

**İLERİ ÜRETİM PLANLAMA VE ÇİZELGELEME  
FAYDA ANALİZİ**

**YÜCEL EYÜPOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ MUSTAFA YANARTAŞ**

**DÜZCE, 2023**

**İLERİ ÜRETİM PLANLAMA VE ÇİZELGELEME  
FAYDA ANALİZİ**

**YÜCEL EYÜPOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ MUSTAFA YANARTAŞ**

**DÜZCE, 2023**

**T.C.**  
**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İLERİ ÜRETİM PLANLAMA VE ÇİZELGELEME FAYDA ANALİZİ**

Yücel EYÜPOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YANARTAŞ

Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Doç. Dr. Nilüfer YURTAY

Sakarya Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Remzi BAŞAR

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YANARTAŞ

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 28/07/2023

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim

28/07/2023

Yücel EYÜPOĞLU

## TEŐEKKÜR

Eğitim hayatımda bana katkı sağlayan tım hocalarım, bu tez çalıőmamı tamamlarken sizlerin değerli katkılarınızı unutmamak ve minnettarlığımı ifade etmek istiyorum. Eğitim hayatım boyunca bana rehberlik eden, bilgilerini ve deneyimlerini paylaőan her bir hocama teőekkür ediyorum. Tez yazım s¼recim boyunca benden desteğini esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YANARTAŞ'a özellikle teőekkür ediyorum.

Bu alıőma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve özellikle bana enerji veren sevgili kızım Mahinur'a teőekkür ediyorum.

**Temmuz 2023**

**Yücel EYÜPOĞLU**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİLLER LİSTESİ .....	8
TABLO LİSTESİ.....	9
KISALTMALAR .....	11
ÖZET .....	12
İLERİ ÜRETİM PLANLAMA VE ÇİZELGELEME FAYDA ANALİZİ.....	12
ABSTRACT .....	13
ADVANCED PRODUCTION PLANNING AND SCHEDULE BENEFIT ANALYSIS .....	13
<b>1.GİRİŞ .....</b>	<b>14</b>
1.1. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ .....	15
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI .....	16
1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	17
1.4. ARAŞTIRMANIN SAYILTI LARI.....	19
1.5. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI.....	20
<b>2. LİTERATÜR.....</b>	<b>22</b>
2.1. KKP TANIMI.....	22
2.1.1. KKP Tarihsel Gelişimi ve Sistem Kapsamı .....	22
2.1.2. KKP Kullanım Gereklere .....	29
2.2. ÜRETİM KAVRAMI .....	31
2.2.1. Üretim Türleri.....	32
2.2.2. Üretim Terminolojisine Ait Bazı Temel Kavramlar.....	33
2.3. ÜRETİM PLANLAMA VE ÜRETİM KONTROL KAVRAMLARI .....	35
2.3.1. Üretim Planlamada KKP Sistemlerinin Faydası .....	37
2.4. İLERİ ÜRETİM PLANLAMA VE ÇİZELGELEME .....	39
2.4.1. Sipariş Beklentileri Belirlenmesi.....	45
2.4.2. Ana Üretim Planlama .....	46
2.4.3. Üretim Simülasyonu .....	47
2.4.4. Üretim Çizelgeleme .....	48

2.4.5.	Avantajlar .....	50
2.4.6.	Zorluklar .....	51
<b>2.5.</b>	<b>ÜRETİM PLANLAMADA KULLANILAN LİNEER PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ.....</b>	<b>52</b>
<b>3.</b>	<b>YÖNTEM.....</b>	<b>57</b>
3.1.	ARAŞTIRMA MODELİ VE HİPOTEZ.....	57
3.2.	VERİ TOPLAMA ARACI.....	58
3.3.	VERİLERİN TOPLANMASI.....	60
3.4.	VERİLERİN ANALİZİ.....	61
<b>4.</b>	<b>BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>62</b>
4.1.	İŞLETME ANA ÜRETİM PLANLAMA BİLGİLERİ.....	62
4.2.	İŞLETME MALİYET VE GENEL BÜTÇE BİLGİLERİ.....	63
4.3.	İŞLETME DEPOLAMA BİLGİLERİ.....	64
4.4.	HAMMADDE TEDARİK BİLGİLERİ.....	65
4.5.	İŞLETME ATÖLYE VE TEZGAH BİLGİLERİ.....	68
4.6.	OPERASYON BİLGİLERİ .....	69
4.6.1.	Parça Bazlı Operasyon Süresi Tanımlamaları .....	73
4.7.	ÜRÜNLERİN TÜKETİM TABLOLARI BİLGİLERİ.....	76
4.8.	ÇALIŞMA MODELİ .....	79
4.9.	KISITLAYICILAR.....	79
4.10.	MODEL ÇÖZÜMÜ .....	86
4.10.1.	Çizelgeleme .....	87
<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>93</b>
5.1.	SONUÇ.....	93
5.2.	. ÖNERİLER .....	96
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>97</b>
<b>EK.....</b>	<b>.....</b>	<b>101</b>

# ŞEKİLLER LİSTESİ

## Sayfa No

Sekil 2.1.1. ERP Temel Modülleri ..... 25



# TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo.2.5.1. Doğrusal Planlama Literatür Tablosu .....	54
Tablo 3.3.1. MİP ve İÜPÇ Çıktıları Kıyas Tablosu.....	59
Tablo 4.1. İşletme AÜP Tablosu (Planlanan Üretim Miktarları Tablosu).....	62
Tablo 4.2. Maliyet ve Genel Bütçe Bilgileri .....	64
Tablo 4.3. Depo Adres Kapasitesi Bilgileri .....	65
Tablo 4.4. Hammadde Tedarik Miktarı Tablosu.....	65
Tablo 4.5. Atölye ve Tezgâh Kapasite Bilgileri.....	68
Tablo 4.6. M001 Ürünü Operasyon Bilgileri .....	69
Tablo 4.6.1. M002 Ürünü Operasyon Bilgileri .....	71
Tablo 4.6.3. M003 Ürünü Operasyon Bilgileri .....	72
Tablo 4.7.1. M001 Ürünü Alt Parçaları Tüketim Bilgileri.....	76
Tablo 4.7.2. M002 Ürünü Alt Parçaları Tüketim Bilgileri.....	77
Tablo 4.7.3. M003 Ürünü Alt Parçaları Tüketim Bilgileri.....	78
Tablo 4.9.1. Ürünlerin Hammadde Tüketim Bilgileri.....	83
Tablo 4.9.2. 3 Aylık Dönemde Tedarik Edilebilecek Miktar Karşılaştırma Bilgileri .....	83
Tablo 4.9.3. Hammadde Tüketim Adetlerine Göre Üretilbilir Ürün Bilgileri .....	84
Tablo 4.10.1. Model Çözüm Tablosu.....	86
Tablo 4.10.2. İÜPÇ -Model Çözüm Kıyaslamaları.....	87
Tablo 4.10.1.1. 1 Birim Üretim Miktarının Tezgahlardaki Yük Bilgisi (Saniye).....	89

Tablo 4.10.1.2. Maks-Z Fonksiyonu Üretim Miktarlarının Tezgahlardaki Yük Durumu (Saniye)	90
Tablo 4.10.1.3. Maks-Z Fonksiyonu Üretim Miktarlarının Tezgahlardaki Yük.....	91



## KISALTMALAR

<b>APICS</b>	American Production and Inventory Control Society
<b>APS</b>	Advanced Planning and Scheduling
<b>BT</b>	Bilişim Teknolojileri
<b>CRM</b>	Customer Relationship Management
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning
<b>İÜPÇ</b>	İleri Üretim planlama ve Çizelgeleme
<b>MRP</b>	Materials Resource Planning
<b>MİP</b>	Malzeme İhtiyaç Planlama
<b>MİPII</b>	Malzeme İhtiyaç Planlama II
<b>MİY</b>	Müşteri İlişkileri Yönetimi
<b>MPS</b>	Master Production Schedule
<b>TZY</b>	Tedarik Zinciri Yönetimi
<b>WEB</b>	Dünya Çapında Ağ

## ÖZET

### İLERİ ÜRETİM PLANLAMA VE ÇİZELGELEME FAYDA ANALİZİ

Yücel EYÜPOĞLU

Düzce Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YANARTAŞ

Temmuz 2023, 101 Sayfa

Bu tez çalışması, ileri üretim planlama ve çizelgeleme yöntemlerinin (İÜPÇ) incelenmesi ve değerlendirilmesi hedeflenmiştir. İleri üretim planlama ve çizelgeleme, işletmeler kaynakların etkin bir şekilde planlayarak üretim süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olan kritik bir uygulamadır. Çalışmada, literatür taraması ve saha araştırması yöntemleri kullanılarak İÜPÇ konularında mevcut yöntemler ve uygulamalar incelenmiştir. Saha araştırması kapsamında, örnek bir işletmenin üretim süreçleri ve mevcut planlama ve çizelgeleme uygulamaları analiz edilmiştir. İşletmenin üretim hedefleri, kaynak kısıtları, talep değişkenlikleri ve diğer etkenler göz önünde bulundurularak, uygun planlama ve çizelgeleme yöntemleri belirlenmiş ve fayda analizi yapılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, İÜPÇ konusunda ilgili araştırmalara yol gösterme ve işletmelere üretim süreçlerini optimize etme konusunda pratik bilgiler sunması öngörülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Üretim Planlama, İleri Üretim Planlama, Üretim Çizelgeleme, Malzeme İhtiyaç Planlama

# ABSTRACT

## ADVANCED PRODUCTION PLANNING AND SCHEDULE BENEFIT ANALYSIS

Yücel EYÜPOĞLU

Duzce University  
Graduate School of Education, Department of Management Information Systems  
Master of Science Thesis  
Supervisor: Dr. Instructor Member Mustafa YANARTAŞ

July 2023, 101 Pages

This thesis aims to examine and evaluate Advanced Production Planning and Scheduling (APS) methods. Advanced Production Planning and Scheduling is a critical application that assists businesses in optimizing their production processes by effectively planning resources. The study involves the use of literature review and field research methods to investigate existing methods and applications in the field of APS. Within the scope of field research, the production processes and current planning and scheduling practices of a sample company are analyzed. Considering the company's production objectives, resource constraints, demand variations, and other factors, suitable planning and scheduling methods are determined, and a benefit analysis is conducted.

The results of this study are expected to provide guidance for relevant research in the field of APS and offer practical insights to businesses on optimizing their production processes.

**Keywords:** Production Planning, Advanced Production Planning, Production Scheduling, Material Requirements Planning

## 1.GİRİŞ

İmalat sektörü, teknolojik ilerlemelerin, rekabetçi pazar koşullarının ve sürekli değişen müşteri taleplerinin etkisi altında dinamik bir yapıya sahip olmuştur. Bu koşullar altında, etkin bir üretim planlaması ve çizelgelemesi, özellikle karmaşık ve çok aşamalı üretim süreçlerinde, işletmelerin başarısı için hayati öneme sahip olmuştur. İÜPÇ, kurumsal kaynak planlama (KKP), İngilizce tanımıyla Enterprise Resource Planning (ERP) sistemleriyle entegre olup, verileri gerçek zamanlı olarak paylaşır ve günceller. İÜPÇ sistemlerinin amacı, tüm süreçler arasında daha iyi koordinasyon sağlayarak daha yüksek verimlilik, daha düşük maliyetler ve daha iyi müşteri hizmetleri sunmaktır. İleri üretim planlama ve çizelgeleme sistemleri işletmelerin karmaşık ve dinamik tedarik zinciri koşullarında daha hızlı ve daha etkin kararlar almasını sağlar.

İÜPÇ sistemleri teknolojileri, tedarik zinciri ve üretim süreçlerinin planlanması ve yönetilmesinde daha yüksek seviyede bir otomasyon ve entegrasyon sağlar. Bu sistemler, talep tahminleri, üretim planları, envanter yönetimi, hammadde ve bileşen tedariki, iş süreçleri çizelgelemesi ve birçok işlevi birleştirerek daha etkin ve uyumlu bir şekilde çalışmayı mümkün kılar. Süreçler arasında daha iyi bir koordinasyon ve entegrasyon sağlayarak, işletmelerin hızla değişen pazar koşullarına daha hızlı ve daha esnek bir şekilde yanıt vermesine olanak tanır.

Bu çalışma, imalat sektöründe İÜPÇ sistemleri teknolojilerinin kullanımının ve bu teknolojilerin işletme performansı üzerindeki etkilerinin kapsamlı bir incelemesi amaçlamaktadır. Bu çalışma, İÜPÇ sistemlerinin getirdiği faydaları ve İÜPÇ sistemleri çözümlerinin imalat süreçlerinin verimliliğini nasıl artırabileceğini göstermeye çalışılmıştır. Çalışma ile işletmelere İÜPÇ sistemleri uygulamalarının kullanımının, işletmelerin üretim planlaması ve bağlı süreçlerde üretim kontrolünü daha etkin bir şekilde nasıl kullanabileceklerine dair imalat sektöründe bulunan bir işletme üzerinden uygulamalı bir örnek çalışma yapılmıştır.

Birinci bölümde, çalışmanın özet fikrini sunulmuş araştırmanın problemi, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, araştırmanın sayıltıları ve araştırmanın sınırlılıkları

açıklanmıştır. İkinci bölümde, geniş kapsamlı literatür araştırması yapılmış, genelden özele gidecek şekilde, üretim, üretim planlama, ileri üretim planlama, üretim planlamada kullanılan lineer çözüm yöntemlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde, araştırmanın yöntemi, araştırmanın evreni ve örneklemeden, veri toplama araçlarından, verilerin toplanması ve verilerin analizinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde gerekli analizler ve elde edilen bulgular yer almaktadır. Beşinci ve son bölümde ise, araştırmanın sonuçlarına yer verilmiş, literatüre ve sektöre yönelik öneriler sunulmuştur.

### **1.1.ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ**

Üretim planlama ve çizelgeleme, işletmelerin üretim süreçlerini optimize etmek ve kaynakları verimli bir şekilde kullanmak için kritik bir faaliyettir. İşletmelerin talep değişkenliklerine uyum sağlamalarını, müşteri beklentilerini karşılamalarını ve rekabet avantajı elde etmelerini sağlamaktadır. Üretim planlama ve çizelgeleme konusunda birçok zorluk ve karar verme süreci bulunmaktadır. Bir işletme için doğru üretim planlama ve çizelgeleme yöntemlerini seçmek, işletmenin performansı ve karlılığı açısından kritik öneme sahiptir. Mevcut literatürde ve pratikte, bu konuda birçok farklı yaklaşım ve yöntem bulunmaktadır. İşletmeler, hangi yöntemlerin kendi özel ihtiyaçlarına ve kaynaklarına en uygun olduğunu bulmakta zorluklar yaşayabilmektedirler.

Bu çalışma, İÜPÇ fayda analizi üzerine odaklanmaktadır. Araştırmanın problemi, işletmelerin farklı üretim planlama metotları da olsa İÜPÇ yöntemlerinin avantajlarını ve dezavantajlarını anlamalarını sağlamaktır. Ayrıca bu yöntemlerin işletme performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve işletmelerin karar verme süreçlerini geliştirmek için fayda analizi yapılmaktadır. İşletmelere uygun ve etkili üretim planlama ve çizelgeleme yöntemlerini belirlemeleri için bir çerçeve sunmak amaçlanmaktadır. İşletmelerin bu yöntemlerin faydalarını ve maliyetlerini daha iyi anlamalarına ve kararlarını bilgi temelli bir şekilde almalarına yardımcı olmayı hedeflemektedir.

## 1.2.ARAŞTIRMANIN AMACI

Teknolojiye paralel olarak gelişen global piyasada işletmeler tüketicilere, tüketici isteklerine hızlı dönüş yapması gereksinimini doğurmuştur. Bu durum İşletmelerin teknolojik gelişmelere ve artan rekabet ile pazar ortamına da ayak uydurmasını zorunlu kılmıştır. Aynı fiyatlarda daha nitelikli ürünler ya da hizmetler geliştiren işletmeler tüketiciler için tercih edilecek seçenek olmaktadır. İşletmenin iyi ürün veya iyi hizmet satabilmesi için maliyetlerini minimize etmesi ve kaynaklarını kontrollü kullanması gerekmektedir. Bu bağlamda üretim planlaması işletmeler için önem arz etmektedir.

Üretim planlama müşteri memnuniyetini gerçekleştirmek için üretim kaynaklarının kullanım ve sınıflandırılmasını düzenleyen bir süreçtir. Üretim planlama kararları işgücü seviyesi, üretim kararlarının sıralanması ve işlerin tezgâh bazında planlanması gibi kararları içerir (Graves, 1999). Malzeme İhtiyaç planlama (MİP) İngilizce adı ile Materials Resource Planning (MRP), üretim planlamanın temel verilerini oluşturmaktadır. Bu temel veriler analiz edilerek üretim planlama ve üretim planlamanın alt süreçleri belirlenmektedir. Üretim süreçlerinde zaman yönetimi, performans ve verimliliklerin elde edilebilmesi için zamanının planlı ve en uygun şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın amacı, İÜPÇ'nin işletme için önemli ve faydalı bir üretim planlama faaliyet olduğunu savunmayı amaçlamaktadır. İÜPÇ, işletmenin üretim süreçlerini daha etkili ve verimli bir şekilde yönetmesini sağladığı, işletmenin kaynaklarını en iyi şekilde kullanarak üretim kapasitesini optimize ettiği, maliyetleri düşürerek, teslim sürelerini kısaltmasına ve müşteri memnuniyetini artırma amaçlarını hedeflemektedir.

İÜPÇ, işletmenin üretim faaliyetlerini belirli bir strateji doğrultusunda düzenleyerek, iş gücü, makine ve malzeme gibi kaynakları etkili bir şekilde planlamasını sağlar. Atıl kapasitenin azaltılmasına ve işletmenin üretim sürecinin daha verimli hale gelmesini amaçlamaktadır. İÜPÇ, talep değişkenliklerine ve pazardaki dalgalanmalara hızlı bir şekilde tepki verme yeteneği sağlayarak, işletmeyi rekabetçi tutar. Zamanında üretim ve teslimat, müşteri memnuniyetini artırırken, yanlış stoklama ve kaynak israfı gibi olumsuz etkileri minimize etme amacındadır.

Bu çalışma İÜPÇ fayda analizi incelerken, işletmenin performansına nasıl katkıda bulduklarını ve işletmelerin bu yöntemleri nasıl benimseyebileceğini araştırmayı

hedefler. Sonuç olarak, İÜPÇ işletmeler için stratejik bir avantaj sağlayabileceğini ve başarılı bir şekilde uygulanması durumunda işletmenin rekabet gücünü artırabileceğini savunulmaktadır.

### **1.3.ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ**

Günümüz işletmeleri, küresel rekabetin artmasıyla birlikte karmaşık ve dinamik süreçler üzere faaliyet göstermektedir. Bu durum, işletmelerin üretim süreçlerini etkin bir şekilde yönetmelerini ve kaynaklarını optimize etmelerini zorunlu kılmaktadır. İşletmelerin rekabet avantajını sürdürebilmeleri ve müşteri beklentilerini karşılayabilmeleri için etkin bir planlama ve zamanlama sürecine ihtiyaç duyulmaktadır. Gelişen teknoloji ile üretim planlama sistemleri de gelişmektedir.

İşletmelerin standart üretim planlama yöntemleri ile operasyonel yapıdaki birden çok ürün için kapasite bazlı üretim planlama yapması ve üretim plan tarihlerindeki değişikliklere anlık tepki vererek plan tarihlerini revize etme yeteneği kısıtlıdır. Bu aşamada İÜPÇ işletme kaynaklarını üretim planlama prosesleri içinde planlayarak üretim planlamada yaşanacak herhangi değişikliği anlık uygulayabilmekte ve çizelgeleme ile ön izleme ve karar vermeyi kolaylaştırmaktadır.

İşletmelerdeki iş süreçlerini teknolojiden yararlanarak uygulama kullanım alanında KKP uygulamaları endüstride hâkim durumdadır. Ancak İÜPÇ, KKP'nin planlama ve programlama yetkinliklerinin üzerinde özelliklere sahiptir. İÜPÇ sistemleri, potansiyel darboğazları inceler ve uygulanabilir, optimal planları bulmayı hedeflemektedir. İÜPÇ, mevcut KKP sistemlerini tamamlar, yerine geçmez. KKP sistemi, müşteri siparişleri, muhasebe vb. gibi temel işlemleri yönetir. İÜPÇ sistemi ise analiz, simülasyon ve karar desteği için işlem süreleri ve birkaç dönemi kapsayan verileri analiz eder. İÜPÇ 'nin sonlu malzeme ve kaynakları, dağıtım ve sevkiyat planlarını, üretim optimizasyonlarını ve asıl plan(kesin üretim tarihi verilme durumu) öncesinde farklı planlama senaryolarını "simüle" etme gibi örnekleri ele alır (Steger-Jensen vd., 2011).

Literatürde İÜPÇ ile alakalı yapılan bazı çalışmalara baktığımızda;

Göksungur (2004), çalışmasında ulaştırma problemleri modellemesinde İÜPÇ uygulaması özelliklerini kullanmıştır.

Chen ve Ji (2007), çalışmalarında karma tamsayı programla modeli hesabı için İÜPÇ özelliklerinden faydalanmıştır. Bu çalışmanın merkezinde İÜPÇ vardır.

Lin, Hwang ve Wang (2007), çalışmalarında İÜPÇ uygulaması özellikleri üzerine yeni çalışmalar başlığı altında araştırmalar yapmıştır.

Alican (2009), çalışmasında gıda sektöründe üretim planlamada raf ömrünün hesaba katılması ile alakalı çalışmasında İÜPÇ uygulamasından faydalanmıştır.

Özlu (2015), çalışmasında sandalye üretimi yapan bir işletmenin üretim planlamanın ileri evrelerinde İÜPÇ uygulamasını kullanmıştır.

Zhong, vd., (2015), çalışmasında RFID'li sistemlerde İÜPÇ uygulaması üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Pınarbaşı ve Alakaş (2020), yapmış oldukları çalışmada personel görev çizelgeleme işlemleri için İÜPÇ'nin çizelgeleme özelliğine başvurmuşlardır.

Aydoğdu (2020), çalışmasında endüstri 4.0 uygulaması için çizelgeleme problemlerinde İÜPÇ uygulaması çizelgeleme özelliklerini kullanmıştır.

Literatür üzerinde İÜPÇ ile yapılan çalışmalar tarandığında çok sayıda çalışmaya ve çok sayıda sektörde kullanımına rastlanmaktadır. Literatürdeki ve sektördeki bu çalışmalar İÜPÇ uygulamasının önemini göstermektedir.

İÜPÇ, işletmelere üretim süreçlerini entegre bir şekilde planlama ve yönetme imkânı sunan gelişmiş bir uygulamadır. Araştırma, İÜPÇ sistemlerinin işletmeler üzerindeki etkisini anlamak, bu sistemlerin avantajlarını ortaya koyarak işletmelere rekabet avantajı sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın önemi ile alakalı sebeplere bakacak olursak birkaç açıdan ele alabiliriz,

İlk olarak, İÜPÇ sistemleri işletmelerin verimliliklerini artırarak işletme maliyetlerini düşürebilir. Bu sistemler, üretim süreçlerini optimize ederek zaman kaybını azaltır, stok seviyelerini en aza indirir ve makine kullanımını optimize eder. Bu da işletmelerin daha etkili bir şekilde kaynaklarını kullanmalarını ve üretim maliyetlerini düşürmelerini sağlar.

İkinci olarak, İÜPÇ sistemleri işletmelere esneklik ve hız kazandırır. Değişken pazar koşullarında, talep istikrarsızlıklarında veya üretim planlarında değişiklikler olduğunda,

İÜPÇ sistemleri bu değişikliklere hızlı ve etkili bir şekilde uyum sağlar. Bu da işletmelere daha hızlı tepki verme yeteneği kazandırır ve müşteri taleplerini karşılamada başarılı bir müşteri memnuniyeti sunar.

Üçüncü olarak, İÜPÇ sistemleri işletmelerin tedarik zinciri yönetimini iyileştirir. Bu sistemler, tedarikçilerle ilişkileri güçlendirir, malzeme tedarikini optimize eder ve lojistik süreçlerini yönetir. Bu sayede işletmeler, stok dengesini sağlama, müşteri taleplerine hızla yanıt verme ve tedarik zincirindeki verimliliği artırma konularında avantaj sağlar.

Son olarak, İÜPÇ sistemleri işletmelerin karar verme süreçlerini destekler. İşletme yöneticileri, İÜPÇ sistemlerinin sağladığı analitik ve tahmin özellikleri sayesinde daha iyi kararlar alır, veri tabanlı analizler, işletmelerin gelecekteki talepleri, üretim kapasitesini, kaynak kullanımını ve diğer kısıtları daha iyi anlamalarına yardımcı olur.

Tüm bu özellikler, İÜPÇ sistemlerine yönelik araştırmanın önemini vurgulamaktadır. İşletmelerin rekabet avantajı sağlamaları ve sürdürebilmeleri için bu sistemlerin potansiyelini anlamak ve etkin bir şekilde kullanmak büyük bir önem taşımaktadır. İÜPÇ işletmelere bu sistemlerin getireceği avantajları ve dezavantajları değerlendirmelerine yardımcı olabilir ve işletmelerin daha etkili bir kapasite planlama ve zaman kontrolüne sahip olmalarını sağlayabilir. Araştırma ile işletmelere İÜPÇ sistemlerinin uygulanması ile alakalı rehber olabilir.

