

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ATÖLYE TİPİ ÜRETİMDE TESLİM TARİHİ
VERİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. Erhan YENİGÜN

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ufuk KULA

Haziran 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ATÖLYE TİPİ ÜRETİMDE TESLİM TARİHİ
VERİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. Erhan YENİGÜN

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

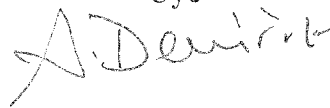
Enstitü Bilim Dalı : ENDÜSTRİ

Bu tez 10 / 06 /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Ufuk Kula
Jüri Başkanı



Doç.Dr.Ayhan Demiriz
Üye



Doç.Dr.Mehmet Fırat
Üye



ÖNSÖZ

Sürekli olarak artan rekabet koşullarında firmaların ayakta kalmaları ve devamlılıklarını sağlamaları gerekmektedir. İşletmelerin bu zorlu şartlar altında piyasaya ürün arz etmeleri ve tercih edilmeleri her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Bu sebep ile işletmeler ürünlerinin diğer ürünlere göre tercih edilmesini sağlamak, kısacası ürünün satıldığı pazarda fark yaratmak zorundadırlar.

Günümüzde firmalar üretim tiplerine göre incelendiğinde dünya üzerindeki üretimin yaklaşık %75 i atölye tipi üretim yapan işletmelerden oluşmaktadır. Her ne kadar gün geçtikçe artan ve gelişen teknolojik gelişmeler ile birlikte standart ürün ve üretim için çalışmalar olsa da, müşteri taleplerinde ki çeşitlilik değişmediği sürece atölye tipi diye tanımladığımız ürün çeşidinin ve spesifikasyonlarının fazla olduğu üretimlerden ve ürünlerinden tamamen vazgeçilmesinin zor olduğunu gözükmektedir.

Atölye tipi üretimler diğer üretim tiplerine göre incelendiğinde ürün çeşitliğinin fazla olması ve gelen sipariş miktarlarının küçük miktarda olması sebebiyle, bu tür üretim yapan işletmelerde çok yüksek bir planlama konsantrasyonunun zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu tez çalışmasında PVC Doğrama faaliyetleri gerçekleştiren bir atölye seçilmiş ve müşteriler için en önemli unsurlardan biri olarak belirlenen teslim tarihi verilmesi konusu üzerine araştırma yapılarak yeni bir sistem oluşturulması üzerine çalışılmıştır.

Bu çalışmamı hazırlama aşamasında bana her türlü desteği veren değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ufuk Kula ya, sayın Asaşpen Fabrika Müdürü Sedat Karabulut'a ve tüm Asaşpen personeline teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ

1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Taraması.....	2

BÖLÜM 2.

ÜRETİM TIPLERİ VE ÇEŞİTLERİ

2.1. Üretimin Temel Amacı	9
2.2. Üretim Tipleri.....	10
2.2.1. Atölye tipi üretim.....	10
2.2.2. Sürekli üretim.....	11
2.2.3. Akış tipi üretim.....	11
2.2.4. Proje tipi üretim.....	11
2.3. Kesikli ve Sürekli Üretim Tiplerinin Özellikleri.....	12

BÖLÜM 3.

ÜRETİM-PROSES PLANLAMA

3.1. Üretim ve Üretim Planlama Nedir.....	16
3.2. Üretim Planlamanın Temel Amacı.....	17

3.3. Üretim Planlamasının Önemi.....	18
3.4. Bir Üretim Planının Hazırlanırken Uyulması Gerekenler Noktalar...	19
3.5. Üretim Planlamayı Etkileyen Faktörler.....	20

BÖLÜM 4.

ÇİZELGELEME

4.1. Çizelgeleme Nedir	21
4.2. Çizelgeleme Ortamları.....	23
4.3. Çizelgelemede Yer Alan Kısıtlar.....	23
4.4. Çizelgeleme ve Teslim Tarihi Belirlemedeki Amaçlar	26

BÖLÜM 5.

ATÖLYE TİPİ ÜRETİM YAPAN PVC DOĞRAMA ATÖLYESİNDE TESLİM TARİHİ BELİRLEME ÜZERİNE YAPILAN UYGULAMA ÇALIŞMASI

5.1. Firma Tanıtımı.....	33
5.2. Asaşpen Üretim Prosesleri ve Bölümler Arası Akış Şeması.....	35
5.3. Doğrama Atölyesi İş Akışı.....	37
5.4. Mevcut Atölyenin Teslim Tarihi Verme Yönteminin İncelenmesi...	40
5.5. Örnek Bir Siparişe Teslim Tarihi Verilmesi.....	44
5.6. Literatürdeki Teslim Tarihi Belirleme Yöntemlerinin Uygulanması.	51
5.6.1. Toplam iş yükü (TİY).....	53
5.6.2. Operasyon sayısı (OS).....	55
5.6.3. Toplam iş yükü ve operasyon sayısı (TİY+OS).....	56
5.6.4. Kuyruktaki iş sayısı (KİS).....	57
5.6.5. Kuyruktaki iş yükü (KİY):.....	57
5.6.6. Ortak teslim tarihi metodu (CON):.....	57
5.6.7. Toplam işe ve aylak süreye dayalı teslim tarihi belirleme.....	58
5.6.8. Rassal teslim tarihi (RDM).....	59
5.7. Benzetim Modelleri ve Regresyon Analizi	61
5.7.1. Regresyon analizi.....	61
5.7.2. Benzetim.....	63

BÖLÜM 6.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	
6.1 Sonuçlar.....	68
6.1.1 Atölye için yeni sistemin önerilmesi.....	68
6.1.2 Yeni tasarlanan model örneği.....	68
6.1.3 Teslim tarihinin kısaltılması için yapılan çalışmalar.....	74
6.2 Öneriler.....	75
KAYNAKLAR.....	76
EKLER.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

a	: Regresyon Sabiti
α	: Tesadüfi Hata Terimi
ASTM	: Amerikan Standardı
B	: Regresyon Katsayısı
BS	: İngiliz Standardı
c	: İşin Zamana Bağlı Cezalandırma Katsayısı
c_i veya c_j	: i veya j İşinin Tamamlanma Süreleri
C_{max}	: Maksimum Tamamlanma Süresi
CON	: Ortak Teslim Tarihi Metodu
CSTB	: Fransız Standardı
Destek Sacı	: PVC Profillerin İçerisine Konulan Galvanizli Saç
DIN	: Alman Profil Standardı
d_i veya d_j	: i veya j İşinin Teslim Zamanı
dk	: Dakika
Doğrama	: Üretilen Nihai Ürün (Kapı ve Pencere)
e	: Metre Tül Düzeltme Katsayısı
E_i veya E_j	: i veya j İşinin Gecikmesinden Oluşan Sabit Maliyet
h_i veya h_j	: i veya j İşinin Birim Stok Tutma Maliyeti
JIQ_i	: i İş Geldiğinde Atölyede Kuyrukta Bekleyen İş Sayısı
k	: Regresyon Sabiti
Kanat	: Kapı ve Pencereilerin Hareketli Kısmını Oluşturan Çerçeve
Kasa	: Kapı ve Pencereilerin İskeletini Oluşturan Dış Çerçeve
KIWA	: Hollanda Standardı
KİS	: Kuyruktaki İş Sayısı
KİY	: Kuyruktaki İş Yüğü
Konfeksiyon	: Ele Alınan Atölye için Verilen İsim

L_i veya L_j	: i veya j İşinin Geçikme Süresi
L_{max}	: Maksimum Geçikme
m	: Metre
mt	: Metre Tül
N_i veya N_j	: i veya j İşinin Operasyon Sayısı
O.S.	: Operasyon Sayısı
Ö.S	: Ön Süre
p_i veya p_j	: i veya j İşinin İşlem Zamanı
PPW	: Toplam İşe ve Aylak Süreye Dayalı Teslim Tarihi Belirleme
PVC	: Polivinil Klorür
PVC Profil	: PVC'nin Kalıplarda Şekillendirilmesiyle Elde Edilen Profiller
q	: Aylak Zaman
RAL	: Alman Profil Standardı
RDM	: Rassal Teslim tarihi
sa	: Saat
S.B.S.	: Stokta Bekleme Süresi
sn	: Saniye
T_i veya T_j	: Pozitif Geçikme
TIY	: Toplam İş Yüğü
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TZ	: Tamamlanma Zamanı
UV	: Ultraviyole Işınları
Ü.Z	: Üretim Zamanı
WIP	: İşlem Halinde Olan İşlerin Envanter Maliyetleri
WIQ_i	: i İş Geldiğinde Atölyedeki Toplam İşlem Zamanı
w_i veya w_j	: i veya j İşinin Önem Derecesi
X	: Üretim Süresi
Y	: Siparişin Teslim Tarihi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 5.1.	Asaşpen bölümler arası iş akış şeması	36
Şekil 5.2.	Doğrama atölyesi iş akışı	37
Şekil 5.3.	Atölye yerleşim planı	39
Şekil 5.4.	Tez akış şeması	40
Şekil 5.5.	Sipariş akış diyagramı	46
Şekil 5.6.	Standart doğrama şekli	48
Şekil 5.7.	SPSS çıktısı	52
Şekil 5.8.	PPW SPSS çıktısı	59
Şekil 5.9.	PPW SPSS korelasyon çıktısı	59
Şekil 5.10.	RDW SPSS çıktısı	60
Şekil 5.11.	%95 Güvenilirlikte Z değeri	60
Şekil 5.12.	Çoklu regresyon modeli SPSS çıktısı	63
Şekil 5.13.	Atölye kapasite kullanım oranı - Zaman grafiği	66

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Geleneksel üretim sistemlerinin karşılaştırılması	12
Tablo 2.2.	Kesikli ve sürekli üretim özelliklerinin karşılaştırması	15
Tablo 5.1.	Doğrama bileşenleri	42
Tablo 5.2.	Malzeme hazırlık tablosu	44
Tablo 5.3.	Sipariş üretim süresi tablosu	45
Tablo 5.4.	Doğrama kıyaslama tablosu	47
Tablo 5.5.	Program ekran çıktısı	50
Tablo 5.6.	İncelenen sipariş özet tablosu	51
Tablo 5.7.	TİY modelindeki sipariş tablosu	54
Tablo 5.8.	TİY teslim tarihi tablosu	55
Tablo 5.9.	OS yönteminde gelen sipariş tablosu	55
Tablo 5.10.	CON yönetimde sipariş teslim tarihi belirleme tablosu	58
Tablo 5.11.	Sipariş ve teslim tarihi tablosu	66
Tablo 5.12.	Sipariş –Metre tül tablosu	70
Tablo 5.13.	Yeni Model ‘e’ değeri tablosu	71
Tablo 5.14.	Sipariş teslim tarihi belirleme formu	73

ÖZET

Anahtar kelimeler: Atölye tipi üretim, çizelgeleme, teslim tarihi belirleme,

Üretimin müşteri siparişlerine dayandığı sistemlerde teslim tarihi verilmesi birincil öneme sahiptir. Özellikle el becerisinin yoğun olduğu çeşitli endüstri kollarında, ulaşılabilir teslim tarihlerinin verilebilmesi, rekabet açısından uzun dönemde şirketler için önemli bir avantaj oluşturur.

Bu çalışmada; kapı-pencere üretimi yapan bir atölyede, müşteri siparişleri geldiği anda, güvenilir teslim tarihlerinin verilmesinin sağlanması için yeni bir sistem geliştirilerek önerilmiştir. Tez çalışması altı bölümden oluşmaktadır. İlk dört bölümde atölye tipi üretim, üretim-proses planlama ve çizelgeleme, son iki bölümde de hazır doğrama prosesinde teslim tarihinin belirlenmesi için geliştirilen yeni sistemin uygulanması, sonuçları ve önerileri yer almaktadır

DUE DATE DETERMINATION IN WORKSHOP-TYPE PRODUCTION

SUMMARY

Key Words: Workshop-type production, scheduling, due-date determination,

Due-date given is a primary import when the system of production is based on customer orders. Especially, craftsmanship is intensive in a wide range of industries; giving attainable due-date in terms of competition for the companies in the long run provides an important competitive edge.

In this study, suggest and development of new system for giving reliable due dates when the customer orders come in the ready-make door and window workshop. In this thesis consists of six chapters. The general attainments was included of workshop-type production, production- process planning and scheduling in the first four chapters, the last two chapters, practice, results and suggestion about due date determination with new system in ready make joinery process.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Giriş

Hazırlanan tez çalışması; giriş, üretim tipleri ve çeşitleri, üretim-proses planlama, çizelgeleme, atölye tipi üretim yapan PVC doğrama atölyesinde teslim tarihi belirleme üzerine yapılan uygulama çalışması, sonuçlar ve öneriler olarak altı bölümden oluşmaktadır. İlk dört bölümde atölye tipi üretim, üretim planlama, çizelgeleme ve atölye tipi üretim yapan firmalarda teslim tarihi belirlenmesi noktasında genel bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler yapılan literatür çalışması ile desteklenmiştir. Tezin beşinci bölümü olan uygulama bölümünde, öncelikle ele alınan PVC Doğrama Atölyesinin son iki yıllık verileri incelenerek en çok hangi tip ürünlerin müşteriler tarafından tercih edildiği, talep edilen ürünlerinin hazırlık süreleri, üretim süreleri, stokta bekleme süreleri ve teslim tarihleri incelenerek istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Bu bölümde atölyedeki üretim ortamının daha iyi anlaşılması noktasında üretilen ürün ve atölye hakkında genel bilgiler verilerek mevcut bir sipariş üzerinden teslim tarihi belirleme çalışması yapılmış ve teslim tarihi belirlemede en çok kullanılan teslim tarihi belirleme metotları atölye ortamına uygulanmıştır. Bulunan sonuçlar son iki yıllık ortalama verilerle karşılaştırılmış ve SPSS programı kullanılarak atölye için en uygun regresyon modeli kurulmuştur. Kurulan regresyon modelinin atölye için uygunluğu test edilerek, atölyeye gelen bir haftalık siparişlerin üretim kapasitesine göre sevk tarihleri belirlenmiştir. Tez çalışmasının son bölümü olan sonuçlar ve öneriler bölümünde yapılan çalışmalar değerlendirilmiş, çeşitli ürün rotalarının ve belirsizliklerin olduğu bir atölyede siparişler için en uygun teslim tarihinin verilmesi sağlayacak yeni bir sistem geliştirilmiştir. Kurulan yeni sistemin uygulanması ve geliştirilmesi noktasındaki çalışmalar bu bölümde verilerek, gelecekte yapılabilecek faaliyetler hakkında öneriler sunulmuştur.

1.2. Literatür Taraması

Atölye tipi üretim yapan üretim sistemleri incelendiğinde, sistem akışı müşterinin siparişinin atölyeye ulaşması ile başlayıp, gelen siparişin özellikleri ve mevcut iş durumuna göre müşteriye bir teslim tarihi verilmesi ile devam etmektedir. Teslim tarihi belirlenmesi atölyede gerçekleştirilen ilk önemli görevdir. Müşteri memnuniyeti ve rekabet avantajının sağlanması için uygun teslim tarihi belirleme ve teslim tarihine uygunluk önemli bir faktördür.

Teslim tarihin belirlenmesi konusu ilgi duyulan bir konudur. Teslim tarihi belirleme konusu günümüzde atölyeler için bir problem olarak karşımıza çıkmıştır. Bu tür problemlerde teslim tarihini; problem içinde yer alan ve belirlenmesi gereken bir değişken olarak tanımlamak daha doğrudur. Doğru teslim tarihi verme işlemi siparişin ne erken nede belirtilen tarihten daha geç verildiği bir değerdir. Teslim tarihi belirlemeyle ilgili literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, teslim tarihi belirleme problemleri birçok farklı yöntemle çözülmeye çalışılmış olup yapılan çalışmalar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Yapılan çalışmalardan ilki Mosheiov ve arkadaşlarının incelemiş oldukları iki makineli bir sistemde teslim tarihinin belirlenmesi ve çizelgelenmesi problemidir. Yapılan çalışmada maksimum negatif gecikme, pozitif gecikme ve teslim tarihi ile ilgili maliyetlerin en aza indirgenmesi amaçlanmış olup, hazırlanan çalışma m tane makineli akış tipi üretim ortamları için de önerilmiştir [1].

Mosheiov ve Sidney'in yaptıkları diğer çalışmada ise daha gerçekçi bir senaryoyla tek makine ortamda en son bitiş zamanı ve toplam akış süresi minimizasyonu problemini, özdeş olmayan ve paralel makinelerin bulunduğu ortamda; teslim tarihi belirleme ve toplam akış zamanı en az indirgenmesi problemlerini polinom zamanda çözdüklerini göstermişlerdir [2].

Mosheiov'un literatürdeki diğer çalışması özdeş ve paralel makinelerin bulunduğu bir sistemde teslim tarihi belirleme ve atölyede işlerin çizelgelenmesi üzerinedir. Bütün işler için aynı teslim tarihi belirlenmeye çalışılmış ve ortaya çıkan

çizelgelemenin maliyeti maksimum negatif gecikme ve maksimum pozitif gecikme maliyeti ile teslim tarihi maliyetinin bir fonksiyonu olduğu ileri sürülmüştür. Çalışmanın amacı bu üç maliyet fonksiyonunu minimize eden bir teslim tarihi belirleme algoritmasının oluşturulması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir [3].

Gupta ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, atölyede bulunan belli bir miktardaki iş için, sürekli olarak çalışılan, aynı özellikte sahip paralel makinelerinin oluşturduğu iş merkezlerinden oluşan akış tipi atölye ortamında, permütasyon çizelgeleme yapmaya çalışmışlardır. Çalışmalarında yirmi iş ve on iş merkezi belirtilmiş ve işler aynı rotaya sahip atölyede yer alan paralel makinelerin birinde işlem görebilmektedirler. Özetle proses zamanlarının kontrol edilebildiği ve işlerin teslim tarihlerinin belirlenebildiği şartlarda, paralel makinelerin oluşturduğu iş merkezlerinden oluşan melez bir akış tipi atölye problemi üzerine bulgusal algoritmalar geliştirmişlerdir [4].

Sabuncuoğlu ve Çömlekçi hazırladıkları çalışmada makineler, atölye ve rotalar hakkındaki bilgiyi kullanarak yeni bir akış zamanını tahmin eden bir metot önermişlerdir. Önerdikleri bu metodun performansını çeşitli deneysel koşullar altında benzetim ile ölçmüşler ve çalışma sonuçlarının, her bir operasyon için akış zamanı tahmin etmenin geleneksel yöntemlere bağlı tahminden daha iyi bir yaklaşım olduğunu öne sürmüşlerdir [5].

Cheng ve Kovalyov yaptıkları çalışmada ise n tane işin tek makinede gerçekleştirilmesi, işlerin partilere bölünmesi ve teslim tarihlerinin belirlenmesi problemini çözmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada aynı partide yer alan ve işlem süreleri eşit olan işler beraber işlem görmektedir. Çizelgelemede partideki iş sayısını ve iş emrini belirlerken amaç, teslim tarihi belirleme maliyeti ile ağırlıklı geciken işlerin sayılarının kombinasyonunu minimize etmek için partinin en uygun ortak teslim tarihini ve çizelgeyi belirlemektir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda, negatif gecikme, pozitif gecikme ve teslim tarihine bağlı olan toplam cezayı minimize edecek teslim tarihini ve çizelgeyi belirlemeye çalışmışlardır [6].

Cheng ve Jiang 1998 yılında yaptıkları çalışmada literatürde fazla değinilmeyen kaçırılmış teslim tarihi performansını iyileştirmeyi amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında iş atama, gönderme kurallarının ve teslim tarihi belirleme kurallarının bir atölye tipi üretimde kaçırılan teslim tarihi performansını nasıl etkileyeceğini araştırmışlardır Yaptıkları çalışmada yeni gönderme kuralı ve iki yeni teslim tarihi ayarlama modeli geliştirmişlerdir. Teslim tarihi ve iş atama kurallarının kombinasyonu halinde iyi sonuçlar alındığı belirtmişlerdir [7].

Taşgetiren ve diğerleri, atölye çizelgelemenin, bir işin tamamlanma zamanı ve sistemdeki kuyruk zamanı gibi birçok faktörden etkilendiğini, aynı zamanda her bir faktörün etkisinin kullanılan öncelik kuralı ve atölye yüküne bağlı olduğunu belirttiler. Çeşitli atölye yükleri altında bu faktörlerin teslim tarihi üzerindeki etkilerini incelemek için birkaç yöntem karşılaştırması yaptılar. Sonuçta, teslim tarihi belirleme veya tahmin etme yöntemlerinin birbirinden farklı olduğunu ve bu yöntemlerin performanslarının kullanılan öncelik kuralından etkilendiğini görmüşlerdir [8].

