra, M.K. (2014). *Üretim Yönetimi: Süreçler ve Tedarik Zincirleri* (S. Birgün, Çev.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Krauth, J. (2010). *Simulation Supports Production Planning and Scheduling*. Berlin: Sim Serv.
- Masouda, S., Chowdhurya, B.D.B., Sona, Y.J., Kubotab, C., Tronstadc, R. (2019). Simulation Based Optimization of Resource Allocation and Facility Layout for Vegetable Grafting Operations. *Computers and Electronics in Agriculture*, 163, 104845.
- Negahban, A., Smith, J.S. (2014). Simulation for Manufacturing System Design and Operation: Literature Review and Analysis. *Journal of Manufacturing Systems*, 33, 241–261.
- Özcan, B., Yıldırak, E. (2020). A simulation Study on a Production System. *Aksaray University Journal of Science and Engineering*, 4 (2), 172-186.

- Öztürk, L., (2004). *Monte-Carlo Simülasyon Metodu ve Bir İşletme Uygulaması*. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 116-122.
- Parthanadee, P., Buddhakulsomsiri, J. (2010). Simulation modeling and analysis for production scheduling using real-time dispatching rules: A case study in canned fruit industry. *Computers and Electronics in Agriculture* 70, 245–255.
- Pidd, M., (1990). *Computer Simulation In Management Science*. Chichester: John Wiley&Sons Ltd.
- Sarıaslan, H. (2014). *Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi*. Ankara: Siyasal Kitabevi
- Sarıaslan, H., Karacabey, A.A., Gökğöz, F. (2017). *Nicel Karar Yöntemleri*. Ankara: Siyasal Kitabevi
- Shannon, R.E. (1998). Introduction to the Art and Science of Simulation. *1998 Winter Simulation Conference*, 1, 7-14
- Şener, C. (2018). *Monte Carlo Simülasyonu ile Hisse Senedi Fiyat Tahminleri*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.
- Şimşek, G. (2016). *Üretim Süreçlerinin Simülasyon Yöntemi İle Yeniden Düzenlenmesi*. Yüksek lisans tezi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Taha, H.A., (2001). *Operations Research an Introduction*. İstanbul: Literatür Yayıncılık
- T.C. Merkez Bankası (6 Ekim 2020). Eylül Ayı Fiyat Gelişmeleri. Ankara: TCMB.
- Thomas, W., Oenoki, T., Altan, T. (2000). Process simulation in stamping– recent applications for product and process design. *Journal of Materials Processing Technology*, 98, 232-243.
- Tümenbatur, A. (2019). *Tarım-Gıda Bütünleşik Tedarik Zinciri Tasarımı: Domates Ürünü Uygulaması*. Doktora tezi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

- Türker, A. K., (2011). *Üretim Hizmetlerinde Simülasyon ve Arena*. Eskişehir: Kral Matbaası
- Winston, W.L., (1991). *Operations Research Application and Algorithms*. Boston: Kent Publishing Company
- Yang, S., Arndt, T., Lanza, G. (2016). A Flexible Simulation Support for Production Planning and Control in Small and Medium Enterprises. *Procedia CIRP*, 56, 389-394.
- Yelkenci, S., Tunalı, S. (2011). Eşanjör Üretim Hattında Simülasyon Kullanılarak Darboğaz İstasyonların Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi Özel Sayısı*, 445-450.
- Yıldız, A. (2010). *Benzetim Modellemesi İle Üretim Sistemlerinde Süreç Optimizasyonu ve Bir Uygulama Çalışması*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yılmaz, H. (2010). *Doğrusal Programlama Tekniği ile Üretim Planlamasının Mobilya Sektöründe Uygulanması*. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
- Yiğit, A.M. (2012). *Bir Ofis Mobilyası Üretim Sisteminin Simülasyon ile Analizi ve Optimizasyonu*. Doktora tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Zhang, Z., Wang, X., Wang, X., Cui, F., Cheng, H. (2019). A simulation-based approach for plant layout design and production planning. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10, 1217-1230.