#### **1.4.ARAŞTIRMANIN SAYILTILARI**

Araştırma Sayıltılarını maddeler halinde sıraladığımızda;

- Araştırma için görüşme yapılan üretim planlama ve maliyet muhasebesi personellerinin çalışma için sorulan soruları doğru anladıkları,
- Araştırma için görüşme yapılan üretim planlama ve maliyet hesaplaması yapan personelin çalışmanın ciddiyetinde oldukları ve ona göre cevaplar verdikleri
- Doğrusal planlama yöntemi ve sonrasında tezgahlara süre bazlı yükleme yapılarak çizelgeleme yapılması yöntemlerinin yeterli seviyede olduğu varsayılmıştır.

## 1.5.ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Yapılan bu çalışmada bazı sınırlılıklarla vardır. Bu sınırlılıklar araştırmanın genel geçerliliğini etkileyebilmekte ve sonuçların yorumlanmasını kısıtlayabilmektedir.

Kjellsdotter ve Rudberg (2007), yapmış oldukları ileri üretim planlama ile alakalı çalışmalardan yapılan çıkarımlara göre İÜPÇ araştırmalarının potansiyel sınırlılıkları:

- **Örneklem Seçimi:** İÜPÇ sistemiyle ilgili araştırmalar genellikle belirli bir sektörde veya işletme örneğinde gerçekleştirilir. Bu durum, elde edilen sonuçların genellemeler yapılmasını sınırlandırabilir. Farklı sektörlerde veya işletme türlerinde farklı sonuçlar elde edilebilir. Örneklem seçiminin kısıtları araştırmanın sonuçlarının evrensel bir şekilde uygulanabilirliğini sınırlandırabilir.
- **Veri Erişimi ve Kalitesi:** İÜPÇ araştırmaları, genellikle işletmelerin kendi verilerine dayanır. Veri erişim sınırlamaları, bazı işletmelerin özel verilerini paylaşmaması veya verilerin eksik veya hatalı olması gibi nedenlerle ortaya çıkabilir. Bu durum, araştırmacıların genel geçerli sonuçlar elde etmekte zorluklar yaşamasına ve veri analizinde güvenilirliği etkileyebilmektedir.
- **Dış Değişkenlerin Etkisi:** İÜPÇ sistemlerinin etkinliğini ve performansını değerlendiren araştırmalar, işletmelerin dış çevre koşullarından etkilenebilir. Ekonomik, politik veya pazar koşullarındaki değişiklikler, elde edilen sonuçların geçerliliğini ve uygulanabilirliğini etkileyebilir. Bu nedenle, araştırmaların sonuçlarının zaman içinde değişebileceği ve belirli bir döneme özgü olabileceği unutulmamalıdır.
- **Uygulama Zorlukları:** İÜPÇ sistemlerinin işletmelerde uygulanması bazı zorluklarla karşılaşabilir. Bu zorluklar, teknolojik altyapı gereksinimleri, organizasyonel değişim yönetimi, çalışanların eğitimi ve uygulamayı kabul süreci gibi faktörleri içerebilir. Araştırma, bu uygulama zorluklarını tam olarak ele alamayabilir veya bu faktörlerin sonuçlara olan etkisini

tam olarak analiz edemeyebilir.

- Gelecekteki Gelişmeler: İÜPÇ sistemiyle ilgili araştırmalar, mevcut teknolojik ve işletme trendlerine dayanır. Ancak, gelecekteki gelişmeler ve yenilikler, İÜPÇ sisteminin performansını etkileyebilir ve araştırmanın sonuçlarını geçerliliğini azaltabilir. Araştırma sonuçları, hızla değişen işletme ortamında güncelliğini yitirebilmektedir.

Bu sınırlılıklar, İÜPÇ sistemiyle ilgili yapılan araştırmamızın sonuçlarının yorumlanmasında dikkate alınmalıdır. Bu sınırlılıkları açıkça tanımlamalı ve araştırma sonuçlarının genel geçerlilik derecesi tartışılmalıdır. Aynı zamanda, gelecekteki araştırmalarda bu sınırlılıkların üstesinden gelmeye yönelik çalışmalara odaklanmak da önem arz etmektedir.

## 2. LİTERATÜR

Günümüzde işletmeler, rekabet avantajını korumak ve operasyonel etkinliği artırmak için entegre KKP sistemlerini benimsemektedir. Bu sistemler, üretim planlaması dahil tüm iş süreçlerini tek bir platformda entegre ederek verimliliği artırmakta ve kaynakları optimize etmeye yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda, KKP'nin üretim planlamadaki rolü giderek daha önemli hale gelmektedir.

### 2.1.KKP TANIMI

Bir organizasyonun tüm departmanlarını ve iş süreçlerini tek bir entegre sistem altında birleştiren bir yazılım uygulamasıdır. KKP, bir şirketin kaynaklarını (insan kaynakları, finansal kaynaklar, üretim kaynakları, tedarik zinciri, müşteri ilişkileri vb.) etkin bir şekilde yönetmeyi sağlar ve verimliliği artırır (Perçin, 2013). KKP sistemleri, farklı departmanlardaki verileri merkezi bir veri tabanında toplayarak bilgi akışını iyileştirir ve tüm organizasyonun aynı verilere erişmesini sağlar. Bu da karar alma süreçlerini hızlandırır, iş birliğini artırır ve veri tutarlılığını sağlar. KKP'nin temel avantajları arasında iş süreçlerinin entegrasyonu, verimlilik artışı, maliyet tasarrufu, veri bütünlüğü, raporlama ve analiz imkanları, stok ve envanter yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi gibi konular bulunur (Sönmeztürk, 2008).

KKP sistemleri, büyük ölçekli şirketlerden küçük ve orta ölçekli işletmelere kadar birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler, işletmelerin rekabet gücünü artırmak ve operasyonel süreçleri iyileştirmek için önemli bir araçtır.

#### 2.1.1. KKP Tarihsel Gelişimi ve Sistem Kapsamı

KKP sistemlerinin gelişimi süreci, zamanla teknolojik ve işletme ihtiyaçlarına uyum sağlamak amacıyla farklı dönüşüm ve gelişimler göstermiştir. 1960'larda bilgisayarlar kullanılmaya başlandığında, işletmeler envanteri takip etmek, malzeme sipariş etmeye yardımcı olmak ve ürünleri üretmek için uygulamalar geliştirmeye başladı. Envanter kontrolü yapmak isteyen işletmeler, organizasyonlarının operasyonel tarafını sistematik

olarak yürütmenin ilk adımını atmışlardır. 1970'lerde, kuruluşların üretimi, satın almalarını, üretim ve satış tahminleri ve planlamalarını sağlamak için Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) uygulamaları tanıtılmıştır. Bu dönemde KKP uygulaması geliştiren öncü İşletmeler doğmuş ve uygulama geliştirmişlerdir. İşletme genel giderlerini azaltmak için KKP uygulaması geliştiricileri tarafından işletmelere MİP uygulamalarını çizelgeleme, gelişmiş üretim raporlaması ve MİP-II olarak bilinen ileri çizelgeleme içerecek şekilde geliştirmeler yapılmıştır. Karar vericilerin envanter ve üretim seviyelerinin daha iyi görünürlüğünü sağlamasını sağlayan kurumsal uygulamalarla. Kuruluşlar da kendilerini rakiplerinden ayırmak için bu uygulamalara yönelmişlerdir. 1990'larda pazarın daha rekabetçi hale gelmesiyle birlikte, büyük KKP uygulaması geliştiricileri rekabet avantajı aradılar ve organizasyonun operasyonel kısmını İşletmenin muhasebe alanıyla bütünleştiren uygulamalar yayınlamaya başladılar. 2000'li yıllarda internet özellikli KKP sistemleri geliştirilmiş ve KKP uygulama pazarında hizmet veren birçok işletme oluşmuştur (Goldston, 2020).

Kurumsal Kaynak Planlaması isminin tarihine baktığımızda, 1970'lerin ve sonrasında Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) gibi kavramların yerini alan kurumsal bilgi işlem için bütünleşmiş sistemler için genel bir terimdir. 1980'lerin Üretim Kaynakları Planlaması (MİP II). KKP projeleri temel olarak bu sistemlerin uygulanmasını temsil eder. Bu sistemler, belirli bir teknolojik platformda işletmenin tercih ettiği iş modeline uyacak şekilde seçilebilen süreç seçenekleri açısından bir dizi işlevsel yetenek sağlayan KKP yazılımında somutlaştırılmıştır (Teltumbde, 2000).

KKP sistemlerinin gelişimi, basit stok yönetim sistemlerinden MİP sistemlerine, ardından MİP II sistemlerine doğru ilerlemiştir. Üretim faaliyetleri için özel yazılım ihtiyaçları, MİP, MİP II ve KKP paket yazılımlarının gelişimini beraberinde getirmiştir. KKP teknolojisi, farklı sistemlerin entegrasyonu için bütünleşik bir yaklaşım sunar. KKP sistemleri, işletme performansını artırmak için çeşitli yenilikler uygulayan işletmeler için önemli bir araçtır. İşletme performansı, verimlilik, maliyet, karlılık, rekabetçilik, satış büyümesi, pazar payı gibi ölçütlerle değerlendirilebilir. KKP sistemleri, işletmenin içinde ve tedarik zinciri boyunca bilginin gerçek zamanlı takibini sağlayarak işletme performansını artırabilmektedir. Son çalışmalar, KKP sistemlerinin işletme performansı üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Finansal performans, etkinlik, karlılık, maliyetlerde iyileşme ve çalışan sayısında azalma gibi

olumlu sonuçlar elde edilmektedir (Özdemir, 2009).

Son yıllarda yazılım ve danışmanlık alanında milyarlarca dolarlık bir endüstriyi görünüşte tek bir başlık altında birleştiren paket uygulama yazılımı olarak nitelendirilebilir. Genellikle Kurumsal Kaynak Planlama sistemleri (KKP) olarak adlandırılan bu kapsamlı, paket yazılım çözümleri, tek bir bilgi ve BT mimarisinden işletmenin bütünü sunar. İşletmenin tüm süreç ve işlevlerini entegre etmeye çalışır. KKP'nin kapsamlı ve sıkı entegrasyonu ancak son yıllarda kullanılabilir hale geldi (Klaus vd., 2000).

KKP sistemlerinin küçük, orta ve büyük şirketler ile devlet kurumları ve kar amacı gütmeyen kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır. Son yıllarda KKP'nin sağladığı rekabet avantajı KKP uygulaması için karar alırken işletme organizasyonundaki iş modelleri ve süreçleri üzerine odaklanmıştır. KKP sistemleri, yönetime işletmenin bulunduğu sektördeki rekabetçi konumlarıyla ilgili stratejik kararlar almak için gerekli olan maliyet ve operasyonel bilgileri sağlamaktadır (Beheshti, 2006).

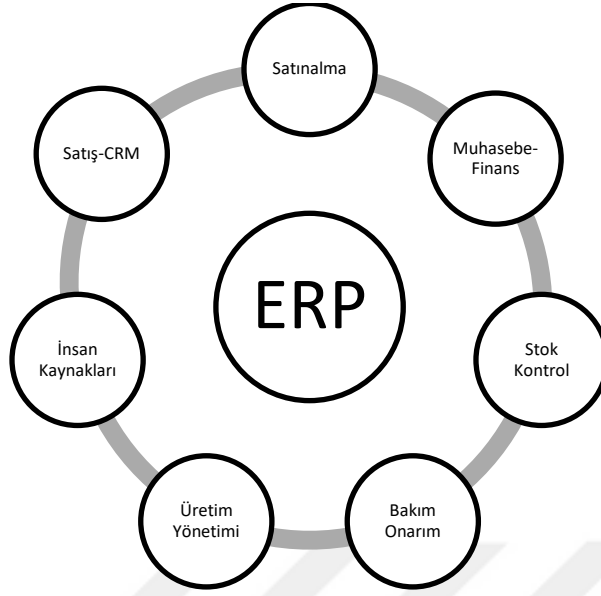
KKP sistemi, bir kurumdaki iş süreçlerini ve işlemleri entegre etmek ve optimize etmek için tasarlanmış bir kurumsal bilgi sistemidir. KKP, endüstri odaklı bir kavram ve sistemdir ve bütünleşmiş kurumsal bilgi sistemlerine ulaşmak için kullanılmaktadır (Moon, 2007).

Kurumsal kaynak planlaması, sipariş yönetimi, üretim, insan kaynakları, finansal sistemler ve harici tedarikçiler ve sevkiyatta dahil olmak üzere bir şirketin tüm alanlarını paylaşılan veriler ve izlenebilirlik ile sıkı bir şekilde entegre edilmiş bir sistemdir. KKP envanterde ciddi düşüşler, işletme sermayesinde çığır açan azalmalar, müşteri istekleri ve ihtiyaçları hakkında bol miktarda bilgi ile birlikte tedarikçilerin, iş birliklerinin ve müşterilerin genişletilmiş işletmesini entegre bir bütün olarak görüntüleme ve yönetme yeteneği sağlar (Chen, 2001).

KKP, işletmelerin tüm iş süreçlerini entegre bir şekilde yönetmelerine yardımcı olan bir bilgi sistemidir. KKP, bir işletmenin farklı departmanları arasındaki veri paylaşımını ve iş birliğini sağlamak için kullanılır. Bir KKP sistemi, finans, muhasebe, satış, satın alma, üretim, stok yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi gibi birçok iş fonksiyonunu içerir.

KKP'nin kapsamı işletmeden işletmeye farklılık gösterebilir, ancak genel olarak

aşağıdaki modülleri içerir:



Sekil 2.1.1. ERP Temel Modülleri

1. Satınalma Modülü: Tedarik zinciri içinde malzemelerin satın alınmasıyla ilgili süreçleri yönetir. Tedarikçi yönetimi, sipariş yönetimi, teklif talepleri, fiyatlandırma ve tedarikçi performansı gibi işlemleri kapsar.
2. Satış-CRM) Modülü: Müşteri ilişkileri yönetimi (MİY-CRM) süreçlerini içeren bir modüldür. Müşteri bilgileri, satış siparişleri, teklifler, müşteri takibi, pazarlama kampanyaları ve satış analizlerini yönetir.
3. Stok Kontrol Modülü: İşletmenin envanter yönetimini sağlar. Malzeme hareketleri, stok seviyeleri, stok takibi, talep tahmini, stok değerlemesi ve malzeme yerleşimi gibi işlemleri yönetir.
4. Üretim Modülü: İşletmenin üretim süreçlerini yönetir. Üretim planlama, kapasite planlama, iş emri yönetimi, üretim takibi, kalite kontrol ve üretim maliyetleri gibi işlemleri kapsar.
5. Muhasebe ve Finans Modülü: İşletmenin muhasebe ve finansal işlemlerini yönetir. Genel muhasebe, maliyet muhasebesi, finansal raporlama, bütçeleme, nakit yönetimi, vergi yönetimi gibi işlemleri içerir.
6. İnsan Kaynakları Modülü: İşletmenin insan kaynakları yönetimiyle ilgili süreçleri destekler. Personel bilgileri, işe alım, eğitim, performans değerlendirmesi, ücret

yönetimi, izin takibi ve personel gelişimi gibi işlemleri yönetir

7. Bakım-Onarım Modülü: İşletmenin ekipman ve varlık yönetimini sağlar. Bakım planlama, bakım takibi, iş emri yönetimi ve bakım maliyetlerinin takibi gibi süreçleri içerir (Sönmeztürk, 2008).

Bu modüller, işletmelerin farklı iş süreçlerini entegre bir şekilde yönetmelerine ve iş süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olur. Her modül, belirli bir işlevi yerine getirerek işletmenin verimliliğini artırmaya ve karar alma süreçlerini iyileştirmeye yönelik görevleri yerine getirir. KKP uygulamalarında genel olarak modüller tedarik zinciri yönetimi, muhasebe finans yönetimi, insan Kaynakları yönetimi modülleri altında listelenmektedir. Muhasebe Finans ve insan kaynakları ana modülleri tedarik zinciri yönetimi ile kıyaslandığında daha küçük modüller barındırmaktadır. Tedarik Zinciri ile alakalı literatürdeki tanımlara baktığımızda;

Tedarik Zinciri Yönetimi: bir işletmenin tüm işlevlerini entegre eden çok fonksiyonlu bir yazılım sistemidir. Tedarik zinciri yönetimi (TZY) İngilizce adı ile Supply Chain Management (SCM), bir KKP sisteminin kritik bileşenlerinden biridir ve genellikle mal ve hizmetlerin üreticiden tüketiciye akışını optimize etmeye yönelik süreçleri içerir. Satın alma, tedarikçi yönetimi, envanter yönetimi ve lojistik gibi süreçleri kapsar (Shah ve Ierapetritou, 2012).

TZY, KKP sisteminin geliştirilmesinden sonra tanımlanan bir kavramdır ve malzeme ve ürün akışlarını, bir yönetim felsefesini veya bir yönetim sürecini kapsayabilir. TZY, KKP'nin birçok modülünde üretim, dağıtım, pazarlama, müşteri yönetimi, sevkiyat birleştiği bir bütünsel süreç olarak görülür. Küresel tedarik yoluyla büyüme hedefleyen işletmeler, hızlı ve güvenilir hizmet sunarak müşteri memnuniyetini sağlamak için kaliteye odaklanır. Bu, bir rekabet avantajından ziyade, pazarda kalmanın bir gerekliliği haline gelmiştir. Küresel tedarik, şirketlerin giriş ve çıkış malzeme akışı TZY ile koordine etmektedirler (Mentzer vd., 2001). Tedarik zinciri yönetimi modülü altında listelenen modüller ve özellikleri;

Üretim Yönetimi: Tedarik zinciri modülü altındaki kritik modüllerinden biridir. İşletmenin üretim süreçlerini ve kaynaklarını optimize etmeye, maliyetleri düşürmeye ve üretim verimliliğini artırmaya amaçlar. Üretim planlamasından stok yönetimine, kalite kontrolünden maliyet muhasebesine kadar, KKP'nin üretim yönetimi modülü, bir

işletmenin üretim süreçlerini doğru bir şekilde planlamasını, yürütülmesini ve kontrol edilmesini sağlar. KKP ile üretim yönetimi, işletmelerin zamanında, kaliteli ve maliyet-etkin ürünler sunmasını kolaylaştırır. Üretim planlaması, üretim takibi, kalite kontrolü gibi üretim süreçlerini içerir. Son yıllarda üretim yönetimi uygulamalarında dinamik süreçlere uyan ilerlemeler kaydedilmiştir. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) sistemleri 1960'larda geliştirilmiş ve daha sonra Kurumsal Kaynak Planlaması sistemlerine dönüştürülmüştür. MİP sistemleri, üreticilere malzeme ihtiyaçlarını hesaplamak için manuel yöntemler yerine siparişlerle karşılaştırma yaparak yardımcı olmuştur. MİP sistemleri daha sonra Üretim Kaynakları Planlaması (MİP II) sistemlerinde kapasite planlaması gibi fonksiyonları da içerecek şekilde genişletilmiştir. Son olarak, MİP II fonksiyonları finans, satış yönetimi ve diğer uygulamalarla birleştirilerek KKP sistemleri ortaya çıkmıştır. Bu sayede şirketler, tüm iş süreçlerini entegre ederek daha verimli ve etkili bir şekilde yönetebilmektedirler (Sevinç, 2008).

Üretim Yönetimi modülü ile alakalı özellikleri üzerinden çıkarım yapıldığında aşağıdaki işlevlere sahip olduğu görülmektedir:

- Üretim Planlama ve Çizelgeleme: KKP sistemleri, hangi ürünlerin ne zaman ve hangi miktarda üretileceğini belirlemek için üretim planlama ve çizelgeleme özelliklerini kullanmaktadır.
- Talep Tahmini: KKP sistemleri, gelecekteki talebi tahmin etme ve bu tahminleri üretim süreçlerine entegre etmeyi sağlar.
- Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi: KKP sistemleri, bir ürünün tasarımından ürünün üretimden ayrılmasına kadar olan tüm yaşam döngüsünü yönetmeyi sağlar.
- Envanter Yönetimi: KKP sistemleri, stok seviyelerini izlemeye ve yönetmeye yardımcı olur, bu da üretim süreçlerini optimize eder ve israfı azalmasını sağlar.
- Kalite Yönetimi: KKP sistemleri, ürün kalitesini izlemeye ve iyileştirmeye yardımcı olan özellikleri sahiptir.

Bu işlevler, bir işletmenin üretim süreçlerini daha etkin ve verimli bir şekilde yönetmesine, üretim verilerini gerçek zamanlı olarak izlemesine ve daha bilgilendirici

ve doğru üretim kararları almasına yardımcı olur.

**Satış ve Pazarlama Yönetimi:** Satış ve Pazarlama Yönetimi, bir işletmenin ürün ve hizmetlerini müşterilere sunmak ve satmak için kullandığı stratejileri ve taktikleri belirlemek ve uygulamayı amaçlar. Müşteri ihtiyaçlarını anlama, hedef pazarları belirleme, ürün ve hizmet tekliflerini şekillendirme, fiyatlandırma stratejilerini belirleme, promosyonlar ve reklamlar yoluyla farkındalık oluşturma ve satış kanallarını yönetme gibi çeşitli faaliyetleri içermektedir. Satış ve Pazarlama Yönetimi Modülü, bir işletmenin satış süreçlerini etkin bir şekilde yönetmesine yardımcı olan bir sistemdir. Özellikle satılan ürünlerin işletme malı olmaktan çıktığı durumlarda bile, bu modülün sağladığı izlenebilirlik sayesinde ürünlerin takibi kolaylaşır ve geri çağırma durumunda da tüm satış verilerine otomatik olarak erişim sağlanır. Bu durum, zaman, kalite ve diğer faktörler açısından önemli katkılar sunar. Satış ve Pazarlama Yönetimi ayrıca, MİY, satış tahminleri, pazar araştırması ve analizi, marka yönetimi ve dijital pazarlama gibi alanları da içerir. Bu faaliyetlerin amacı, müşteri memnuniyetini artırmak, satışları artırmak ve işletmenin pazar payını ve karlılığını iyileştirmektir. Bir KKP sisteminin satış ve pazarlama yönetimi modülü, bu faaliyetleri daha etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirmeye yardımcı olabilir. MİY, sipariş yönetimi, satış takibi gibi süreçleri kapsar (Postacı vd., 2012).

**Stok Yönetimi:** işletmelerin ihtiyaçlarını karşılamak için gereken malzemelerin planlanması, örgütlenmesi ve kontrol edilmesi sürecidir. Bu süreçte stok maliyetinin önemi, üretim planlaması ve müşteri taleplerinin zamanında karşılanmasında etkili olması nedeniyle bir üretim yöneticisi için önemli bir sorumluluk alanı oluşturur. Stok yönetiminin temel amacı, müşteri taleplerine ve tedarikçi teslimat sürelerindeki değişikliklere bağlı olarak üretim ve pazarlama için gerekli malzemelerin talep edilen sürede ve yerde hazır olmasını sağlayacak optimum stok seviyesini ve sipariş miktarını belirlemektir (Arabacı, 2019).

**Satınalma Yönetimi:** işletmenin ihtiyaç duyduğu malzeme, teçhizat, ürün ve hizmetlerin temin edilmesi ile ilgili faaliyetleri içeren süreçleri içerir. Satın alma, para ile ilgili işlemleri içerirken, tedarik, işletmenin ihtiyaç duyduğu ürün ve hizmetlerin alımı ile ilgili işlemleri kapsar. Satın alma yönetimi, tedarik zinciri yönetiminin önemli bir parçasıdır ve gelecekte bu önemin artacağı ve tedarik zinciri içinde değişim ve değer

yaratılan bir faaliyet olarak daha da öne çıkacağı öngörülmektedir. Satın alma yönetimi, tedarik zinciri yönetiminin bütünleşik bir parçasıdır. Dolayısıyla, satın alma yönetimi kavramının tedarik zinciri yönetimi içindeki yerini daha iyi anlamak için tedarik zinciri yönetimini de incelemek önemlidir (Koçoğlu vb., 2014).

**Kalite Yönetimi:** işletmenin farklı ürünlerinin ve iş süreçlerinin kalite planlaması, kontrolü ve izlenmesi amacıyla kullanılan bir modüldür. Kalite modülü genellikle tedarik aşamasında (giren ürün testi, tedarikçi değerlendirmesi), üretim aşamasında (test ölçütlerinin tanımlanması, test sonuçlarının elde edilmesi) ve pazarlama aşamasında (ürün testleri) kullanılır. Kalite planlama, ana verilerin yönetimini sağlar ve denetim planlarına destek sunar. Diğer modüllerle entegre olarak çalıştığı için lojistik sistemde karşılaştırmalı olarak birçok avantaj sağlar. Kalite yönetiminde standartlara uygun hareket etmek, kaliteli ürün üretiminde önemli bir etmendir. Kaliteli ürünler, uzun vadeli müşteri/satıcı ilişkilerini teşvik eder, maliyetleri azaltır ve rekabet gücünü artırır. ISO 9000 gibi uluslararası kalite standartları, kalite yönetim sisteminin şirketin tüm süreçleriyle entegre edilmesini gerektirir. Kalite yönetimi modülü, işletmelerin kalite süreçlerini yönetmek, standartlara uygunluğu sağlamak ve müşteri memnuniyetini artırmak için kullanılan bir araçtır (Arabacı vd., 2019).