Cheng ve arkadaşları atölyede bulunan tüm işlerin belirlenmesi gereken ortak teslim tarihleri olduğu ve her bir işin hazır zamanlarının farklı olduğu belirttiler. Yaptıkları çalışmada tek makine çizelgeleme ve ortak teslim tarihini belirleme problemi üzerinde çalışmışlardır. Yaptıkları diğer çalışmalarda ise bütün işlerin aynı anda hazır olduğu varsayılmıştır. Problem çözülürken çok amaçlı bir fonksiyon kullanılmış ve bu fonksiyonla işlerin erken, geç bitirilmeleri ve teslim tarihine bağlı diğer maliyetler minimize edilmeye çalışılmıştır [9]. Cheng ve arkadaşları diğer yaptıkları çalışmalarında grup teknolojisiyle ortak teslim tarihi belirlenmesi gereken tek makine çizelgeleme problemini birleştirmişlerdir. Bu çalışmada n tane işin tek makinede çizelgelenmesi ve işlerin ortak teslim tarihinin belirlenmesi problemi üzerine çalışmışlardır. Problemlerinde bir grup işten diğerine geçerken makinede büyük hazırlık zamanı gerektiğini ve bu hazırlık zamanının sıralamadan bağımsız olduğunu kabul etmişlerdir. Amaç fonksiyonu olarak da geciken işlerin maliyeti ile ortak teslim tarihi ile ilgili maliyetlerin toplamını minimize edecek bir fonksiyon kullanmışlardır.

Cheng ve Kovalyov çalışmalarında ise n tane işin çizelgelenmesi problemini aynı özelliklere sahip makineler üzerinde yapmışlardır. Her bir makine, başlangıç zamanından itibaren boş kalmadan kullanıma hazır ve aynı anda en fazla bir işi yapabilecek kapasitedir. Her bir iş pozitif bir işlem süresi (p_i) gerektirmektedir. Buradaki işlere toplam işe ve aylak süreye dayalı teslim tarihi belirleme tekniğine ve $d_j = k \cdot p_j + q$ formülüne göre uygun şekilde teslim tarihleri atanır. Burada k ve q regresyonla bulunan parametreler olup siparişin teslim tarihi d_j ve işin işlem süresi p_j 'dir. İşlerin çizelgelemesi yapıldıktan sonra her bir iş j için tamamlanma süreleri (C_j) hesaplanabilmektedir. Belirlenen k ve q parametrelerini ve tamamlanma sürelerini (C_j) kullanarak, gecikmeler bulunabilir. Gecikme ise $L_j = C_j - d_j$ formülüne göre belirlenir. Bu çalışmada amaç optimum çizelge, optimum k ve q değerlerini bularak teslim tarihinden maksimum mutlak sapma olan artı (gecikme) veya eksi (erken bitirme) sapmayı minimize etmeye çalışmaktır. Problemi çözerken toplam işe ve aylak süreye dayalı teslim tarihi belirleme metodunu kullanarak optimum çizelgeleme yapmaya ve proses zamanını artı yönde bekletmeye çalışarak en iyi teslim tarihini belirlemeyi amaçlamışlardır [10].

Gordon ve arkadaşları tek makine veya paralel makinelerden oluşan ortamlarda ortak teslim tarihi belirleme ve çizelgeleme probleminin çözümüyle ilgili literatüre geçmiş çalışmaların detaylı bir taramasını yapmışlar ve bu problemle ilgili algoritmaların zorluk dereceleri ve sonuçlarını çalışmalarında sunmuşlardır [11].

Min ve Cheng 2006 yılında yaptıkları çalışmada, optimal genel teslim tarihi, her bir makinedeki işlem sırası ve iş sayısını belirlemek için optimal çizelgeleme politikasını belirleyen, teslim tarihi atama, negatif gecikme, pozitif gecikme maliyetlerini minimize eden bölgesel kodlamaya dayalı bir tür genetik algoritma önerdiler. Benzer paralel makine çizelgeleme ve genel paralel makine çizelgeleme problemi üzerine odaklanan sayısal hesaplama sonuçları, bu algoritmaların sezgisel algoritmalarından daha iyi sonuç verdiğini ve büyük ölçekli paralel makinelerde negatif - pozitif gecikmenin çizelgeleme problemi için uygun olduğunu belirttiler [12].

Adam ve arkadaşları farklı seviyelerde montaj gerektiren işlerin yapıldığı ve teslim tarihinin firma tarafından belirlendiği durumda atölye ortamında teslim tarihi belirleme prosedürü üzerine çalışmışlardır [13].

Bock ve Patterson, çok projeli çizelgeleme probleminde, teslim tarihi oluşturmak için bir sezgisel yöntem geliştirmişlerdir. Çalışmalarında bir benzetim modeli, dört adet teslim tarihi oluşturma sezgiseli, beş adet kaynak atama sezgiseli ve üç adet kaynağın önceden atanması sezgiseli kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucu, önceden incelenen teslim tarihi belirleme kurallarının etkinliğini destekler nitelikte olmuştur [14].

Bagchi ve arkadaşları (1994) tek makine çizelgeleme konusunda çalışma yapmışlardır. Amaçları müşteri siparişlerinin teslim tarihlerinin belirlenmesi ve toplam ceza fonksiyonunu minimize edecek şekilde işleri çizelgelemektir. Toplam ceza fonksiyonu ise işin negatif gecikmesi ve pozitif gecikmesinin toplamından ibarettir. Sonuç olarak bu çalışmada etkili bir prosedürü, genel problemleri çözmek için ceza fonksiyonu kullanılarak elde edilmiştir. Bu işlem yapılırken problem iki kısma ayrılmıştır. Önce müşteri siparişleri sıralanmış, daha sonra müşteri siparişinin içinde işler sıralanmıştır [15].

Philipoom ise yaptığı bir çalışmada teslim süresi ve pozitif gecikme uzunluğu cezalarına bağlı olarak teslim tarihi belirlenen bir atölyede öncelik kuralı seçimindeki eğilimleri inceledi. Çalışmasının sonucunda en kısa işlem süreli öncelik kuralının yalın pozitif gecikme cezaları açısından iyi çalıştığını belirtti. Pozitif gecikme için ceza arttıkça ilk giren ilk önce gibi öncelik kurallarının iyi çalıştığını gördü. En erken teslim tarihli öncelik kuralı ile teslim tarihi belirleme kuralı parametrelerinin etkileşimli olmasından dolayı en erken teslim tarihli öncelik kuralının iyi sonuç vermediğini ifade etti [16].

Yang ve Wang (2001) atölye çizelgelemede yeni bir adaptif yapay sinir ağı ve sezgisel hibrid yaklaşım sundular. Çalışmalarında yapay sinir ağı ile birleştirilebilen iki sezgiseli ele aldılar. Bunlardan biri yapay sinir ağının çözümünü hızlandırmakta

ve ağın yaklaşımını garanti etmekte kullanıldı. Diğeri ise sinir ağı tarafından sağlanan olurlu çözümlerden gecikmesiz çizelgeleri elde etmede kullanıldı [17].

Xiao ve Li (2002) işlere genel bir teslim tarihi atama ve teslim tarihinin, toplam negatif - pozitif gecikmenin ağırlıklı toplamlarını minimize ederek, işleri paralel makinelerde çizelgelenmesi problemi üzerine çalıştılar. Bu problemi çözmek için bir sezgisel ve bu sezgisel için bir mutlak performans oranı geliştirdiler. Sıfır negatif gecikmede cezalı durum için sınırlı sezgisel sundular. Ayrıca tamamen polinomal olan bir yaklaşma seması geliştirdiler. Sezgisellerinin atölye çizelgeleme ve genel teslim tarihi atama algoritma gelişimine katkı sağladığını iddia ettiler [18].

Fry ve diğerleri (1989) alışmalarında, is akış zamanını tahmin etmek için iş ve atölye karakteristiklerinden hangisinin daha etkili olduğunu araştırdılar. Bunu anlamak için hangi faktörün, gerçek akış zamanında; planlı tedarik süresinin belirlenmesinde etkili olduğunu bulmaya çalıştılar. Daha sonra benzetim kullanılarak hangi teslim tarihi atama kuralının değişen ürün yapısı ve atölye şartlarında daha iyi performans gösterdiğini belirlemişlerdir [19].

Ahmed ve Fisher (1992) atölye tipi çizelgelemede, teslim tarihi belirleme, atölyeye sipariş açma ve sıralama arasındaki etkileşimi incelemişlerdir. Araştırmada dinamik 5 makineli bir atölye tipi üretim seçilmiştir. Benzetim modeli oluşturulurken, performans kriteri olarak yarı mamul maliyeti, nihai mamul elde bulundurma maliyeti ve gecikme cezası ile birlikte maliyet unsuru içermeyen diğer kriterler de dikkate alınmıştır. Sonuç olarak, belirtilen bu 3 faktörün (teslim tarihi, sipariş açma metodu ve sıralama metodu) etkileşiminin önemi, bu faktörlerin ayrı ayrı belirlenmesinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamışlardır [20].

Biskup ve Jahnke hazırladıkları çalışmada, işlere genel bir teslim tarihi ataması ve işlerin tek bir makinede çizelgelenmesi konusu üzerinde durdular. İşlem zamanlarının kontrol edilebilir olduğunu düşündüler. Fakat önceki yaklaşımların aksine bütün işlem zamanlarının aynı oranda azaltılabileceği durum üzerinde durdular. Teslim tarihi atamanın yanı sıra negatif gecikme, pozitif gecikme geç kalan

iş sayısını minimize etmenin üstünde durdular. Polinomal olarak çözülebilen algoritmalar buldular [21].

Wang ve Uzsoy yaptıkları çalışmada metal işleme ve elektronik endüstrilerinde kullanılan parti işleme makinelerinde, işlerin dinamik olarak atölyeye gönderildiği zaman, teslim tarihinin uygun olup olmadığını araştırmışlardır. Dinamik programlama algoritması ile birlikte genetik algoritma tekniği de kullanılmıştır. Çalışmanın mükemmel ortalama performans gösterdiği sonucuna varılmıştır [22].

Song ve diğerleri; ürün teslim tarihinin belirlenmesinin üretim planlamanın önemli bir parçası olduğunu belirterek, karmaşık çok safhalı montaj işlemlerinde ürün teslim tarihinin belirlenmesi konusunda çalışmışlardır. Ürün teslim süreleri; negatif gecikme ve pozitif gecikmeyi minimize etmek için kullanılmıştır [23].

Qi ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda teslim tarihlerinin atanması gereken ve değişken olduğu durumda işlerin tek makineye sıralanması problemiyle ilgilenmişlerdir [24].

Yukarıda belirtilen çalışmalar dışında; yapılan literatür araştırması sonucunda teslim tarihinin belirlenmesinde en çok tercih edilen yöntemler incelenmiş ve tezin uygulama bölümünde çalışılan PVC atölyesinde örnek modeller üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır.

BÖLÜM 2. ÜRETİM TİPLERİ VE ÇEŞİTLERİ

2.1. Üretimin Temel Amacı

Bir işletmenin temel amacı işletmede var olan kaynakların belirlenmiş kurallar doğrultusunda en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak yöntemleri geliştirmek ve uygulamaktır.

Bu yöntemlerin uygulanmasında işletmeler için kullanılan üretim sistemleri önemli bir faktör olup, işletmeler kullandıkları üretim sistemleriyle işletme politikaları doğrultusunda maliyetlerini minimize ederek, istenilen kalitedeki ürünün zamanında müşteriye teslim edilmesini ve maksimum fayda/karı elde etmeyi amaç edinmişlerdir.

Bu çerçevede tez çalışmasının uygulandığı PVC doğrama üretim tesislerinde, atölye tipi üretimin özelliklerini taşıyan bir üretim ortamı olup, her işletmede olduğu gibi çalışılan atölye için üretimdeki temel amaçlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

- 1-Siparişin istenilen zamanda üretilmesi,
- 2-Üretilen doğrama kalitesinin istenilen seviyede olması,
- 3-Gelen şikâyetlerin en aza indirgenerek, en kısa sürede çözüme ulaştırılması,
- 3-Siparişin minimum fire, hurda ve/veya ıskarta ile üretilmesi,
- 4-Üretimde kullanılan makinelerden maksimum faydanın sağlanması,
- 5-Çalışan personelin boş kalma sürelerinin minimuma indirilmesi,
- 6-Üretiminin sürekliliğinin sağlanması,

Yukarıdaki amaçlar incelendiğinde çalışılan atölye ortamında ilk üç madde özellikle müşteri ile doğrudan ilişkili olup firmanın faaliyet gösterdiği sektörde daha da ileri gitmesini ve tercih edilmesini sağlayan temel faktörlerin başında gelmektedir. Diğer

faktörlerde, müşteri ile dolaylı yoldan ilişkili olsalar da işletmenin temel amacı olan devamlılığın sağlanması prensibi içinde büyük önem arz etmektedirler.

2.2. Üretim Tipleri

İşletmelerde kullanılan sistemleri, üretim yöntemi, mamul cinsi, mamul miktarı veya üretim akışı kriterlerine göre farklı biçimlerde sınıflandırmak mümkündür. Bu sınıflandırma yöntemlerinden üretim miktarına veya akışına göre yapılan geleneksel üretim sınıflandırma yöntemleri dört ana grupta toplanabilir [25].

a-Atölye tipi üretim

b-Sürekli üretim

c- Akış tipi üretim

d-Proje tipi üretim

2.2.1. Atölye tipi üretim

Atölye tipi üretimlerin diğer üretimlerden temel farkı, gelen siparişin parti büyüklüğünün küçük olması ve ürün çeşidinin fazla olmasıdır. Bu tarz üretimlerin başlıca özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1 Esneklik,

2 Çeşitlilik,

3 Kalifiye işçilik,

4 Yüksek konsantrasyonlu işçilik,

5 Yüksek malzeme taşıma,

6-Yüksek yarı mamul stoku,

Atölye tipi üretimlerde tezgâhlar genel amaçlı olup malzemeler üretim aşamalarından ağır geçerler. Proses içi stoklar söz konusu olabildiği gibi rotalar değişken ve işlenecek yeni işlerin sürekliliği söz konusudur. Bu nedenle atölye tipi üretim sistemlerinde çizelgeleme ve üretim kontrolü oldukça maliyetli ve zordur.

Hazırlanan bu çalışmada örnek model olarak alınan atölyede siparişlerin parti miktarı küçük fakat ürün çeşitliliği fazladır. Üretim birbirinin devamı olan seri makinelerde, kalifiye çalışanlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Daha detaylı bilgi tezin uygulama bölümünde verilecektir.

2.2.2. Sürekli üretim

Herhangi bir kimyasal ya da fiziksel ürünün kesintisiz olarak imal edilmesi sürecidir. Mamulün talep düzeyi ve üretim miktarları çok yüksek olup, üretimdeki makine ve tesislerin yalnız belirli bir mamule tahsis edilmesi ile yapılan üretimlerdir. Çimento, şeker, motor vb. endüstriler sürekli üretiminin belli başlı örnekleridir.

2.2.3. Akış tipi üretim

Akış veya proses üretiminde; makine ve tesisler yalnız bir cins mamulü üretecek şekilde dizayn edilmiş ve yerleştirilmiştir. Aynı yerde başka bir mamulü üretmek ya çok pahalıdır yada olanaksızdır. Sürekli üretime göre hazırlık zamanları daha kısa ve üretimde tampon stoklamalar gözükmemektedir. Akış tipi üretimle verilebilecek örnekler petrol ve petrol ürünlerinin üretimi ve işlenmesi prosesleridir.

2.2.4. Proje tipi üretim

Proje tipi üretim, taşınamayacak büyüklükteki ürünler için kullanılır. Üretim miktarları azdır ve çok çeşitli girdilerin bir araya getirilerek tek bir çıktı elde edildiği bu sistemlerde yüksek maliyet ve güç bir yönetim planlama ve kontrolü söz konusudur. Proje tipi üretimlere verilebilecek başlıca örnekler; gemi, büyük buhar kazanı, büyük takım tezgâhları, proses makineleri ve özel elektronik cihazlardır.

Yukarıda açıklanan geleneksel üretim sistemlerinde; kullanılan makineler, iş akışları, hazırlık zamanları, çalışan personel durumu, stok durumları, parti büyüklüğü ve birim üretim zamanları noktasında yapılan kıyaslamalı bilgiler aşağıdaki Tablo 2.1'de verilmiştir [25].

Tablo 2.1. Geleneksel üretim sistemlerinin karşılaştırılması

Özellikler	Atölye Tipi Üretim	Sürekli Üretim	Akış Tipi Üretim	Proje Tipi Üretim
Makine Tipleri	Esnek, Genel amaçlı	Özel amaçlı	Özel amaçlı, Tek işlevli	Genel amaçlı, Hareketli
Süreç Tasarımı	Fonksiyonel tipi	Ürün bazlı iş akışı	Ürün bazlı iş akışı	Proje tipi
Hazırlık Zamanları	Uzun, Değişken	Çok uzun	Uzun	Değişken
Çalışanlar	Çok işlevli; yetenekli	Tek işlevli; Az sayıda çalışan	Tek işlevli; Daha az yetenekli	Tek işlevli; yetenekli
Stoklar	Büyük miktarlarda stok	Düşük süreç içi stok	Tampon stok için büyük miktarda stok	Değişken; Genelde hammadde stok
Parti Büyüklüğü	Küçük-orta	Uygulanamaz	Büyük miktarlar	Küçük miktarlar
Birim Üretim Zamanı	Uzun, değişken	Kısa, sabit	Kısa, sabit	Uzun, değişken

2.3. Kesikli ve Sürekli Üretim Tiplerinin Özellikleri

Üretim tiplerini, miktar ve akışına göre sınıflandırdığımızda, üretimlerin sürekli veya kesikli zaman aralıklarında gerçekleştiği görülmektedir. Örneğin atölye tipi üretimde gelen siparişler belirli veya belirsiz kesikli zaman aralıklarında gerçekleştirilmektedir. Sürekli üretimlerde ise kesintisiz bir zaman periyodunda üretim gerçekleştirilmektedir.

Bu doğrultuda yapılan sınıflandırmada; atölye ve proje tipi üretimler kesikli zaman periyodunda gerçekleştirildikleri için kesikli, sürekli ve akış tipi üretimler ise kesintisiz zaman periyodunda gerçekleştiği için sürekli. Bu iki grup arasındaki farklar şöyle özetlenebilir:

1. Üretim Miktarı: Kesikli üretimde üretilen mamul miktarı azdır. Buna karşılık mamul çeşidi fazladır. Eğer mamul çeşitlerinden bazılarının talebi yüksek düzeylere ulaşırsa ve devamlı olarak aynı tip ürünlerden üretilmesi istenirse işletme içinde bunlar için ayrı ve sürekli üretim yapan hatlar kurulur. Örneğin çalışan firmada profil üretiminin sağlandığı ekstruder hatları üç vardiya sürekli üretim yaparken, profil işlem merkezi olan doğrama atölyesi kesikli üretim ile kapı-pencere üretimi yapmaktadır.

2. Kullanılan Makine ve Teçhizat: Kesikli üretimde mamul cinsi ve dolayısıyla yapılan işlerin değişken olması sebebiyle, üretimde kullanılan tezgâhların çeşitli işler görme niteliğinde olmaları istenir. Bu tür makinelere çok amaçlı veya üniversal tezgâhlar denir. Üniversal tezgâhlarda, yapılabilecek işlem tipi bakımından sınırların geniş olmasına karşılık, hız ve verimlilik düşüktür. Sürekli üretimlerde ise kullanılan tezgâhlarda, çalışma hızı ve insan gücünden yararlanma oranları oldukça yüksektir.

3. Fabrikanın Yerleştirme Düzeni: Makinelerin ve çalışma alanlarının fabrika içindeki yerleşme düzeni, işlemlerin cinsine veya mamulün oluşmasında izlenen yola göre kurulur. Kesikli üretimde bazen prosese göre yerleştirme düzeni yapılır. Yani, aynı işi gören tezgâhlar (torna, freze, matkap) bir yerde toplanarak makine atölyesi oluşturulur. Sürekli üretimde, hammaddeden başlayarak mamul hale ulaşmaya kadar iş parçası üzerinde uygulanan işlemleri yapan tezgâhlar bir imalat hattı üzerinde sıralanmışlardır. Tezin uygulama bölümünde çalışılan atölyenin yerleşim planı verilmiş olup makine parkuru ve üretim akışı yerleşim şeması üzerinde gösterilmiştir.

4. İş Yükü Dengesi: Kesikli üretimlerde üretilen malın cinsinin sürekli değişmesi ve miktarının önceden tahmin edilmesinin zor olması programlama yapmayı olanaksız kılar. Bu nedenle kesikli üretimde iş yükü dengesini sağlamak çok güçtür. Bazı tezgâhlar boş beklerken bazılarının işi yetiştirememesi olağan sayılmalıdır. Hâlbuki sürekli üretimde programlar çok önceden titizlikle hazırlanmış olduğundan tezgâhların iş yükleri arasında duyarlı bir denge vardır.