### **2.1.2. KKP Kullanım Gereklere**

KKP kullanımı gereklere, bir işletmenin veya organizasyonun KKP sistemini başarılı bir şekilde kullanabilmesi için karşılaması gereken temel ihtiyaçları ifade eder. Bu gereksinimler, işletmenin operasyonlarını etkin bir şekilde yönetmek, verimliliği artırmak, bilgi akışını sağlamak, kaynakları optimize etmek ve işletme performansını iyileştirmek gibi hedeflere yönelik olabilir. İşletmenin özelliklerine ve ihtiyaçlarına bağlı olarak, aşağıdaki KKP kullanımı gereksinimleri ön plana çıkabilir (Bayraktar Vd., 2006):

- **İş Süreçlerinin Entegrasyonu:** KKP sistemleri, farklı departmanlar arasında bilgi akışını sağlayarak iş süreçlerini entegre etmeyi amaçlar. İşletmenin tüm süreçlerinin (finans, üretim, satış, lojistik, insan kaynakları vb.) entegre bir şekilde çalışması gereklidir. İşletme çalışanları ve işletmedeki süreçlerin modüllere en yüksek oranda uyum sağlaması gerekmektedir.
- **Veri ve Bilgi Yönetimi:** KKP sistemleri, işletmenin büyük miktardaki veriyi

yönetmesini sağlar. Veri girişi, depolanması, güncellenmesi ve erişimi için etkili bir veri yönetimi altyapısı gereklidir. Ayrıca, işletme için önemli olan bilgilerin doğru ve güncel olarak raporlanabilmesi önemlidir. İşletmenin Server, Ağ bağlantısı vb. özelliklerin yeterli olması gerekmektedir.

- Esneklik ve Özelleştirme: İşletmelerin özel ihtiyaçlarına ve iş süreçlerine uygun şekilde KKP sistemini özelleştirebilmesi gereklidir. Sistem, işletmenin değişen gereksinimlerine adapte olabilecek bir esneklik sunmalı ve gerektiğinde özelleştirilebilmelidir. İşletmenin süreçlerinin tam uyumlu olabilmesi için hangi KKP uygulaması olursa olsun kendi süreçleri için geliştirme yapması gerekmektedir.
- Entegrasyon Yetenekleri: KKP sistemleri, işletmenin diğer yazılımlar ve sistemlerle entegrasyonunu sağlamalıdır. Örneğin, MİY veya Tedarik Zinciri Yönetimi gibi diğer önemli işletme sistemleriyle entegrasyon yetenekleri önemlidir. Örneğin web üzerinden sipariş alan bir işletme KKP Uygulaması ve WEB sipariş portalı arasında bir iletişim yani entegrasyon sağlamalıdır.
- Kullanıcı Dostu Arayüz: KKP sistemlerinin kullanıcı dostu bir arayüzü olması ve kullanıcıların kolaylıkla sisteme adapte olabilmesi gerekmektedir. Kullanıcıların sistemi verimli bir şekilde kullanabilmesi için eğitim ve kullanıcı desteği sağlanmalıdır. Bu aşamada destek hizmetinde yeterli olması gerekmektedir.
- Güvenlik ve Veri Koruması: İşletmenin verilerinin güvenliği büyük önem taşır. KKP sistemleri, güvenlik önlemleri ve veri koruma mekanizmalarıyla donatılmalıdır. Veri sızıntısı, yetkisiz erişim veya veri kaybı gibi risklere karşı güvenliği sağlayacak önlemler alınmalıdır. Bu aşamada KKP uygulaması içinde yetkilendirme önemli rol oynamaktadır. İşletme dışındaki sızıntıları İşletme bilgi işlem birimi çözümünü sağlamalıdır.

Bu, genel olarak KKP kullanımı için temel gerekleri kapsayan bir listedir. İşletmelerin çoğunluğunda ortak olan bu gereksinimler farklı sektörde buluna işletmeler için daha fazla gereksinim gerektirebilir. İşletmenin öncelikleri, sektörü ve özellikleri göz önünde bulundurularak, KKP seçimi ve kullanımı için daha ayrıntılı gereksinimler belirlenmelidir. Organizasyonların daha verimli çalışmasını sağlamak, maliyetleri

düşürmek, veri bütünlüğünü sağlamak ve rekabet avantajı elde etmek için KKP sistemlerinin kullanımını gerektirir. Ancak, her organizasyonun ihtiyaçları farklı olduğu için, doğru KKP sistemini seçmek ve uyarlamak önemlidir.

## 2.2.ÜRETİM KAVRAMI

Üretim, bir işletmenin girdi kaynaklarını kullanarak ürün üretme sürecidir. Bu süreç, hammaddelerin, işçilik gücünün, makine ve ekipmanların kullanımıyla gerçekleştirilir. Üretim, ekonomik bir faaliyet olarak mal ve hizmetlerin üretilmesini içerir. Üretim kavramı, farklı sektörlerde ve endüstrilerde farklı şekillerde uygulanabilir. Üretim, imalat sektöründe fiziksel ürünlerin üretilmesini ifade edebilirken, hizmet sektöründe ise müşterilere sunulan değerli hizmetlerin oluşturulmasını içermektedir (Tanrıtanır 1992).

Üretim, tarım, madencilik, inşaat, imalat, sağlık, lojistik, perakende gibi çeşitli sektörlerde gerçekleşebilir. Üretim kavramı, kaynakların etkin bir şekilde kullanılması, iş süreçlerinin verimli ve verimli bir şekilde yönetilmesi, kalite kontrolünün sağlanması ve müşteri ihtiyaçlarının karşılanması gibi önemli unsurları içerir. Ayrıca, sürdürülebilirlik, çevresel etkilerin yönetimi, enerji verimliliği ve atık azaltımı gibi faktörler de üretim süreçlerinde giderek daha önemli hale gelmektedir. Rekabetçi bir iş ortamında organizasyonların verimliliklerini ve karlılıklarını artırmalarına yardımcı olur. İyi bir üretim yönetimi, doğru planlama, kaynak tahsisi, iş süreçlerinin optimize edilmesi, maliyet kontrolü, kalite yönetimi ve sürekli iyileştirme gibi unsurları içerir. Sonuç olarak, üretim kavramı, girdi kaynaklarının dönüşümüyle çıktıların üretildiği bir faaliyeti ifade eder. Üretim süreci, organizasyonların mal ve hizmetlerin taleplerini karşılamasına ve rekabet avantajı elde etmesine yardımcı olur.

Üretim kavramı, genel olarak aşağıdaki unsurları içerir (Okay, 1999):

- Hammaddeler ve Bileşenler: Üretim sürecinde, üretilecek ürün veya hizmetin temel malzemeleri olan hammaddeler ve bileşenler kullanılır. Bu malzemeler, üretim sürecinde dönüşerek veya birleşerek son ürünün oluşmasını sağlar.
- İşgücü: Üretim sürecinde insan emeği önemli bir rol oynar. İşgücü, üretim faaliyetlerini gerçekleştirir, makineleri kullanır, işlemleri yönetir ve son ürünün

kalitesini sağlar.

- Makine ve Ekipmanlar: Üretim sürecinde, işgücünü desteklemek veya otomatize etmek için makine ve ekipmanlar kullanılır. Bu, üretim sürecinin verimli, hızlı ve kaliteli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar.
- İş Süreçleri ve Operasyonlar: Üretim süreci, belirli bir sıra ve işlemlerden oluşan iş süreçlerini içerir. Bu süreçler, hammaddelerin işlenmesi, montajın yapılması, kalite kontrolünün sağlanması gibi adımlardan oluşur. Üretim operasyonları, üretim sürecinin her aşamasını yönetir ve denetler.
- Üretim Planlaması ve Kontrolü: Üretim süreci, üretim planlaması ve kontrolüyle yönetilir. Üretim planlaması, üretimin ne zaman ne miktarda ve hangi kaynaklarla gerçekleştirileceğini belirler. Üretim kontrolü ise gerçekleşen üretim sürecini izler, kaynakların verimli kullanımını sağlar ve plana uygunluğu takip eder.
- Kalite Yönetimi: Üretim sürecinde kalite yönetimi önemli bir unsurdur. Kalite kontrol, kalite standartlarının belirlenmesi, hataların tespiti ve düzeltici faaliyetlerin gerçekleştirilmesini içerir. Kalite yönetimi, müşteri memnuniyetini ve ürün/hizmet kalitesini sağlamaya odaklanır.

Üretim, farklı sektörlerde ve işletmelerde farklı şekillerde gerçekleştirilebilir. Üretim süreçleri ve yöntemleri, işletmenin sektörüne, ürün/hizmet türüne, müşteri taleplerine ve kaynaklara bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ancak temel olarak, üretim süreci, girdilerin dönüştürülmesiyle son ürünün veya hizmetin elde edildiği bir faaliyettir.

### **2.2.1. Üretim Türleri**

Üretim türleri çok çeşitli olmakla beraber bu çalışmada üç başlık altında değerlendirilmiştir. Müşteri talepleri ve işletmenin üretim stratejisi gereği yapılmış olduğu 3 temel tip üretim vardır. Siparişe göre üretim, stoğa üretim ve projeli üretim yaklaşımları, üretim süreçlerinin yönetiminde en sık kullanılan üretim stratejileridir.

- Siparişe Göre Üretim

Siparişe göre üretim yaklaşımında, ürünler müşteri talepleri doğrultusunda üretilir. Bir müşteri siparişi alındığında, üretim süreci başlar ve ürünler müşteri talepleri

karşılandıktan sonra tamamlanır. Bu yaklaşımda, ürünlerin üretimine ilişkin kararlar, müşteri talepleri ve siparişlerle doğrudan ilişkilidir. Siparişe göre üretim, müşteriye özelleştirilmiş ürünler sunma esnekliği sağlar ve envanter maliyetlerini minimumda tutmayı amaçlar. Ancak, üretim süreci siparişlere göre planlandığı için, teslim süreleri ve bekleme süreleri daha uzun olabilmektedir.

- Stoka Üretim

Stoka üretim yaklaşımında, ürünler önceden üretilir ve stoklanır. Ürünler, müşteri talepleri gelmeden önce üretilir ve genellikle standart ürünlerdir. Bu yaklaşımda, üretim süreci, tahmini talep ve stok seviyelerine dayalı olarak planlanır. Üretim, belirli bir süreklilik içinde gerçekleşir ve ürünler depolarda stoklanır. Stoka üretim, hızlı teslimat ve daha kısa bekleme süreleri sağlayabilir, ancak fazla stok maliyetleriyle karşılaşabilir. Bu yaklaşım, talep tahminlerine dayalı olarak üretim planlama ve envanter yönetimi süreçlerini içerir.

Her iki üretim yaklaşımı, müşteri taleplerini karşılamak ve rekabet avantajı sağlamak amacıyla tercih edilir. Siparişe göre üretimde, ürünler özelleştirilir ve spesifik müşteri taleplerine göre üretilirken, stoka üretimde, standart ürünler daha hızlı teslim edilebilir. İşletmeler, pazar taleplerine, müşteri tercihlerine ve rekabet koşullarına bağlı olarak uygun olan üretim stratejisini seçerler (Yıldız, 2010).

- Projeli Üretim

Bu üretim türünde, bir projenin tamamlanması için belirli bir süre içinde bir dizi faaliyet gerçekleştirilir. Her proje, benzersiz özelliklere sahip olduğundan, projeler arasında farklılık gösteren özel gereksinimlere ve iş süreçlerine ihtiyaç duyar.

### **2.2.2. Üretim Terminolojisine Ait Bazı Temel Kavramlar**

Üretim sistemleri, çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin üretim süreçlerini ve faaliyetlerini kapsar. Bu sistemlerde, malzemelerin akışı, işgücü yönetimi, ekipman kullanımı, süreç optimizasyonu ve diğer faktörler önemli rol oynar. Üretim sistemlerinin modellenmesi, işletmelerin verimliliklerini artırmak, kaynakları etkili bir şekilde kullanmak ve süreçleri iyileştirmek için kullanılır. Bu nedenle, üretim terminolojisini anlamak, işletmelerin üretim sistemlerini daha iyi analiz etmelerini ve optimize etmelerini sağlar. Bazı temel kavramlar (Yıldız, 2010):

- Üretim Süreci: Hammaddenin başlangıçtan son ürüne kadar geçirdiği aşamaları içeren süreçtir.
- Verimlilik: Belirli bir girdi ile elde edilen çıktının oranıdır. Yani, daha az kaynak kullanarak daha fazla üretim yapma kapasitesidir.
- Verimlilik Artışı: Aynı kaynakları kullanarak daha fazla üretim yapabilme yeteneğini artırma sürecidir.
- Verimsizlik: Kaynakların israf edilmesi veya etkin bir şekilde kullanılmaması sonucunda oluşan durumdur.
- İşçilik: İnsanların üretim sürecindeki çalışmalarını ifade eder. İşçilik, işgücü maliyetlerini ve üretim hızını etkileyebilir.
- Kapasite: Bir üretim sisteminin belirli bir zamanda üretebileceği maksimum miktarı ifade eder.
- Sipariş Miktarı: Bir müşterinin belirli bir üründen ne kadar talep ettiğini gösteren miktarı ifade eder.
- Stok: İşletmenin elinde bulunan tamamlanmış veya tamamlanmamış ürünlerin veya hammadde/malzemenin miktarını ifade eder.
- Üretim Hattı: Üretim sürecindeki işlemlerin sıralı olarak gerçekleştirildiği bir dizi iş istasyonundan oluşan bir sistemdir.
- Üretim Planlama: Üretim kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için üretim hedeflerinin belirlendiği, kaynakların planlandığı ve üretim zamanlamasının yapıldığı süreçtir.
- İş Emri: Belirli bir ürün veya hizmetin üretimi için verilen talimatlardır. İş emirleri, üretim sürecinin yönetilmesi için kullanılır.
- Operasyon: Bir iş merkezinde bir ürün üzerinde gerçekleştirilen fiziksel değişikliklerdir.
- Ana Üretim Planı: Belirli bir süre içinde ne kadar ürünün üretilmesi gerektiğini belirleyen plan. Örneğin, bir hafta içinde kaç adet ofis masası üretileceği gibi.
- Üretim Planı: Her bir ürün için ayrıntılı olarak bitiş zamanını belirleyen plan.

- Darboğaz: Yüksek verimlilik veya uygun sürede en yüksek oranda bir ürünün işlenmesi gereken nokta. Darboğaz, üretim bandı veya bir operatör gibi herhangi bir kısıt olabilir.
- Birim Yükleme: Sistem içinde bir grup ürünün paletle yüklenmesi ve hareket ettirilmesi işlemi. Temel amaç, birim yükleme süresini mümkün olduğunca düşük tutmaktır.
- Uygunluk: Bir üretim faktörünün üretim için ne ölçüde hazır olduğunu belirleyen durum.

Bu temel kavramlar, üretim süreçlerini anlamak ve yönetmek için kullanılan terimlerdir. İşletme içinde bu kavramları bilmek, verimliliği artırmak ve üretim süreçlerini daha etkili bir şekilde yönetmek açısından önemlidir.

### **2.3. ÜRETİM PLANLAMA VE ÜRETİM KONTROL KAVRAMLARI**

Üretim planlama ve kontrol, bir işletmenin üretim süreçlerini etkili bir şekilde yönetmek ve operasyonel hedefleri gerçekleştirmek için kullanılan stratejik bir süreçlerdir. Üretim planlama ve kontrol, doğru miktarda ürünün doğru zamanda ve doğru maliyetle üretilmesini sağlamak için kaynakları, süreçleri ve iş gücünü yönetmeyi içermektedir. Üretim planlaması, üretim taleplerini karşılamak için ne zaman ne miktarda ve hangi ürünlerin üretileceğini belirlemeyi içerir. Bu aşamada, müşteri siparişleri, talep tahminleri, envanter düzeyleri ve üretim kapasitesi gibi faktörler dikkate alınır. Üretim planlaması, üretim programlarının oluşturulması, üretim miktarlarının belirlenmesi, malzeme ihtiyaçlarının hesaplanması gibi işlemleri kapsamaktadır (Sultanov, 2004).

Malzeme planlaması, üretim sürecinde kullanılacak malzemelerin doğru zamanda temin edilmesini sağlamayı hedefler. Bu aşamada, stok seviyeleri, tedarikçi performansı, talep tahminleri ve termin süreleri göz önünde bulundurulur. Malzeme planlaması, malzeme ihtiyaçlarının belirlenmesi, siparişlerin verilmesi, envanter yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi süreçlerini içerir. İhtiyaçların belirlenmesinde MİP uygulamaları devreye girmektedir (Sultanov, 2004).

MİP Sistemleri: Malzeme ve üretim kaynaklarını entegre eden bir sistemdir. 1950'lerde yeniden sipariş noktası ve güvenli depolama metodlarından farklı olarak geliştirilmiştir.

MİP, büyük ölçekli üretim yönetimi için kullanılan bir tekniktir ve envanter yönetimi, satın alma ve imalat siparişlerinin hazırlanmasında kullanılır. MİP, bağımlı stok kalemleri (Ürün ağaçları-Reçeteler) için en ekonomik sipariş zamanını ve miktarını belirlemeye hedefler. Algoritması, bitmiş üründen geriye giderek parça ve malzemelerin tam ihtiyaç duyulduğu anda hazır olmasını sağlamaktır (Öztürk, 2008).

Tüketim eğilimlerindeki değişimler, müşteri odaklı pazarlama anlayışını ve siparişe yönelik üretimi ön plana çıkarmıştır. Bu durum, daha fazla ürün çeşidini ve etkin kapasite kullanımını gerektirmiştir. Bu gereksinim için MİP yetersiz kaldığından, MİP II (İmalat Kaynakları Planlaması) ortaya çıkmıştır. MİP II, envanter yönetiminin ötesinde, üretim planlamasını, pazarlama ve satış tahminlerini ve tüm kaynakları optimize etmeyi hedeflemiştir (Ayluçtarhan, 2008).

Üretim kontrolü, işletmelerin üretim süreçlerini planlama, izleme ve yönetme sürecidir. Amacı, üretim faaliyetlerini etkin bir şekilde organize etmek, kaynakları optimize etmek, üretim süresini ve maliyetlerini kontrol altında tutmak ve kalite standartlarını sağlamaktır. Üretim kontrol içerdiği işlemler;

**Kapasite Planlaması:** Kapasite planlaması, üretim sürecinde kullanılan kaynakların (iş gücü, makine, ekipman, atölye) doğru bir şekilde planlanmasını ve yönetilmesini sağlar. Bu aşamada, üretim kapasitesi, iş yükü, iş süreleri, yetenekler ve etkinlik gibi faktörler değerlendirilir. Kapasite planlaması, üretim kapasitesinin belirlenmesi, kapasite kullanım oranlarının optimize edilmesi, iş takvimi oluşturulması ve kaynakların tahsis edilmesini içerir.

**İş Emri Yönetimi:** İş emri yönetimi, üretim sürecinin adımlarının yönlendirilmesi ve takip edilmesini sağlar. Her üretim görevi veya ürün için ayrı bir iş emri oluşturulur ve bu iş emirleri üzerinden üretim faaliyetleri yönetilir. İş emri yönetimi, üretim ilerlemesinin izlenmesi, zaman çizelgelerinin takip edilmesi, işçilik kaynaklarının yönetilmesi ve üretim raporlarının oluşturulması gibi işlemleri kapsar.

**Kalite Kontrol:** Üretim planlama ve kontrol sürecinde kalite kontrol önemli bir bileşendir. Üretim aşamaları ve son ürünlerin kalite standartlarına uygunluğunun sağlanması için kalite kontrol prosedürleri ve testleri uygulanır. Kalite kontrol, üretim sürecindeki hataları belirlemek, düzeltici ve önleyici faaliyetler yürütmek ve kalite iyileştirme sürecini yönetmek için gereklidir.

Üretim planlama ve kontrol süreci, işletme operasyonlarının verimliliğini, müşteri memnuniyetini ve karlılığını artırmak için önemlidir. Doğru üretim planlaması ve etkin kontrol, maliyetleri azaltır, teslimat sürelerini iyileştirir, envanter yönetimini optimize eder ve genel üretim performansını artırır. Üretim kontrolü, işletmelerin üretim süreçlerini düzenli, etkin ve verimli bir şekilde yönetmelerini sağlar. Bu süreç, hedeflenen üretim planının başarıyla uygulanmasını ve ürünlerin kalite standartlarına uygun bir şekilde üretilmesini sağlamaktadır (Aytulun, 2000).

Üretim kontrolü, üretim planlarının sapmalara karşı düzeltilmesini sağlayan bir süreçtir. İşlemleri başlatma, görevlerin kaydedilmesi, planların karşılaştırılması ve çözümlenmesi, plan değişiklikleri ve görev düzenlemeleri yapma, tamamlanan üretimin analizi gibi beş grup elemandan oluşur. Üretim kontrolü, işletmelerin hedefleri doğrultusunda malzeme ve ürün akışını düzenlemek ve kontrol etmek için kullanılan bir mekanizmadır. Sürekli olarak gerçek durumu planla karşılaştırır ve sapmaları düzeltir. Üretim kontrolünün temel özellikleri (Sağlam, 2008):

- Üretim kontrolü, üretim planlarının sapmalara karşı düzeltilmesini sağlayan bir araçtır.
- İşlemleri başlatma, görevlerin kaydedilmesi, planların karşılaştırılması ve çözümlenmesi, plan değişiklikleri ve görev düzenlemeleri yapma, tamamlanan üretimin analizi gibi beş grup elemandan oluşur.
- Üretim kontrolü, işletmelerin hedefleri doğrultusunda malzeme ve ürün akışını düzenlemek ve kontrol etmek için kullanılan bir mekanizmadır.
- Sürekli olarak gerçek durumu planla karşılaştırır ve sapmaları düzeltir.

### **2.3.1. Üretim Planlamada KKP Sistemlerinin Faydası**

Üretim planlamasında KKP (Kurumsal Kaynak Planlama) sistemleri, işletmelerin üretim süreçlerini yönetmek, planlamak ve kontrol etmek için kullanılan önemli araçlardır. KKP sistemleri, işletmelerin farklı departmanlarını bir araya getirir ve iş süreçlerini entegre bir şekilde yönetmelerini sağlar. İşletmeler, üretim planlamasıyla ilgili bilgileri KKP sistemine entegre ederek, tüm işletme süreçlerini bütünsel bir şekilde yönetebilirler. KKP sistemlerinin üretim planlamasıyla ilgili sunduğu avantajlar şunlardır (Yürek, 2020):

- Entegre Bilgi Akışı: KKP sistemleri, üretim planlaması için gerekli olan verilerin ve bilgilerin bir araya getirilmesini sağlar. Malzeme ihtiyaçları, stok seviyeleri, üretim programı, kapasite planlaması ve diğer üretim planlama unsurları KKP sistemi üzerinden izlenebilir ve paylaşılabilir. Bu, işletmenin farklı departmanları arasında bilgi akışını kolaylaştırır ve doğru kararlar alınmasını sağlar.
- Verimli Kaynak Yönetimi: KKP sistemleri, işletmenin kaynaklarını (iş gücü, ekipman, malzeme vb.) etkin bir şekilde yönetmesine yardımcı olur. Kaynakların kullanılabilirlik durumu, kapasite, işçilik verimliliği, makine kullanımı gibi faktörler KKP sistemi üzerinden takip edilebilir. Bu, işletmenin kaynakları doğru bir şekilde tahsis etmesini ve verimliliklerini artırmasını sağlar.
- Sipariş Yönetimi: KKP sistemleri, sipariş yönetimini ve müşteri taleplerini etkin bir şekilde izlemeyi sağlar. Siparişler, üretim programına entegre edilebilir ve taleplere göre iş istasyonları ve kaynaklar planlanabilir. Bu, müşteri taleplerinin zamanında karşılanmasını ve teslimat performansının artırılmasını sağlar.
- İş Süreçlerinin Otomasyonu: KKP sistemleri, üretim planlaması süreçlerini otomatikleştirir ve manuel işlemleri azaltır. Veri girişi, raporlama, planlama ve diğer süreçler otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Bu, insan hatalarını azaltır, verimliliği artırır ve iş süreçlerinin daha hızlı ve doğru bir şekilde yürütülmesini sağlar.
- Veri Analizi ve Raporlama: KKP sistemleri, üretim planlamasıyla ilgili verilerin analizini ve raporlamasını kolaylaştırır. İşletmeler, KKP sistemleri üzerinden üretim performansını izleyebilir, verimlilik, kalite, teslimat performansı gibi önemli metrikler üzerinde analiz yapabilir ve raporlar oluşturabilir. Bu, işletmelerin karar alma süreçlerini destekler ve sürekli iyileştirme için temel veriler sağlar.
- Tedarik Zinciri Yönetimi: KKP sistemleri, tedarik zinciri yönetimiyle entegre çalışabilir ve tedarikçi ilişkilerini güçlendirebilir. Malzeme tedariki, envanter yönetimi ve tedarikçi performansı KKP sistemi üzerinden izlenebilir ve yönetilebilir. Bu, malzeme ihtiyaçlarının doğru bir şekilde tahmin edilmesini ve tedarik süreçlerinin optimize edilmesini sağlar.

KKP sistemleri, üretim planlaması sürecini daha verimli ve etkin bir şekilde yönetmek için önemli bir araçtır. İşletmeler, uygun bir KKP sistemini seçerek üretim planlaması süreçlerini iyileştirebilir, verimliliklerini artırabilir ve rekabet avantajı elde edebilirler.

## 2.4.İLERİ ÜRETİM PLANLAMA VE ÇİZELGELEME

Üretim süreci tüm tedarik zinciri süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Üretimin doğru planlanması tüm süreçler için itici bir güç ve işletme içinde stratejik hedeflere ulaşmada daha emin adımlar ile ilerleme şansı verecektir. Üretim Planlama bu anlamda işletme için yüksek öneme sahiptir. Birçok İşletmelerde kullanılan üretim planlama ve kontrol prosedürleri, ihtiyaçlara tam anlamıyla cevap verememektedir. Halihazırda kullanılan MİP II ve destekleyici modüllerin üretim planlama süreçlerinden sonraki aşamalarda depolama süreleri, azalan hizmet seviyeleri, uzun müşteri bekleme süreleri, lojistik ağlarına tam uyum sağlayamama, emniyet stoku tutamama olay ve süreçleri planlama kısmının yetersiz olduğunu göstermektedir. İÜPÇ artan üretim hacmi ve entegre tedarik ağlarına çekiciliği bir tedarik zincirinin (TZY-SCM) gerekli teslim tarihini karşılamak için iş emirlerini ve makine çizelgelemeye dağıtmasına ve aynı zamanda maliyetleri azaltarak ürün marjının iyileştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca İÜPÇ çok katmanlı ve çok sahalı üretimin mevcut olduğu tedarik zinciri yönetimi içinde yararlıdır. İÜPÇ sadece üretim planlaması için değil siparişleri karşılamak için diğer TZY katmanları ile de organize çalışır. Bu koordinasyon çok katmanlı ve çok tesisli üretimi son müşterilere teslimat süreleri vaat edebilecek hale getirir (Chen, 2007).

İÜPÇ üretim planlama ve çizelgeleme süreçlerini optimize etmek ve verimliliği artırmak için gelişmiş planlama ve programlama yöntemlerini kullanır. İÜPÇ, işletmelerin üretim süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetmelerini sağlar ve müşteri taleplerine zamanında karşılanmasını sağlar. İÜPÇ 'nin özellikleri (Özlu, 2015):

- **Kapasite Optimizasyonu:** İÜPÇ, üretim kapasitesini optimize ederek verimliliği artırır. İşletmelerin sahip olduğu kaynaklarla (işçilik, ekipman, makineler vb.) en iyi şekilde çalışmayı sağlar. Böylece işletmeler, kapasite kısıtlamalarını minimize eder ve daha fazla üretim yapar.
- **Sipariş Önceliklendirme:** İÜPÇ, müşteri taleplerini ve siparişleri önceliklendirir. Acil veya öncelikli siparişler belirlenerek, üretim programının buna göre

ayarlanmasını sağlar. Bu, müşteri memnuniyetini artırır ve müşteri teslimatlarını zamanında gerçekleştirme yeteneğini geliştirir.

- Malzeme Yönetimi: İÜPÇ, malzeme ihtiyaçlarını ve envanter seviyelerini etkin bir şekilde yönetir. Malzeme tedariki, talep tahminleri, stok seviyeleri ve üretim programı ile entegre bir şekilde planlanır. Böylece işletmeler, malzeme stoklarını optimize eder ve eksiklik veya fazlalık gibi sorunları minimize eder.
- İş Akışı Optimizasyonu: İÜPÇ, üretim sürecindeki iş akışını optimize eder. İşlerin sıralamasını, iş istasyonlarına atamayı ve iş sürelerini en verimli şekilde planlar. Bu, işletmelerin işçilik ve kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlar.
- Gerçek Zamanlı İzleme ve Kontrol: İÜPÇ, üretim sürecini gerçek zamanlı olarak izler ve kontrol eder. Gerçek zamanlı veri akışı ve analizleri ile işletmelere anlık görünürlük sağlar. Bu, hataları hızlı bir şekilde tespit etmeyi, süreçleri optimize etmeyi ve müdahaleleri zamanında yapmayı mümkün kılar.
- Senaryo Analizi ve Simülasyon: İÜPÇ, senaryo analizi ve simülasyon araçları ile farklı planlama seçeneklerini değerlendirmeyi sağlar. İşletmeler, farklı senaryoları modelleyebilir ve gelecekteki sonuçları tahmin edebilir. Böylece karar alma süreçlerini destekler ve riskleri azaltır.

İÜPÇ, süreçleri optimize ederek işletmelerin verimliliğini artırır, müşteri memnuniyetini sağlar ve rekabet avantajı sağlar. İşletmeler, İÜPÇ kullanarak üretim süreçlerini daha iyi planlayabilir, kaynakları daha etkin bir şekilde kullanabilir ve süreçlerdeki aksamaları minimize edebilirler.

Üretim yapan işletmeler için zaman yönetiminin her aşaması önemlidir. Bu bağlamda zaman yönetimi, verimliliğin artırılması ve belirli bir seviyede sürdürülebilmesi noktasında yapılan planlamalar için önem arz etmektedir. (Lay ve Schouwenburg, 1993)

İÜPÇ kullanımı ile,

- Etkin Stok Bakiyesi Kontrolü

İşletmedeki tüm stokların kullanılacağı tarihi, kullanım adedi ve satın alma tarihleri, satın alma adetleri, ötelemeye bağlı tüketim ve üretim miktarları gibi

bilgiler ile stokların anlık bakiyesi, satın alma ve üretim ile gerçekleşecek operasyonlar sonucundaki bakiyeleri kolayca öğrenilebilir. Stok yönetiminin etkili bir şekilde yapılması, işletmelerin planlama, satın alma, satış ve maliyetlendirme çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. İşletmeler genel olarak yarı mamul, hammadde, sarf malzeme ve ürün stoklarına sahiptir. Stok kontrol modelleri talep türüne bağlı olarak olasılıksız ve olasılıklı modeller olarak sınıflandırılır. Olasılıksız modeller talep miktarının net olarak bilindiği durumlarda kullanılırken, olasılıklı modeller talebin bağımsız olduğu durumlarda uygulanır. (Zorlu vd., 2018)

- Müşteri Siparişi Rezerv Kontrolü

Müşteri siparişlerinde gelecek stok bakiyeleri ve siparişe bağlı açılan iş emirleri ile üretimden rezerv ve stoktan rezerv işlemleri etkili stok yönetimi ve isabetli üretim tarihleri, sipariş yönetimini kolaylaştırmaktadır. Siparişlere göre stok rezervasyonu yapılabilmekte ve yeni gelen siparişler, depo stoklarının rezerv durumlarına (rezerv edilmeyen miktar) göre net stok bakiyesi üzerinden değerlendirilebilmektedir. Ayrıca, kullanıcı isteği veya otomatik olarak oluşturulan malzeme planlama ve kontrol sistemi tarafından yapılan satın alma talepleri, izlenebilir ve satın alma emirleri çıkarılabilir. Bu şekilde stok yönetimi ve sipariş süreçleri daha etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilir (Tandoğan, 2007).

- Emniyet Stoğu, Max.-Min. Stok Kontrolü

Müşteri siparişleri, satınalma siparişleri, bağımsız imalat ve satınalma siparişlerine ek olarak emniyet stoğuna ve stoklara özel max. Sipariş miktarı, min. sipariş miktarları ile stoklar için doğru satınalma ve üretim miktarları ataması yapılabilmektedir. Stok yönetimi genellikle dinamik üretim şartlarında gerçekleştirilir ve buradaki sistem dinamiği, dinamik süreçlerin modellenmesi ve analizinde kullanılan temel bir yoldur. Bu nedenle, sipariş miktarlarının periyodik olarak hesaplanması, yeniden sipariş verme noktalarının belirlenmesi, emniyet stok seviyelerinin belirlenmesi ve işletme hedeflerinin gözden geçirilmesi gibi konular üzerinden hedef belirlemede zorluklar çıkabilmektedir. İşletme, bu durumları doğru bir şekilde takip

etmek, kontrol etmek ve gerektiğinde müdahalede bulunmak zorundadır. Bu tür durumlar için işletmenin emniyet stoklarının belirlenmesi önemlidir (İbrahim vb., 2018).

- İş Emirleri Kontrolü

İş emirleri MİP ile alınan ihtiyaç tarihlerine bağlı kalmadan, İÜPÇ hesabı sonrası raporlar doğrultusunda gerçek ihtiyaç tarihlerine göre iş emri tarihleri de güncellenebilir. Tam kapasite üretim prensibine göre iş emirleri işlem yerlerinde kapasite açığına göre kapasite boşluğu olan işlem yerlerine kaydırılabilmektedir. İş emirleri yüklerinin bilinmesi tezgahların tam kapasite çalışabilmesi için önemlidir. İş yükleme sistemlerinde, üretim maliyeti yanı sıra iş yükü dengesi, geciken iş sayısı gibi ölçütleri de çözüm için ele alınır. Özellikle atölye tipi işletmelerde siparişe dayalı üretim yapıldığından, makineler arasındaki iş yükü dengesinin sağlanması önemlidir. Bu tür işletmelerde atölye iş emirlerinin kontrolü, iş gecikmeleri, ortalama akış süreleri ve makinelerin kullanımı gibi ölçütler üzerinde kontrol gerekmektedir (Demirdöğen ve Güzel , 2010).

- Satınalma Siparişleri Kontrolü

Satınalma siparişlerin ilgili stokların farklı tedarikçilerin tedarik sürelerine göre ana tedarikçi seçimi kontrolü ile satınalma tedarik sürelerinde farklı varyasyonlara göre sipariş oluşturulabilir ve sipariş kontrolü sağlanabilir. Ana tedarikçi kavramı işletmenin belirlemiş olduğu tedarikçiler içinden daha önce satınalma deneyimine bağlı olarak ihtiyaç durumunda ilk başvuracağı firmayı temsil etmektedir. Bu durum bazı KKP uygulamalarında belirlenmesi sonrası MİP hesabında tedarik süresi hesabı için gerekli tedarik süresini ana tedarikçi seçilen tedarikçilerin tedarik süresini kullanmaktadır. Aynı parçanın birden çok tedarikçisi olması durumu için bu yöntem MİP hesabında net tedarik süresi verisi sağlamaktadır. İÜPÇ uygulaması malzemelerin zamanında yetişebilme durumu ve stokların siparişlerin ilerleyen terminler için yeterli olup olmaması durumu için satınalma yapılması gerektiğini veri analizi sonrası net bir şekilde verebilmektedir.

- Özel Gün Kontrolü ve Mesai yönetimi yapabilme

İşletmelerde siparişlerin termin tarihleri tatil günlerine gelebilmektedir. Bu durumların önüne geçmek veya önlem alabilmek gerekmektedir. Üretilen ürünlere göre işletmelerin tatil günü olmayabilir ve tatil günlerinde personeller dönüşümlü veya mesaili sistemde çalışabilirler. Bu tip durumlarda üretimi durmayan işletmelerin ya da üretim kapasitesi düşmesi gereken günlerde üretim planlamasını doğru yapabilmek önem arz etmektedir. İÜPÇ ile üretim planlama sonrasında işletmelerde hafta sonu, bayram tatili, resmî tatil gibi günlere üretim termini olan ürünler ve bu ürünlere bağlı olan malzemelerin üretim ve sipariş tarihleri revize edilebilir, kapasiteyi aşan, mesai gerektiren günler için üretim ve satınalma planlaması kolayca yapılabilir.

- Hayalet Kod ve Hayalet Operasyon Kontrolü

İşletmeler ürünlere ait ürün ağacında ürüne ait tüm operasyonları girmekte ve bu operasyonların tümü için iş emri açılmasını istememektedir. Tüm operasyonlar için iş emri açılmaması durumu iş emri kapayacak personel yetersizliği, operasyonun stok tutma özelliğinin olmaması, anlık gerçekleştirilen hızlı işlemler olmasından kaynaklıdır. Bu gibi durumlarda gerekli görülmeyen operasyonlar hayalet operasyonlara dönüştürülerek üretim sürecine, süre ve tüketimler dahil edilse de bu operasyonlar için iş emirleri açılmamaktadır. İÜPÇ ile hayalet operasyonlar iş yüklerine dahil olabilir ve gerçek iş yükleri görüntülenebilir. Hayalet kodlar stok tutulması istenmeyen genelde küçük parçalardan oluşan tüketilecek malzemelerdir. Bu malzemeler İÜPÇ hesabı ile dikkate alınarak tedarik aşamalarında planlamaya dahil edilmesi sağlanabilmektedir.

- Tedarikçi varyasyonlarına göre termin belirleme

İşletmeler tedarik edecekleri hammaddeleri tedarikçi İşletmelerden fiyat ve tedarik süresi avantajına göre değerlendirip bu iki kriterden hangisi İşletme için ihtiyaca hizmet ediyorsa seçimi yapılır. APS ile Ana tedarikçi seçimi değişimi ile örneğin tedarik süresi kısa olanlar için bir planlama yapılmış ise fiyat avantajlı yaklaşım seçilip tedarik süresi uzun ama daha ucuz maliyetli hammadde tercihi yapılabilir.

- Sevkiyat Yönetimi kontrolü

İşletmelerin müşteri memnuniyetini yüksek tutmalarında temel etkenlerden biri de teslim tarihine uyulmasıdır. İÜPÇ ile planlanan üretim tarihleri ve üretim bitiş tarihleri hesabı ile malzemelerin müşteriye ne zaman teslim edilebileceği İÜPÇ hesabı ile kolayca öğrenilebilir. Planlana kapasiteye fiiliyatta uyulması ve ilgili depolara zamanında sevkiyatlar önem arz etmektedir.

- Maliyet Yönetimi

İÜPÇ verileri işletmedeki geleneksel maliyet hesaplamaları için kaynak oluşturduğu gibi ve faaliyet bazlı maliyetlendirme içinde gerekli olan detay verileri içermektedir. İşletmenin maliyetlerini kontrol etmenin temel adımların biri üretim maliyetlerini düşürmek ve üretimi tam kapasite ile çalıştırmaktadır. Geleneksel maliyet muhasebesi sistemlerine bakıldığında, söz konusu sistemlerde, genel üretim giderlerinin belirli ürünlere yüklenmesinde direkt işçilik saati, makine saati, satış miktarı gibi hacim tabanlı dağıtım anahtarlarının kullanıldığı görülmektedir. Fakat gerçekte birçok ürünün kaynaklardan aldığı payın üretim veya satış miktarı ile doğru orantılı olmadığı görülmektedir. Ürün maliyetlerinin geleneksel maliyet yöntemleri ile değil de faaliyet bazlı maliyetlendirme ile alınması daha doğru sonuçlar vermesi muhtemeldir (Anderson ve Putterman, 2005).

Faaliyet tabanlı maliyetlendirme için hazırlanması gereken verilerin İÜPÇ üzerinde üretilmesi işletmenin doğru maliyetler almasını desteklemektedir. Sürece dayalı faaliyet tabanlı maliyetlendirme ile katma değeri olmayan faaliyetlerin belirlenebildiğini, boş kapasitenin ayrıldığı, maliyetleri düşürücü, verimliliği arttırıcı tedbirler alınabildiğini ve süreçleri iyileştirecek stratejilere odaklanılabildiğini göstermektedir. Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin geleneksel maliyet sistemlerine göre farklılıklarını makine sektöründe uygulanabilirlik düzeyi araştırılmış. Bu kapsamda geliştirilen zaman etkenli faaliyet tabanlı maliyetleme sisteminin doğru maliyet bilgisine ulaşmadaki performansı, makine sektöründe belirlenen bir işletmenin mevcut maliyet sistemi ile zaman etkenli faaliyet tabanlı maliyet sisteminin işletmede

uygulanması sonucunda geleneksel maliyet yöntemleri ile ürün maliyetlerinin belirlenmesi, yeterli ve doğru maliyet bilgilerini sağlamakta yetersiz kaldığı sonucuna varılmıştır (Ceran ve Yılmaz, 2019).

Yukarıda İÜPÇ kullanımı ile ulaşılabilecek planlama varyasyonları ve imkanlarından bahsedilmiştir. İşletmelerde bahsi geçen veri setleri (Maddelerdeki detay bilgiler) ve özellikler için standart üretim planlama (MİP Çıktıları) sistemleri yetersiz kalmaktadır. Standart üretim planlama verileri İÜPÇ uygulamaları ile parametrik olarak hesaplanarak işletmenin üretim ve diğer süreçlerine ışık tutabilmektedir. Bu çalışmada da işletmelerin İÜPÇ kullanımı kazanımları araştırması üzerinde bir çalışma yapılmıştır.

#### **2.4.1. Sipariş Beklentileri Belirlenmesi**

Sipariş Beklentileri, bir işletmenin gelecekteki müşteri taleplerini doğru bir şekilde tahmin etmesini sağlayan önemli bir süreçtir. Doğru talep tahmini, işletmelerin üretim planlaması, envanter yönetimi, satın alma ve tedarik zinciri yönetimi gibi faaliyetlerini etkin bir şekilde planlamalarını sağlar. İşletmeler talep tahminlerini belirlerken aşağıdaki faktörleri dikkate alabilir (Özlu, 2015):

- Geçmiş Veriler: İşletmeler, geçmiş satış verilerini analiz ederek gelecekteki talepleri tahmin edebilirler. Satış geçmişine dayalı trendler, mevsimsellik, özel günler, kampanyalar gibi faktörler dikkate alınarak talep tahmini yapılabilir. Geçmiş veriler, işletmelerin geçmiş performansını değerlendirmelerine ve gelecekteki talepleri öngörmelerine yardımcı olur.
- Pazar Araştırmaları: İşletmeler, pazar araştırmaları yaparak müşteri tercihlerini ve taleplerini anlayabilirler. Müşteri anketleri, odak grup çalışmaları, rakip analizleri gibi yöntemlerle pazar trendleri ve müşteri davranışları hakkında bilgi toplanabilir. Bu bilgiler, talep tahmini yaparken işletmelerin daha doğru bir perspektif elde etmelerini sağlar.
- Müşteri Geri Bildirimleri: Müşteri geri bildirimleri, işletmelere talepleri daha iyi anlamaları için değerli bilgiler sunar. Müşteri şikayetleri, talepler, öneriler ve satış ekipleriyle yapılan müşteri görüşmeleri gibi kanallar aracılığıyla müşteri geri bildirimleri toplanabilir. Bu geri bildirimler, işletmelerin müşteri taleplerini anlamalarına ve gelecekteki talepleri öngörmelerine yardımcı olur.

- Sosyal Medya ve Dijital İzleme: Sosyal medya platformları ve diğer dijital kanallar, işletmelere müşteri davranışlarını ve eğilimlerini anlama konusunda değerli bilgiler sunar. Müşterilerin sosyal medya etkileşimleri, yorumları, beğenileri ve paylaşımları gibi veriler, işletmelerin talep tahminlerine katkıda bulunabilir. Bu veriler, işletmelerin müşteri deneyimini geliştirmek ve talepleri öngörmek için kullanılabilir.
- Makine Öğrenimi ve Veri Analitiği: Makine öğrenimi ve veri analitiği teknikleri, büyük veri setlerini analiz ederek talep tahmini yapma konusunda işletmelere yardımcı olabilir. İleri analitik yöntemleri ve tahmin modelleri, işletmelerin karmaşık veri setlerini kullanarak gelecekteki talepleri tahmin etmelerini sağlar. Bu teknikler, işletmelerin daha doğru ve kesin talep tahminleri yapmalarını sağlar.

İşletmeler, talep tahminlerini belirlerken yukarıdaki faktörleri bir araya getirerek kapsamlı bir yaklaşım benimseyebilirler. Talep tahminlerinin doğruluğu zamanla iyileştirilebilir ve sürekli olarak güncellenmesi önemlidir.

#### **2.4.2. Ana Üretim Planlama**

Ana üretim planlama (AÜP), işletmelerin kısa ve orta vadeli üretim planlamasını yapmalarını sağlayan bir süreçtir. AÜP, üretim taleplerini ve envanter seviyelerini dikkate alarak belirli bir zaman diliminde hangi ürünlerin, hangi miktarlarda ve ne zaman üretileceğini planlanır.

Ana üretim planlaması aşağıdaki adımları içerir (Tang ve Grubbström, 2002):

- Talep Tahmini: Müşteri talepleri, satış tahminleri ve diğer veriler temel alınarak gelecekteki talepler tahmin edilir. Talep tahmini, müşteri siparişleri, geçmiş satış verileri, pazar araştırmaları ve diğer faktörler kullanılarak yapılır.
- Stok Durumunun Değerlendirilmesi: İşletme, mevcut stok durumunu değerlendirir. Bu, mevcut envanter seviyelerini ve mevcut siparişleri içerir. Stok durumu, talep tahminleri ve müşteri talepleriyle karşılaştırılır.
- Üretim Kapasitesinin Değerlendirilmesi: İşletme, mevcut üretim kapasitesini değerlendirir. Bu, işçilik, ekipman, makineler ve diğer kaynakların mevcut durumunu ve kapasitesini içerir. Üretim kapasitesi, taleplerle karşılaştırılarak

değerlendirilir.

- Ana Üretim Planının Oluşturulması: Talep tahminleri, stok durumu ve üretim kapasitesi değerlendirmesi temel alınarak ana üretim planı oluşturulur. Bu plan, belirli bir zaman diliminde hangi ürünlerin ne kadar üretileceğini ve ne zaman üretileceğini belirler.
- Kaynak Planlaması: Ana üretim planlaması, üretim kaynaklarının (işçilik, ekipman, malzeme vb.) planlanması ve yönetilmesini içerir. Bu, kaynakların taleplerle uyumlu bir şekilde tahsis edilmesini ve üretim sürecinin gerekliliklerini karşılamasını sağlar.
- Gözden Geçirme ve Güncelleme: Ana üretim planlaması sürekli olarak gözden geçirilir ve güncellenir. Müşteri talepleri, stok seviyeleri, üretim kapasitesi ve diğer faktörlerdeki değişiklikler göz önünde bulundurularak plan revize edilir.

Ana üretim planlaması, işletmelerin üretim süreçlerini etkin bir şekilde yönetmelerini sağlar. Bu süreç, müşteri taleplerine uygun üretim programlarının oluşturulmasını, stok seviyelerinin optimize edilmesini ve kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını amaçlar.

### **2.4.3. Üretim Simülasyonu**

Üretim simülasyonu, bir işletmenin üretim sürecini sanal bir ortamda simüle ederek gerçekçi senaryolar oluşturmayı ve analiz etmeyi sağlayan bir yöntemdir. Bu simülasyonlar, işletmelerin üretim planlaması, kapasite değerlendirmesi, verimlilik analizi ve süreç iyileştirme gibi konularda karar verme süreçlerine destek sağlar. Üretim simülasyonu aşağıdaki adımları içerebilir (Setyan, 1994):

- Model Oluşturma: İlk adım, işletmenin üretim sürecini ve ilgili faktörleri içeren bir modelin oluşturulmasıdır. Bu model, iş istasyonları, makine kapasiteleri, iş süreleri, malzeme akışı, iş gücü ve diğer etkenleri kapsayacak şekilde tasarlanır. Model, gerçek üretim sürecini mümkün olduğunca doğru bir şekilde yansıtmalıdır.
- Senaryo ve Parametre Tanımlama: Üretim simülasyonunda farklı senaryolar oluşturulur. Bu senaryolar, işletmenin karşılaşılabileceği farklı koşulları, değişkenleri ve hedefleri temsil eder. Senaryolar için parametreler tanımlanır,

örneğin talep seviyeleri, işçilik verimliliği, makine arızaları gibi. Bu parametreler, senaryoların gerçekçi bir şekilde simüle edilmesini sağlar.

- Simülasyon Yürütme: Tanımlanan senaryolar ve parametreler kullanılarak simülasyon yürütülür. Modeldeki işlemler ve süreçler simülasyon ortamında gerçekleştirilir. Senaryoların farklı zaman dilimlerindeki etkileri incelenir ve sonuçlar kaydedilir.
- Veri Analizi ve Performans Değerlendirmesi: Simülasyon sonuçları analiz edilir ve işletmenin performansı değerlendirilir. Üretim verimliliği, kapasite kullanımı, stok seviyeleri, iş süreçleri ve diğer kritik performans göstergeleri incelenir. Bu analizler, işletmenin mevcut durumunu anlamak ve iyileştirme fırsatlarını belirlemek için kullanılır.
- İyileştirme ve Karar Alma: Simülasyon sonuçlarına dayanarak işletme süreçlerinde iyileştirmeler yapılır. Senaryoların sonuçları değerlendirilir ve farklı senaryoların avantajları ve dezavantajları değerlendirilir. Bu bilgiler, işletmenin stratejik kararlar almasına ve süreçlerini optimize etmesine yardımcı olur.
- Üretim simülasyonu, işletmelerin riskleri minimize etmelerine, kararlarını bilgiye dayandırmalarına ve operasyonel verimliliklerini artırmalarına yardımcı olur. Simülasyonlar, gerçek üretim ortamında denemek zorunda kalınmadan değişikliklerin sonuçlarını önceden analiz etme imkânı sağlar. Bu da işletmelere maliyet tasarrufu, zaman kazancı ve rekabet avantajı sağlar

#### **2.4.4. Üretim Çizelgeleme**

Üretim çizelgeleme, üretim sürecindeki işlerin zamanlama ve sıralama planlamasını yapmayı ve kaynakları etkin bir şekilde kullanmayı amaçlayan bir faaliyettir. Bu, üretim planlaması ve üretim kontrolünün bir parçasıdır. Üretim sürecinin düzenlenmesi ve yönetilmesi için çizelgeleme önemli bir adımdır. MİP tabanlı verileri referans almaktadır. MİP sonrası iş yükleme olarak adlandırılan tezgâh/İşçi kapasite doldurma işlemleri çizelgeler üzerinde gösterilmektedir. Üretim çizelgeleme, aşağıdaki unsurları içerir (Han ve Yang 2020):

- İşlerin Sıralanması: Üretim sürecindeki işlerin sıralanması, her işin ne zaman

başlayacağını ve tamamlanacağını belirlemeyi içerir. İşler, işlem süreleri, öncelikler, teslim tarihleri ve işletmenin hedefleri gibi faktörlere göre sıralanır.