5. İşçilik Kalifikasyonu: Üretilen malın çeşidinin sürekli değişmesi imalatı yapan işçinin daha fazla bilgi ve üstünlük kullanmasını gerektirir. Kesikli ve sürekli üretim

tiplerinin özellikleri göz önüne alınırsa, birincide daha kalifiye işçi çalıştırmanın zorunlu olduğu söylenebilir. Sürekli üretim yapan fabrikalarda birkaç kalifiye elemana karşılık, önceden ayrıntılı olarak planlanmış, belirli, rutin sayılabilecek işleri gören çok sayıda vasıfsız işçi vardır.

6. İş Hazırlama Faaliyetleri: Atölye tipi üretimlerde yapılacak her yeni iş için ayrı bir iş emrinin hazırlanması, iş yükü ve programların yeniden düzenlenmesi gerekir. Buna bağlı olarak malzeme istekleri, iş takip ve kontrol faaliyetleri de artar. Üretilen mal cinsinin sık sık değiştiği kesikli üretim tipinde iş hazırlama faaliyetlerinin yoğun olması doğaldır. Üretimin büyük partiler halinde yapıldığı sürekli üretim tipinde her parti için ilgililere bir kez iş emri verilir. Ancak iş emrinin çok ayrıntılı olarak hazırlanmış bulunması şarttır. Dolayısıyla sürekli üretimdeki iş hazırlama faaliyetlerini yoğunluk bakımından az, fakat karmaşık olarak nitelemek mümkündür.

7. Hammadde, Yarı Mamul ve Mamul Stokları: Kesikli üretimde mamul cinsi sık sık değiştiğinden hangi hammaddeden ne miktar ve ne zaman kullanılacağını tam olarak bilmek güçtür. Dolayısı ile ihtiyaç duyulabilecek her türlü hammadde ve malzeme stokta hazır bulundurulmalıdır. Sürekli üretimde hammadde ihtiyacı önceden bilinir ve kullanım hızı sabittir. İşlemler veya istasyonlar arasında herhangi bir bekleme olamaz.

8. Fabrika İçindeki Taşıma Faaliyetleri: Mamul cinsinin, büyüklüğünün, ağırlığının ve imalat sırasındaki rotalarının çok değiştiği ve bu yüzden belirsiz olduğu kesikli üretimde taşımaların universal araçlarla yapılması doğaldır. Sürekli üretimde taşınan cisim belirli ve taşıma hızı sabit olduğundan; amaca uygun biçimde dizayn edilen konveyör, kaygan yüzey, raylı araba vb. özel araçlar kullanılır.

9. Tamir - Bakım Faaliyetleri: Üretim araçlarının ve tesislerinin tamir ve bakımları çeşitli şekillerde yapılabilir. Belirli kullanım süreleri sonunda yapılan bakım ve arıza anındaki tamir faaliyetleri üretimi bir ölçüde aksatır. Makinelerin ve işlemlerin birbirinden farklı olduğu kesikli üretimde bu aksama azdır. Hâlbuki sürekli üretimde, daha önce belirtildiği gibi, bir noktadaki aksama bütün hattın durmasına neden

olabilir. Bu nedenle sürekli üretimde bakım planlarının hazırlanması büyük önem taşır.

10. Üretim Kapasitesi: Kesikli üretimde kapasitenin esnek olduğu söylenebilir. Sürekli üretimde ise tezgâhlar birbirine bağımlıdır. Bunlardan birinin kapasitesini artırmanın olumlu bir etkisi yoktur. Kapasitede bir değişiklik yapabilmek için tüm sistemi ilgilendiren büyük yatırımlara ihtiyaç vardır.

Tablo 2.2. Kesikli ve sürekli üretim özelliklerinin karşılaştırması

Özellikler	Kesikli Üretim	Sürekli Üretim
1.Üretim miktarı	Mamul miktarı az, çeşit fazla	Mamul miktarı fazla, çeşit az
2.Makine ve teçhizat	Çok amaçlı tezgâhlar, hızı az, verimlilik düşük	Özel tezgâhlar, hız yüksek, verimlilik yüksek
3.Yerleşme Düzeni	Gruplanmış halde	Mamule göre seri düzenleme (üretim hattı)
4. İş Yükü Dengesi	Dengelemek zor, gecikmeler var	Dengelemek mümkün
5. İşçilik Kalifikasyonu	Kalifiye	Vasıfsız işçilik
7. İş hazırlama faaliyetleri	Çok yoğun, ancak basit	Az, ancak karmaşık ve özen gerektirir.
7.Stoklama	Çeşitli ürünlerden az stoklama	Belirli ürünlerden fazla stoklama
8. Taşıma faaliyetleri	Üniversal taşıma, tezgâhları taşıma, çok yoğun	Araç hızı yüksek taşıma araçları
9. Tamir - bakım	Arıza etkisi az	Arıza etkisi fazla, planlama önemli
10. Üretim kapasitesi	Esnek kapasite	Komple yeni yatırım

BÖLÜM 3. ÜRETİM -PROSES PLANLAMA

3.1. Üretim ve Üretim Planlama Nedir

Üretim, en yalın tanımıyla yaratılan değerdir. Üretim planlama ise bir üretim yönetimi etkinliği olarak üretilecek olan ürünün üretimi için gerekli olan donanımların ve kaynakları saptamak ve ürünlerin istenen kalite, süre ve miktarlarda oluşumunu sağlayacak planlama çalışmalarını kapsar. Üretim ile ilgili çeşitli kaynaklarda yapılan tanımlamalar aşağıda verilmiştir.

Üretim ekonomide fayda yaratma, yani gereksinimleri doyumayı sağlayan yararlı olan mal ve hizmetleri oluşturma sürecidir [27].

Üretim kısaca, çeşitli kaynakların bir araya getirilerek, beşeri ve maddi faktörlerin, mal ve hizmetlere dönüştürülmesi sürecidir [28].

Üretim faaliyetini, ürün ya da hizmetlerin yaratıldığı süreç şeklinde tanımlamak mümkündür [29].

Ekonomistler üretimi fayda yaratmak şeklinde tanımlarlar. Mühendisler ise, bir fiziksel varlık üzerinde, onun değerini artıracak bir değişiklik yapmayı veya hammadde/yarı mamulleri kullanılabilir bir mamule dönüştürmeyi üretim sayarlar [26].

Bütün planlar gibi üretim planlama da, geleceğe yönelik olayların tahmin edilmesine yarar. Üretim planlaması, genellikle ürün grupları bazında, belli bir planlama dönemi için tahmin edilmiş talebi karşılamak üzere dönem içindeki zaman dilimlerinde üretilmesi hedeflenen miktarları ve üretim oranlarını belirleme yöntemidir.

Bu yöntem mevcut kaynaklara göre talebin karşılanmasının sağlayan bir imalat fonksiyonudur. Üretim planlama ile ilgili değişik kaynaklarda yer alan tanımlar aşağıda belirtilmiştir.

Üretim Planlaması; belirli malların ya da hizmetlerin ilerideki üretimleri için gerekli tüm olanakların saptanması, sağlanması ve düzenlenmesini kapsar [26].

Üretimin planlanması gelecekteki imalat faaliyetlerinin veya miktarlarının limitlerini belirleyen bir fonksiyon olarak tanımlanabilir.

Üretim planlaması istenilen zamanda üretiminin yapılmasının sağlanması için kuramsal belge veya dokümanların yazılı, biçimsel ve matematiksel biçimde hazırlanması olarak da tanımlanabilir. Üretim planlaması, tamamen üretim öncesi çalışmaları yani hangi mal/hizmet türlerinin üretimlerinin yapılacağına, hangi araçların kullanılacağına, istenilen nicelik ve var olan zaman aralığında malların üretim programının saptanmasına ilişkin çalışmaları kapsar.

Üretim planlaması, çoğunlukla ürün grupları bazında belli bir planlama dönemi için tahmin edilmiş talebi karşılamak üzere dönem içindeki zaman dilimlerinde üretilmesi hedeflenen miktarları yani üretim oranlarını belirleme faaliyetidir.

3.2. Üretim Planlamanın Temel Amacı

Üretim planlamanın amacı, yakın gelecekteki dalgalanan veya belirsizlik gösteren taleplerin karşılanması için tüm ürün kategorilerinde üretim seviyelerini belirlemek; kiralama, işten çıkarma, fazla mesai, fason üretim, stok seviyesi gibi hususlarda politikaların oluşturulması ve böylece kullanılacak uygun kaynakların belirlenmesidir. Bugünün rekabet koşulları altında bir kuruluşun önemle üzerinde durduğu noktalardan biri de müşteriyi memnun etme konusudur. Bu açıdan konuya bakıldığında, üretim planlaması ve kontrolü işlevinin amaçlarını aşağıdaki biçimde özetlemek uygundur [26].

- a) Siparişlerin ya da malların; müşterinin veya pazarın istediği zamanda teslim edilmesinin sağlanması,
- b) Satış çalışmalarının, işletmenin kapasitesi ile uygun duruma getirilmesi,
- c) Elde mevcut bulunan kaynakların ve olanakların en iyi biçimde kullanılması,
- d) Uzun süreli üretim planlarının hazırlanmasında kullanılacak geçerli ve pratik temelleri sağlam olan esasların göz önünde tutulması, bu arada mevcut kaynakların tam bir envanterinin yapılması,
- e) Satış düzeyine paralel olarak, üretim ve envanter düzeyinin gerekli adetlere göre düzenlenmesi,
- f) Üretim programının esnek tutularak birden gelebilecek ilginç ve kazançlı işlerin devreye sokulması olanağının yaratılması,
- g) Üretimin akışını sağlayacak materyal tamamlama işinin zamanında, ekonomik olan maliyetle ve en iyi envanter mevcudu ile sağlanması,
- h) Çalışmaların en az giderle gerçekleştirilmesi,
- ı) Maliyetin daha iyi üretim yöntemleri kullanılarak düşürülmesi,
- i) Üretim öğelerinin en ucuz ve istenilen kalitede sağlanması,

3.3. Üretim Planlamasının Önemi

Üretim planlamasının önemi işletmelerin gün geçtikçe artan rekabet koşulları altında üretim sistemlerinin gelişmesine paralel olarak hızla artmıştır. Modern bir imalat işletmesinde üretim planlamasının kaçınılmaz bir şekilde yer almasını gerektiren nedenler şöyle sıralanabilir [29].

- a. Üretim sistemlerinin faaliyet yoğunluğu ve karmaşıklığı,
- b. İşletme içi faaliyetlerin koordinasyon zorunluluğu,
- c. İşletmeler arasındaki bağımlılık ve ilişkilerin gelişmesi,
- d. Tüketici kütesinin genişlemesi ve isteklerinin değişik olması,
- e. Tedarik ve dağıtım faaliyetlerinin geniş bir alana yayılması,
- f. Hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin yoğunlaşması,
- g. İşletmenin ekonomik düzeyde çalışmasını sağlamak amacı ile malzeme, makine zamanı ve insan gücü kayıplarının minimum düzeye indirilme zorunluluğu,

İşletmeler için üretimin planlanması, en düşük maliyetle, optimum stokla, dengeli bir üretimle, kaynakların maksimum fayda ile kullanılmasını ve rekabet gücünün artarak işletmenin pazarda daha etkin rol almasını sağlar.

3.4. Bir Üretim Planının Hazırlanırken Uyulması Gerekenler Noktalar

İşletmelerde bir üretim planının hazırlanması aşamasında uygulanması gereken kurallar,

- a. Uygun planlama periyodunun seçimi,
- b. Uygun mamul gruplarının oluşturulması,
- c. Kısıtlayıcı faktörlerin bilinçli olarak hesaba katılması şeklinde ifade edilebilir.

Bu prensiplere göre hazırlanacak bir üretim planı, belirli zaman aralıklarındaki üretim miktarını, imalatın plana uygun yürümesini kontrol edecek yöntemleri ve tüm fabrikayı kapsayan iş yükü dağıtım düzenini belirleyen bir araç olacaktır. Üretim planları, bir yandan tezgâh başındaki işçiye o gün ne yapacağını bildiren iş emirlerinin temel malzemesini oluştururken, diğer yandan her düzeydeki yöneticiye yol gösteren bir kontrol aracı niteliğini taşıyacaktır.

Üretim planında yer alan mamul grupları, aynı imalat işlemlerini gören veya aynı makinelerde işlenen mamullerden oluşmalıdır. Bu konuda satış ile üretim planlama ve kontrol arasında sıkı bir işbirliği yapılmalıdır. Pazarlama açısından yapılan bir mamul gruplamasını; üretim planlamadan yararlanmadan belirlemek güçtür. Talep tahmin çalışmalarında üretim planlama ve kontrolün görev almasının nedenlerinden biri budur. Üretim planlarının yönetici ve uygulayıcılara daha fazla yararlı olmasını sağlamak için basit ve kolay anlaşılır biçimde tasarlanması şarttır. Planlama prosedürünün yanı sıra, sonuç olarak ortaya çıkan tablo, diyagram ve ölçülerde basitliğe özen gösterilmelidir. Özellikle ölçme birimlerinin parça sayısı, işçilik saati gibi imalatta kullanılan birimler arasından seçilmesine dikkat edilmelidir [29].

Üretim planının uygulanabilir ve gerçekçi olması için hazırlanması sırasında bazı hususların göz önünde bulundurulması gerekir [30].

- Üretim hızının, kapasitesinin ve ürün çeşidinin değişmesi için bir hazırlık süresine ihtiyaç vardır. Bu süre üretim planlamasını etkilemeyecek biçimde hesaba katılması gerekir.
- Toplu izinler ve bayram tatilleri hesaba katılmalıdır.
- Çok soğuk ve sıcak mevsimlerde ve günlerde verimliliğin düştüğü dikkate alınmalıdır. Bu günlerde izinlerin ve devamsızlıkların artabileceği göz önüne alınmalıdır.
- Toplu sözleşme maddeleri ve iş yasaları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Öğrenmeden kaynaklanan verimlilik artışları dikkate alınmalıdır.
- Tedarikteki gecikmeler, aksaklıklar ve iş kazaları için tolerans tanınmalıdır.
- Bakım-onarım faaliyetleri için zaman ayrılmalıdır.
- Üretim planlamasında taahhütler ve siparişler göz önünde tutulmalıdır.
- Üretimi artırıcı ve azaltıcı çeşitli yollardan uygun olanı seçilmelidir.

3.5. Üretim Planlamayı Etkileyen Faktörler

Üretim planını etkileyen faktörler iç ve dış faktörler olarak ikiye ayrılır. Dış faktörler, üretim planlamacının direkt kontrolü dışındadır ancak bazı firmalarda pazarlama ve üretim yönetimi arasındaki işbirliği aracılığıyla, talebin düşük olduğu periyotlar süresince talep oluşturmak için promosyon faaliyetleri ve fiyat düşürme yolu kullanılabilir. Talebin yoğun olduğu dönemlerde, firmanın karşılama kapasitesi olan ürün ve hizmetlerden sağlanacak geliri artırmak için promosyon faaliyetleri azaltılabilir ve fiyat yükseltilebilir. Ama böyle olmasına rağmen talebin ne kadar kontrol edilebileceği konusunda sınırlar vardır.

Üretim planlamacı sonuç olarak pazarlama bölümünün tahmin ettiği satış projeksiyonlarını ve iç faktörleri göz önüne alarak üretim planını oluşturur. Buradaki iç faktörler ise kontrol edilebilirliklerine göre farklılık gösterir. Dış faktörlere göre kontrol edilebilirliği daha fazladır. Planlamacı önceden yaptığı iç kontrollerle üretim planını kolayca hazırlayabilir. Çalışılan atölyede üretim planlama faaliyetleri, uzun vadede yapılan planlardan ziyade genellikle günlük veya haftalık yapılan çizelgelenmelerden oluşur.

BÖLÜM 4. ÇİZELGELEME

4.1. Çizelgeleme Nedir

Operasyonların ayrıntılı günlük planlanmasına çizelgeleme denir. Çizelgeleme temelde aşağıdaki sorularla ilgilenir:

- Hangi iş Merkezi hangi işi yapacak?
- Bir operasyon/iş ne zaman başlayacak, ne zaman bitecek?
- İş hangi ekipmanla, kim tarafından yapılacak?
- Operasyonların/İşlerin sıralaması ne olacak?

Üretim çizelgeleme üretim planlamaya göre daha ayrıntılı ve kısa dönemlidir. Çizelgeleme, en yakın zamandaki üretim amaçlarına ulaşabilmek için o anki koşulları (uygun makine, iş gücü, malzeme vs.) göz önüne alarak ayrıntılı bir yol ortaya koyar.

Üretim çizelgeleme, bir ürünü oluşturan parçalarının eldeki tek veya çok sayıda makinelerde, hangi sırada ve ne zaman işleneceğinin saptanmasıdır. Bir işletmede ürünlerin üretilmesi veya işlemlerin yerine getirilmesi için zaman ve sıralama açısından yapılan plan üretim çizelgesidir.

Çizelgeleme problemlerinde üç ana amaç mevcuttur. Bu amaçlardan ilki teslim tarihi ile ilgilidir; müşterilerin siparişleri geciktirilmemeye çalışılır. İkinci amaç akış süreleri ile ilgilidir; işlem süreleri minimize edilmeye çalışılır. Üçüncü amaç ise iş merkezlerinin kullanımı ile ilgilidir; makine, teçhizat ve personel açısından iş merkezini en etkin kullanımı amaçlanır. Daha detaylı bilgi için [31] ve [32] no'lu kaynaklardan yararlanılabilir.

Çizelgelemede başka önemli bir konu atölye yapısıdır. Tezde incelenen PVC doğrama atölye yapısı hakkında geniş bilgi beşinci bölümde verilmiştir. Çizelgeler çok basit veya kompleks olabilir. Basit bir atölyenin çizelgelenmesi ne kadar kolaysa, bir otomobil montaj hattı için gerekli çizelge o ölçüde karmaşık ve zordur. Çizelgelemenin başarılı olabilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Bunlar kapasite, yeterlilik, işin gereksinimlerini karşılama, yapılan ölçümler ve standartlardır. Bunlar aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır:

1-Kapasite: Kapasitenin ne olduğu bilinmelidir. Uygulanması mümkün olmayan ya da oldukça pahalıya mal olabilecek çizelgelerin herhangi bir faydası yoktur. Ayrıca kapasite sabit bir kavram değildir ve üretilen ürün çeşitlerinin miktarına göre değişir.

2-Yeterlilik: Bir makine veya işçi diğerlerine göre daha kaliteli veya hızlı çalışabilir. Bu yüzden hangi makinede, hangi işçi ile iş gerçekleştirileceği önemli bir konu olup, yeterlilik kavramının hangi kaynağın hangi işe atanacağına karar verilirken kullanılması gerekir.

3-İşin Gereksinimleri: İstenilen kalite ve maliyet standartları, işin ne zaman bitirilmesi gerektiği veya operasyonların sırası gibi gereksinimler bilinmelidir.

4-Ölçüm Standartları: Zaman, maliyet, kalite ve kapasite ile ilgili bilinen her şey için ilgili standartlar oluşturulmalıdır.

Özetle, üretim çizelgeleme; iş emirlerinde bulunan işlemlerin, atölyelerin üretim olanaklarına en gerçekçi şekilde verilmesidir.

Çizelgelemenin temel amaçları şu şekilde ifade edilebilir:

- 1- Üretim olanaklarının en etkin şekilde kullanımı,
- 2- Müşteri taleplerine olabildiğince çabuk cevap verilmesi,
- 3- İşlerin, teslim tarihlerinde gecikmeye neden olunmadan tamamlanması,
- 4- Yarı mamul envanterinin minimize edilmesi,
- 5- Fazla mesai çalışmalarının minimize edilmesi.

Çizelgeleme sadece imalatta önemli olan bir karar verme süreci ve fonksiyonu değildir. Aynı zamanda servis sektöründe de karar verirken çizelgeleme kullanılmaktadır. Çizelgeleme yaygın şekilde üretim, ulaşım, taşıma, iletişim vs alanlarda kullanılmaktadır. Çizelgeleme yapılırken kısıtlı kaynaklar belirli işlere ve zamana bağlı olarak tahsis edilir. Bu işlev matematiksel teknikler ve bulgusal metotlar kullanılarak yapılır. Bir atölyede kaynaklar, bitirilmesi gereken ürünler olabilirken, bir yemek firmasında dağılan yemekler ve verilen hizmetler olabilir. Eğer işler çizelgelenirken bazı amaç fonksiyonlarını optimize etmek veya optimum sonucu bulmak pratik olarak mümkün değilse, bu amaç fonksiyonlarında uygun, kabul edilebilir çözümler bulunmaya çalışılır [32].

4.2. Çizelgeleme Ortamları

Makine konfigürasyonlarına bakıldığında çizelgeleme ortamlarını aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür. Detaylı bilgi için [34] numaralı kaynağa bakılabilir.