- İşlerin Zamanlaması: İşlerin hangi zaman dilimlerinde gerçekleştirileceğini belirlemeyi içerir. İşlerin başlama ve bitiş tarihleri, iş süreleri, işçilik, ekipman ve malzeme kullanılabilirliği gibi faktörlere göre planlanır.
- Kaynakların Planlanması: İşlerin tamamlanması için gereken kaynakların planlanmasını içerir. Bu, işçilik, makineler, ekipmanlar, malzemeler ve diğer kaynakların kullanılabilirliği ve kapasitesi dikkate alınarak yapılır. Kaynakların verimli bir şekilde kullanılması ve çakışmaların önlenmesi hedeflenir.
- Önceliklendirme: İşlerin önceliklerini belirlemeyi içerir. Bazı işlerin diğerlerinden önce tamamlanması gerekebilir, örneğin acil müşteri talepleri veya üretim hattının sürekliliği için kritik olan işler. Önceliklendirme, müşteri memnuniyetini sağlamak ve üretim sürecinin düzenli ve etkin bir şekilde işlenmesini sağlamak için önemlidir.
- Çizelge Optimizasyonu: Üretim çizelgeleme aynı zamanda optimizasyonu da içerir. Bu, çeşitli kısıtlar, hedefler ve performans ölçütleri göz önünde bulundurularak en etkili ve verimli üretim çizelgesinin oluşturulması anlamına gelir. Optimizasyon, işlerin zamanında tamamlanmasını, kaynakların etkin kullanılmasını ve maliyetleri minimize etmeyi hedefler (Demirdöğen ve Güzel, 2010).
- Gözden Geçirme ve Güncelleme: Çizelgeleme süreci sürekli olarak gözden geçirilir ve güncellenir. Müşteri talepleri, kaynak durumu, iş öncelikleri gibi faktörlerde değişiklikler olduğunda çizelge revize edilir. Ayrıca, iş süreçlerindeki aksamlar veya sorunlar gözlemlendikçe çizelgeleme süreci yeniden değerlendirilir ve iyileştirmeler yapılır (Altındaş, 2011).

Çizelgeleme süreci, işletmelerin işlerini düzenli bir şekilde ilerletmelerini, kaynakları etkin bir şekilde kullanmalarını ve teslimat sürelerini karşılamalarını sağlar. Doğru çizelgeleme, işletmelerin operasyonel verimliliklerini artırır, müşteri memnuniyetini sağlar ve iş süreçlerini optimize eder.

#### 2.4.5. Avantajlar

İÜPÇ işletmeler için birçok avantaj sağlar. İşletmeler, ileri üretim planlama yöntemlerini kullanarak üretim süreçlerini daha etkin ve verimli bir şekilde yönetebilirler. İşte ileri üretim planlamanın sağladığı avantajlar aşağıda maddelendirilmiştir (Kjellsdotter ve Jonsson, 2010):

- **Stok Optimizasyonu:** İleri üretim planlaması, malzeme taleplerini ve üretim programını daha doğru bir şekilde tahmin etmeyi sağlar. Bu, stok seviyelerinin optimize edilmesini ve stok fazlalığı veya eksikliğinin önlenmesini sağlar. Doğru stok seviyeleri, işletmenin maliyetlerini düşürürken müşteri taleplerini karşılmasına olanak tanır.
- **Daha İyi Teslimat Performansı:** İleri üretim planlaması, müşteri taleplerine ve teslimat sürelerine daha iyi yanıt verme yeteneği sağlar. Talepleri daha doğru tahmin etmek ve üretimi buna göre planlamak, müşterilere zamanında teslimat yapmayı ve teslimat performansını artırmayı mümkün kılar. Bu da müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırır.
- **Kapasite Kullanımının Optimizasyonu:** İleri üretim planlaması, işletmelerin üretim kapasitelerini daha etkin bir şekilde kullanmalarını sağlar. Üretim süreçlerini doğru bir şekilde planlamak ve işçilik, ekipman ve makineleri optimum düzeyde tahsis etmek, kapasite kullanımını artırır ve verimliliği optimize eder.
- **İşgücü Yönetiminin İyileştirilmesi:** İleri üretim planlaması, işletmelerin işgücü ihtiyaçlarını daha iyi tahmin etmelerini ve işçilik kaynaklarını etkin bir şekilde yönetmelerini sağlar. İşçilik taleplerini doğru bir şekilde tahmin etmek, işgücü planlamasını optimize eder ve fazla işçilik veya işçilik eksikliğinin önlenmesini sağlar.
- **Maliyet Düşürme:** İleri üretim planlaması, işletmelerin maliyetlerini düşürmelerine yardımcı olur. Stok optimizasyonu, kapasite kullanımının artırılması, işçilik verimliliğinin iyileştirilmesi gibi faktörler maliyetleri düşürür. Ayrıca, daha etkin ve verimli bir üretim süreci, atıkları azaltır ve maliyetleri düşürür.

- Daha İyi Karar Alma: İleri üretim planlaması, işletmelere daha iyi kararlar almaları için gerekli bilgileri sağlar. Doğru ve güncel veriler, işletmelerin üretim süreçlerini analiz etmelerini, iyileştirme fırsatlarını belirlemelerini ve stratejik kararlar almalarını sağlar.

İleri üretim planlaması, işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerini, müşteri taleplerine hızlı ve etkin bir şekilde yanıt vermelerini ve operasyonel verimliliklerini artırmalarını sağlar. Bu da işletmelerin başarılarını ve sürdürülebilirliğini sağlar.

#### **2.4.6. Zorluklar**

İÜPÇ işletmeler için birçok avantaj sağlasa da bazı zorluklar da içerebilir. İşletmelerin bu zorlukları dikkate alarak ileri üretim planlamasını etkin bir şekilde uygulamaları önemlidir. İşte ileri üretim planlamasının karşılaşılabileceği zorluklar aşağıda maddelendirilmiştir (Maravelias ve Sung, 2009):

- Doğru Talep Tahmini: Doğru talep tahmini, ileri üretim planlamasının temelidir. Ancak, taleplerin tahmin edilmesi her zaman zor olabilir. Pazar koşullarının değişkenliği, müşteri taleplerinin dalgalanması ve sezonsal faktörler gibi etmenler talep tahminlerini etkileyebilir. Yanlış tahminler, stok fazlalığı veya eksikliği gibi sorunlara yol açabilir.
- Kaynak Kapasitesi Yönetimi: İleri üretim planlaması, mevcut kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını gerektirir. Kaynakların kapasitesi, işçilik, ekipman, makineler ve diğer faktörlerle sınırlı olabilir. Kaynakların kullanımının optimize edilmesi ve kapasite sınırlamalarının dikkate alınması zor olabilir.
- Veri Yetersizliği ve Kalitesi: İleri üretim planlaması için doğru ve güvenilir verilere ihtiyaç vardır. Ancak, bazı işletmeler veri eksikliği veya kalite sorunlarıyla karşılaşabilir. Talep tahmini için yeterli geçmiş veriye veya pazar araştırmalarına erişim olmayabilir. Ayrıca, güncel ve doğru verilerin sağlanması ve yönetilmesi de bir zorluk olabilir.
- Esneklik ve Değişkenlik: İleri üretim planlaması, işletmelerin değişen piyasa koşullarına ve müşteri taleplerine hızlı bir şekilde uyum sağlamasını gerektirebilir. Ancak, bu değişkenlik ve esneklik gereksinimi, planlamada zorluklar yaratabilir. Hızlı talep değişiklikleri veya operasyonel aksamalar,

planlamayı etkileyebilir ve revizyon gerektirebilir.

- Koordinasyon ve İletişim: İleri üretim planlaması, farklı departmanlar, tedarikçiler ve müşteriler arasında koordinasyon ve iletişim gerektirir. Farklı paydaşların doğru bilgilendirilmesi, iş birliği ve veri paylaşımı önemlidir. Koordinasyon eksikliği veya iletişim sorunları, planlama sürecini etkileyebilir ve hatalara yol açabilir.
- Teknoloji ve Altyapı: İleri üretim planlaması, uygun teknolojik altyapı ve bilişim sistemleri gerektirir. Gelişmiş planlama ve optimizasyon yazılımları, veri analizi araçları ve entegre sistemler kullanılmalıdır. Ancak, bazı işletmeler bu teknolojik altyapıya sahip olmayabilir veya uygulama ve entegrasyon sürecinde zorluklarla karşılaşabilir.
- İleri üretim planlaması, bu zorlukları dikkate alarak doğru stratejiler, uygun kaynaklar ve etkili iş birliğiyle üstesinden gelinebilir. Esneklik, sürekli iyileştirme ve veri yönetimi gibi faktörler de başarılı bir ileri üretim planlaması için önemlidir.

## **2.5. ÜRETİM PLANLAMADA KULLANILAN LİNEER PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ**

Üretim planlamada çeşitli lineer programlama yöntemleri kullanılır. Lineer programlama, belirli kısıtlar altında bir hedef fonksiyonunu en iyi hale getirmek için girdilerin (genellikle kaynakların) nasıl en iyi şekilde dağıtılacağını belirlemeye yönelik matematiksel bir tekniktir (Şen, 1992).

Üretim planlamada kullanılan lineer programlama yöntemleri çeşitli matematiksel modeller ve algoritmaları içermektedir. İşte yaygın olarak kullanılan bazı lineer programlama yöntemleri:

1. Doğrusal Programlama (Linear Programming): Üretim planlamada en yaygın olarak kullanılan lineer programlama yöntemidir. Hedeflenen bir amaç fonksiyonunu optimize etmek için belirli kısıtlar altında bir dizi doğrusal denklemlerle ifade edilen bir matematiksel model oluşturulur. Doğrusal programlama karmaşık üretim süreçlerini yönetmek için

kullanılan bir sistemdir ve birçok kısıtlama ve değişken içerir. Doğrusal programlama, bu karmaşık yapıları matematiksel olarak ifade etmek için uygun bir yöntemdir. Doğrusal programlama modelleri, lineer denklemler ve eşitsizliklerle temsil edilebilir ve modelin yapısı daha kolay anlaşılır. Doğrusal programlama, birçok farklı uygulama alanında kullanılır, örneğin, üretim planlaması, envanter yönetimi, tedarik zinciri optimizasyonu, finansal planlama ve ulaşım problemleri gibi birçok alanda etkili bir araçtır. Doğrusal programlama yöntemi özellikleri (Alan ve Yeşilyurt, 2004):

- **Optimizasyon Yeteneği:** Doğrusal programlama, belirli bir hedefi optimize etmek için kullanılan bir yöntemdir. İÜPÇ sistemiyle birlikte, üretim planlarının optimizasyonu önemli bir hedef olabilir. Örneğin, maliyeti minimize etme veya üretim kapasitesini maksimize etme gibi hedefler doğrusal programlama ile modellenebilir. Bu şekilde, doğrusal programlama yöntemi, İÜPÇ sisteminin en iyi üretim planını belirlemek için kullanılabilir.
- **Çözüm Algoritmaları:** Doğrusal programlama problemleri, çözüm algoritmaları ile etkili bir şekilde çözülebilir. Bu algoritmalar, büyük boyutlu problemleri hızlı bir şekilde çözebilir ve optimal çözümü bulabilir. İÜPÇ sistemiyle entegre bir şekilde kullanılan doğrusal programlama yöntemi, işletmenin kaynakları ve kısıtları dikkate alarak hızlı bir şekilde üretim planını optimize edebilir.
- **Literatür ve Uygulama Yaygınlığı:** Doğrusal programlama, operasyon araştırmaları ve üretim planlama alanlarında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu nedenle, İÜPÇ konulu bir çalışmada doğrusal programlama yöntemini kullanmanız, mevcut literatür ve uygulama bilgilerine dayanmanızı sağlayabilir. Daha önce yapılan çalışmalardan yararlanarak ve mevcut yöntemleri uygulayarak çalışmanızın katkısını artırabilirsiniz.
- **Modelin Esnekliği:** Doğrusal programlama modelleri, değişikliklere ve farklı senaryolara kolayca uyum sağlayabilir.

İÜPÇ sistemi, işletmenin talep dalgalanmalarına, kaynak değişikliklerine veya üretim planında değişikliklere yanıt vermek zorunda kalabilir. Doğrusal programlama modelleri, bu değişikliklere hızlı ve etkili bir şekilde adapte olabilir ve yeni senaryolara uyum sağlayabilir.

Doğrusal programlama modeli ile yapılan çalışmalara baktığımızda birbirinden farklı sektörlerde de bu modelin kullanıldığını görmekteyiz.

Tablo.2.5.1. Doğrusal Planlama Literatür Tablosu

Yazar ve Yıl	Konu	Sonuç
Alan ve Yeşilyurt (2004)	Doğrusal Programlama Problemlerinin Excel İle Çözümü	Doğrusal Programlama problemlerinin excel üzerinde belirlenen fonksiyon üzerinden sonuca ulaşılmıştır.
Çetindere, Sevim ve Duran (2010)	Üretim Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Tekniğinin Kullanımı: Bir Konfeksiyon İşletmesinde Uygulama	Bir tekstil işletmesine ait ürünlerin üretiminde çözüm modeline uygulanan kısıtlayıcılar ile işletmenin tezgâh kapasiteleri ve tezgahlardaki üretilebilecek ürün miktarına göre fiili karı bulunmuştur.
Bachouch, Guinet ve Hajri-Gabouj (2012)	An İnteger Linear Model For Hospital Bed Planning	Uygulanan modelde hastaların, hastalık türlerine göre yatak yerlerinin planlanması için oda ve yatak numaralarına göre doğrusal programlama modeli üzerinden yapılan hesaplama sonucu çizelge üzerine yerleştirilmiş ve yatak planlaması yapılmıştır.
Gencer (2023)	Doğrusal Programlama Yöntemiyle Seralarda Enerji Kaynağı Çeşitlendirme Optimizasyonu	Seralardaki enerji çeşitliliği ölçümü için illerin sıcaklık değerleri, karbon maliyetleri vb. kısıtlar üzerinden sera kurma hedefinde olan yatırımcılar için maliyetler ve CO2 salınımı bulunmuştur.
Derelli ve Keleş (2023)	Farklı Yaş Sınıfı Dağılımına Sahip Kızılcım Ormanlarında Odun Üretimi ve Karbon Birikimi Fonksiyonlarının Doğrusal Programlama Tekniği İle Optimizasyonu	Belirlenen zaman dilimlerine göre orman kuruluşlarının odun üretimi, net karbon birikimi ve bu kalemlerin maliyetlerine ulaşılmıştır.

Tablo.2.5.1 (devamı). Doğrusal Planlama Literatür Tablosu

Yıldız ve Çağrı (2023)	Türkiye’de Bakliyat Üretimi Üzerine Tarımsal Planlama İçin Bir Matematiksel Model Önerisi	Kuru Fasulye, nohut, kırmızı mercimek, yeşil mercimek ürünlerinin kısıtlar ile model çözüm uzayında hesaplanarak üretim maliyetleri ve üretim gelirleri üzerinden asgari yeterlilik dereceleri bulunmuştur.
Junaidin, Syaifuddin, Montundu,ve Zaid (2023)	The Application Of Linear Programming Into Production Schedule At Electrical Panel Company	Uygulanan modelde elektrik panellerinin üretebileceği elektrik ve elde edilecek maksimum kar sonucuna ulaşılmıştır.

2. **Hedef Programlama (Goal Programming):** Birden fazla hedef veya amaç fonksiyonunun aynı anda optimize edildiği bir lineer programlama yöntemidir. Üretim planlamada çeşitli hedefler arasında denge sağlamak için kullanılabilir. Öncelikli hedefler belirlenerek bu hedeflere ulaşmak için kısıtlar ve ağırlıklar tanımlanır (Supçiller ve Erbilek, 2021).
3. **Karma Programlama (Mixed Integer Programming):** Üretim planlamada bazı değişkenlerin tam sayı değerlerini alması gerektiği durumlarda kullanılan bir lineer programlama yöntemidir. Üretimdeki belirli kararlar tam sayı olmak zorunda olduğunda, bu tür bir model kullanılabilir (Wolsey, 2007).
4. **Tam Sayılı Programlama (Integer Programming):** Üretim planlamada tüm değişkenlerin tam sayı değerlerini alması gerektiği durumlarda kullanılan bir lineer programlama yöntemidir. Karma programlamanın bir alt kümesidir (Patir, 2010).
5. **Kısıtlı Doğrusal Programlama (Constrained Linear Programming):** Üretim planlamada belirli kısıtların var olduğu durumlarda kullanılan bir lineer programlama yöntemidir. Üretim süreçlerindeki sınırlamaları dikkate alarak optimize edilmiş bir plan oluşturur (Rong ve Rahdelma 2008).

Bu yöntemler, üretim planlama ve optimizasyonunda kullanılan genel lineer programlama yaklaşımlarının birkaç örneğidir. Bu yöntemler, özelleştirilmiş olarak kullanılabilir ve belirli bir üretim ortamına veya probleme uyarlanabilir. Üretim planlama sürecinde hangi yöntemin kullanılacağı, problem özelliklerine, hedeflere ve kısıtlara bağlı olarak belirlenir.



### 3. YÖNTEM

#### 3.1.ARAŞTIRMA MODELİ VE HİPOTEZ

Çalışmada doğrusal programlama modeli kullanılmıştır. Doğrusal programlama, belirli bir hedefi optimize etmek için kullanılan matematiksel bir modelleme ve çözümlene yöntemidir (Alan ve Yeşilyurt, 2004). Bu yöntem, doğrusal denklemler ve eşitsizliklerle ifade edilen bir dizi kısıtlama altında bir lineer hedef fonksiyonunu maksimize etme veya minimize etme amacını taşır.

Doğrusal programlama problemleri, bir dizi karar değişkeniyle tanımlanan ve çözümünü aradığımız hedef fonksiyonunu optimize etmeye yönelik kısıtlarla sınırlandırılan matematiksel modellerdir. Bu modeller, genellikle lineer denklem sistemleri veya eşitsizlikler olarak ifade edilir ve bir lineer programlama problemini oluştururlar.

Lineer programlama problemlerinin genel formülü şu şekildedir (Alan ve Yeşilyurt, 2004):

Maximize (veya minimize):

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Kısıtlar;

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

Pozitif Kısıt

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Burada, Z, optimize edilmek istenen hedef fonksiyonu temsil ederken,  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , karar değişkenlerini ifade eder.  $a_{ij}$  ve  $b_i$  ise, kısıtları ifade eden katsayılar ve sabitlerdir.  $c_1, c_2, \dots, c_n$  ise hedef fonksiyonunun katsayılarıdır. Doğrusal programlama, bu matematiksel modeli kullanarak hedef fonksiyonunu belirli kısıtlar altında en uygun sonuç elde etmeyi amaçlar.

### 3.2. VERİ TOPLAMA ARACI

Çalışmaya konu olan ürün grubuna ait veriler İşletmenin kullanmış olduğu HarmonyKKP uygulamasından alınmıştır. İşletme kullanmış olduğu KKP uygulaması olan HarmonyKKP uygulaması firmada, satın alma, satış, stok takip, üretim, kalite kontrol, bakım-onarım, muhasebe-finans, MİY ve İK dâhil firmanın tüm süreçlerini yönetmesini sağlamaktadır. Çalışma kapsamında model için gerekli olan tüm bilgiler HarmonyKKP kayıt ve rapor ekranlarından alınmıştır. HarmonyKKP uygulaması modeldeki verilerin doğruluğunun teyidi ve hızlı ulaşılabilir olması sayesinde model için net bilgiler sağlamıştır. Firma HarmonyKKP uygulamasını 15 yıldır kullanmakta ve ihtiyaç duyulan noktalarda firmaya özel geliştirmeler yapılmaya devam edilmektedir. Çalışmaya konu olan ürünler işletmenin üretimin küçük bir kısmına denk gelen ürünlerdir. İşletme bu ürünlere gelen talepleri baz alarak üretim kapasitesini artırmak istemektedir.

İşletme verileri ile alakalı anlaşılmayan süreçlerde işletme üretim planlama ekibinden yardım alınmış verilerin doğruluğundan emin olunmuştur. Çalışmaya konu olan hidrofor ve genişleme tankının farklı boyutlardaki 3 temel ürün üzerinden gidilmiştir. Ürün grubu altında 6 ürün bulunsa da 3 ürün grubunun dik ve yatay durması ürünün herhangi özelliğini değiştirmemektedir bu sebeple 3 ürün üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışmada dikkate alınacak girdiler aşağıdaki maddelendirilmiştir:

- AÜP ve İÜPÇ Ortak Girdileri
- MİP Satınalma İhtiyaçları
- MİP İmalat İhtiyaçları
- İşlem Yerleri Personel Sayısı
- İşlem Yerleri Kapasite (Saat)
- Stok Bakiyesi
- Satınalma Sipariş Miktarları
- Malzeme Tedarik süreleri

- Sipariş Termin Tarihi
- Operasyon Süreleri
- Maliyet kalemleri
- Üretim Planı (Stoka)
- Tatil günleri/Mesailer
- Müşteri Siparişleri
- Bağımsız İmalat Siparişleri

Aşağıdaki tabloda MİP ve İÜPÇ çıktıları listelenmiştir. Listede İÜPÇ ye veri sağlayacak çıktılar (MİP çıktıları) ve İÜPÇ ile elde edilecek bilgiler listelenmiştir.

Tablo 3.3.1. MİP ve İÜPÇ Çıktıları Kıyas Tablosu

AÜP Çıktıları	İÜPÇ Çıktıları
Malzeme ihtiyacı olan Malzemeler	MİP İhtiyacı olan malzemelerin yetişme durumu
Malzeme İhtiyaç Miktarları	Malzeme ihtiyaç miktarları alınması gereken tarihler
Malzeme İhtiyaç Tarihleri	İmalat ihtiyaçları termine uyum durumu (Müşteri Siparişleri üzerinden)
Malzeme Alınacak Tedarikçi Bilgisi (Ana Tedarikçi Üzerinden)	İmalat tarihleri (İÜPÇ Hesabı ile)
Operasyon ve Rota bilgileri	Atölye ve işlem yerleri doluluk oranına göre yerleştirme
İmalat Tarihleri	Mesai ihtiyacı görebilme
Bağlı olduğu Müşteri Siparişleri	İmalat Siparişleri Bitiş Tarihleri
	Operasyonların başlangıç bitiş tarihleri
	Operasyonların başlangıç bitiş tarihleri
	Üretim çizelgesi

Tablo 3.3.1(devamı). MİP ve İÜPÇ Çıktıları Kıyas Tablosu

	Kapasite Aşım bilgileri
	Hayalet operasyon bilgisi

Sadece MİP kullanan İşletmeler tabloda MİP çıktıları listesindeki bilgilere ulaşmakta ve bu bilgiler ile uzun bir planlama sürecine girmektedir. İÜPÇ ile Üretim planlama yapan işletmeler MİP'deki verilere ulaşmakta ve İÜPÇ sistemi algoritmaları ile bu veriler işletme için satınalma planı, sevkiyat planı, üretim planı vb. net bilgilere dönüşmektedir.

### 3.3.VERİLERİN TOPLANMASI

Çalışmaya konu olan veriler işletmenin kulanmış olduğu HarmonyKKP Programından alınmıştır. Bu veriler işletmenin üretim planlama personellerinin yardımıyla tablolaştırılmış ve veri tabloları oluşturulmuştur. Stok kartları, Operasyon Çalışmanın temel verilerinden olan Ana üretim programı üzerindeki planlanan miktarlar işletmenin geçmiş dönemdeki satışları ve tahmini satışların birleşimden oluşmuştur.

Toplanan veriler çalışmamızda kullanacağımız yönteme uygun şekilde tablolaştırılmış ve tabloların detayları ilgili tablolar altında belirtilmiştir. İşletmeden alınan bilgiler;

- Stoklar
- Stok tipleri
- Tüketim bilgileri
- AÜP Üretim Planlama bilgileri
- Operasyon bilgileri
- Depolama bilgileri
- Hammadde tedarik bilgileri
- Maliyet ve genel bütçe bilgileri

Bu veriler işletme için uygun olabilecek planlama modelinin oluşturulması ve planlanması aşamasında temin edilmiştir. İşletmenin isteği ile rekabet koşulları

sebebiyle işletme adını ve ürünlere ait adların verilmemesi istenmiştir. İşletmeden alınan bilgilerin işletmedeki direkt adları ile değil çalışma için hazırlanan kodlama mantığı ile yapılması sağlanmıştır. Ürünler “M” harfi ile Yarımamuller “Y” harfi ve Hammaddeler “H” harfi ile başlatılarak 4 dijital olacak şekilde numara sıralı olarak isimlendirilmişlerdir.

Ürün Kodları: M001, M002, M003

Yarı mamul Kodları: Y001, Y002, Y003, Y004, Y005, Y006, Y007, Y008, Y009, Y010, Y011, Y012, Hammadde Kodları: H001, H002, H003, H004, H005, H006, H007, H008, H009, H010, H011, H012, H0013, H014, H015

### **3.4.VERİLERİN ANALİZİ**

Çalışmada elde edilecek veriler doğrusal programlama yöntemi ile oluşturulan model üzerinde kurulan maksimizasyon formülü ve kısıtların uygulanması ile optimum üretim miktarı ve maksimum kar bulunacak. Sonuç çıktısı için yapılacak hesaplamalar POM-QM for Windows 3 programı üzerinden hesaplanmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1.İŞLETME ANA ÜRETİM PLANLAMA BİLGİLERİ

İşletme bazı ürün gruplarını müşteri siparişleri bazlı olarak üretmekte bazılarını da stoğa üretim olarak planlayıp üretmektedir. Müşteri siparişleri bazlı üretimde, müşteri siparişleri gelmesi sonrasında üretim planlama ekibi sipariş termin tarihlerine uyarak MİP hesabı yapmakta ve MİP hesabı çıktısına göre iş emri verilmesi işlemini yapmaktadır. Çalışmamızdaki ürün grubu stoğa üretim planlaması ile üretim planı oluşturulmaktadır. İşletme önceki dönemlerde aldığı siparişler ve sektördeki öngörülerine göre AÜP planı yapmakta ve belli zaman dilimleri için ürünlere üretim miktarları atamaktadır. Sipariş gelmesi durumunda stoktaki ürünlerden çıkış yapılmaktadır. Aşağıdaki tabloda AÜP'e göre oluşturulan üretim planlamayı göstermektedir.

Tablo 4.1. İşletme AÜP Tablosu (Planlanan Üretim Miktarları Tablosu)

Zaman Dilimi	Teslim Tarihi	İş Emri Başlangıç Tarihi	M001	M002	M003
T1	2.10.2023	25.09.2023	7	3	2
T2	9.10.2023	2.10.2023	10	2	
T3	16.10.2023	9.10.2023	8	3	2
T4	23.10.2023	16.10.2023	9	2	1
T5	30.10.2023	23.10.2023	8	3	
T6	6.11.2023	30.10.2023	12	2	1
T7	13.11.2023	6.11.2023	8		3
T8	20.11.2023	13.11.2023	12	3	
T9	27.11.2023	20.11.2023	9		1

Tablo 4.1(devamı). İşletme AÜP Tablosu (Planlanan Üretim Miktarları Tablosu)

T11	11.12.2023	4.12.2023	8		1
T12	18.12.2023	11.12.2023	10	2	
T13	25.12.2023	18.12.2023	5	3	2
T2	9.10.2023	2.10.2023	10	2	
T3	16.10.2023	9.10.2023	8	3	2

Zaman Dilimi: 1 haftalık üretim planı dönemini ifade etmek için T1, T2... kodlaması ile üretim haftalarını ayırmak için kullanılmıştır.

Teslim Tarihi: ilgili ürünün üretimi tamamlanmış ve depoda hazır olması gereken tarihi ifade etmektedir.

İş Emri Başlangıç Tarihi: En geç üretime başlanması gerek tarihi ifade etmektedir.

İşletme yılın son çeyreğindeki üretim taleplerine karşılık verebilmek ve beklenenden fazla gelen siparişler için ana üretim programı yapmaktadır. Tabloya baktığımızda teslim tarihi sütunu, ürünlerin depoda belirtilen miktarda bulunması gereken tarihi ifade etmektedir. İş emri başlangıç tarihi, üretim planlamasında üretim talebine başlanması gereken tarihi ifade etmektedir. İşletme üretim başlangıç tarihlerini 1 hafta önce başlanacak şekilde planlamıştır. 1 haftalık üretim aralığını ifade etmek için zaman dilimi sütunu eklenmiştir. Tablodaki veriler işletmenin kullanmış olduğu KKP uygulamasındaki ana üretim ekranından alınmıştır. Bu tabloda sadece çalışmaya konu olan ürünlere ait bilgiler verilmiştir. İşletme ürünlerinin çoğunluğuna ana üretim planlaması yapmaktadır. Üretim sınırı içinde sırasıyla M001, M002 öncelikli olarak üretilmesi sağlanacaktır. M001 ürünü, ürün grubu içinde müşteriye en çok hitap eden ürün olması M001'i öncelikli üretime yapılmasına sebep olmuştur. M002 ürünü de benzer şekilde M003 ürününe kıyasla öncelikli üretime tabi olmuştur. Ürünlere olan satış rakamları önceliğin belirlenmesini sağlamıştır. Önceliğin önemi çalışmanın ilerleyen safhalarında detaylı anlatılacaktır.

## 4.2.İŞLETME MALİYET VE GENEL BÜTÇE BİLGİLERİ

İşletmenin kullanmış olduğu KKP programı üzerinden çalışmaya konu olan ürün grubu

güncel maliyetleri ve bu ürünlere ayrılan bütçe esas alınarak veriler tabloya yerleştirilmiştir.

Tablo 4.2. Maliyet ve Genel Bütçe Bilgileri

İmalat Parça Kodu	Toplam Maliyet	Üretim için Ayrılan Bütçe	Satış Fiyatı	Birim Kar	Para Birimi
M001	2.723	350.000	3540	817	TL
M002	5.787	200.000	7523	1736	TL
M003	6.599	100.000	8.578	1979	TL

Üretim İçin Ayrılan Bütçe: İlgili ürün için ayrılan maliyetleri ifade etmek için kullanılmıştır. Ürünün 3 aylık üretim döneminde belirtilen rakam kadar maliyete sebep olacağını ifade etmektedir.

Satış Fiyatı: İşletmenin güncel birim fiyat listesinde alınan fiyatları ifade etmektedir.

Birim Kar: Ürünlerin satış fiyatı ile toplam birim maliyet arasındaki farkı göstermektedir. Yukarıdaki tabloda M001, M002, M003 ürünlerine ait maliyet ve genel bütçe bilgileri verilmiştir. Maliyet kalemleri İşletmenin kullanmış olduğu KKP uygulaması üzerinden alınmıştır (KKP uygulamasındaki maliyette malzeme maliyeti, işçilik gideri, makine gideri ve benzeri maliyet girdileri maliyet hesabına katılmıştır.) Üretim için ayrılan bütçe sütununda işletmenin üretim hedefleri doğrultusunda ilgili ürünler için harcama yapabileceği en yüksek ücretler listelenmiştir. Tabloyu incelediğimizde M001 ürününün maliyeti diğer ürünlerden düşük olmasına rağmen bütçesinin yüksek olması, pazarda daha çok müşteriye hitap etmesi ve satılabilirliğinin daha yüksek olmasından kaynaklıdır. Tabloda Çalışmada kullanılacak olan Satış fiyatı bilgisi de eklenmiştir. Bu bilgi işletme güncel fiyat listesi üzerinden alınmıştır.

### 4.3.İŞLETME DEPOLAMA BİLGİLERİ

İşletmenin 2 lokasyonda depoları bulunmaktadır. KKP uygulaması üzerinde fiziksel depolar ve sanal depoların tümü tanımlanmıştır. Tablo.4.3 de sadece işletmenin seçilen ürün grubu için ayırdığı depolara ait en fazla depolanabilir miktarlar verilmiştir.

Tablo 4.3. Depo Adres Kapasitesi Bilgileri

Depo Adı	M001	M002	M003
Satış Depo	90	60	30

İşletme çalışmamıza konu olan ürün grubu için ürünler istifleneceği depoyu satış depo olarak adlandırmaktadır. Bu depolarda işletmenin seri üretimde olan ürünleri ve gerekli parçaları da bulunmaktadır. İlgili ürün gurubu için ayrılan depo alanlarına yerleşebilecek ürün miktarları yukarıda depo alanlarında verilmiştir. Tabloda bulunan adetler 3 ay boyunca depoda bekleyebilecek miktar düşünülerek planlamıştır. 3 aylık dilimde işletme her ay düzenli üretim ile depolarında en fazla tablodaki miktarlar kadar depolama yapabilecektir. Depolamaya ait miktar hesabı ürünlerin farklı hacimleri hesaba katılarak depolardaki adreslerde alabilecekleri miktara göre hesaplanmıştır. Yarı mamulleri atölyede bekleme süreleri uzun olmaması ve anlık atölye depolarda durduğu için atölye depolar göz ardı edilmiştir.

#### 4.4.HAMMADDE TEDARİK BİLGİLERİ

İşletme ürettiği ürünleri için gerekli olan hammaddelerin çoğunluğunu daha önce anlaşma yapmış olduğu tedarikçilerden almaktadır. Aşağıdaki tabloda da ilgili ürün grubu için 3 aylık süreçte temin edilebilecek hammadde miktarları verilmiştir. Bu hammaddeler farklı ürün gruplarında da kullanılabilir. Buradaki ayırımı kapasite hesabı benzeri bir yaklaşımla, bu ürün grubu için 3 aylık dönemde tablodaki miktarlar kadar ayırmıştır.

Tablo 4.4. Hammadde Tedarik Miktarı Tablosu

Hammadde Kodu	Üst Kodu	3 Aylık dilimde Tedarik edilebilecek miktar	Birim
H001	Y001	10000	KG
H002	Y003	10000	KG

Tablo 4.4(devamı). Hammadde Tedarik Miktarı Tablosu

	Y004		
	Y005		
H003	M001	300	Adet
	M002		
	M003		
H004	M001	250	Adet
	M002		
	M003		
H005	Y001	100	Adet
	Y005		
	Y009		
H006	Y001	100	Adet
	Y005		
	Y009		
H007	Y001	1000	Adet
	Y005		
	Y009		
H008	Y002	4000	KG
	Y006		
	Y010		
H009	M001	300	Adet

	M002		
	M003		
H010	Y001	350	KG
	Y005		
	Y009		
H011	Y001	1000	Adet
	Y005		
	Y009		
H012	Y005	8000	KG
H013	Y007	600	KG
	Y011		
H014	Y001	400	KG
	Y005		
	Y009		
H015	Y008	500	Adet
	Y012		

Üst Kodu: ürün ağacı seviyesinde tüketilecek olan kodun bir üst parçasını ifade etmek için kullanılmıştır.

3 Aylık Dilimde Tedarik Edilebilecek Miktar: 3 Aylık üretim takvimi döneminde tedarik edilen ilgili hammaddelerin çalışmamızdaki ürün grubu için ayrılan miktarlarını ifade etmektedir.

Çalışmaya konu olan ürünler için kullanılan hammaddeler üstteki tabloda listelenmiştir. Bu hammaddelerin 3 aylık dönemde tedarik edilebilecek en yüksek miktarlar bulunmaktadır. Listede hammaddelerin kullanıldığı imalat parça bilgisine de yer verilmiştir. Çalışmadaki üç üründe de kullanılan hammaddelerin M001 %60, M002 %30, M003 %10 oranlarına göre tüketim yapılması ile üretim planlama yapılacaktır. İki

ürün arasında olduğunda M001 %70, M002 %30 ve M001 %90, M003 %10 oranında tüketim hesaplanacaktır. M002 %75 ve M003 %25 oranında tüketim yapılacaktır. Bu oranlar ürünlerin satış rakamları üzerinde işletme sorumlusu tarafında verilmiştir.

#### 4.5.İŞLETME ATÖLYE VE TEZGAH BİLGİLERİ

İşletmenin kullanmış olduğu KKP programı üzerinden ilgili ürünlerin ve yarımamullerinin işleminden geçtiği tezgahlara ait bilgiler tabloya yerleştirilmiştir.

Tablo 4.5. Atölye ve Tezgâh Kapasite Bilgileri

Atölye Adı	Tezgah Adı /İşçi	Tezgah/İşçi Çalışma Süresi (Saat)	Günlük Toplam Çalışma Süresi (Saniye)	Ürün Grubuna Ayrılan Kapasite Oranı	Ürün Grubuna Ayrılan Günlük Süre (Saniye)
Kesim Atölyesi	CNC 1	7,5	27.000	%2	540
Kesim Atölyesi	CNC 2	7,5	27.000	%2	540
Abkant	Büküm Presi 1	7,5	27.000	%2	540
bkant	Büküm Presi 2	7,5	27.000	%2	540
Abkant	Delme Presi 1	7,5	27.000	%2	540
Montaj Paketleme	Montaj 1	7,5	27.000	%40	10800
Montaj Paketleme	Paletleme 1	7,5	27.000	%40	10800
Kaynak Atölyesi	Kaynak 1	7,5	27.000	%35	9450
Kaynak Atölyesi	Kaynak 2	7,5	27.000	%2	540
Boyahane	Boya Havuzu	7,5	27.000	%5	1350
Abkant	Büküm Presi 1	7,5	27.000	%2	540
Abkant	Büküm Presi 2	7,5	27.000	%2	540
Abkant	Delme Presi 1	7,5	27.000	%2	540

Günlük Toplam Çalışma Süresi: ilgili tezgâhın tam kapasite ile çalışabileceği toplam

süreyi ifade etmektedir.

Ürün Grubuna Ayrılan Çalışma Süresi: Çalışmamızda kullandığımız ürün grubunun üretilmesi için ilgili tezgahlara ayrılan yüzdesel oranı ifade etmektedir.

Ürün Grubuna Ayrılan Günlük Süre: Çalışmamızda kullandığımız ürün grubunun üretilmesi için ilgili tezgahlara ayrılmış olan süre kapasitesini ifade etmektedir.

Atölye adları ve tezgah adları işletmedeki kullanılan isimlerle alınmıştır. İşletmede çalışma süresi resmi olarak 9 saat olsa da yemek molası, ara molalar, iş süresi kayıpları ve benzeri durumlardan dolayı iş süresi kaybı takribi 1,5 saat olduğu öngörülmektedir. Süre kaybı hesaplaması işletme ilgili personellerinden alınmıştır. Bu sebeple tezgah/işçi çalışma fiili süresi 7,5 saat olarak hesaplanmıştır. Üretim planlama yapılacak olan üç ürün ve yarı mamullerinin operasyon planlarında kullanılan tezgahlar için tezgahların, ürün grubuna ayrılan kapasite oranına göre kullanılması baz alınarak planlama yapılacaktır. Açıklama ve tablodaki verilerden de anlaşılacağı üzere tezgahlarda günlük çalışma kapasitesi süre olarak farklı olacaktır. İşletme haftada 6 gün çalışmakta, resmi tatil, beklenmeyen üretim duruşları vb. durumlar yaşanması halinde aylık 25 çalışma gününü tamamlayacak şekilde mesai yapmaktadır.

#### 4.6. OPERASYON BİLGİLERİ

Çalışmaya konu olan ürünlere ait operasyon bilgileri aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Operasyon bilgileri ürünlerin üretilmesindeki iş süreçlerinin ifade etmektedir. Tablolarda operasyonlara ait detay bilgiler ve her ürününün ilgili yarı mamulüne ait parçalarında, operasyon bilgileri verilmiştir. Ürünlere ait yarımamuller ürün kodu sütununda Ürün|Yarımamul şeklinde ürünün yarımamulü olduğunu ifade edilmiştir. Direk ürün altına bağlı olmayan ama ürününe bağlı olan yarımamullere bağlı yarımamullerde aynı şekilde Yarımamul|Yarımamul şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 4.6. M001 Ürünü Operasyon Bilgileri

Ürün Kodu	Sıra	Operasyon	İş. Süre(sn)	İşçi Sayısı	Atölye	Tezgâh/Makine/Personel
M001	1	Montaj Operasyonu	1100	1	Montaj Atölyesi	Montaj /1

Tablo 4.6(devamı). M001 Ürünü Operasyon Bilgileri

M001	2	Paletleme Operasyonu	200	1	Montaj Atölyesi	Paletleme /1
M001 Y001	1	Kesim Operasyonu	90	1	Kesim Atölyesi	CNC 1
M001 Y001	2	Büküm Operasyonu	180	1	Abkant	Büküm Presi 1
M001 Y001	3	Kaynak Operasyonu	2400	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 1
M001 Y001	4	Boyama Operasyonu	480	1	Boyahane	Boya Havuzu
M001 Y002	1	Kesim Operasyonu	100	1	Kesim Atölyesi	CNC 1
M001 Y002	2	Büküm Operasyonu	70	1	Abkant	Büküm Presi 1
M001 Y002	3	Delik Delme Operasyonu	90	1	Abkant	Delme Presi 1
Y001 Y003	1	Kesim Operasyonu	6	1	Kesim Atölyesi	CNC 2
Y001 Y003	2	Büküm Operasyonu	10	1	Abkant	Büküm Presi 2
Y001 Y003	3	Kaynak Operasyonu	15	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 2
Y001 Y004	1	Kesim Operasyonu	16	1	Kesim Atölyesi	CNC 2
Y001 Y004	2	Büküm Operasyonu	20	1	Abkant	Büküm Presi 2
Y001 Y004	3	Kaynak Operasyonu	24	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 2

Operasyon: Satırda yazılı atölye ve atölye içindeki tezgâhta üretilen imalat parçanın

işlem gördüğü süreç adımının adını ifade etmektedir.

İşlem Süresi: İlgili imalat parça yapılırken harcanan süreyi ifade etmektedir.

İşçi Sayısı: İlgili Operasyon için çalışan işçi sayısını ifade eder.

Tablo 4.6.1. M002 Ürünü Operasyon Bilgileri

Ürün Kodu	Sıra	Operasyon	İş. Süre(sn)	İşçi Sayısı	Atölye	Tezgâh/Makine/Personel
M002	1	Montaj Operasyonu	1100	1	Montaj Atölyesi	Montaj /1
M002	1	Paletleme Operasyonu	210	1	Montaj Atölyesi	Paletleme /1
M002 Y005	1	Kesim Operasyonu	300	1	Kesim Atölyesi	CNC 1
M002 Y005	2	Büküm Operasyonu	540	1	Abkant	Büküm Presi 1
M002 Y005	3	Kaynak Operasyonu	3000	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 1
M002 Y005	4	Boyama Operasyonu	528	1	Boyahane	Boya Havuzu
M002 Y006	1	Kesim Operasyonu	100	1	Kesim Atölyesi	CNC 1
M002 Y006	2	Büküm Operasyonu	100	1	Abkant	Büküm Presi 1
M002 Y006	3	Delik Delme Operasyonu	90	1	Abkant	Delme Presi 1
Y005 Y007	1	Kesim Operasyonu	7	1	Kesim Atölyesi	CNC 2
Y005 Y007	2	Büküm Operasyonu	12	1	Abkant	Büküm Presi 2
Y005 Y007	3	Kaynak Operasyonu	18	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 2

Tablo 4.6.1(devamı). M002 Ürünü Operasyon Bilgileri

Y005 Y008	1	Kesim Operasyonu	18	1	Kesim Atölyesi	CNC 2
Y005 Y008	2	Büküm Operasyonu	22	1	Abkant	Büküm Presi 2
Y005 Y008	3	Kaynak Operasyonu	28	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 2

Tablo 4.6.3. M003 Ürünü Operasyon Bilgileri

Ürün Kodu	Sıra	Operasyon	İş. Süre(sn)	İşçi Sayısı	Atölye	Tezgâh/Makine/Personel
M003	1	Montaj Operasyonu	1100	1	Montaj Atölyesi	Montaj /1
M003	1	Paletleme Operasyonu	250	1	Montaj Atölyesi	Paletleme /1
M003 Y009	1	Kesim Operasyonu	380	1	Kesim Atölyesi	CNC 1
M003 Y009	2	Büküm Operasyonu	620	1	Abkant	Büküm Presi 1
M003 Y009	3	Kaynak Operasyonu	4500	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 1
M003 Y009	4	Boyama Operasyonu	528	1	Boyahane	Boyama Havuzu
M003 Y010	1	Kesim Operasyonu	100	1	Kesim Atölyesi	CNC 1
M003 Y010	2	Büküm Operasyonu	150	1	Abkant	Büküm Presi 1
M003 Y010	3	Delik Delme Operasyonu	90	1	Abkant	Delme Presi 1

Tablo 4.6.3(devamı). M003 Ürünü Operasyon Bilgileri

Y009 Y011	1	Kesim Operasyonu	9	1	Kesim Atölyesi	CNC 2
Y009 Y011	2	Büküm Operasyonu	14	1	Abkant	Büküm Presi 2
Y009 Y011	3	Kaynak Operasyonu	20	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 2
Y009 Y012	1	Kesim Operasyonu	20	1	Kesim Atölyesi	CNC 2
Y009 Y012	2	Büküm Operasyonu	25	1	Abkant	Büküm Presi 2
Y009 Y012	3	Kaynak Operasyonu	36	1	Montaj Atölyesi	Kaynak 2

#### 4.6.1. Parça Bazlı Operasyon Süresi Tanımlamaları

Ürünlere ve alt parçalarına ait süre bazlı kod tanımlamaları yapılmıştır. Bu tanımlamalar kümülatif süre hesabının detayını ve çalışmanın ilerleyen safhalarındaki tezgahlardaki yük hesaplamalarında kullanılmaktadır. Kodlama yapılırken ilk harf süre ile alakalı bir kod olduğunu gösteren süre kelimesi baş harfi 'S' sonraki iki hane işleme tabi tutulduğu operasyonun ilk iki harfi tire işaretinden sonraki de ilgili parçanın sıfır rakamı atılmış hali olacak şekilde kodlama yapılmıştır.

##### M001 Ürünü

SMO-M1= Montajlanan M001 Ürünü 1 birim üretim için harcanan süre

SPA-M1= Paletlenen M001 Ürünü 1 birim üretim için harcanan süre

SKE-Y1 =Kesilen Y001 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SBU-Y1 = Bükülen Y001 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SKA-Y1=Kaynaklanan Y001 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SBO-Y1= Boyama İşlemi yapılan Y001 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SKE-Y2 =Kesilen Y002 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SBU-Y2 = Bükülen Y002 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SDE-Y2=Delinen Y002 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKE-Y3 =Kesilen Y003 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SBU-Y3 = Bükülen Y003 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKA-Y3= Kaynaklanan Y003 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKE-Y4 =Kesilen Y004 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SBU-Y4 = Bükülen Y0043 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKA-Y4= Kaynaklanan Y004 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

M002 Ürünü

SMO-M2= Montajlanan M002 Ürünü 1 birim üretim için harcanan süre  
SPA-M2= Paletlenen M002 Ürünü 1 birim üretim için harcanan süre  
SKE-Y5 =Kesilen Y005 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SBU-Y5 = Bükülen Y005 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKA-Y5=Kaynaklanan Y005 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SBO-Y5= Boyama İşlemi yapılan Y005 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKE-Y6 =Kesilen Y006 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SBU-Y6 = Bükülen Y006 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SDE-Y6=Delinen Y006 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKE-Y7 =Kesilen Y007 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SBU-Y7 = Bükülen Y007 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKA-Y7= Kaynaklanan Y007 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKE-Y8 =Kesilen Y008 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SBU-Y8 = Bükülen Y008 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre  
SKA-Y8= Kaynaklanan Y008 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

### M003 Ürünü

SMO-M3= Montajlanan M003 Ürünü 1 birim üretim için harcanan süre

SPA-M3= Paletlenen M003 Ürünü 1 birim üretim için harcanan süre

SKE-Y9 =Kesilen Y009 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SBU-Y9 = Bükülen Y009 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SKA-Y9=Kaynaklanan Y009 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SBO-Y9= Boyama İşlemi yapılan Y009 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SKE-Y10 =Kesilen Y010 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SBU-Y10 = Bükülen Y010 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SDE-Y10=Delinen Y010 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SKE-Y11 =Kesilen Y011 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SBU-Y11 = Bükülen Y011 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SKA-Y11= Kaynaklanan Y011 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SKE-Y12 =Kesilen Y012 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SBU-Y12 = Bükülen Y012 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

SKA-Y12= Kaynaklanan Y012 Parçası 1 birim üretim için harcanan süre

Ürün Bazlı Kümülatif Süre Hesabı

M001 ürünü için operasyonel bazda İş yüklerinin toplamı;

$(SMO-M1)+(SPA-M1)+(SKE-Y1)+(SBU-Y1)+(SKA-Y1)+(SBO-Y1)+(SKE-Y2)+(SBU-Y2)+(SDE-Y2)+(SKE-Y3)+(SBU-Y3)+(SKA-Y3)+(SKE-Y4)+(SBU-Y4)+(SKA-Y4)=4785$

M002 ürünü için operasyonel bazda İş yüklerinin toplamı;

$(SMO-M2)+(SPA-M2)+(SKE-Y5)+(SBU-Y5)+(SKA-Y5)+(SBO-Y5)+(SKE-Y6)+(SBU-Y6)+(SDE-Y6)+(SKE-Y7)+(SBU-Y7)+(SKA-Y7)+(SKE-Y8)+(SBU-Y8)+(SKA-Y8)=6073$

M003 ürünü için operasyonel bazda İş yüklerinin toplamı;

$$(SMO-M3)+( SPA-M3)+( SKE-Y9)+( SBU-Y9)+( SKA-Y9)+( SBO-Y9)+( SKE-Y10)+( SBU-Y10)+( SDE-Y10)+( SKE-Y11)+( SBU-Y11)+( SKA-Y12)+( SKE-Y12)+( SBU-Y12)+( SKA-Y12) =7842$$

Kümülatif süre bir ürünün toplamda kaç saniye tamamladığı bilgisi verir maliyet için bu süre yeterli gelebilir ancak termin süresi için yeterli değildir. Çünkü operasyon sırası bekleme, Operasyon sonrası bekleme, tezgâh doluluğu benzeri durumlardan dolayı kümülatif süreye ek ortalama imalat süresi bilgisi olması gerekmektedir.