- a-)Tek makineli modeller
- b-)Paralel makinelerin olduğu modeller
- c-)Klasik atölyeler
- d-)Akış tipi atölyeler
- e-)Açık atölyeler
- f-)Parti üretimi yapan atölyeler
- g-)Parti/Akış atölyeleri
- h-)İmalat hücreleri
- ı-)Montaj atölyeleri/hatları
- j-)Transfer hatları
- k-)Esnek transfer hattı

4.3. Çizelgelemede Yer Alan Kısıtlar

İşletmelerde işlerin gerçekleştirilmesi aşamasında bazı kısıtlar ve bazı işlem karakteristikleri mevcuttur. Bunlar aşağıda açıklanmıştır:

Öncelik kısıtları: Bazı çizelgeleme problemlerinde dikkat edilmesi gereken öncelik kısıtları mevcuttur. Örneğin, bazı işler bitirilmeden başka bazı işlerinde bitirilmesi gerekmektedir. Tezde ele alınan atölyede öncelikle profiller tedarik edilmeli ve kesilmelidir. Yine aynı şekilde çıtalara kesilmeye başlanmadan önce camların hazır olması gerekmektedir.

Rota kısıtları: Her bir işin; üretim sisteminde geçmesi gereken bir rotası (yani uğraması gereken makine veya iş istasyonları) mevcuttur. Her bir iş farklı operasyonlardan oluşmaktadır. Bu operasyonların hangi makine veya iş istasyonlarında yapılacağı proses kâğıtlarında mevcuttur, yani rotası belirlidir. Çalışılan atölyede ürünün üretilmesi aşamasında iki farklı rota mevcuttur. Bunlardan birinde özel siparişler, diğerinde de atölyedeki rutin işler yapılmaktadır.

Malzeme taşıma kısıtları: Malzemeler bir makineden veya bir iş istasyonundan diğerine taşınırken malzeme taşıma sistemine ihtiyaç vardır. Malzeme taşıma sisteminin otomasyonu, üretim yapan makine ve iş istasyonlarının otomasyonuna bağlıdır. Ele alınan atölyede malzeme taşıma işlemleri, taşıma sebepleri ve taşıma arabalarıyla yapılmakta olup, ortalama taşıma arabasının alacağı pencere miktarı 20 adettir.

Hazırlık zamanları ve maliyetler: Bitirilmiş ya da yapılacak işlere bağlı olarak hazırlık zamanları ve maliyetler değişebilmektedir. Bu nedenle yapılacak işlerin sırası önemli olmaktadır. Özellikle atölye tipi üretim yapan işletmelerde bu kısıt daha da önem arz etmektedir. Bunun temel sebebi, ürün çeşidine bağlı kalıp, testere, matkap ucu, freze çakısı vb. araç-gereçlerin fazla olması ve sürekli olarak değiştirilmesi gerekliliğidir.

Öne alma: Bazı durumlarda acil olarak gelen işler için yapılmakta olan işlere ara verilmesi ve acil işlerin öne alınması gerekebilir ki, bu durumda ara verilen işlere ara verilmiş işler denir. İki tip ara verme vardır. Birinci durumda, ara verilen işler, acil olan öncelikli işlerin tamamlanmasından sonra kaldığı yerden devam edebilen işlerdir. İkinci durumdaki işler ise tekrar işleme başladığında yeniden başlaması gereken işlerdir. Bu tip işlere yeniden tekrarlanan işler denir.

Depo kapasitesi ve bekleme zamanı kısıtları: Bazen üretim istasyonları arasındaki işlerin depolandığı ara depolar, belli bir kapasiteye sahip olabilir. Eğer bu kapasite dolmuş veya limite ulaşılmışsa, bu istasyondan önceki istasyonların işlemlerinin de durması gerekecektir. Çünkü daha önceki ara depolar dolmuş ve ekstra ürüne yer kalmamıştır. Ara depo kapasitesi bekleyen işlere bir kısıtlama getirmektedir. Ara depo kapasitenin dolması sistemin tıkanması demektir.

Stok veya sipariş için üretim: Firmalar sipariş üzerine veya stoka üretim yapabilmektedirler. Eğer siparişin geleceği belli ve stoktaki ürünün bozulma riski yoksa, stoka üretim yapmak mantıklı olabilir. Tabii, burada stok tutma maliyeti ve hazırlık maliyeti arasında bir eşleştirme mevcuttur. Stoka üretilen ürünlerin bir diğer avantajı ise, katı teslim tarihi kısıdı olmamasıdır. Diğer durumda, yeni sipariş için üretimde genellikle sıkı bir teslim tarihi kısıdı mevcuttur. Talebin önceden bilindiği ve doğrusal olduğu ortamlarda, hazırlık maliyeti ve stok tutma maliyeti ödünleşmesi neticesinde üretim için optimum parti miktarı belirlenir. İstenilen miktara ulaşıncaya kadar üretim durdurulur. Eğer talep deterministik ve doğrusal değilse, yani talebin stokastik olduğu durumlarda, üretimi tetikleyen bir stok seviyesi belirlenir ve stok seviyesinin bu noktaya düştüğü durumlarda üretime yeniden başlanır.

Makine uygunluğu kısıdı: Paralel makine ortamında, her zaman her makinenin seçilmesi istenmeyebilir, aksine bazı durumlarda mümkün olan makinelerin bir kısmı tercih edilebilir. Bu daha çok paralel ve özdeş olmayan makine ortamında meydana gelir. Örnek olarak incelenen atölyede bulunan manüel ve otomatik makinelerden genellikle otomatik makinenin kullanılmasının sebebi, manüel kesim makinesinde işlerin öncelikle istenilen hızda yapılamamasıdır.

Alet ve kaynak kısıdı: İşlerin gerçekleştirilmesi için bazen bir veya daha fazla alet gerektirebilir. Bu aletlerin makineyle birlikte kullanılabilir olması gerekmektedir. Paralel makine ortamındaki işler için alet kısıtları da düşünülerek çizelgeleme yapılmalıdır. Aletler burada kısıtlı kaynaklardır. Bir diğer kaynak da insandır. Her insan her makineyi kullanmayı bilemez, bazen işleri çizelgelerken makineyle birlikte insanın da hazır olması planlanmalıdır. Bu durumda makine ve personel çizelgelemeyi ortak bir zeminde düşünerek planlama yapılmalıdır.

Personel çizelgeleme kısıtları: Personel çizelgeleme ve vardiya ayarlaması yapılırken birçok kısıtlar ortaya çıkabilir. Buna örnek olarak bazı personellerin ardışık olarak belli günler çalışması ve ardışık olarak belli günler çalışmaması durumlarıdır.

Çizelgeleme yapılırken yukarıda anlatılanlardan başka daha birçok kısıt mümkündür. Daha detaylı bilgi almak için [34] no'lu kaynağa bakılabilir.

4.4. Çizelgeleme ve Teslim Tarihi Belirlemedeki Amaçlar

Çizelgeleme ile ilgili amaçlar: Çizelgeleme yapılırken birçok farklı amaç olabilir. Bazen de birkaç amacın karışımı karma bir amaca ihtiyaç duyulabilir. Belli başlı amaçlar aşağıda verilmiştir:

1- Çıktı oranı ve tüm işlerin bitiş zamanı: Yöneticiler çoğunlukla atölyenin çıktı oranını maksimize etmek için gayret gösterirler. Çıktı oranı genellikle darboğaz makinelerle belirlenir. Bu makine veya kaynakların titizlikle kontrol edilmeleri gerekebilir. Çoğunlukla darboğaz olan makinelerin üretim hızlarının artırılması demek, bütün atölyenin üretim hızının artırılması demektir. Darboğaz kaynaklar önemli olduğundan, sıralamaya bağlı hazırlık zamanları durumunda işler, darboğaz makineyi en verimli kullandıracak şekilde sıralanır.

2- İşlerin maksimum tamamlanma süresi: İş sayısının sınırlı olduğu zamanlarda işlerin maksimum tamamlanma süreleri önemlidir. Maksimum tamamlanma süresi C_{max} olarak adlandırılır ve en sondaki işin sistemi terk ettiği zamandır. Formül ile gösterilmek istenirse;

$$C_{max} = \max (C_1, \dots, C_n) \quad (4.1)$$

C_j : j işinin bitiş süresini gösterir. Çıktı oranının maksimizasyonu ve en son bitiş tarihinin minimizasyonu birbiriyle ilişkilidir. C_{max} minimize edilirken işler dengeli olarak makinelere dağıtılır, bu da atölyenin çıktı oranını artırır. Sıraya bağlı hazırlık zamanlarının olduğu paralel makine ortamlarında, en son bitiş zamanı minimize

etmeye çalışılırken, işlerin hazırlık zamanlarının toplamını da minimize edecek şekilde çizelgelenme yapılmaya zorlanır.

Teslim tarihi ile ilgili amaçlar: İşletmelerde bazı önemli amaçlar doğrudan teslim tarihi ile ilgilidir. Yöneticiler sıklıkla maksimum gecikmeyi minimize etmek isterler. Gecikme şu şekilde tanımlanır [32].

$$L_j = C_j - d_j$$

L_j = Gecikme (Erken Tamamlanma=Negatif Gecikme)

C_j = j işinin tamamlanma süresi

d_j = j işinin teslim tarihi

Maksimum gecikme işi şu şekilde tanımlanır.

$$L_{\max} = \max (L_1, \dots, L_n) \quad (4.2)$$

Maksimum gecikmeyi minimize etmek, çizelgelemenin en kısa zamanda gerçekleştirmesini amaçlar.

Diğer bir teslim tarihi belirleme ile ilgili amaç fonksiyonu ise geciken işlerin sayısıdır. Gecikme hem pozitif hem de negatif olabilir, fakat pozitif gecikme olarak tanımlanan gecikme, işin teslim tarihinden sonra tamamlanmasıdır. Burada pozitif geciken işlerin toplamı minimize edilmeye çalışılır. Minimizasyon yapılırken işlerin ne kadar geciktikleri hesaba katılmaz. Amacın sadece geciken iş sayısını minimize etmek olması bazı işlerin çok uzun süreli gecikmesine neden olabilir. Gerçekte istenmeyen bir durumdur.

Diğer bir amaç fonksiyonu ise toplam gecikmenin minimize edilmesidir. Burada bahsedilen gecikme pozitif gecikmedir. Pozitif gecikme şu şekilde tanımlanır:

$$T_j = \max (C_j - d_j , 0) \quad (4.3)$$

Toplam pozitif gecikme ise şu şekilde tanımlanır:

$$\sum_{j=1}^n T_j \quad (4.4)$$

Eğer her bir işte, işlerin biri diğerine göre daha önemliyse o zaman ağırlıklı toplam pozitif gecikme veya ağırlıklı ortalama pozitif gecikme minimize edilmeye çalışılır. Ağırlıklı toplam pozitif gecikme amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\sum_{j=1}^n w_j \cdot T_j \quad (4.5)$$

Burada $w_j = j$ işinin ağırlığıdır ve o işin önemini gösterir. w_j 'nin büyük olması işin değerli olması anlamına gelir.

Diğer bir amaç da, erken bitişleri yani negatif gecikmeleri minimize etmek olabilir. Normalde erken bitirmelere ceza uygulamak pek yaygın olmasa da son zamanlarda tam zamanında üretim gibi yaklaşımlar erken bitirmenin de pek arzulanan bir şey olmadığını kabul etmiş ve göstermiştir. Erken biten işler işletmeye stok tutma maliyeti, bozulma ihtimali vs. gibi maliyetler oluşturmaktadır. Erken bitirme şu şekilde tanımlanır:

$$E_j = \max (d_j - C_j , 0) \quad (4.6)$$

Toplam erken bitirmeyi minimize etmek aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\sum_{j=1}^n E_j \quad (4.7)$$

Yine yukarıda pozitif gecikmede olduğu gibi her bir işin farklı bir ağırlığı olabilir. Bu durumda ağırlıklı toplam negatif gecikme şu şekilde ifade edilir:

$$\sum_{j=1}^n w_j \cdot E_j \quad (4.8)$$

Burada önemli bir nokta da, erken bitirmenin atölye tipi üretimlerde çok önemsenmemesidir. Bunun en temel sebebi, siparişlerdeki ürün miktarının küçük olması sebebiyle atölyeler için erken bitirme pek dikkate alınmaz, ancak ürün çeşidinin fazla olduğu atölyelerden gün geçtikçe artan stoklar atölyeler içinde erken bitirmenin zamanla büyük bir stok problemine dönüştüğünü göstermektedir.

Gerçek hayatta pozitif ve negatif gecikmelerin ikisi de istenmez. Bu durumda ikisini birlikte minimize eden bir fonksiyon lazımdır. Pozitif ve negatif gecikmeyi minimize eden amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi olabilir:

$$\sum_{j=1}^n (E_j + T_j) \quad (4.9)$$

Yukarıda da bahsedildiği gibi, eğer her bir işin ağırlığı mevcutsa amaç fonksiyonuna bunların da dahil edilmesi gerekir:

$$\sum_{j=1}^n w_j \cdot (E_j + T_j) \quad (4.10)$$

Diğer bir düşünülmesi gereken nokta ise, pratik hayatta geç bitirmenin cezasının erken bitirmeye göre daha fazla olmasıdır. Bunun da amaç fonksiyonuna dahil edilmesi gerekmektedir. Erken ve geç bitirmeler ceza fonksiyonu içinde zamanla orantılı olarak ya da zamanın karesi, küpü vs. değişkenlerle cezalandırılabilir. Eğer erken ve geç bitirme farklı katsayılarla zamana orantılı olarak cezalandırılırsa:

$$\sum_{j=1}^n w_j \cdot c \cdot (E_j + k + T_j) \quad (4.11)$$

Burada:

w_j : j işinin ağırlığı (önemi)

c : Erken tamamlamanın zamanın kaç katıyla cezalandırılacağı

E_j : Negatif Gecikme

T_j : Pozitif Gecikme

k: Zamanla orantılı olarak geç bitirmenin erken bitirmeden kaç kat daha fazla istenmediğini gösteren bir kat sayı

Farklı bir karışım (erken ve geç bitirmeyi cezalandıran bir fonksiyon) amaç fonksiyonu şu şekilde olabilir.

$$\sum_{j=1}^n w_j * c * (E_j + k * T_j^2) \quad (4.12)$$

Burada yukarıdakilerden farklı olarak geç bitirme, zamanın karesiyle orantılı olarak cezalandırılmıştır. Erken bitirme de zamanın karesiyle orantılı olarak cezalandırılabilir. Diğer bir ceza (amaç) fonksiyonunda hem erken/geç bitirme cezalandırılabilir hem de işler geciktiğinde sabit ek bir maliyet oluşabilir. Böyle bir amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi olabilir:

$$\sum_{j=1}^n (w_j * c * (E_j + k * T_j^2) + S_j) \quad (4.13)$$

Burada:

$$S_j = S_j \text{ eğer } T_j > 0$$

$$S_j = 0 \text{ eğer } T_j = 0;$$

S_j : İşin gecikmesinden oluşan sabit maliyet.

Hazırlık maliyetleri: Çıktı oranının maksimize ve en son bitiş zamanının minimize edilmeye çalışıldığı zamanlarda, hazırlık zamanlarını minimize etmek çoğunlukla işe yaramaktadır. Fakat bazı durumlarda hazırlık zamanlarını minimize etmekten ziyade hazırlık maliyetini minimize etmek önemli olabilir. Örneğin, kullanım oranı düşük bir kesim makinesinde eğer bir işten diğerine geçilirken oluşan hazırlık maliyeti yüksekse, o zaman hazırlık zamanından ziyade hazırlık maliyeti üzerinde titizlikle durulur ve bu maliyet minimize edilmeye çalışılır.

İşlem halindeki işlerin envanter maliyetleri (WIP): Diğer önemli bir amaç fonksiyonu ise işlem halindeki işlerin envanter maliyetlerinin minimize edilmesi ile ilgilidir. WIP maliyetleri olarak bilinen bu maliyetler, sermayenin bu işlere

bağlanması, yüksek miktardaki işlerin sistemi tıkaması, malzeme idare maliyetlerinin yükselmesi ve eski WIP'lerin kolaylıkla bozulup zarar görmesi veya demode olması gibi sebeplerden oluşur. Ürünler sıklıkla bitirildikten sonra test edilir. Eğer WIP seviyesi yüksek ve bir hata tespit edilmişse bu bütün WIP'leri etkileyecektir. Bu da istenmeyen bir durumdur. Eğer WIP seviyesi düşük olsaydı, hata belirlendiğinde bunun sebebi derhal çözülecek ve bu durumdan az bir WIP etkilenmiş olacaktı [32].

WIP için performans ölçüsü olarak çıktı zamanı (çevrim zamanı = ürünün sisteme girişinden üretimin tamamlandığı zamana kadar geçen süre) kullanılabilir. Çevrim zamanını minimize etmek, sistemdeki WIP'lerin azalması anlamına gelecektir. Ortalama çevrim zamanının minimize edilmesi, işlerin toplam tamamlanma sürelerinin minimizasyonu ile ilişkilidir. İşlerin tamamlanma sürelerinin toplamı aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\sum_{j=1}^n C_j \quad (4.14)$$

Bu son amaç fonksiyonuyla sistemdeki ortalama iş sayısı minimize edilmiş olur. Fakat bazı işlere daha fazla sermaye bağlanabilir veya bekletmek daha maliyetlidir. Bu durumda her bir işin önemini gösteren ağırlıklar devreye girer. Bu durumda işlerin ağırlıklı tamamlanma süreleri minimize edilmeye çalışılır.

$$\sum_{j=1}^n w_j \cdot C_j \quad (4.15)$$

Bitirilmiş ürün envanter maliyeti: Bir diğer önemli amaç fonksiyonu ise bitirilmiş ürünlerin envanter maliyetlerini azaltmak ile ilgilidir. Eğer firma sipariş üzerine çalışıyorsa erken bitirilmiş ürünler teslim tarihine kadar stokta bekletilir, bu ise gereksiz yere sermaye bağlanması anlamına gelir. Bu tezde işlerin erken bitirilmeleri için de bir ceza fonksiyonu kullanılmış, gereksiz yere bitirilmiş ürünler için envanter maliyeti oluşması istenmemiştir. Eğer firma stok için üretim yapıyorsa bu durumda firma hazırlık maliyetini, stok tutma maliyetini, elde bulundurmama maliyetini, pazarlıklar neticesinde minimum emniyet stokunu ve ekonomik üretim miktarlarını

belirler. Bu durumda da bitirilmiş ürünler için bir stok tutma maliyeti oluşur. Her bir birim ürün j için birim zamanda h_j birim stok tutma maliyeti oluşur.

Personel maliyetleri: Çizelgeleme yapılırken işçilik maliyetlerinin ve bu maliyetlerin zamana göre değişiminin de dikkate alınması gerekir. Normal mesai süresinde bir personel ücreti vardır ve fazla mesaiye kalınmışsa bu maliyetin daha fazla olması beklenmelidir. Ayrıca sendikalar da, personel kullanımı ve ücret ödeme konularında dikkate alınması ve pazarlık yapılması gereken, kısıt oluşturan kuruluşlardır. Çizelgelemeci, personel ihtiyacını karşılayacak ve maliyetleri minimize edecek şekilde çizelgeleme yapmalıdır.

Yukarıda anlatılanlar, çizelgelemedeki ortamların, kısıtların, amaçların ve çizelgelemede dikkat edileceklerin bir kısmıdır. Çizelgeleme yapılırken dikkat edilecek başka yönler de vardır. Daha detaylı bilgi için [34] no'lu kaynağa bakılabilir.

BÖLÜM 5. ATÖLYE TİPİ ÜRETİM YAPAN PVC DOĞRAMA ATÖLYESİNDE TESLİM TARİHİ BELİRLEME ÜZERİNE YAPILAN UYGULAMA ÇALIŞMASI

5.1. Firma Tanıtımı

Atölye tipi üretimlerde teslim tarihi verilmesi konulu tez çalışmasının uygulandığı PVC Doğrama Atölyesi; ASAŞ ALÜMİNYUM SANAYİ ve TİCARET A.Ş. bünyesinde yer alan bir bölümdür. Firma yüz yıllık ticari ve sanayi deneyimine sahip aile tarafından kurulmuş olup Sakarya Akyazı da ki tesislerinde alüminyum ve PVC profilleri üreten Türkiye'nin önde gelen kuruluşlarından birisidir.

1992 yılında Gebze tesislerinde üretime başlayan ASAŞ, üretim kapasitesini artırmak ve teknolojik alt yapısını dünya standartlarına uygun hale getirebilmek için üretim tesislerini 1997 yılında Adapazarı'na taşımıştır. 310.000 m² açık alan ve 80.000 m² kapalı alan üzerine kurulu olan firma, Adapazarı-Akyazı'daki iki fabrikasında alüminyum ve pvc üretimi yapmaktadır. Yıllık 25.000 ton PVC ve 24.000 ton alüminyum profil üretim kapasitesine sahip olan ASAŞ, kullandığı yüksek teknoloji sayesinde Türkiye'nin lider firmalarından birisidir.