#### 4.7.ÜRÜNLERİN TÜKETİM TABLOLARI BİLGİLERİ

Aşağıdaki tablolarda üretimi yapılan ürünlere ve ürünlere bağlı yarı mamullere ait tüketim bilgileri verilmiştir. Tablolarda yarı mamul ve hammadde tüketim bilgileri bulunmaktadır.

Tablo 4.7.1. M001 Ürünü Alt Parçaları Tüketim Bilgileri

Ürün Kodu	Tüketilen Kod	M001'daki Tüketim Miktarı	Tüketim Birimi
M001	Y001	1	Adet
M001	Y002	1	Adet
M001	H003	2	Adet
M001	H004	1	Adet
M001	H009	1	Adet
Y001	Y003	3	Adet
Y001	Y004	2	Adet
Y001	H001	99,028	KG
Y001	H014	1,2	KG
Y001	H010	1,3	KG
Y001	H005	1	Adet
Y001	H006	1	Adet

Tablo 4.7.1(devamı). M002 Ürünü Alt Parçaları Tüketim Bilgileri

Y001	H007	1	Adet
Y001	H011	6	Adet
Y002	H008	19,23	KG
Y003	H002	1,955	KG
Y004	H002	0,09	KG

Tablo 4.7.2. M002 Ürünü Alt Parçaları Tüketim Bilgileri

Ürün Kodu	Tüketilen Kod	M002'deki Tüketim Miktarı	Tüketim Birimi
M002	Y005	1	Adet
M002	Y006	1	Adet
M002	H003	2	Adet
M002	H004	1	Adet
M002	H009	1	Adet
Y005	Y007	3	Adet
Y005	Y008	2	Adet
Y005	H012	108	KG
Y005	H014	1,4	KG
Y005	H010	1,128	KG
Y005	H005	1	Adet
Y005	H006	1	Adet
Y005	H007	1	Adet
Y005	H011	6	Adet
Y006	H008	19,23	KG

Tablo 4.7.2(devamı). M002 Ürünü Alt Parçaları Tüketim Bilgileri

Y007	H013	2,8	KG
Y008	H015	0,9438	KG

Tablo 4.7.3. M003 Ürünü Alt Parçaları Tüketim Bilgileri

Ürün Kodu	Tüketilen Kod	M003' deki Tüketim Miktarı	Tüketim Birimi
M003	Y009	1	Adet
M003	Y010	1	Adet
M003	H003	2	Adet
M003	H004	1	Adet
M003	H009	1	Adet
Y009	Y011	3	Adet
Y009	Y012	2	Adet
Y009	H002	141,3	KG
Y009	H014	1,52	KG
Y009	H010	1,80	KG
Y009	H005	1	Adet
Y009	H006	1	Adet
Y009	H007	1	Adet
Y009	H011	6	Adet
Y010	H008	19,23	KG
Y011	H013	2,8	KG
Y012	H015	0,9438	KG

Bu aşamaya kadar olan kısımda çalışma modeli için ve çizelgeleme için gerekli olan

bilgiler verilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki kısmında bu bilgilerden faydalanılacaktır.

#### 4.8.ÇALIŞMA MODELİ

Doğrusal programlama yöntemi ile oluşturulan model aşağıdaki gibidir(Alan, M.A. ve Yeşilyurt, C. (2004).

$X_j$ : Üretilecek ürün miktarı

$C_j$ : Üretilecek Ürün birim kârı

$K_j$ : Üretilecek ürün kapasitesi

$p$ : Üretilecek ürün üretim katsayısı

$$Z_{\max} \sum_{j=1}^n c_j x_j, \quad j=1,2,\dots; n \quad (1)$$

Kısıtlayıcılar;

$$\sum_{j=1}^n p x_j \leq k_j, \quad i=1,2,\dots; m \quad j=1, 2,\dots; \quad (2)$$

Pozitif Kısıtlama;

$$x_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,n \quad (3)$$

1.Numaralı denklemede optimum üretim miktarı ile birim satış karlarını hesaplanması ile maksimum kar bulunmaktadır.2 Numaralı eşitsizlik  $Z_{\max}$  denklemi için işletme verileri üzerinden kısıtların oluşturulması sağlanmaktadır. 3 numaralı eşitsizlik kısıtların 0 altına düşmesi durumu için  $Z_{\max}$  denkleminin eksi değer üretmemesi için kullanılmaktadır.

#### 4.9.KISITLAYICILAR

$$\sum_{j=1}^n p x_j \leq k_j, \quad i=1,2,\dots; m \quad j=1, 2,\dots;$$

#### Ürün Operasyonları Kısıtına Göre Üretim Miktarı

İşletme gün içindeki ürüne ait operasyonlardaki tezgâh kapasitelerinin %40'mı

çalışmaya konu olan ürün grubuna ayırmıştır. Ayrılan kısma denk gelen 10.800 saniye günlük üretim süresi bulunmaktadır (Süre atölye ve tezgâh kapasite bilgileri tablosundan alınmıştır.) İşletmenin 6 gün çalıştığı göz önüne alındığında işletme AÜP tarihi tablosundaki her üretim tarihi için 64800 saniye üretim sınırı bulunmaktadır. Zaman dilimleri ayrı ayrı değerlendirilerek kısıtlar bulunacaktır. Buradaki kısıtlamada ilk zaman dilimi için işletmenin ürünün ihtiyacı olan yarımamulleri 3 aylık dilim öncesi ürettiği kabul edilmektedir. Bu sayede ürünlerin tamamlanma süresi üzerinde kısıtlama yapılabilmektedir. Ürün değerlendirmeleri zaman dilimindeki toplam kapasite üzerinden yapılmıştır

M001 ürünü için toplam kümülatif operasyon süresi 4785 saniye olarak hesaplanmıştır.

M002 ürünü için toplam kümülatif operasyon süresi 6073 saniye olarak hesaplanmıştır.

M003 ürünü için toplam kümülatif operasyon süresi 7842 saniye olarak hesaplanmıştır.

Aşağıdaki kısıt hesaplamaları zaman dilimleri için ayrılan 10800 saniye sürede AÜP üretim plan tablosunda üretim sınırı içinde sırasıyla M001, M002 ,M003 öncelikli olarak üretilmesi planlanarak kısıtlar oluşturulmaktadır.

T1 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 7, M002 \leq 2, M003 \leq 1$$

\*T1 Zaman diliminde M003 ürünü 2 adet üretim planlanmıştı ancak ilgili tezgahlarda 1 ürün üretilebilecek kapasite olması sebebiyle üretilebilecek adet 1 yazıldı.

T2 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 10, M002 \leq 2$$

\*T2 zaman diliminde kapasiteden arta kalan zaman var.

T3 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 8, M002 \leq 3, M003 \leq 1$$

\*T3 Zaman diliminde M003 ürünü 2 adet üretim planlanmıştı ancak ilgili tezgahlarda 1 ürün üretilebilecek kapasite olması sebebiyle üretilebilecek adet 1 yazıldı.

T4 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 9, M002 \leq 2, M003 \leq 1$$

\* T4 zaman diliminde kapasiteden arta kalan zaman var.

T5 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 8, M002 \leq 3,$$

\* T5 zaman diliminde kapasiteden arta kalan zaman var.

T6 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 7, M002 \leq 2, M003 \leq 1$$

\*T6 Zaman diliminde M002 ürünü 2 adet ve M003 ürünü 1 adet üretim planlanmıştı ancak ilgili tezgahlarda ürün üretilebilecek kapasite eksikliği sebebiyle M003 üretilemeyecek ve M002 1 adet üretilebilecektir.

T7 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 8, M003 \leq 3$$

\* T7 zaman diliminde kapasiteden arta kalan zaman var.

T8 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 12, M002 \leq 1$$

\*T8 Zaman diliminde M002 ürünü 3 adet üretim planlanmıştı ancak ilgili tezgahlarda 1 ürün üretilebilecek kapasite olması sebebiyle üretilebilecek adet 1 yazıldı.

T9 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 9, M003 \leq 1$$

\* T9 zaman diliminde kapasiteden arta kalan zaman var.

T10 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 13$$

\*T8 Zaman diliminde M002 ürünü 3 adet üretim planlanmıştı ancak ilgili tezgahlarda 1 ürün üretilebilecek kapasite olması sebebiyle üretilebilecek adet yazılmadı.

T11 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 8, M003 \leq 1$$

\* T11 zaman diliminde kapasiteden arta kalan zaman var.

T12 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 10, M002 \leq 2$$

\* T12 zaman diliminde kapasiteden arta kalan zaman var.

T13 Zaman diliminde üretilebilecek adetleri

$$M001 \leq 5, M002 \leq 3, M003 \leq 2$$

\* T13 zaman diliminde kapasiteden arta kalan zaman var.

Toplam Ürün miktarlarına göre kısıt

$$M001 \leq 107, M002 \leq 20, M003 \leq 11$$

Sadece sipariş ve Öngörüğü göre değil kapasite planlamada kullanılarak ana üretim planlama yapılmalıdır.

### **Bütçe Kısıtı**

M001 ürünü için ayrılan bütçe 350.000 TL, M002 ürünü için ayrılan bütçe 250.000 TL, M003 ürünü için ayrılan bütçe 50.000 TL'dir. Ayrılan bütçeye göre ürün maliyet oranlaması yapıldığında aşağıdaki kısıtlar çıkmaktadır. Bütçe kısıtlaması için maliyet ve genel bütçe bilgiler tablosundan faydalanılmıştır. (Bütçe/Maliyet oranlamasında tamsayı sonrası karakterler dikkate alınmamıştır.)

$$M001 \leq 128$$

$$M002 \leq 34$$

$$M003 \leq 15$$

### **Hammadde Kısıtı**

3 aylık üretim planlama sürecinde işletmenin tedarikçilerinden hammaddeleri tedarik etme miktarlarına göre üretilebilecek ürün miktarları hesabı sonrası kısıtlar oluşturulacak. Ortak kullanılan hammaddeler için daha önceki metinlerde bahsedilen süreç işleyecektir. Çalışmadaki üç üründe de kullanılan hammaddelerin M001 %60, M002 %30, M003 %10 oranlarına göre tüketim yapılması esasına göre planlama yapılacaktır. İki ürün arasında olduğunda M001 %70, M002 %30 ve M001 %30, M003 %70 oranında tüketim hesaplanacaktır. M002 %75 ve M003 %25 oranında tüketim yapılacaktır.

Tablo 4.9.1. Ürünlerin Hammadde Tüketim Bilgileri

Hammadde Listesi	Hammadde Tüketimi Yapan Ürünler	M001	M002	M003
H001	M001	99,028	-	-
H002	M001, M003	*2,45	-	141,3
H003	M001, M002, M003	2	2	2
H004	M001, M002, M003	1	1	1
H005	M001, M002, M003	1	1	1
H006	M001, M002, M003	1	1	1
H007	M001, M002, M003	1	1	1
H008	M001, M002, M003	19,23	19,23	19,23
H009	M001, M002, M003	1	1	1
H010	M001, M002, M003	1,3	1,128	1,80
H011	M001, M002, M003	6	6	6
H012	M002	-	108	-
H013	M002, M003	-	2,8	2,8
H014	M002, M003	1,2	1,4	1,52
H015	M002, M003	-	0,9438	0,9438

Yukarıdaki tablo hammadde tedarik miktarları tablosundan alınmıştır. “\*” Simgeli olan stok kodları iki ayrı parçada kullanıldığını göstermektedir. Bu parçalardaki toplam tüketim yazılmıştır.

Tablo 4.9.2. 3 Aylık Dönemde Tedarik Edilebilecek Miktar Karşılaştırma Bilgileri

Hammadde Kodu	3 Aylık dilimde Tedarik edilebilecek miktar	Birim	M001	M002	M003
H001	10000	KG	10000	-	-

Tablo 4.9.2(devamı). 3 Aylık Dönemde Tedarik Edilebilecek Miktar Karşılaştırma Bilgileri

H002	10000	KG	3000	-	7000
H003	300	ADET	180	90	30
H004	250	ADET	150	75	25
H005	100	ADET	60	30	10
H006	100	ADET	60	30	10
H007	1000	ADET	600	300	100
H008	4000	KG	2400	1200	400
H009	300	ADET	180	90	30
H010	350	KG	210	105	35
H011	1000	ADET	600	300	100
H012	8000	KG	-	8000	-
H013	600	KG	-	450	150
H014	400	KG	240	120	40
H015	500	ADET		375	125

Yukarıda Tablo hammadde tedarik miktarları tablosu baz alınarak hazırlanmıştır. Tabloda 3 aylık dönemde alınabilecek hammaddeye göre. Bu tablodaki M001, M002, M003 ürün sütunları önceki paragraf kısmında açıklanan yüzdesel orana göre ayrılmış tüketilebilecek miktarları ifade etmektedir.

Tablo 4.9.3. Hammadde Tüketim Adetlerine Göre Üretilebilir Ürün Bilgileri

Hammadde Kodu	Birim	M001 Ayrılan Miktar	M002 Ayrılan Miktar	M003 Ayrılan Miktar	M001 Üretilebilecek Miktar	M002 Üretilebilecek Miktar	M003 Üretilebilecek Miktar
H001	KG	10000	-	-	100,9815406	-	-

Tablo 4.9.3(devamı). Hammadde Tüketim Adetlerine Göre Üretilbilir Ürün Bilgileri

H002	KG	900	-	100	1224,489796	-	49,53999
H003	ADET	180	90	30	90	45	15
H004	ADET	150	75	25	150	75	25
H005	ADET	60	30	10	60	30	10
H006	ADET	60	30	10	60	30	10
H007	ADET	600	300	100	600	300	100
H008	KG	2400	1200	400	124,8049922	62,4025	20,80083
H009	ADET	180	90	30	180	90	30
H010	KG	210	105	35	161	93,08511	19,44444
H011	ADET	600	300	100	100	50	16,66667
H012	KG	-	8000	-	-	74,07407	-
H013	KG	-	450	150	-	160,7143	53,57143
H014	KG	240	120	40	200	85,71429	26,31579
H015	ADET		375	125	-	397,3299	132,4433

Yukarıda tabloda üretim için belirlenen hammadde tüketim adetlerine göre M001, M002, M003 ürünlerinin hammadde bazında tüketim yapılabilecek ayırım sonrasında M001, M002, M003 ürünleri için üretilbilir miktarlar verilmiştir. Tablo üzerinde kısıtları oluştururken dikkat edilecek nokta hammadde tüketiminde en düşük ürün üretilen hammaddeye denk gelen ürünü seçmek olacak. En düşük ürün üretimi seçilmemesi durumunda ürün üretimi yaparken ürünün tamamlanması için gereken miktarın eksik kalmasına ve ürünün üretilmemesine sebebiyet verecektir.

$$M001 \leq 60$$

$$M002 \leq 30$$

$$M003 \leq 10$$

Ürünler için ayrılan hammadde hesabı yaptığımızda üretilebilecek ürün kısıtları bulunmuştur.

### Depo Kısıtı

Depo bilgileri tablosundan alınan bilgilere göre ürünlerin depolanması ile alakalı kısıt aşağıda verilmiştir.

$$M001 \leq 90$$

$$M002 \leq 60$$

$$M003 \leq 30$$

Çözüm

$$Z_{\max} = \sum_{j=1}^n c_j x_j, \quad j=1,2,\dots;n$$

$$Z_{\max} = \text{Birim Kar} * \text{Satış Miktarı}$$

$$Z_{\max} = (817 * M001 \text{ Satış Miktarı}) + (1736 * M002 \text{ Satış Miktarı}) + (1979 * M003 \text{ Satış Miktarı})$$

Birim karlar, genel maliyet ve bütçe tablosundan alınmıştır.

### 4.10. MODEL ÇÖZÜMÜ

Amaç fonksiyonu ve kısıtlar POM-QM for Windows 3 programı ile hesaplanmıştır. Doğrusal programlama yöntemi ile gerçekleştirilen modelin çözümüne dair sonuçlar Model Çözüm Tablosunda gösterilmiştir.

Tablo 4.10.1. Model Çözüm Tablosu

Değişken	Değer
M001	60
M002	20
M003	10
Optimal Değer (Z)	103.530

Tablodaki değer sütunu altında listelenen değerler ürünlerin maksimizasyon denklemi

üzerinde kısıtların uygulanması ile bulunmuş üretilebilecek miktarlardır. Bu değerlere göre optimal miktarlar ile yapılan satışlardan 103.530 TL kar elde edilebileceği sonucu çıkmıştır.

Tablo 4.10.2. İÜPÇ -Model Çözüm Kıyaslamaları

Değişken	Değer	AÜP (Değerler)	Fark
M001	60	107	47
M002	20	20	-
M003	10	11	1
Optimal Değer (Z)	103.530	143908	40.378

Model çözüm tablosunda çıkan değerlerde işletmenin hedeflediği üretim adetlerine bakıldığında M002 ürününde planlanan üretim miktarına ulaştığı, M003 ürününde büyük ölçüde planlanan üretim miktarını yakaladığı görülmektedir (Planlanandan 1 ürün miktarı düşük çıktı optimum üretim miktarı.) M001 ürününde ise %56 oranında planlanan üretim miktarını yakaladığı görülmektedir. İşletmenin özellikle üretim adedini yüksek tutmak istediği bir üründe neredeyse yarıya yakın bir hedef tutturabilmesi kısıtlar içinde işletmenin planlamada takıldığı noktaların analiz edilmesi gerektiği ve gerekli eylemin yapılması gerektiğini göstermektedir.

POM-QM üzerinden veri analizi yapıldığında M001 ürünü için gerekli olan hammadde tedarikinde ve depolamada ürün için ayrılan kapasitenin yetersiz kaldığı gözlemlenmektedir. Hammadde tedarikine göre tüketim tablosu incelendiğinde H004 ve H005 hammaddelerinin tedarikinin artırılması ile M001 ürünü üretim artışının gerçekleştirilebileceği gözükmektedir. Hammadde tedariki sonrası M001 ürünü için yine depo adres kısıtlarında kapasite artışı ile de M001 ürünü için hedeflenen üretim programı miktarına ulaşılabilirdiği gözükmektedir.

#### 4.10.1. Çizelgeleme

Üretim Planlamada çizelgeleme aşamasında İş emirleri veya tahmini iş emirleri üzerinde tezgahların kapasitesi üzerinde iş yüklemesi yani ataması yapılır. Çalışmamızda Doğrusal hedef programlama yöntemi ile bulduğumuz optimum üretim adetleri üzerinden ilgili tezgahların yük durumlarını gösteren çizelge üzerinde iş

yükleme yapacağız.

$7,5*60*60=27.000$  Saniye (Günlük İşlem Kapasitesi)

$27.000 * 25*3 = 2.025.000$  (3 aylık üretim takviminde bir tezgaha yüklenebilecek en yüksek kapasite )

Tezgahların Günlük ve 3 Aylık kapasitelerinin hesaplaması yapılmıştır. Hesaplanan değer üzerinde çalışma yaptığımız ürün grubuna ayrılan üretim kapasitesi her tezgah için farklılık göstermektedir. İlgili ürün grubu için hesaplanan sürenin belli kısmını kullanılabilir. 3 aylık dönemde kullanılabilir süre atölye ve tezgah kapasiteleri tablosunda ürün grubuna ayrılan kapasite oranı üzerinden hesaplanarak ilgili ürün grubuna ait olan tezgah kapasiteleri hesaplanacaktır. Aşağıdaki hesaplamalar 1 birim imalat parça/ürün üretimi için tezgahlara yüklenen sürelerin toplamını göstermektedir:

CNC1 Tezgâhı:

$(SKE-Y1) + (SKE-Y2) + (SKE-Y5) + (SKE-Y6) + (SKE-Y9) + (SKE-Y10)$

$90+100+300+100+380+100=1070$  Saniye

CNC2 Tezgâhı:

$(SKE-Y3) + (SKE-Y4) + (SKE-Y7) + (SKE-Y8) + (SKE-Y11) + (SKE-Y12)$

$6+16+7+18+9+20=66$  Saniye

Büküm Presi1:

$(SBU-Y1) + (SBU-Y2) + (SBU-Y5) + (SBU-Y6) + (SBU-Y9) + (SBU-Y10)$

$180+70+540+100+620+150 = 1650$  Saniye

Büküm Presi2:

$(SBU-Y3) + (SBU-Y4) + (SBU-Y7) + (SBU-Y8) + (SBU-Y11) + (SBU-Y12)$

$10+20+12+22+14+25 = 103$  Saniye

Kaynak 1 Tezgâhı:

$(SKA-Y1) + (SKA-Y5) + (SKA-Y9)$

$2400+3000+4500=9900$  Saniye

Kaynak2Tezgâhı:

(SKA-Y3) + (SKA-Y4) + (SKA-Y7) + (SKA-Y8) + (SKA-Y11) + (SKA-Y12)

6+16+7+18+9+20=66 Saniye

Delme Presi 1

(SDE-Y2) + (SDE-Y6) + (SDE-Y10)

90+90+90=270 Saniye

Boyahane

(SBO-Y1) + (SBO-Y5) + (SBO-Y9)

480+528+528= 1536 Saniye

Montaj 1

(SMO-M1) + (SMO-M2) + (SMO-M3)

1100+1100+1100=3300 Saniye

Paletleme 1

(SPA-M1) + (SPA-M2) + (SPA-M3)

200+210+250=660 Saniye

Hesaplanan sürelerin kod bazında detaylı gösterimi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Bu tablo 1 birim imalat parçası üretimi için ilgili tezgahlardaki üretim sürelerini (yüklerini) göstermektedir.

Tablo 4.10.1.1. 1 Birim Üretim Miktarının Tezgahlardaki Yük Bilgisi (Saniye)

İmalat Kod	CNC 1	CNC 2	Delme Presi 1	Büküm Presi 1	Büküm Presi 2	Kaynak 1	Kaynak 2	Boya Havuzu	Montaj 1	Paletleme 1
M001									1100	200
M001 Y001	90			180		2400		480		
M001 Y002	100		45	70						
Y001 Y003		6			10		15			
Y001 Y004		16			20	3000	24			

Tablo 4.10.1.1(devamı). 1 Birim Üretim Miktarının Tezgahlardaki Yük Bilgisi (Saniye)

M002									1100	210
M002 Y005	300			540		3000		528		
M002 Y006	100		45	100						
Y005 Y007		7			12			18		
Y005 Y008		18			22			28		
M003									1100	250
M003 Y009	380			620		4500		528		
M003 Y010	100		45	150						
Y009 Y011		9			14			20		
Y009 Y012		20			25			36		
Toplam Yük	1070	76	135	1660	103	12900	141	1536	3300	660

Tablo 4.10.1.2. Maks-Z Fonksiyonu Üretim Miktarlarının Tezgahlardaki Yük Durumu (Saniye)

İmalat Kod	Üretim Miktarı	CNC 1	CNC 2	Delme Presi 1	Büküm Presi 1	Büküm Presi 2	Kaynak 1	Kaynak 2	Boya Havuzu	Montaj 1	Paletleme 1
M001	60	0	0	0	0	0	0	0	0	66000	12000
M001 Y001	60	5400	0	0	10800	0	144000	0	28800	0	0
M001 Y002	60	6000	0	2700	4200	0	0	0	0	0	0
Y001 Y003	180	0	1080	0	0	1800	0	2700	0	0	0
Y001 Y004	120	0	1920	0	0	2400	360000	2880	0	0	0
M002	20	0	0	0	0	0	0	0	0	22000	4200

Tablo 4.10.1.2(devamı). Maks-Z Fonksiyonu Üretim Miktarlarının Tezgahlardaki Yük Durumu (Saniye)

M002 Y005	20	6000	0	0	10800	0	60000	0	10560	0	0
M002 Y006	20	2000	0	900	2000	0	0	0	0	0	0
Y005 Y007	60	0	420	0	0	720	0	1080	0	0	0
Y005 Y008	40	0	720	0	0	880	0	1120	0	0	0
M003	10	0	0	0	0	0	0	0	0	11000	2500
M003 Y009	10	3800	0	0	6200	0	45000	0	5280	0	0
M003 Y010	10	1000	0	450	1500	0	0	0	0	0	0
Y009 Y011	30	0	270	0	0	420	0	600	0	0	0
Y009 Y012	20	0	400	0	0	500	0	720	0	0	0
Toplam Yük	720	24200	4810	4050	35500	6720	609000	9100	44640	99000	18700

Tablo 4.10.1.2'deki verileri model çözüm tablosundaki optimum üretim miktarı üzerinden hesaplanması sonrasında tablo 4.10.1.3 oluşmuştur. Hesaplama işlemi optimum miktarları 1 birim miktar süreleri ile çarpımı sonrası tezgahlarda oluşan yükler bulunmuştur.