Kuruluşundan kısa bir süre sonra "Türkiye'nin en büyük 500 sanayi kuruluşu" arasına girme başarısını gösteren ASAŞ, son dört senedir yapılan istatistiksel değerlendirmelerde "Sektörün en çok ihracat yapan firması" unvanına layık görülmüştür. Artan iş hacmi ve gelen talepler neticesinde ülke genelinde İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Bursa, Trabzon ve Samsun'da bölge müdürlükleri ve depoları oluşturan ASAŞ, 2004 yılı son çeyreğinden itibaren kendi mülkiyeti olan ve 10.000 m² kapalı alana sahip Kavacık'taki "ASAŞ Plaza"da değerli müşterilerine hizmet vermeye devam etmektedir.

ASAŞPEN üretim tesislerinde profil üretimi ile ilgili tüm aşamalar özel bilgisayar programlarının kontrolünde gerçekleşmektedir. Üretimde kullanılan pvc ve diğer hammaddeler son derece hassas yöntemlerle tartılmakta ve karışımları özel mikserlerde yapıldıktan sonra günlük silolara gönderilmektedir. Belirlenmiş zaman kadar silolarda bekletilen karışım daha sonra üretim hatlarına otomatik olarak taşınmaktadır.

ASAŞPEN tarafından üretilen profillerin tümü RAL, DIN, ASTM, BS, CSTB, KIWA, TSE gibi değişik standartlara uygun olarak üretilmekte ve kalite istikrarı ilgili mühendislerimiz tarafından sağlanmaktadır. RAL ve ISO Kalite Güvence Sistemine sahip olan ASAŞ, kendi konusunda dünyadaki gelişmeleri çok yakından takip ederek sektörde ihtiyacı duyulan ürünlerin tasarlanması, üretilmesi ve sistem bütünlüğü içerisinde piyasaya sunulması konularında önde gelen firmalardan bir tanesidir.

Bu durum firmanın ürettiği profillerin ve sistemlerin hem yurt içinde hem de yurt dışında haklı bir ün kazanmalarına neden olmuştur. Yurt dışında oluşturduğu yaygın bayi ağı sayesinde dünyanın her coğrafyasındaki tüketiciye ulaşmayı başaran ASAŞ, bu sayede ülkemize ciddi bir katma değer sağlamaktadır.

ASAŞPEN; Almanya, Belçika, İspanya, Romanya, Polonya, Bulgaristan, İran, Kazakistan, Bosna, Yeni Zelanda, Hırvatistan, Abudabi, Kenya, Gana vb. gibi değişik 55 ülkeye ihracat yapmakta ve bu sayede dört kıtanın farklı yapılarında pvc sistemleri güvenle kullanılmaktadır.

Dubai'den Sibirya'ya kadar çok değişik iklim şartlarında kullanılan pvc sistemleri – 70 °C ile + 60 °C arasındaki koşullarda sürdürülebilir kalitesini ispat etmiştir. Profillerin UV direncinin son derece yüksek olması sistemlerin tüm dünyada tercih edilmesine neden olmuştur.

Müşterilerinin beklentisine kalite ve istikrarla karşılık vermek ASAŞ çalışanlarının öncelikli görevidir. ASAŞ A.Ş.'nin en önemli sermayesi insan kaynağıdır [35].

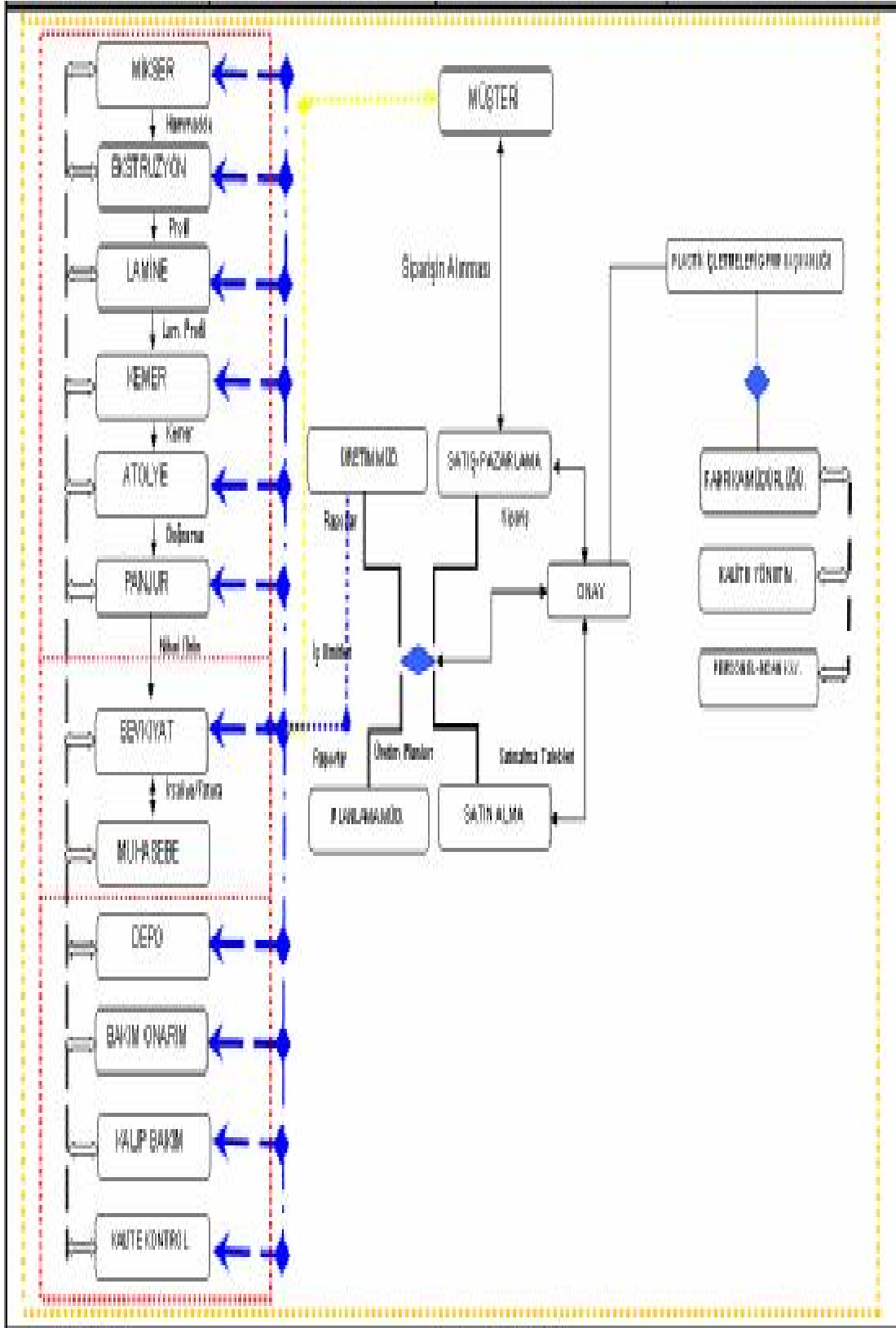
5.2. Asaşpen Üretim Prosesleri ve Bölümler Arası Akış Şeması

Tez çalışmasının uygulandığı Asaşpen üretim tesislerinde altı temel üretim prosesi yer almaktadır. Bu proseslerden ilk beş tanesi Mikser, Ekstrüzyon, Lamine, Kemer ve Panjur prosesleri olup proseslerin çıktıları profil, kaplanmış profil, kemer profilleri, panjur lamelleri, panjur boruları ve panjur kutularıdır. Bu proses çıktıları nihai ürün içerisinde kullanılan yarı mamullerdir. Firma içerisindeki üretim bölümleri her ne kadar birbiriyle bağlantılı olsa da her bölüm gelen siparişler doğrultusunda bağımsız üretim ve satış yapmaktadır. Firmadaki altıncı üretim prosesi olan konfeksiyon atölyesi ise diğer bölümlerin çıktılarını alarak nihai ürün olarak nitelendirdiğimiz kapı ve pencere sistemlerini üretmektedirler. Bu bölüm firma içerisinde aynı zamanda model bayi rolü oynamaktadır.

Firmada üretim prosesleri ile doğrudan ilişkisi bulunan diğer bölümler;

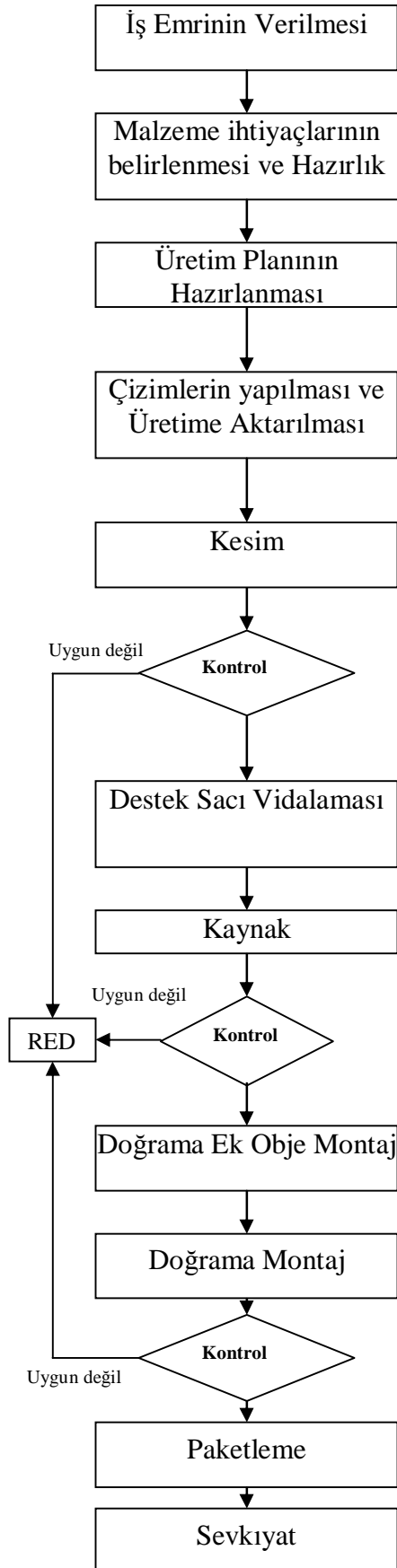
- 1- Bakım Bölümü: Firmada bulunan tüm bölümlerin koruyucu ve arıza bakımlarını gerçekleştiren bölümdür.
- 2- Kalite Kontrol Bölümü: Üretimin garantisi olan bu bölüm, firmadaki hammadde, yarı mamul ve mamullerin, girdi, ara ve son kontrollerini gerçekleştirmektedir.
- 3- Kalıp Bakım Bölümü: Firmanın bünyesinde yer alan kalıpların tadilatını ve yeni kalıp yapılacaksa, kalıp çalışmalarının yürütülmesini sağlayan bölümdür.
- 4- Sevkiyat Bölümü: Üretilen tüm nihai ürünlerin araçlara emniyetli bir şekilde yüklenmesini ve profillerin stoklanmasını sağlayan bölümdür.
- 5- Depo Bölümü: Firmada yer alan hammadde, yarı mamul ve nihai ürünlerin depolamasını yapan bölümdür.

Ayrıca bu bölümlerin dışında firmada yer alan diğer bölümler aşağıdaki iş akış şemasında gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Asaşpen bölümler arası iş akış şeması

5.3 Doğrama Atölyesi İş Akışı



Proje grubu tarafından hazırlanıp Plastik İşletmeleri Grup Başkanı tarafından onaylanan siparişler konfeksiyon bölümüne gelir.

Sipariş için gerekli olan profil ve aksesuar ihtiyaçları belirlenir. Stoklarda yeterli miktarda malzeme yok ise ilgili bölümlere talep yapılır.

Malzeme tedarik sürelerine ve üretim durumuna göre konfeksiyon bölüm sorumlusu tarafından üretim planı hazırlanır.

Hazırlanan üretim planı doğrultusunda gelen siparişin üretime aktarılması için çizimler Konfeksiyon Bölümü Sorumlusu tarafından kesim makinesine bilgisayar ortamında aktarılır.

İş emrinde belirlenmiş olan miktarda profilin kesimi, kesim makinesi ile kesim operatörü tarafından gerçekleştirilir.

Kesimi tamamlanmış olan profillerin kalite kontrolleri yapılır.

Kesimi bitmiş olan profillerin üzerine kesim makinesi operatörü tarafından barkotları yapıştırılır ve profil içerisine destek sacları sürülerek destek sacı vidalama makinesine gönderilir.

Kesim ve vidalama işlemlerinden sonra köşe kaynak, kaynak operatörü tarafından yapılır.

Kaynak kalite kontrolleri yapılır.

İş emri formunda belirtilen ek objeler montaj personeli tarafından yapılır

Üretime verilen iş emri formunda belirtilmiş olan doğrama tipine göre doğrama montajı, montaj personeli tarafından yapılır.

Montaj kalite kontrolleri, montaj personeli tarafından yapılarak paketlemeye gönderilir.

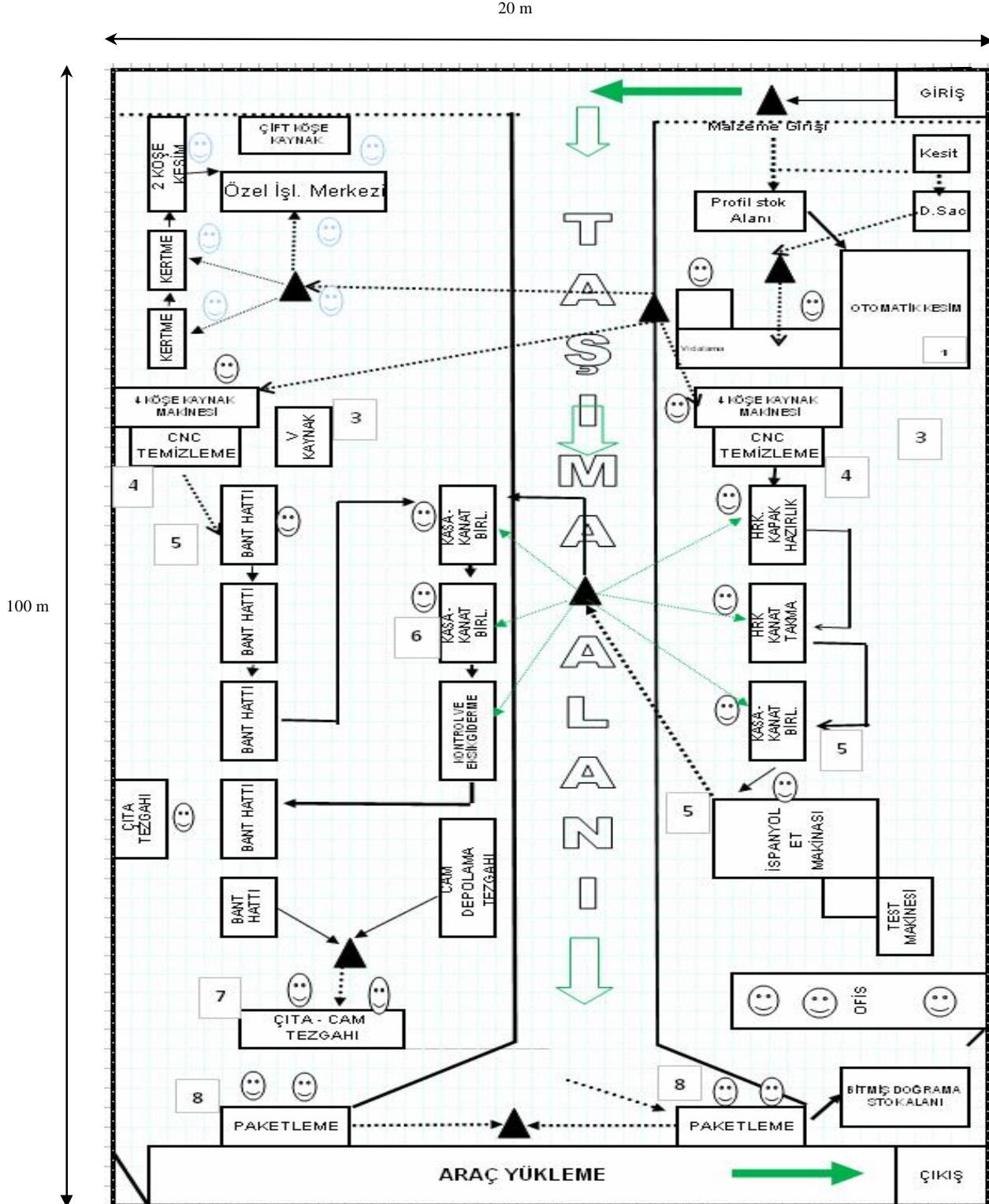
Paketleme işlemi gerçekleştirilen doğrama, sevkiyat için bitmiş ürün stok alanına gönderilir

Bitmiş ürün stok alanındaki doğramaların alınarak, araca yüklenmesi ve sevkiyatının gerçekleştirilmesi işlemi yapılır.

PVC Doğrama Bölümü iş akışında, gelen müşteri siparişleri satış pazarlama bölümüne iletdikten ve onay alındıktan sonra sipariş atölyedeki teknik ekip tarafından incelenerek siparişte belirtilen profil serileri, destek sacları ve aksesuarların stoklarda olup olmadığı kontrol edilir. Yeterli miktarda stokta bulunmayan profiller için, lamineli profil ise lamine bölümüne, laminesiz profil ise ekstrüzyon bölümüne profil talepleri yapılır. Firma destek sacı ve aksesuarlarını dış kaynaklı tedarikçilerinden sağlamakta olup genellikle sipariş çok özel sistemleri içermediği sürece yeterli miktarda destek sacı ve aksesuar stoklarda bulundurulmaktadır.

Malzeme hazırlığı aşaması tamamlandıktan sonra, üretim durumuna göre üretim planı hazırlanır. Şekil 5.3'teki yerleşim planında da belirtildiği gibi atölyede profil kesim işlemlerinin gerçekleştiği otomatik kesim makinesi bulunmakta olup, üretim planı hazırlandıktan sonra profil ölçüleri ve bilgileri ile ilgili datalar kesim makinesinin programına yüklenir. Kesilen profil daha önce hazırlanmış destek sacı kesim listesine göre kesilmiş destek sacları ile birleştirilir. Vidalama makinesinde profil içine konulan destek sacları vidalanarak kaynak makinelerine götürülmek üzere taşıma arabalarına koyulur. Kesilen profil pozları taşıma arabalarıyla firmada bulunan iki adet dört köşe kaynak makinelerine götürülür. Pencere ve kapı üretiminde nihai ürünü oluşturan iki bileşen, kasa ve kanattır. Kasa, pencere ve kapılarda bulunan en dıştaki bölüm olup hareketli veya sabit kanatlarının bağlandığı yerdir. Kanat ise camın takıldığı hareketli veya sabit bölümdür. Firmada kasa ve kanat kaynak işlemleri iki ayrı kaynak makinesinde yapılmakta olup, kaynak işlemleri tamamlandıktan sonra kasa ve kanata köşe temizleme işlemi olarak belirtilen doğramanın dört köşesinde oluşan çapakların alınması ve köşelerin temizlenmesi işleminden sonra aksesuar ve montaj işlemleri için doğramalar hatlara gönderilir. Hatlarda kasa ve kanatın conta çekilmesi, kapak takılması vb. işlemleri tamamlandıktan sonra kasa-kanat birleştirme işlemleri diye tanımlanan kanatın kasa montajı ve baskı payları ayarlanır. Montaj işlemi tamamlanan doğrama çitaları kesilmek üzere taşıma aramalarıyla çita masalarına gönderilir. Hazırlanmış çita kesim ölçülerine göre kapı ve pencerenin çitaları kesilerek cam firmasından tedarik edilen cam ile birlikte cam takma tezgâhına aktarılır. Cam takma tezgâhında doğramanın camı takılarak takozlama işlemi yapılır ve çitaları takılır. Doğramanın

son kontrol işlemi de yapıldıktan sonra doğrama paketlenerek bitmiş ürün alanına gönderilir. Daha önceden belirlenen sevkiyat tarihine göre araç fabrikaya çağırılarak siparişin yükleme işlemi yapılır ve müşteriye gönderilir.

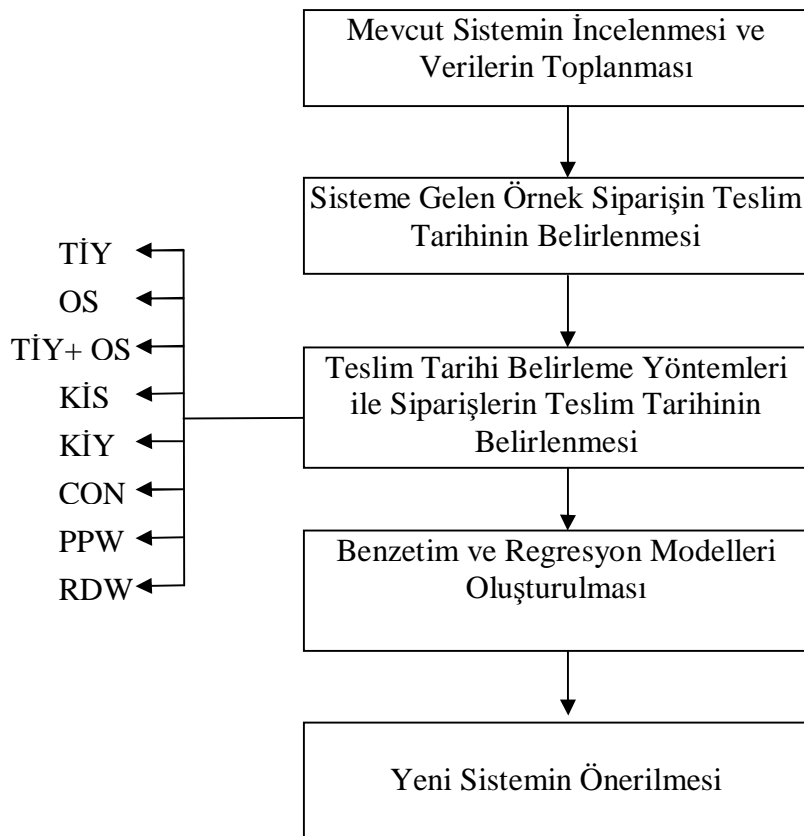


Şekil 5.3. Atölye yerleşim planı

5.4. Mevcut Atölyenin Teslim Tarihi Verme Yönteminin İncelenmesi

Atölye tipi üretimlerde teslim tarihi belirlenmesi karmaşık bir problemdir. Bu çalışmada öncelikli olarak atölyedeki teslim tarihini belirlemede kullanılacak olan değişkenlere ait son iki yılın verileri çıkartılmış ve elde edilen veriler, en çok kullanılan teslim tarihi belirleme yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

Teslim tarihi belirleme yöntemlerinden elde edilen çıktılar teslim tarihi performans ölçütlerine göre birbirleriyle kıyaslanmış ve atölyeye en uygun regresyon modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler ve oluşturulan regresyon modeli doğrultusunda tezin sonuçlar bölümünde atölye için yeni bir sistem önerilmiştir. Hazırlanan çalışmanın akış şeması aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.



Şekil 5.4. Tez akış şeması

Yapılan literatür çalışması sonucunda, atölye tipi üretimlerde teslim tarihi belirleme işlemi çoğunlukla aşağıdaki iki yöntemle yapılmaktadır:

1-İç Kaynaklı: Gelen siparişlerin teslim tarihinin müşteriden bağımsız olarak atölyede bulunan yetkili veya sorumlu personel tarafından verilmesi işlemidir.

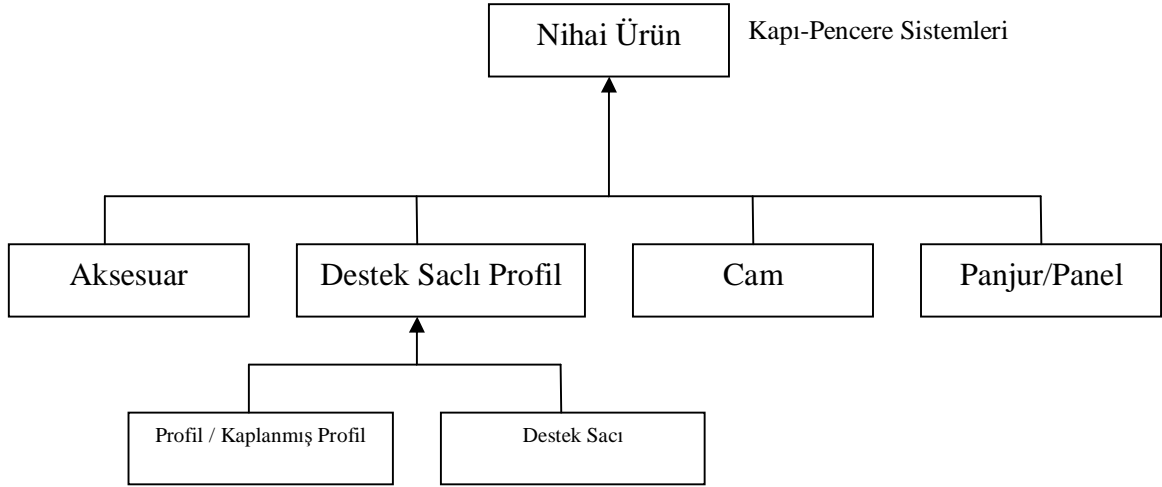
2-Dış Kaynaklı: Gelen siparişlerin teslim tarihinin üretim prosesi dışından bir kişi veya kişiler tarafından belirlenmesi işlemidir. Örneğin, müşteri tarafından verilen teslim tarihi ya da üst yönetim tarafından belirlenmiş sabit teslim tarihi zamanlarıdır

Çalışılan firmada teslim tarihi verilme işlemi iç ve dış kaynaklı etkenlerin birleştirilmesi ile gerçekleşmektedir. Sipariş onayı gerçekleştikten sonra eldeki mevcut işler de göz önüne alınır, müşteri ile irtibata geçilerek siparişin aciliyet durumunun olup olmadığı belirlenir ve siparişin gerçekleştirilebileceği tarih müşteriye bildirilir. Atölye tipi üretimlerde, en uygun teslim tarihi verme yöntemi genellikle hem müşteriyi iyi tanıyarak hem de atölyenin durumunu iyi analiz ederek müşteri ile ortak bir teslim tarihi belirlenmesi yöntemidir. .

İşletmeler için teslim tarihi belirlenmesi çok önemli bir faktördür. Teslim tarihi belirlenirken dikkat edilmesi gereken nokta, en uygun tarihte siparişin müşteriye teslim edilmesi işlemidir. Siparişe eğer erken teslim tarihi verilirse siparişin tam zamanında teslim edilemeyeceği ve müşteri memnuniyetsizliği yaratacağı gibi olumsuz durumlar ortaya çıkacaktır; geç tarih verilirse gereksiz yere stok ve kaynakların bağlanmasına neden olacaktır. Bu sebeplerden dolayı teslim tarihinin en uygun zaman dilimi içerisinde, en kısa sürede verilmesi gerekmektedir.

Çalışılan atölyede nihai ürün olarak nitelendirilen kapı, pencere sistemleri ile ilgili oluşturulan ürün bileşenleri şu şekildedir:

Tablo 5.1. Doğrama bileşenleri



Konfeksiyon atölyesine yeni sipariş geldiğinde öncelikle olarak atölyede yapılan işlemler iki önemli başlık altında toplanarak incelenmiştir:

1-Malzeme hazırlığı:

Teslim tarihi verilmesi aşamasında belirlenmesi gereken ilk etken malzeme hazırlığı aşamasıdır. Genellikle geç teslim tarihi verilmesinin en büyük etkenleri malzemelerin tam olmaması ve tedarik sürelerinin uzun olmasıdır. Bu sebeple siparişin projesi atölyeye geldiğinde, yapılan ilk işlem atölye sorumlusu tarafından siparişin tüm detayları incelenmesidir. Daha sonra aşağıdaki noktalar ayrı ayrı ele alınır:

a-) Siparişteki profillerin incelenmesi: Sipariş içerisinde lamineli profil var ise lamine talebi hazırlanarak lamine bölümüne iletilir. Lamine bölümünden profillerin hangi tarihte verileceği bilgisi alınır. Kaplanmamış profil talebi varsa profil listesi hazırlanır ve profil talebi planlamaya gönderilir. Profillerin ne zaman üretilebileceği/ alınabileceği bilgisi alınır.

b-) Siparişteki destek saclarının incelenmesi: Gelen profil tiplerine göre depo bölümünden destek sacı talepleri karşılanır. İstenilen tip ve özelliklerde destek sacı olmaması durumunda tedarikçi firmadan ne zaman tedarik edileceği bilgisi alınır.

c-) Siparişteki aksesuarların incelenmesi: Siparişteki aksesuarlar incelenerek depo bölümünden temin edilir. Mevcut olmayan aksesuarlar için satın alma talebi yapılır.

d-) Sipariş camların incelenmesi: Sipariş camlı ise çizimleri yapıldıktan sonra cam ölçü listeleri alınarak cam tedarikçisine gönderilir. Camların ne zaman alınabileceği bilgisi alınır.

e-) Sipariş palet durumunun incelenmesi: Sipariş ahşap paletli ise palet çizimleri yapılarak ve istenilen tedarik zamanı belirtilerek paletçiye gönderilir.

f-) Siparişte panjur, dekoratif panel gibi malzemelerin incelenmesi: Siparişte panjur, dekoratif panel gibi malzemeler var ise bu ürünlerin proje grubu ile görüşülerek fabrikaya geliş tarihleri belirlenir.

Yukarıdaki maddeler teslim tarihi belirlemede önem sırasına göre sıralanmış olup ilk olarak dikkat edilmesi gereken nokta lamineli ve laminesiz profil siparişlerinin ilgili bölümlerin stokunda olup olmadığı yoksa atölyeye ne zaman teslim edileceği konusudur. Profil talepleri karşılandıktan sonra ikinci önemli etken profilin içine konan destek sac taleplerinin ve doğrama içerisinde yer alan kilitleme, menteşe kol vb. gibi aksesuarlar taleplerinin karşılanmasıdır Profil, destek sacı ve aksesuar talepleri karşılandıktan sonra doğrama üretimine başlanabilir. Diğer maddelerde belirtilen cam, palet, panjur ve panel gibi malzemeler, doğramanın üretim işlemleri tamamlandıktan sonra doğrama ile birleşecekleri için zaman bakımından daha az önem arz etmektedir.

2-Üretim:

Malzeme hazırlıkları tamamlandıktan veya malzeme tedarik zamanları belirlendikten sonra verilmesi gereken en önemli karar, üretim işleminin ne zaman başlayacağıdır. İncelenen atölye sisteminde prosesin başlangıcı otomatik kesim makinesidir. Üretime girecek olan tüm siparişler, çizimleri yapıldıktan sonra bu makinede sıraya alınır. Çalışılan atölye sisteminde de, prosesin en önemli makinelerinden biri de işlemlerin başladığı bu kesim makinesidir.

Üretim aşamasında siparişin teslim tarihini etkileyen en önemli faktörler aşağıda verilmiş olup, aşağıda yer alan unsurlara ayrıca dikkat edilmelidir:

- a-) Doğrama çizimlerinin yapılarak teknik detaylarının belirlenmesi işlemi,
- b-) Mevcut iş yükü ve makine işlem zamanları dikkate alınarak üretime iş emrinin ne zaman verileceği,
- c-) Üretim başladığı zaman ofisteki sipariş ile ilgili genel bilgilerin tekrar kontrol edilerek, profil, destek sacı ve aksesuar eksikleri olup olmadığına bakılması,
- d-) Siparişin tamamlanmasına yakın cam, panjur, panel ve palet gibi malzemelerin kontrol edilmesi,

Yukarıda yer alan faaliyetler gerçekleştirildikten sonra taşıt ve yükleme ile ilgili bilgiler alınarak siparişin sevki sağlanır.

5.5. Örnek Bir Siparişe Teslim Tarihi Verilmesi

Yurtdışı müşterisinden gelen siparişte, müşteri iki haftada siparişin üretiminin tamamlanmasını istemiştir. Sipariş için yapılan ilk çalışma, siparişin teknik detaylarının incelenmesi ve malzeme hazırlığı aşamasıdır. Aşağıdaki tabloda sipariş için gerekli olan yarı mamuller ve tedarik süreleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Burada ilk olarak teslim zamanını etkileyen etken, kaplama profillerinin üç günde tedarik edileceği bilgisidir. Siparişin $t=0$ anında geldiği düşüldüğünde üretime üçüncü gün başlanabilecektir.

Tablo 5.2. Malzeme hazırlık tablosu

Teslim Tarihi Belirleme Bileşenleri	Stok Durumu		Tedarik Edilecek		Tedarik Tarihi
	Mevcut	Mevcut Değil	Bölüm	Açıklama	
Profil Talebi	■		Ekstrüzyon	Fabrika İçi	-
Kaplama Profil Talepleri		■	Lamine	Fabrika İçi	3 gün
Destek Sacı	■		Depo	Fabrika İçi	-
Aksesuar	■		Depo	Fabrika İçi	-
Cam		■	Tedarikçi	Fabrika Dışı	3 gün
Panjur		■	Panjur	Fabrika İçi	8 gün
Panel		■	Tedarikçi	Fabrika Dışı	7 gün
Palet		■	Tedarikçi	Fabrika Dışı	4 gün

Malzeme ihtiyaçları bakımından profil, destek sacı ve aksesuar malzemelerinin stokta olması sebebiyle üretimin başlamasını geciktirecek başka bir faktör gözükmemektedir. Üretimdeki siparişlerin durumu incelendiğinde atölyede üç farklı müşterinin siparişin olduğu gözlemlenmiş, ancak yeni gelen sipariş için ikinci günden sonra üretime başlanmasında bir engel olmadığı gözlenmiştir. Üretimdeki işlerin takibi atölyede kullanılan üretim planlama programı ile yapılmaktadır. Gelen sipariş incelendiğinde, siparişin üretim süresi altı adam çalıştırılarak 4,45 gün olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamada atölyede daha önce belirlenen standart zamanlar kullanılmış ve altı personel bu iş için ayrılmıştır.

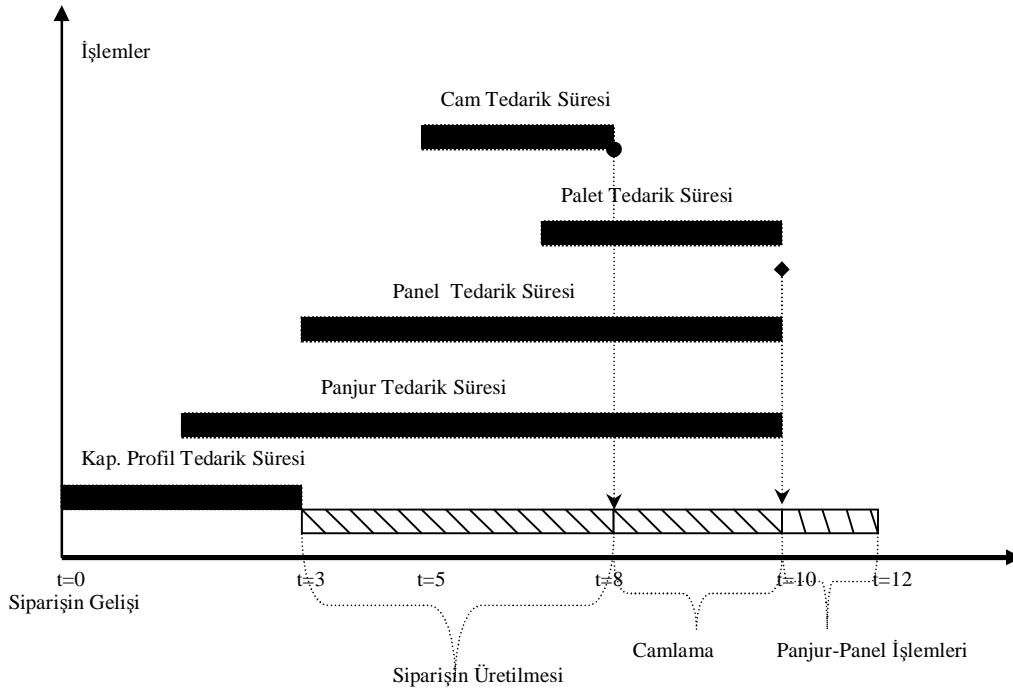
Tablo 5.3. Sipariş üretim süresi tablosu

YAPILAN İŞLEM	Adet /Köşe/Lot	Zaman (dk)	Normal Zaman	Düzeltilme Faktörü	Zaman (sa)	Toplam Zaman
KESİM	5	180	900	1080	15	18
KASA KAYNAK	100	1,5	150	180	2,5	3
7065 AKTİF KANAT KAYNAK	98	1,5	147	176,4	2,45	2,94
7065-7070 KAYNAK	94	1,5	141	169,2	2,35	2,82
7070 KESME	79	1,5	118,5	142,2	1,97	2,37
DESTEK SACI KESME	1151	0,25	287,75	345,3	4,79	5,75
DESTEK SACI VIDALAMA	79	0,67	52,93	63,51	0,88	1,05
7065 KERTME	200	1	200	240	3,33	4
CNC TEMİZLİK	269	2	538	645,6	8,96	10,76
CONTA ÇEKME	348	10	3480	4176	58	69,6
BOYAMA	624	0,67	418,08	501,69	6,96	8,36
7073 FRANSIZ HRK.ADAPTÖR	100	0,34	34	40,8	0,56	0,68
7073 FRANSIZ HRK.ADAPTÖR	200	0,34	68	81,6	1,13	1,36
PASİF KANAT TEMİZLİK	79	10	790	948	13,16	15,8
PASİF KANAT AKSESUAR	79	4	316	379,2	5,26	6,32
AKTİF KANAT AKSESUAR	100	4	400	480	6,66	8
KASA TEMİZLİK	800	0,5	400	480	6,66	8
KASA MENTEŞE BAĞLAMA	413	0,25	103,25	123,9	1,72	2,06
KASA - KANAT BİRLEŞ.	64	8	512	614,4	8,53	10,24
KASA – KANAT BİRLEŞ.	30	15	450	540	7,5	9
7072 ADAPTÖR KESME	100	0,34	34	40,8	0,56	0,68
7072 ADAPTÖR KAPAK YAP.	200	0,34	68	81,6	1,13	1,36
7072 ADAPTÖR TAKMA	100	10	1000	1200	16,66	20
HAVALANDIRMA	30	3	90	108	1,5	1,8
TOPLAM ZAMAN			10698,5	12838,21	178,30	213,97

100 DOĞRAMA İÇİN GEREKLİ OLAN ZAMAN	214 saat
1 GÜNDE ÇALIŞILAN ZAMAN	8 saat
100 DOĞRAMA İÇİN GEREKLİ OLAN ZAMAN	26,75 gün
ÇALIŞAN SAYISI	6 adam
İŞİN ÇIKMA SÜRESİ	4,45 gün / altı adam

Düzeltilme faktörü 1.2 olarak alınmıştır.(Tablo 5.3 Devamı)

Bu durumda sipariş $t=3$ anında üretime girecek ve $t=8$ anında tamamlanmış olacaktır. Siparişteki doğramaların son kontrolü, çıtalama ve camlama işlemleri için gerekli olan süre 2 gündür. Bu işlemler bitirildikten sonra siparişin içinde yer alan panjur ve panel ürünlerinin montaj süreleri de 2 gün olarak düşünülerek $t=12$ anında sipariş tamamlanmış olacaktır. Sipariş akış diyagram şu şekildedir.



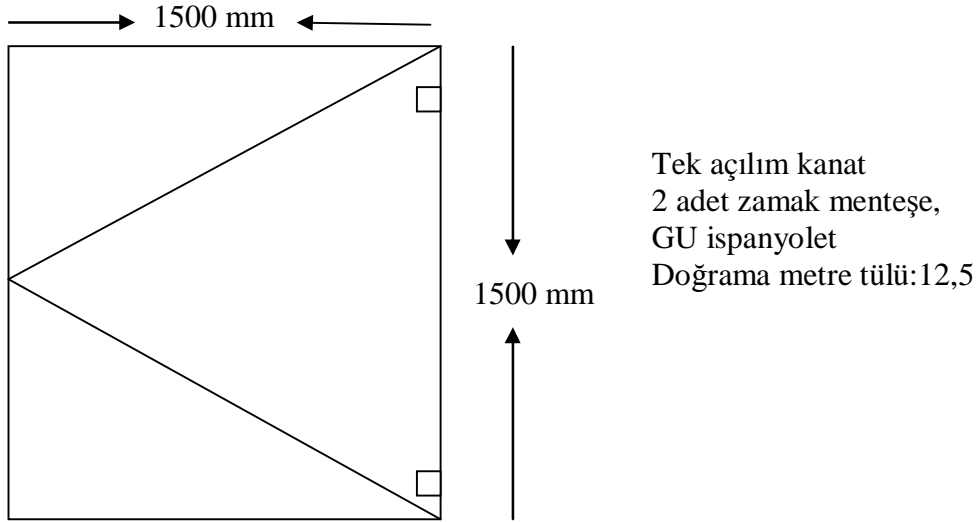
Şekil 5.5. Sipariş akış diyagramı

Doğrama atölyesine gelen siparişler ve siparişlerin üretim zamanları incelendiğinde, 1500 mm x 1500 mm ölçülerinde tek açılım, beyaz profilden oluşan doğrama sistemi ile en fazla talep edilen doğramalar arasında üretim zamanları kullanılarak aşağıdaki iş kıyaslama tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloya göre, örneğin 30 adet standart doğrama yapana kadar geçen sürede 1 adet HBSB doğraması yapılmakta olup aynı süre içerisinde 3.25 adet kemer yapılmaktadır. Doğrama ölçüleri ve hesaplama örneği EK-D de verilmiştir.