Tablo 4.10.1.3. Maks-Z Fonksiyonu Üretim Miktarlarının Tezgahlardaki Yük

Süre	CNC 1	CNC 2	Delme Presi 1	Büküm Presi 1	Büküm Presi 2	Kaynak 1	Kaynak 2	Boya Havuzu	Montaj 1-2	Paletleme 1
Standart Süre	40500	40500	40500	40500	40500	708750	40500	101250	810000	810000
Planlanan üretim sonrası Süre	24200	4810	4050	35500	6720	609000	9100	44640	99000	18700

Standart süre İşletmede seçilen ürün grubunun 3 ay için ayrılan tezgâh kapasitesini göre maksimum üretim yapılabilir süreyi ifade etmektedir. Planlanan süre model çözüm

sonrası seçilen ürün grubu ve alt imalat parçalarının optimum üretim miktarına karşılık gelen süreyi ifade etmektedir. Tabloya baktığımızda verileri yorumlamadan önce bahsedilmesi gereken önemli noktalar bulunmaktadır. Ürünlerin operasyon süreleri ve tezgâh kapasiteleri net olsa da eğer imalat parçalar için net bir termin tarihi verilmez ise o parçanın üretim bitiş tarihini ve hangi tezgâha hangi günlerde iş yükü oluşturduğu gibi bilgileri almak mümkün olmaz. Ancak üretim tarih aralığı veya tezgâha oluşturduğu yük bilgilerine çalışmadaki gibi üretim tarih aralığına göre üretim planlaması yapılırsa yük durumları ile alakalı bilgi alınabilir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1.SONUÇ

İşletmelerde üretim planlama işletmenin tüm süreçlerini etkilemektedir. İşletme gelecek planlarındaki başarıya da direkt etki etmektedir. Yapılan çalışmada işletmenin ana üretim programına göre belirlemiş olduğu sipariş miktarları yani 3 aylık döneme yayılmış olan üretim miktarlarının işletmenin tezgâh kapasitesi, depo kapasitesi, bütçe durumu, hammadde temin edebilme durumu kısıtları ile planlamanın ne kadar doğru olduğu hesaplanarak bulunmuştur. Bu hesaplamada kısıtlamalar dahilinde ana üretim programında planlanan miktardan farklı üretilebilecek miktarlar olduğu sonuçları çıkarılmıştır. Bu durum işletme için miktarsal yanılmanın yanı sıra maddi boyutta da kayıplarının olacağı sonucunu çıkarmıştır. Lineer sonuçlar üzerinden değerlendirme yapıldığında ana üretim programında M001 ürünü 107, M002 ürünü 20, M003 ürünü 11 adet üretilmesi hedeflenmekteydi. İşletmenin doğrusal programlama yöntemi ile uygulanan kısıtlar sonucunda M001 ürünü ve M003 ürünü için üretilebilecek miktarlarda hedeflenenden düşük olduğu görülmektedir. M003 ürünü için 1 üretim farkı oluşsa da işletmenin üretim grubunda sektörde en çok pazar payı olan üründe 47 adetlik bir fark olduğu gözükmektedir. Doğrusal hedef programlama yöntemi ile oluşturulan modelin uygulanması ile M001 60, M002 20, M003 ürünün 10 adetlik üretimle 103 530 TL kar elde edeceği sonucuna varılmıştır. Ana üretim planlamadaki hedef üretim miktarları için kısıtların gevşetilerek veya kısıtların ölçütleri artırılarak yapılan model hesaplamasında karın 143 908 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak işletmenin doğrusal hedef programlama ile hedeflenen kardan 40 378 TL şaştığı gözükmektedir. İşletme ileri üretim planlama çalışması altında yaptığı hesaplamalarla hedef ve gerçekleştirilecek üretim miktarları ve kar değerlerine ulaşmış oldu. Veriler analiz edildiğinde M001 ürünü için hammadde ve depo kısıtlarına, M003 ürünü içinde hammadde kısıtına takıldığı görülmektedir.

İşletmeler için tezgâh yükleri önem arz etmektedir. Kapasiteyi aşmış veya kapasitenin çok gerisinde kalmış tezgahlar işletmeler için düşük kar ve maliyet getirmektedir. İleri

üretim planlama çalışması altında yaptığı çizelgeleme ile tezgâh kapasitelerine ulaşmış darboğaz ve eksik kapasiteli tezgâhları analiz edebilmektedir. Doğrusal programlama ile hesaplanan üretilebilecek ürün miktarları, ürünlerin ürün ağacı bilgileri ve operasyonel bilgilerindeki verilerin hesaplanması ile tezgahlara düşen yükler hesaplanmıştır. İlk tabloda 1 birim ürün üretilmesi durumunda tezgâhlarda yükler hesaplanmış sonrasında bu yükler üretilebilecek miktarlar ile çarpılarak çizelgeye yerleştirilmiştir. İşletmenin tezgahlarda çalışmadaki ürün grubuna ayrılan tezgâh kapasitesi ve üretilebilecek ürünlerin tezgâhlardaki kapasite oranı karşılaştırıldığında bazı tezgahlarda darboğaz ve bazı tezgahlarda yüksek oranda kapasite boşluğu olduğu gözlemlendi.

Model Çözüm Tablosuna Göre Tezgahların Yük durumu (Standart kapasite ve Planlanan üretim planlamaya göre süre karşılaştırılması) tablosuna baktığımızda;

Tezgahların standart süreleri ve planlanan süreleri arasında farklar olduğu gözükmemekte.

Süre Farkı oluşmasının Sebepleri;

Farklı İmalat parçalarının aynı tezgâhta işlem görmeleri

Gelecek operasyonu bekleme

İmalat parçanın herhangi operasyonu sonrası belirlenen süre beklemesi

En üst imalat parçanın (ürün) alt parçalarının tamamlanması sonrası işleme alınması

Planlama hataları

Benzeri koşullardan dolayı kapasite ve planlanan süre arasında farklar olabilir. Maddelere örnek vermek gerekirse Y001, Y002, Y005, Y006, Y009, Y010 İmalat parçalarının il operasyonları CNC 1 tezgahında yapılmaktadır. Verdiğimiz örnekte aynı 1 ürün için yapılacak olan parçaların yanı sıra farklı ürünler için yapılacak parçalarda bulunmakta ve bu parçalar aynı tezgâh işlem sırasını termin süresi en yakın olan parça ile başlayıp sonrasında en yakın terminli diğer parça ile devam etmektedir. Diğer parça benzer tezgâhta işlem göremiyorsa veya işlem sırasını atlayamıyorsa (kesmeden delme yapmamak gibi) diğer parçanın işleminin bitmesini beklemek durumundadır. Anlatılan olaylarda farklı imalat parçalarının aynı tezgâhta işlem görmeleri ve gelecek operasyonu bekleme durumlarına değinilmiştir.

Ürün operasyonları alt parçalarının tamamlanması sonrası başlanılmaktadır. Bu durum

ürünlerin imalat süresi olarak tanımlanan bir süre verilmesi durumunu doğurmaktadır. Örneğimizdeki M001, M002, M003 ürünleri imalat süresi 2 gündür. 2. Günün sonunda ürünün operasyonları tamamlanıp ürün stoğa girmektedir. 1 gün yarı mamullerinin operasyonları yapılması ve sonrasındaki günde yarı mamullerin ürün operasyonlarına dahil edilmesi ve ürünün tamamlanması şeklinde gerçekleşmektedir. Seri üretim yapan işletmelerde ürünler için ihtiyaç olan imalat parçalar sürekli üretildiği için ihtiyaç olunan yarı mamullerin üretilmesinin beklenmesi durumu çok nadir rastlanmaktadır. Anlatılan durum çalışmamızdaki paletleme tezgahındaki ile benzerdir. Anlatılan olaylarda en üst imalat parçanın (ürün) alt parçalarının tamamlanması sonrası işleme alınması ve İmalat parçanın herhangi operasyonu sonrası belirlenen süre beklemesi durumlarına değinilmiştir.

İleri üretim planlama ve çizelgeleme üzerine üretim planlama yapmayan işletmeler müşteri siparişleri veya İÜPÇ verilerini dikkate alarak üretim planlama yapmaktadırlar. Bu verilerin MİP sonrası çıktılarındaki iş emirleri Kapasite bazlı tarihlere bölünmemiş veya deneyimlere göre yüzeysel olarak bölünmektedir. Çalışmamızdaki işletme deneyimlere göre AÜP planlaması yapmış ve çalışmamızdaki doğrusal programlama modelimizle bulduğumuz miktarların sürelerle çizelgeye yerleştirilmesinde bazı tezgâhlarda darboğazlar yaşadığı görülmekte bazı tezgâhlarda da olması gerekenden yüksek kapasite ayrıldığı gözükmektedir. Büküm Presi 1, Kaynak 1 tezgahlarında darboğazlar, Montaj1, paletleme 1 tezgahlarında olması gerektiğinde yüksek kapasite ayrıldığı gözükmektedir.

İşletme İÜPÇ uygulaması ile işlemenin üretim kapasitesini, işletmedeki tezgahların kapasitesini ve seçilen ürün grubunun işletmenin üretiminde maksimum karının ne kadar olacağı bilgilerini ulaşabildiği gözükmektedir. Çizelgeleme işletmenin zaman aralıklı üretim planlaması yapması sebebiyle net tarih sonucu çıkarmamıştır. Çalışmada 3 aylık sonuç çıktısı verilmiştir. İşletme ileri üretim planlama uygulamasını ana üretim programını günlük yapması durumunda işletmenin tezgâh kapasitelerinin gün bazında doluluk oranına ulaşarak. En son üretilen ürünün/imalat parçanın hangi gün üretilbileceği sonucuna ulaşabilir. İşletme ileri üretim planlama uygulamalarını kullanması durumunda ana üretim planlama miktarları ve sipariş miktarları tarih ötelemesi yapılması olanağına ve öteleme sonrası da kapasite analizi yapabilme imkanına sahip olabilecektir. İleri üretim planlama uygulamalarında örnek çalışmada

olduğu gibi belli ürün grupları veya tüm ürünler için üretim simülasyonu yapılabileceği ve işletmenin verilerin doğru olması durumun da kısa süre içinde işletme üretim planlama çıktılarını analiz edebilecektir. Bu durum işletmenin ileriye yönelik üretim, bütçe gibi önemli alanlarda hakimiyet kurmasını ve doğru kararlar almasını sağlayacaktır

## **5.2 . ÖNERİLER**

Örnek işletme üzerinde yapılan çalışmada işletmenin bir ürün grubu üzerinden çalışma yapılmıştır. İşletmenin diğer ürün grupları içinde benzer çalışma yapıp sonrasında tüm ürün grupları tek grup altında toplanarak İÜPÇ çalışması yapılarak işletmenin toplam iş yükü ve toplam kar beklentisi bulunabilir. İşletme çalışmada çıkan sonuç üzerinde değerlendirme yaparak İÜPÇ uygulamasını geçişin değerlendirmesini yapıp belli zaman aralıklarında doğruluk kontrolü yapılarak canlı kullanımdan çıkan değerler ile çalışama sonuç ortaya çıkan değerler kıyaslanabilir. Çalışma birkaç işletmede paralel zamanda yapılarak çıkan sonuçların kıyaslanması ve doğruluk oranı saptanabilir. Seçilen işletmelerin çalışmadaki işletme ile aynı sektörde olması sonuçların doğruluk payını artıracaktır.

## 6.KAYNAKLAR

- Anderson, Steven R. Putterman, & Leland (2005). Building The Profit-Focused Supply Chain: A Game Plan For Capturing Real Value. *White Paper February* , 1-18.
- Altındaş, M. (2011). 'Üretim Çizelgeleme ve Bir Uygulama' (Yüksek Lisans Tezi), Yozgat Bozok Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yozgat, Türkiye.
- Alan, M. A., & Yeşilyurt, C. (2004). Doğrusal Programlama Problemlerinin Excel ile Çözümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 152-155.
- Alican, A. (2009). 'Gıda Sektöründe Üretim Planlama: Raf Ömrünün Hesaba Katılması', (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Arabaci, S., Akdemir, Ç., Doğan, S., & Mengi, B. T. (2019). Stok Yönetiminde KKP'nin Hileyi Önlemeye Yönelik Kullanılması ve Bir Uygulama. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 444-458.
- Aydoğdu, M. E. (2020). 'Çizelgeleme Problemlerinde Endüstri 4.0 Uygulaması/Industry 4.0' (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Aytulun, S. K. (2000). 'İşletme Kaynakları Planlamasında Üretim Planlama, Kontrol ve Uygulaması' (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Ayluçtarhan, Z. (2008). 'Gerçek Zamanlı Bir MRP II Sistemi' (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Bachouch, R. B., Guinet, A., & Hajri-Gabouj, S. (2012). An integer linear model for hospital bed planning. *International journal of production economics*, 140(2), 833-843
- Bayraktar, E., & Mehmet, E. F. E. (2006). Kurumsal Kaynak Planlaması ERP ve Yazılım Seçim Süreci. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(15), 689-709.
- Beheshti, H. M. (2006). What Managers Should Know About ERP/ERP II. *Management Research News*, (294),184-193.
- Chen, K. J., & Ji, P. (2007). A genetic algorithm for dynamic advanced planning and scheduling (DAPS) with a frozen interval. *Expert systems with Applications*, 33(4), 1004-1010.
- Chen, I. J. (2001). Planning For ERP Systems: Analysis And Future Trend. *Business Process Management Journal*, 7(5), 374-386.
- Ceran, Mehmet Burak; Yılmaz, Baki (2019). Zaman Etkenli Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi ve Bir Üretim İşletmesi Uygulaması. *Uluslararası İşletme ve Ekonomi Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 40-52.
- Çardak, B. (2000). 'Kurumsal Kaynakların Planlaması (KKP) ve Çağdaş Üretim-Yönetim Sistemleri ile İlişkileri' (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Çetindere, A., Sevim, Ş., & Duran, C. (2010) Üretim Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Tekniğinin Kullanımı: Bir Konfeksiyon İşletmesinde Uygulama. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(35), 271-300
- Demirdöğen, O., & Güzel, D. (2010). Üretim Planlama ve İş Yükleme Metotları. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler*, 23(4), 43-67.

- Derelli, Y., & Keleş, S. (2023). Farklı Yaş Sınıfı Dağılımına Sahip Kızılçam Ormanlarında Odun Üretimi ve Karbon Birikimi Fonksiyonlarının Doğrusal Programlama Tekniği ile Optimizasyonu. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 1-13.
- Gencer, S. (2023). 'Doğrusal Programlama Yöntemiyle Seralarda Enerji Kaynağı Çeşitlendirme Optimizasyonu' (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Graves, S. C. (1999). Manufacturing planning and control. *Massachusetts institute of technology*, 1-26.
- Goldston, J. (2020). The Evolution Of ERP Systems: A Literature Review. *The Evolution Of KKP Systems: A Literature Review*, 50(1), 14-14.
- Göksungur, A. E. (2004). 'Erp, Manugistics ve İleri Planlama Sistemleri Yazılımları ile Tedarik Zinciri Yönetiminde, Ulaştırma Modellerinin İncelenmesi ve İşletme Uygulaması', (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi, İstanbul, Türkiye.
- Han, B. A., & Yang, J. J. (2020). Research on adaptive job shop scheduling problems based on dueling double DQN. *Ieee Access*, c.8, ss.186474-186495. doi: 10.1109/access.2020.3029868
- İbrahim, Ç., Karaduman, E., Özçetin, K. N., & M., İpek (2018). Bir Tekstil Firmasında Satış Tahminleri Üzerinden Emniyet Stoğu Gün Sayısının Sistem Dinamiği Yaklaşımıyla Belirlenmesi. *Sakarya University Journal Of Science*, 22(2), 826-837.
- Junaiddin, A., Syaifuddin, D. T., Montundu, Y., & Zaid, S. (2023). The Application of Linear Programming into Production Schedule at Electrical Panel Company. *International Journal of Membrane Science and Technology*, 10(3), 354-371.
- Jonsson, P., Kjellsdotter, L., & Rudberg, M. (2007). Applying Advanced Planning Systems For Supply Chain Planning: Three Case Studies. *International Journal Of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(10), 816-834.
- Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000). What İs ERP?. *Information Systems Frontiers*, 2(2), 141-162.
- Küçükada, K. (2002). 'Sonlu Kapasite Yöntemi Kullanarak Entegre Üretim Planlama Sistemindeki Problemlerin Çözümü ve Bir Optimizasyon Uygulaması' (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Koçoğlu, C. M., & Avcı, M. (2014). Satın Alma Yönetimi: Teorik Bir Çalışma. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 33-47.
- Kjellsdotter Ivert, L., & Jonsson, P. (2010). The Potential Benefits Of Advanced Planning And Scheduling Systems İn Sales And Operations Planning. *Industrial Management & Data Systems*, 110(5), 659-681.
- Lay, Clarry H.; Schouwenburg, Henri C. (1993). Trait Procrastination, Time Management, And Academic Behaviour. *Journal Of Social Behavior & Personality*, 1(8), 647-662.
- Lin, C. H., Hwang, S. L., & Min-Yang Wang, E. (2007). A Reappraisal On Advanced Planning And Scheduling Systems. *Industrial Management & Data Systems*, 107(8), 1212-1226.
- Maravelias, C. T., & Sung, C. (2009). Integration of production planning and scheduling: Overview, challenges and opportunities. *Computers & Chemical Engineering*, 33(12), 1919-1930.
- Moon, Y. B. (2007). Enterprise Resource Planning (ERP): A Review Of The Literature. *International Journal Of Management And Enterprise Development*. 4(3), 235-264.
- Mentzer, J. T., Dewitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G.

- (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal Of Business Logistics*, 22(1), 1-25.
- Okay, H. A. (1999). ‘Yalın Üretim Sistemleri ve Geliştirme Örnekleri’ (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Özdemir, L., Dulkadir, B., & Uğur, S. S. (2018). Kurumsal Kaynak Planlamasının (KKP) İnsan Kaynakları Yönetimine Etkisi: Turizm Sektöründe Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, (9)22, 1-12.
- Öztürk, E. (2008). ‘Kesikli Seri Üretim Sistemlerinde MRP II (İmalat Kaynak Planlaması)’nın Tasarımı ve Orman Ürünleri Endüstrisine Yönelik Bir Uygulaması’ (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Özdemir, A. (2009). ERP Kullanımının Kobilerin Algılanan Performansı Üzerine Etkisi: Kayseri İmalat Sektörü Örneği. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (1)33, 173-187.
- Özlu, L. (2015). ‘Planlama Programlarının Evrimi ve Bir İleri Planlama Programı Uygulaması’ (Yüksek Lisans Tezi), Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Pınarbaşı, M., & Alakaş, H. M. (2020). Personel Görev Çizelgeleme Problemi İçin Bir Excel Çözücü Modeli: Orta Gerilim Sigorta Üretimi Uygulaması. *International Journal Of Engineering Research And Development*, 12(2), 729-744.
- Postacı, T., Belgin, Ö., & Erkan, T. E. (2012). *KOBİ’lerde Kurumsal Kaynak Planlaması (KKP) Uygulamaları*. Verimlilik Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye: Korza Yayıncılık Basım San. ve Tic. Ltd. Şti.
- Patir, S. (2010). Tam Sayılı Programlama ve Malatya Maksan Transformatör İşletmesine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1), 193-206.
- Perçin, S. (2013). Erp Yazılımı Seçiminde İki Aşamalı AAS-Topsis Yaklaşımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(2), 93-114.
- Rong, A., & Lahdelma, R. (2008). Fuzzy Chance Constrained Linear Programming Model For Optimizing The Scrap Charge İn Steel Production. *European Journal Of Operational Research*, 186(3), 953-964.
- Steger-Jensen, K., Hvolby, H. H., Nielsen, P., & Nielsen, I. (2011). Advanced Planning And Scheduling Technology, *Production Planning & Control*, 22(8), 800-808.
- Shah, N. K., & Ierapetritou, M. G. (2012). Integrated Production Planning And Scheduling Optimization Of Multisite, Multiproduct Process Industry. *Computers & Chemical Engineering*, 1(37), 214-226.
- Sevinç, N. (2008). ‘Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Teknolojilerinin Kullanılması ve Önemi’ (Yüksek Lisans), Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne, Türkiye.
- Sarıca, M. (1998). ‘Seri İmalat Yapan Bir İşletmede Üretim Planlama ve Kontrolü’ (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Setyan, H. (1994). ‘Toplu Üretim Planlamadan Ana Üretim Programlamaya Geçiş ve Bilgisayar Destekli Bir Uygulama’ (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
- Supçiller, A. A., & Erbilek, P. (2021). Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama ile Bir Üniversite Kütüphanesindeki Kısmi Zamanlı Personellerin Çizelgenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 1-12.
- Sönmeztürk, G. İ. (2008). ‘Kurumsal Kaynak Planlamasında Başarı Faktörleri’ (Yüksek Lisans

Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Sultanov, F. (2004). 'Üretim Planlamasında Malzeme İhtiyaç Planlamasının Önemi ve Bir İşletme Uygulaması' (Yüksek Lisans), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

Sağlam, S. (2008). 'ERP Sistemleri ve Üretim Planlama Kontrol Faaliyetleri İlişkisi'. (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Şen, M. (1992). 'Üretim planlamada lineer programlama modelleri ve bir işletme uygulaması'. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Tandoğan, S. N. (2007). 'Kurumsal Kaynak Planlaması Uygulamasını Etkileyen Temel Başarı Faktörlerinin Değerlendirilmesi' (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Tang, O. ve Grubbström, RW (2002). Ana üretim programının talep belirsizliği altında Planlanması ve Yeniden Planlanması. *Uluslararası Üretim Ekonomisi Dergisi*, 78(3), 323-334.

Tanrıtanır, E. (1992). Üretim Sistemleri ve İmalat Sistemleri. *Journal Of The Faculty Of Forestry Istanbul University*, 40(1), 127-144.

Teltumbde, A. (2000). A Framework For Evaluating ERP Projects. *International Journal Of Production Research*, 38(17), 4507-4520.

Yaman, Z. (2002). MİPII-DRPII-KKP-SCM: Şimdi Sırada Ne Var?. *Pazarlama Dünyası*, 16(2), 8.

Yıldız, O., & Çağrı, S. E. L. (2023). Türkiye'de Bakliyat Üretimi Üzerine Tarımsal Planlama İçin Bir Matematiksel Model Önerisi. *Journal Of The Institute Of Science And Technology*, 13(2), 1155-1164.

Yıldız, A. (2010). 'Benzetim Modellemesi ile Üretim Sistemlerinde Süreç Optimizasyonu ve Bir Uygulama Çalışması' (Yüksek Lisans), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

Yürek, A. (2020). 'Müşteri Siparişlerine Yönelik Üretim Planlama: Arslan Makina Uygulamalı Örnek' (Yüksek Lisans) Altınbaş Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Zorlu, G. H., Ozturk, M. G., & Koseoglu, A. M. (2018). İşletmelerde Endüstri 4.0'in Stok Kontrol Yöntemlerine Etkisi. *Pressacademia Procedia*, 7(1), 348-351.

Zhong, R. Y., Huang, G. Q., Lan, S., Dai, Q. Y., Zhang, T., & Xu, C. (2015). A two-level advanced production planning and scheduling model for RFID-enabled ubiquitous manufacturing. *Advanced Engineering Informatics*, 29(4), 799-812.

Wolsey, L. A. (2007). Mixed İnteger Programming. *Wiley Encyclopedia Of Computer Science And Engineering*, <https://doi.org/10.1002/9780470050118.ecse244>

## EK

### POM-QM Çözüm kısıtları Hesap Ekran Görüntüsü

	M001	M002	M003		RHS	Equation form
Objective	817	1736	1979			Max 817M001 + 1736M002 +
Constraint 1	1	0	0	<=	107	M001 <= 107
Constraint 2	0	1	0	<=	20	M002 <= 20
Constraint 3	0	0	1	<=	11	M003 <= 11
NEW Constraint 4	1	0	0	<=	128	M001 <= 128
NEW Constraint 5	0	1	0	<=	34	M002 <= 34
NEW Constraint 6	0	0	1	<=	15	M003 <= 15
NEW Constraint 6	1	0	0	<=	60	M001 <= 60
NEW Constraint 7	0	1	0	<=	30	M002 <= 30
NEW Constraint 8	0	0	1	<=	10	M003 <= 10
NEW Constraint 10	1	0	0	<=	90	M001 <= 90
NEW Constraint 11	0	1	0	<=	60	M002 <= 60
NEW Constraint 12	0	0	1	<=	30	M003 <= 30

Yukarıdaki ekran alıntısında problem çözümü için kullanılan POM-QM programındaki çözüm ekranındaki çalışmaya ait denklemlere aittir.

### POM-QM Çözüm kısıtları Hesap Sonuçları Ekran Görüntüsü

	M001	M002	M003		RHS	Dual
Maximize	817	1736	1979			
Constraint 1	1	0	0	<=	107	0
Constraint 2	0	1	0	<=	20	1736
Constraint 3	0	0	1	<=	11	0
NEW Constraint 4	1	0	0	<=	128	0
NEW Constraint 5	0	1	0	<=	34	0
NEW Constraint 6	0	0	1	<=	15	0
NEW Constraint 6	1	0	0	<=	60	817
NEW Constraint 7	0	1	0	<=	30	0
NEW Constraint 8	0	0	1	<=	10	1979
NEW Constraint 10	1	0	0	<=	90	0
NEW Constraint 11	0	1	0	<=	60	0
NEW Constraint 12	0	0	1	<=	30	0
Solution->	60	20	10		103530	

Yukarıdaki ekran alıntısında problem çözümü için kullanılan POM-QM programındaki çözüm ekranındaki çalışmaya ait denklemlerin sonucundaki çözüm tablosuna aittir.

# ÖZGEÇMİŞ

## Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Yücel Eyüpoğlu

Yabancı Dili : Yok

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Yönetim Bilişim Sistemleri	Düzce Üniversitesi	2018
Yüksek Lisans	Yönetim Bilişim Sistemleri	Düzce Üniversitesi	2023

## DİĞER YAYINLAR

BAŞAR, R., & EYÜPOĞLU, Y. (2023). Fason Üretim Planlamada Doğrusal Programlamanın Kullanılmasına Yönelik Bir Çalışma: Otomotiv Yan Sanayi Örneği. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 8(21), 600-617.