Tablo 5.4. Doğrama kıyaslama tablosu

Doğrama Sistemi Özellikleri	Özellik	Ortalama metre tül	Pencere Karşılığı (adet)
HBSB	Lamineli Profil	40 metre tül	30 adet
Sürme Sistemi	Beyaz Profil	25 metre tül	3,25 adet
Sürme Sistemi	Lamineli Profil	25 metre tül	4 adet
Sürme Sistemi	Lamineli-Sineklikli	25 metre tül	13 adet
Wolkswagen Sürme	Beyaz Profil	25 metre tül	6.5 adet
Zamak Menteşeli Kapı	Beyaz Profil	12 metre tül	1.85 adet
Zamak Menteşeli Kapı	Lamineli Profil	12 metre tül	2.16 adet
Dr.Haan Menteşeli Kapı	Beyaz Profil	12 metre tül	2.16 adet
Dr.Haan Menteşeli Kapı	Lamineli Profil	12 metre tül	2.6 adet
Fransız Sistem	Tek Kanatlı Beyaz Profil	10 metre tül	1 adet
Fransız Sistem	Tek Kanatlı Lamineli Profil	10 metre tül	1.2 adet
Fransız Sistem	Çift Kanatlı Beyaz Profil	15 metre tül	3.25 adet
Fransız Sistem	Çift Kanatlı Lamineli Profil	15 metre tül	3,8 adet
Fransız Sistem	Üç Kanatlı Beyaz Profil	20 metre tül	5.2 adet
Fransız Sistem	Üç Kanatlı Lamineli Profil	20 metre tül	6.5 adet
Hollanda Sistem	Tek Kanatlı Beyaz Profil	12,5 metre tül	1.2 adet
Hollanda Sistem	Tek Kanatlı Lamineli Profil	12,5 metre tül	2.16 adet
Hollanda Sistem	Çift Kanatlı Beyaz Profil (O.K.)	20 metre tül	3.25 adet
Hollanda Sistem	Çift Kanatlı Lamineli Profil(O. K.)	20 metre tül	4.3 adet
İngiliz Sistem	Çift Orta Kayıtlı Tek Kanat	25 metre tül	13 adet
Açılı Doğramalar	Tüm Sistem	15 metre tül	6.5 adet
Kemer	Tüm Sistem	15 metre tül	3.25 adet

1500 mm x 1500 mm ölçülerinde tek açılım, beyaz profil sisteminden oluşan doğrama sistemi için atölyede zaman etüdü çalışması yapılmış olup, bir adet tek açılım, beyaz profil sisteminden oluşan, standart doğrama diye tanımlanan doğrama sistemi için hesaplanan standart zamanlar ayrıntılı olarak aşağıda verilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda atölyede görülen en büyük problemlerden biri üretimde bulunan doğramalara uygulanan farklı işlemlerdir. Bu amaçla atölyede en çok üretilen doğramalar seçilmiş, bu doğramaların aşağıda belirtilen standart doğrama birimi altında çevrimleri yapılmış ve yukarıdaki Tablo 5.4'deki doğrama kıyaslamaları ile ilgili bilgiler verilmiştir.



Şekil 5.6 Standart doğrama şekli

1- Kesim ve Vidalama:

Personel sayısı: 2

Toplam işlem zamanı: 300 sn/2 personel

Toplam zaman: 600 sn/personel

2- Kaynak: 2 Kaynak Makinesi için

Personel sayısı: 2

Toplam işlem zamanı: 300 sn/2 personel

Toplam zaman: 600 sn/personel

3- Iskarpela ile iç köşe temizleme ve conta çekme işlemi:

Personel sayısı: 2

Birim işlem zamanı: 0,006 sn/mm (2 personel)

Toplam zaman: 12500 mm x 0,12 sn/mm= 1500 sn/personel

4- İspanyolet takma:

Personel sayısı: 2

Tek açılım için gereken vida sayısı: 8 adet

Birim vida zamanı: 6 sn/ad (2 personel)

Toplam zaman: 12x8=96 sn/personel

5- Kasa ve kanata iki adet zamak menteşe bağlama işlemi bir personel tarafından yapılmakta olup bir personel için işlem zamanları,

Kasa için birim zamak menteşe zamanı: 45 sn/personel

Toplam zaman: $2 \times 45 = 90$ sn/personel

Kanat için birim zamak menteşe zamanı: 40 sn/personel

Toplam zaman: $2 \times 40 = 80$ sn/personel

6- Kasa-Kanat montajının yapılması ve ispanyolet karşılıklarının bağlanması iki personel tarafından yapılmakta olup bir personel için işlem zamanı;

a) Kasaya ait kanatın diğer kanatlar arasından bulunması: 40 sn/personel

b) Menteşe pimlerinin takılması: $20 \times 2 = 40$ sn/personel

c) İspanyolet karşılıklarının takılması: $30 \times 4 = 120$ sn/personel

d) Doğramanın kontrolü ve taşıma arabasına aktarılması: 50 sn/personel

7- Çıta takma işlemi bir personel tarafından gerçekleştirmekte olup, bir personel için işlem zamanı;

a) 4 adet ölçü alma: $5,76 \times 4 = 23,4$ sn/personel

b) 4 adet çıta kesme: $20,4 \times 4 = 81,6$ sn/personel

c) 4 adet çitanın doğramaya takılması: $11,54 \times 4 = 46,16$ sn/personel

8-Camlama:

Personel sayısı: 2

Toplam işlem zamanı: 456,5 sn/2 personel

Toplam zaman: 913 sn/personel

9- Paketleme ve kalite kontrol:

Personel sayısı: 4

Toplam işlem zamanı: 375 sn/4 personel

Toplam zaman: 1500 sn/bir personel

10-İstasyonlar arası taşıma ve kontrol işlemleri: 700 sn /personel

Toplam zaman= 6480 sn/personel \approx 108 dakika/personel \approx 6 dakika/ 18 personel

PVC doğrama atölyesinde siparişlerin takibi ve kayıtları excelde hazırlanan planlama programı ile tutulmaktadır. Planlama programından alınan ekran çıktısının bir bölümü aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre yeni gelen bir siparişte malzeme hazırlığı ile ilgili bilgiler alındıktan sonra planlama programı yardımıyla atölyedeki mevcut iş yükü belirlenerek siparişin üretime giriş tarihi belirlenir. Üretime giren siparişin takibi yapılarak hazıra geçtiğinde programa sevke hazır bilgisi girilir.

Aşağıdaki tablo 5.5'te; durum sütunu siparişin onay, hazırlık, üretim veya tamamlanma durumunu, tip sütunu siparişin iç piyasaya ya da dış piyasa durumunu sevk adresi ise siparişin hangi ülke veya şehre gönderileceği durumunu göstermektedir. Programda diğer önemli iki sütun siparişin adeti ve toplam doğramanın metre tül miktarıdır. Programdan alınan ekran çıktısı aşağıda verilmiştir:

Tablo 5.5.Program ekran çıktısı

TIP	SİP NO	SEVK ADRESİ	SİPARİŞ TARİHİ	ÜRETİME GİRİŞ	SEVKE HAZIR	SEVK TARİHİ	TOP. METRAJ	TOP. DOĞ. ADET
PVCİ	230	İRAN	02.01.2008	11.01.2008	14.01.2008	14.02.2008	320	32
PVCİ	231	HOLLANDA	06.01.2008	08.01.2008	09.01.2008	11.01.2008	70	6
PVCİ	236	FRANSA	17.01.2008	25.01.2008	29.01.2008	29.02.2008	1360	98
PVCİ	234	ROMANYA	17.01.2008	18.01.2008	19.01.2008	21.01.2008	15	1
PVCİ	233	FİLİPİNLER	17.01.2008	18.01.2008	18.01.2008	18.01.2008	120	9
PVCİ	237	ALMANYA	18.01.2008	25.01.2008	27.02.2008	29.02.2008	1840	188
PVCİ	238	HOLLANDA	21.01.2008	23.01.2008	29.01.2008	29.02.2008	180	12
PVC	232	İSTANBUL	24.01.2008	30.01.2008	01.02.2008	01.02.2008	135	6
PVCİ	233	ALMANYA	25.01.2008	29.01.2008	01.02.2008	02.02.2008	45	4
PVCİ	234	HOLLANDA	28.01.2008	29.02.2008	03.03.2008	03.03.2008	86	7
PVCİ	236	YUNANİSTAN	29.01.2008	15.02.2008	21.02.2008	21.02.2008	550	61
PVC	239	FABRİKA	29.01.2008	30.01.2008	02.02.2008	05.02.2008	160	9
PVCİ	237	FİLİPİNLER	29.01.2008	02.02.2008	01.03.2008	01.03.2008	175	14
PVC	243	İSTANBUL	01.02.2008	02.02.2008	07.02.2008	08.02.2008	1820	152
PVC	243	İSTANBUL	01.02.2008	02.02.2008	08.02.2008	10.02.2008	1950	162
PVCİ	244	YUNANİSTAN	14.02.2008	15.02.2008	21.02.2008	21.02.2008	50	6
PVCİ	247	AVUSTURYA	15.02.2008	17.02.2008	08.03.2008	08.03.2008	470	43
PVCİ	249	YUNANİSTAN	18.02.2008	20.02.2008	21.02.2008	21.02.2008	24	2
PVC	254	İSTANBUL	22.02.2008	25.02.2008	10.03.2008	11.03.2008	130	10
PVC	253	İSTANBUL	22.02.2008	27.02.2008	28.02.2008	01.03.2008	22	2
PVCİ	261	FRANSA	13.03.2008	17.04.2008	24.04.2008	24.04.2008	1350	97
PVCİ	264	FRANSA	13.03.2008	24.03.2008	01.04.2008	01.04.2008	120	12

Mevcut atölyenin son iki yıllık sipariş verileri incelenmiştir. Buna göre toplamda incelenen 488 tane siparişin 241 adeti iç piyasa müşterilerine, 247 adeti dış piyasa müşterilerine aittir. Son iki yıla ait alüminyum ve pvc'den üretilen toplam doğrama adeti 31.205 olup aylık ortalama doğrama adeti 1300 adettir. Ortalama üretilen doğrama metre tülü ise 15 metre tüldür.

Tablo 5.6. İncelenen sipariş özet tablosu

İncelen Sipariş Tipi	Sipariş Adeti	Toplam Doğrama (Adet)	Ortalama(adet / sipariş)
Dış Piyasa Müşterileri	247	16504	67
İç Piyasa Müşterileri	241	14701	61

Yapılan incelemeler sonucunda atölyenin yurtdışı siparişlerinde üretim öncesi hazırlık zamanları yaklaşık iki haftayı buluyorken, yurt içi siparişlerde bu süre bir haftadır. Atölye tipi üretimlerde en büyük problemlerden birisi malzeme hazırlık ve tedarik zamanlarının üretim zamanlarına göre çok uzun olmasıdır. Çalışılan atölye için de bu önemli bir problemdir. Bunun en büyük sebebi, gelen müşteri siparişlerindeki çeşitliliğidir. Siparişler incelendiğinde çok çeşitli renk ve profillerde doğramaların olması atölye için stok tutma işlemini de zorlaştırmaktadır. Bu problem, miktarı yüksek olan siparişlerde onay alınmadan önceki aşamada siparişin proje grubuna gelmesi ile birlikte atölye ile irtibata geçilmesi ve siparişin olabirlik durumuna bağlı olarak profil talebinin önce yapılması ile aşılmaya çalışılmaktadır. Daha detaylı bilgiler bölüm 6.1.3'te verilmiştir.

5.6. Literatürdeki Teslim Tarihi Belirleme Yöntemlerinin Uygulanması

Atölyenin son iki yıla ait siparişlerinin teslim tarihleri incelenirken, siparişlerin atölyeye geliş tarihleri, üretime giriş tarihleri, üretimlerinin tamamlanıp stok alanına gönderilme tarihleri ve siparişlerin sevk tarihleri ile ilgili verileri parametrik ve parametrik olmayan analiz yöntemleri ile SPSS programında test edilmiştir.

İstatistiksel analiz yapmadan önce veriler tesadüfî olarak seçilmiş ve analiz edilmiştir. Parametrik testlerin, parametrik olmayan testlere göre daha üstün olmaları ve daha fazla bilgi vermeleri sebebiyle, öncelikle atölyedeki siparişlerden doğrama miktarı (doğrama metre tülü) yüksek olan siparişler seçilerek siparişlerin parametrik

analiz yöntemlerine uygun olup olmadığına bakılmıştır. Bunun için verilerin normal dağılımı ve homojenliği kontrol edilmiştir.

SPSS programında verilerin normal dağılıma uygunluğu tek örnekleme kolmogorov smirnov testi kullanılarak verilerin homojen dağılıp dağılmadığı homojenlik testi ile değerlendirilmiştir. Değerlendirilen verilerde siparişteki doğrama miktarları büyüdükçe normal dağılıma uyduğu görülmüştür.

ANOVA					
üretim zamanlari					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,606	25	,224	2,465	,197
Within Groups	,364	4	,091		
Total	5,970	29			

NPar Tests			
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
		dograma adeti	üretim zamanlari
N		30	30
Normal Parameters a,b	Mean	89,6000	1,9355
	Std. Deviation	16,15144	,45373
Most Extreme Differences	Absolute	,075	,224
	Positive	,075	,224
	Negative	-,063	-,092
Kolmogorov-Smirnov Z		,412	1,227
Asymp. Sig. (2-tailed)		,996	,098

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

Şekil 5.7. SPSS çıktısı

Elde edilen verilerin SPSS program çıktıları yukarıda verilmiş olup sipariş büyüklüğü 50 doğramadan ve toplamda sipariş metre tül miktarı 1000 metre tül den büyük siparişlerden 30 tane seçilmiştir. Yapılan testlerde anlamlılık değerlerinin 0.05'ten büyük olması sebebiyle parti büyüklüğü 1000 metre tül den büyük doğramalar için üretim zamanları normal dağılım göstermektedir. Normal dağılımdan elde edilen bu veriler, tüm atölyedeki siparişler için genel bir bilgi vermediği için atölyedeki büyük metrajlı doğrama siparişlerinin teslim tarihinin belirlenmesinde kullanılmasında uygun görülmüştür.

İncelenen konfeksiyon prosesinde, tüm doğramalar otomatik kesim makinesinde kesilmekte olup bu makinenin de ortalama günde 1000 metre tül profil işlediği belirlenmiştir. Buna göre günlük çalışma saati 8 saat olan atölyede saatte ortalama

125 metre tül profil işlenmektedir. Normal dağılıma uygunluk testi yapılan 30 farklı siparişteki, saatte çıkan doğrama adeti 6 olarak bulunmuştur. Buna göre kesim makinesinde işlenen bir doğramada ortalama kullanılan profil miktarı 20,8 metre tül dür.

Literatürde yapılan araştırma sonucunda en çok kullanılan teslim tarihi belirleme yöntemleri aşağıda verilmiştir. Buna göre atölyedeki veriler bu gözle incelenerek ve aşağıdaki teslim tarihi belirleme yöntemleri kullanılarak teslim süreleri hesaplanmıştır.

1. Toplam iş yükü (TİY):

Toplam işe dayalı teslim tarihi belirleme (TWK = Total Work): Bu tekniğe göre teslim tarihi $F_i = k \cdot p_i$ formülüne göre belirlenir. Burada F_i , i işinin teslim tarihi, p_i , i işinin toplam işlem süresi, k ise sabit bir katsayıdır. Bu tekniğe göre siparişin üretim süresi hesaplanarak bulunan en uygun k katsayısı ile çarpılır. Her bir işin teslim tarihi işlerin toplam işlem süreleri ile bu katsayının çarpılmasıyla bulunur. Buradaki k sayısı regresyon analizi ile bulunan sayıdır. Kurulan Basit Regresyon Modeli:

$$Y = a + B \cdot X \quad (5.1)$$

Y: Siparişin teslim Tarihi

a: Regresyon sabiti,

B: Regresyon katsayısı,

X: Üretim Süresi

Öncelikle hazırlanan çalışmada atölyedeki son iki yıla ait veriler incelenerek malzeme hazırlık süresi kısa olan siparişler bu model için uygun görülmüştür. Bu siparişlerde yer alan mamul ve yarı mamullerden her zaman belirli bir emniyet stoku tutulmaktadır. Bununla ilgili yapılan çalışma sonucunda konulan kısıtlarda sipariş malzeme hazırlık zamanları ve stok bekleme süreleri 1 günün altında olan siparişler seçilmiştir. Buna göre oluşturulan regresyon modeli,

$$Y = a + B \cdot X \quad (5.2)$$

$$Y = 0,2 + 1,014 \cdot X$$

Burada regresyon sabiti 0,2 olarak bulunmuş ve atölyedeki duruma göre ihmal edilebilir bir değer olarak belirlenmiştir. Burada bulunan regresyon sabiti (a) sifıra yakın çok küçük bir sayı olduğundan ihmal edilirse,

$$Y = F_i \Rightarrow K.p_i = B.X$$

Yapılan analize göre teslim tarihi belirlenmesinde, malzeme hazırlık süresi bir günün altında olan siparişlerde üretim süresi etkisi %98,8'dir. Modelin atölyeye gelen siparişlerde uygulanması aşamasında, farklı zamanlarda 8 farklı müşteriden gelen siparişler ele alınmıştır. Siparişlerin gönderilecekleri adresleri, siparişin geliş tarihi, üretime giriş tarihleri, üretimden çıkış tarihleri ve sevk tarihleri tabloda verilmiştir.

Tablo 5.7. TİY modelindeki sipariş tablosu

SİPARİŞ NO	SEVK ADRESİ	SİPARİŞ TARİHİ	ÜRETİME GİRİŞ	ÜRETİMDEN ÇIKIŞ TARİHİ	SEVK TARİHİ	TOPLA M MTÜL	TOP. DOĞ.
258	FRANSA	11.03.2008	11.03.2009	14.03.2009	14.03.2009	120	4
319	İSTANBUL	12.06.2008	12.06.2009	13.06.2009	13.06.2009	5	2
357	ALMANYA	17.07.2008	17.07.2009	29.07.2009	29.07.2009	130	10
359	İSTANBUL	21.07.2008	21.07.2009	22.07.2009	22.07.2009	6	1
360	BODRUM	22.07.2008	22.07.2009	25.07.2009	25.07.2009	2190	225
360	BODRUM	22.07.2008	22.07.2009	27.07.2009	27.07.2009	2075	128
364	BODRUM	24.07.2008	24.07.2009	16.08.2009	16.08.2009	4285	492
376	DİDİM	12.08.2008	12.08.2009	26.08.2009	26.08.2009	1350	90

Aşağıda yer alan tabloda kurulan basit regresyon modeline göre siparişlerin teslim tarihleri bulunmuş ve siparişler tamamlandıktan sonraki gerçek teslim tarihleri ile kıyaslanmıştır.

Burada hesaplanması gereken en önemli değer siparişlerin üretim süreleridir. Siparişlerin üretim süreleri siparişlerin onayı alındıktan sonra atölyede bulunan planlama sorumlusu tarafından mevcut atölye durumuna göre belirlenmiştir.

Tablo 5.8. TİY Teslim tarihi tablosu

Regresyon Katsayısı (B)	Hesaplanan Üretim Süresi (p _i)	Hesaplanan Teslim Tarihi (B.p _i) gün	Ortalama Metre tül	Ortalama Doğrama (adet)	Gerçek Teslim Tarihleri	Ortalama Teslim Tarihi (adet)
1.01	3,00	3.01	1270	119	3,00	1,4
	1,00	1.01			1,00	
	12,00	12.01			12,00	
	1,00	1.01			1,00	
	3,00	3.01			3,00	
	5,00	5.01			5,00	
	23,00	23.3			23,00	
	14,00	14.02			14,00	

2. Operasyon sayısı (OS):

$$F_i = k \cdot N_i \quad (5.3)$$

Operasyon sayısına göre teslim tarihi belirlenirken belirli bir sabitle işlerin operasyon sayısı çarpılır. ($d_j = k \cdot n_j$) Burada n_j operasyon sayısını, k belirlenmesi gereken sabiti ve d_j ise teslim tarihini ifade etmektedir. Bu metod çalışılan atölye için uygun olarak görülmemiştir. Bunun temel sebebi, atölyedeki gelen siparişler incelendiğinde, gelen doğrama taleplerine uygulanan işlemlerin çok fazla ve çeşitli olmasıdır. Firmanın müşterileri çok farklı ülkelerden olduğu için örneğin, Fransa, İngiltere, Hollanda gibi Avrupalı müşterilere gönderilen doğramalarda kullanılan profil ve uygulanan işlemlerle, İran, Irak, Filistin gibi Orta Doğu ülkelerinde, tercih edilen profil sistemleri ve uygulanan işlemler çok farklıdır. Buna göre atölyedeki işlerin operasyon sayıları 4 farklı grupta toplanmış olup bunlar aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 5.9. OS yönteminde gelen sipariş tablosu

Sistemler	Sistem Özellikleri	Sipariş Adetleri	Operasyon Sayısı (n _j)	Hesaplanan (k) Sabiti	Teslim Süresi k*n _j
Standart Sistem	Tek Kanat Beyaz	80	10	0,1	1
Fransız Sistem	Tek Kanat Lamineli	60	15	0,066	1
Hollanda Sistem	Çift Orta Kayıtlı Tek Kanat	35	20	0,05	1
İngiliz Sistem	Tek Kanat Çift Açılım	6	40	0,025	1

k sabiti: $F_i=1$ gün olarak düşünüldüğünde, $k = 1/n_j$ dir.

Yukarıdaki yapılan grupta atölyeye gelen siparişler incelendiğinde en fazla sipariş edilen sistemler ele alınmış ve bunlara uygun k sayıları belirlenmiştir. Buna göre profilleri ve aksesuarları hazır olarak stokta yer alan yukarıdaki belirtilen dört sistem karşılaştırılırsa, bir günde 80 adet standart sistem, 60 adet Fransız sistem, 35 adet Hollanda sistem ya da 6 adet İngiliz sistem üretilip müşteriye teslim edilebilir. Yukarıdaki tablodan alınan 11.03.2008 tarihinde Fransa müşterisinden gelen 4 adet doğrama siparişindeki toplam operasyon sayısı hesaplanarak (4 x 15) 60 olarak bulunmuştur. Operasyon sayısı modeline göre teslim tarihi hesaplanmak istenirse:

$$F_i = k \cdot N_i \Rightarrow (0,066) \times (60) = 3,9 \text{ gün olarak bulunur.}$$

3. Toplam iş yükü ve operasyon sayısı (TİY+OS):

$$F_i = k_1 \cdot P_i + k_2 \cdot N_i \quad (5.4)$$

Bu modelde hem operasyon sayısı hem de toplam işlem zamanı kullanılmaktadır. Buradaki k_1 ve k_2 katsayıları regresyon ile hesaplanmaktadır. Bu modelde örneğin, atölyeye 1500 mm x 1500 mm ölçülerinde, tek kanat beyaz diye tanımlanan doğramalardan 200 adet sipariş geldiğinde verilecek teslim tarihi,

$$F_i = (1) \cdot (2,5) + (0,1) \cdot 10 = 3,5 \text{ gün}$$

Üretim Süresi: 2,5 gün

Operasyon Sayısı: 10 (Bkz. Tablo 5.9)

$k_1=1$ ve $k_2=0,1$, olarak regresyonla hesaplanmıştır.

Daha önce yapılan hesaplamada standart doğramanın üretim zamanı 18 personelle; 6 dakika/standart doğrama olarak bulunmuştu.(Bkz sayfa 49) Buna göre 200 adet doğramanın üretim zamanı 2,5 gün olarak hesaplanır. Burada malzeme hazırlık süreleri ortalama 1 gün olarak alınır, yukarıdaki formülle hesaplanan ve verilmesi gereken teslim tarihi 3,5 gün olarak bulunur.

4. Kuyruktaki iş sayısı (KİS):

$$F_i = k_1 \cdot P_i + k_2 \cdot (JIQ_i) \quad (5.5)$$

Bu modelde iş atölyeye geldiği anda kuyruklardaki bekleyen iş sayıları toplanır (JIQ_i). Bu atölye verisi işlem zamanı (P_i) ile birleştirilir. Buradaki k₁ ve k₂ katsayıları regresyon ile hesaplanmaktadır.

Bu yöntemde TİY+OS yöntemine benzer şekildedir. Diğer yöntemde operasyon sayısı (N_i) kullanılırken, burada N_i yerine, kuyrukta bekleyen iş sayılarının (JIQ_i) toplamı kullanılır. Atölye yapılan gözlemler sırasında t anında, kesim ve kaynak makinelerinde yoğunlaşma olduğu ve kuyrukta bekleyen iş sayısının 15 adet olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre yukarıda yer alan 200 adet standart doğramanın üretimi için verilmesi gereken teslim tarihi;

$$F_i = (1) \cdot (2,5) + (0,1) \cdot 15 = 4 \text{ gün olarak bulunur.}$$

5. Kuyruktaki iş yükü (KİY):

$$F_i = k_1 \cdot P_i + k_2 \cdot (WIQ_i) \quad (5.6)$$

Bu modelin KİS modelinden farkı şudur: Burada kuyruklardaki iş sayıları değil, atölyedeki toplam işlem zamanları kullanılır. Burada yine k₁ ve k₂ katsayıları regresyon ile hesaplanmaktadır

6. Ortak teslim tarihi metodu (CON):

Atölyede n tane iş olduğu düşünölsün. Buna göre j=1,...,n, n tane işi ifade etsin. d_j bu işlerin teslim tarihi olsun. Ortak teslim tarihi metodu n tane işin teslim tarihlerinin aynı olduğu durumlarda kullanılan basit bir teslim tarihi belirleme metodudur. Ortak teslim tarihi belirleme metodunda, örnek olarak doğramanın (ev, bina, iş yeri vs.) montajında kullanılan yardımcı parçaların teslim tarihi ile nihai ürünün müşteriye

teslim tarihinin aynı olması istenir. Ayrıca bu metot, bir müşterinin birden fazla sipariş vermesi durumunda da kullanılabilir bir yöntemdir.

Yapılan çalışmada atölyenin Fransız müşterisi kendi alt bayileri için 5 farklı sipariş vermiş, siparişlerin hepsinin aynı anda bitmesini istemiştir. Buna göre yapılması gereken işlem, tüm siparişler için ortak bir tarih vermektir. Atölyede bu durumda yapılan işlem; tüm siparişlerin profil, aksesuar ve destek sacı ihtiyaçları çıkartılarak en uzun sürecek siparişe göre diğer siparişlerin malzeme hazırlık ve üretim sürelerinin ayarlanmasıdır. Buna göre sipariş onay aşamasında iken profil ihtiyaçları belirlenmiş, profil tedarik süreleri alınmıştır. Aşağıdaki tabloda siparişlerin akışı ve teslim süresi açıklanmıştır:

Tablo 5.10 CON yönetiminde sipariş teslim tarihi belirleme tablosu

SIP NO	SİPARİŞ TARİHİ	TOP. DOĞ.	TOPLAM MTÜL	HAZIRLIK SÜRESİ	ÜRETİME GİRİŞ	ÜRETİM SÜRESİ	ÜRETİM ÇIKIŞ	SEVK TARİHİ
1	08.05.2009	100	1500	7 gün	15.05.2009	2 gün	17.05.2009	18.05.2009
2	08.05.2009	20	220	1 gün	09.05.2009	1 gün	10.05.2009	
3	09.05.2009	40	500	2 gün	11.05.2009	1 gün	12.05.2009	
4	10.05.2009	93	980	7 gün	17.05.2009	1 gün	18.05.2009	
5	11.05.2009	80	1000	2 gün	13.05.2009	1 gün	15.05.2009	

Yukarıdaki tablodaki veriler atölye ortamında alınan veriler olup bu şekilde gelen bir siparişin üretime giriş sırası 2-3-5-1-4 şeklinde olacak ve tüm siparişler aynı tarihte araca yüklenecektir. Buna göre gelen 5 sipariş için verilecek ortak teslim süresi toplamda 10 gündür.

7-Toplam işe ve aylak süreye dayalı teslim tarihi belirleme (PPW) :

$$d_j = k \cdot p_j + q \quad (5.7)$$

Bu metotta yapılmak istenen, çalışılan uygun k ve q değerlerini bulmaktır. Bu teknik aylak süreye dayalı teslim tarihi belirleme ve toplam iş yükü metotlarının karışımıdır. Bu model için oluşturulan regresyon modeli ve hesaplanan korelasyon katsayısı aşağıda verilmiştir:

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,275	,321		7,087	,000
	üretim	1,258	,147	,475	8,534	,000

a. Dependent Variable: teslim

Şekil 5.8.PPW SPSS çıktısı

$$Y=2.275+(1.258) X$$

Y=Teslim Süresi

X=Üretim Zamanı

Teslim süresi ile üretim zamanı arasında +0,475 oranında bir ilişki vardır

Correlations			
		üretim	teslim
üretim	Pearson Correlation	1	,475**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	252	252
teslim	Pearson Correlation	,475**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	252	252

** . Correlation is significant at the 0.01 level

Şekil 5.9. PPW SPSS korelasyon çıktısı

Buradaki regresyon sabiti, bu yöntem için aylık zaman olarak kullanılmıştır. Ayrıca atölyenin son iki yıllık verileri analiz edildiğinde gelen siparişlerin teslim sürelerine ortalama 2 gün eklendiği görülmüştür. Bunun temel sebebi, üretimde olan beklemler ve siparişin yükleneceği aracın tam zamanında atölyeye gelememesidir.

8 Rassal teslim tarihi (RDM = Random Allowance):

Bu metoda göre teslim tarihi belirli bir olasılık dağılımına uyacak şekilde rassal olarak belirlenir. Rassal olarak teslim tarihleri belirlenirken her bir iş için normal dağılım kullanılması düşünülmektedir. Atölyede sipariş büyüklüğü 50 doğramadan fazla olan 30 adet sipariş ele alınarak normal dağılıma uygunluk testi yapılmıştır. Buna göre elde edilen verilerin düzenlenerek SPSS'te test edildiğinde Asymp. Sig.

değeri $0,197 > 0,05$ olduğu için veriler homojen ve normal dağılıma uygunluğu görülmüştür.

ANOVA					
Üretim zamanları					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,806	25	,224	2,465	,197
Within Groups	,364	4	,091		
Total	5,970	29			

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
		doğrama adeti	Üretim zamanları
N		30	30
Normal Parameters a,b	Mean	89,6000	1,9355
	Std. Deviation	16,15144	,45373
Most Extreme Differences	Absolute	,075	,224
	Positive	,075	,224
	Negative	-,063	-,092
Kolmogorov-Smirnov Z		,412	1,227
Asymp. Sig. (2-tailed)		,996	,098

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

Şekil 5.10. RDW SPSS çıktısı

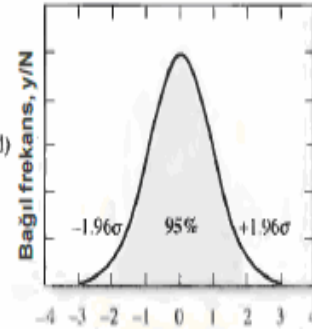
30 siparişteki ortalama doğrama adeti 89,6 olup, standart sapması 16'dır. 89,6 adet doğrama için hesaplanan ortalama üretim zamanı 1,9 gündür.

Buna göre Almanya müşterisinden gelen 90 adet standart doğrama siparişinde üretim süresi 2 gün olarak hesaplanmıştır. Buna göre %95 güven aralığında üretim süresi test edilirse,

$$Z = (2 - 1,9) / (16,15 / 90) = 0,1 / 0,17 = 0,58 \text{ olarak bulunur.}$$

%95 güven seviyesinde Z değeri $\pm 1,96$ 'dir. Bulunan değer

$$+1,96 \geq 0,58 \geq -1,96 \text{ olduğu için hesaplanan üretim süresi uygundur. (5.8)}$$



Şekil 5.11. %95 Güvenilirlikte Z değeri

Yapılan çalışmalar sonucunda literatürde yer alan ve en çok tercih edilen 8 farklı teslim tarihi metodu seçilmiş ve atölyedeki çeşitli siparişlerin teslim tarihinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır.

Literatürdeki teslim tarihi belirleme yöntemleri hakkında daha detaylı bilgi almak için [37] no'lu kaynağa bakılabilir.

Gerçek atölye ortamında siparişin teslim tarihinin belirlenmesi veya formülize edilmesi çok zordur. Bunun en büyük sebebi atölye tipi üretimlerde, üretimin standardizasyonu, sürekli veya akış tipi üretimler gibi basit ve kolay değildir. Bu doğrultuda yukarıda belirtilen teslim tarihi belirleme metotlarının birebir atölyeye uygulanması çok zordur. Öncelikle incelenen bu modellerin tek bir birim altında toplanması, ürünlerin ve atölyenin tek birim altında standardizasyonun sağlanması gerekmektedir.

Bu kapsamda eksikliklerin giderilmesi ve atölyenin tek bir birim altında toplanmasının sağlanması için yeni bir model tasarlanmıştır. Düşünülen yeni model hakkında tezin sonuçlar ve öneriler bölümünde bilgi verilecektir.

5.7 Benzetim Modelleri ve Regresyon Analizi

5.7.1. Regresyon analizi

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisini belirlemede kullanılan analiz yöntemidir. Örneğin, yemek yeme ile kilo alma, ders çalışma süresi ile başarılı olma arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile ölçülebilir. Regresyon analizi anlamlı sonuçlar bulup yorumlamamız konusunda bizlere yardımcı olur.

Korelasyon analizinde ise iki değişken arasındaki ilişki ve ilişkinin yönü hesaplanır. Fakat belirlenen bu ilişki neden-sonuç ilişkisi olmak zorunda değildir. Örneğin, horozların sabah ötmesiyle, güneşin doğması arasındaki doğrusal pozitif etkileşimin ilişkisidir. Basit Regresyon Modeli:

$$Y=a+B.X+\alpha \quad (5.9)$$

Şeklinde bir bağımlı ve bir de bağımsız değişken içeren bir modeldir. Burada;

Y: Bağımlı (açıklanan) değişken olup belli bir hataya sahip olduğu varsayılır.

X: Bağımsız (açıklayan) değişken olup hatasız ölçüldüğü varsayılır.

a: Regresyon sabiti olup $X = 0$ olduğunda Y'nin aldığı değeri gösterir. Diğer bir ifadeyle regresyon doğrusunun Y eksenini kestiği noktadır.

B: Regresyon katsayısı olup X’de meydana gelen bir birimlik bir değişimin Y’de meydana getirdiği değişim miktarını ifade eder. Kısaca eğim katsayısı olarak da adlandırılır.

α : Tesadüfî hata terimi olup ortalaması sıfır normal dağılım gösterdiği varsayılır [31] [32].

Bu bilgiler doğrultusunda atölyenin verileri incelenerek basit ve çoklu regresyon modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modelde daha doğru sonuçlar elde etmek için son iki yıllık siparişlerden teslim süresi 30 günden ve üretim süresi 10 günden az olan siparişler seçilmiştir.

Yapılan regresyon çalışması sonucunda bir sipariş için malzeme hazırlık, üretim ve teslim tarihi süreleri şu şekildedir.

Teslim süresi: 13 gün/sipariş

Üretim süresi: 4 gün/sipariş

Malzeme hazırlık ön süresi: 9 gün/sipariş

Tezin 5.5.bölümünde yer alan örnek bir siparişe teslim tarihi verilmesi probleminde 100 adet doğrama için verilen teslim tarihi süresi 12 gün olarak belirlenmişken geçmişe ait siparişler analiz edildiğinde ortalama teslim süresi 13 gün olarak bulunmuştur. Kurulan çoklu regresyon modelinde ise teslim tarihini oluşturan malzeme hazırlık süreleri, üretim süreleri ve stokta bekleme süreleri alınarak aşağıdaki denklem oluşturulmuştur. Bölüm 5.5’te yer alan veriler kurulan denklemde yerine koyulursa,

Ön Süre (Ö.S)= 3 gün

Üretim Zamanı (Ü.Z): 4,55 gün + 2 gün (Montaj Süresi) = 6,55 gün

Stokta Bekleme Süresi (S.B.S) = 0 gün

$$\begin{aligned} \text{Teslim Zamanı (T.Z)} &= 1.722.(Ö.S) + 0,999 (Ü.Z) + 0.201*(S.B.S) \\ &= 1,722. (3) + 0,999. (6,55) + 0,201* (0) \\ &= 11,7 = > 12 \text{ gün olarak bulunur.} \end{aligned}$$

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1,000 ^a	1,000	1,000	,00552

a. Predictors: (Constant), stokta bekleme, ön süre, üretim zamanı

ANOVA ^b						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	841,741	3	280,580	921,2725	,000 ^a
	Residual	,004	131	,000		
	Total	841,745	134			

a. Predictors: (Constant), stokta bekleme, ön süre, üretim zamanı
b. Dependent Variable: teslim zamanı

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4,9E-005	,001		-,050	,960
	ön süre	1,722	,000	,740	3827,045	,000
	üretim zamanı	,999	,000	,451	2328,779	,000
	stokta bekleme	,201	,000	,358	1877,520	,000

a. Dependent Variable: teslim zamanı

Şekil 5.12. Çoklu regresyon modeli SPSS çıktısı

5.7.2 Benzetim

Artan rekabet koşulları, işletmelerin yönetim ve organizasyon faaliyetlerini gerçekleştirmede gün geçtikçe daha da zorlanmalarına sebep olmaktadır. Bunun en temel sebebi, gün geçtikçe işletmelerin veya işletme sistemlerinin daha karmaşık bir yapı haline dönüşmesidir. Sistemlerin bu kadar karmaşık bir hal alması, uzmanları bu sistemler üzerinde daha kolay değişik yapabilecekleri, kolayca sistemlere yeni bileşenler ekleyip çıkartabilecekleri ve sistem içerisinde yer alan etkenlerin rahatça izlenebileceği bir yaklaşım olan benzetime götürmüştür. Benzetim hakkında yapılan tanımlamalar şu şekildedir:

Benzetim yöntemleri, doğru kararı vermek için geliştirilmiş, incelenen sistemin içindeki aksaklıkları problem olmadan önce ortaya çıkaran ve kararları vermeden etkilerini inceleyen bir mekanizma ve yönetim bakış açısıdır [38].

Benzetim, gerçek bir sistemin modelini tasarlama sürecidir ve sistemin işlemesi için sistemin davranışlarını anlamak veya değişik stratejileri değerlendirmek amacı ile bu model üzerinde denemeler yapmaktır [38].

Bugün benzetim tekniği yöntemleri üç farklı biçimde uygulanmaktadır [39].

1-) Yöneylem Oyunları: Bu yöntem, benzetilmiş bir ortamda oyuncular ya da karar vericiler arasında menfaat çatışmasının olduğu durumları kapsar.

2-) Monte Carlo: Olasılıklı ve çözüm için kesin bir formülün bulunmadığı problemleri çözmek için başvurulan bir yöntemdir. Bu yöntem, ana kütleli andıran kuramsal örnekler kullanarak çözüme ulaşmaya çalışır.

3-) Sistem Simülasyonu: Gerçek sistemi temsil eden bir model üzerinde gerçek verileri kullanarak sistemin işleyişi konusunda bilgi edinilmesini sağlar.

Aşağıdaki koşullardan bir veya birkaçı bulunduğu zaman benzetime başvurulmalıdır.

- Problemin tam bir matematik formülasyonu yoktur veya modelin analitik yöntemlerle çözümü henüz bulunamamıştır.
- Analitik yöntemler çözüm için elverişlidir, ancak matematik yöntemler çok karmaşıktır.
- Analitik çözümler vardır ve kullanılabilir, ama problem üzerinde çalışanlarda bu bilgiler yoktur.
- Belirli parametrelerin tahmin edilmesi için benzetime başvurulduğu gözlenmiştir.
- Deneme yapma açısından benzetim tek yol olabilir.
- Sistemlerin veya süreçlerin davranış karakteristiklerini ortaya koymak zaman gerektirebilir.

Model oluşturulurken atölyedeki mevcut iş durumu göz önüne alınmış, bir haftalık siparişlerin teslim tarihleri benzetim modelle çalıştırılarak ile bulunmuştur. Buna göre atölyenin elinde geçen haftadan kalan iki siparişi bulunmaktadır.

1-Yurt içi-A Bayi müşterisinin 20 adet doğramasından 10 adet doğraması tamamlanmış olup, 10 adet doğraması bu hafta yapılacaktır. Sipariş metre tül miktarı 10 adet .12,5 mt =125 mt

2-Fransa Müşterisinin 60 adet doğrama siparişinden 30 adet doğraması tamamlanmış olup 30 adet doğramasının üretimine bu hafta başlanacaktır.

Aşağıdaki tabloda hafta içinde gelen 5 adet yeni siparişin, sipariş geliş zamanları, hesaplanan üretim zamanları, üretim giriş-çıkış zamanları ve malzeme tedarik zamanları yer almaktadır. Sipariş üretim zamanları daha önce yapılan zaman etütleri doğrultusunda yeni önerilen sistem metoduyla hesaplanmış olup aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$((\text{Sipariş Metre tülü}) \cdot (1/e)) / (\text{Saatte Üretilcek Doğrama Metre Tülü}) \quad (5.10)$$

“e” değeri, doğrama metre tüllerini, dönüştürülmüş doğrama metre tüllerine çevirmekte kullanılır. Bu siparişte Fransız müşterisine ait ortalama 13,3 metre tül doğramalardan oluşan 30 adet doğrama için kullanılan ortalama çevrim değeri: 0,4’tür. Bu ‘‘Standart Doğrama’’ diye tanımlanan doğramalara göre hesaplanmış bir değer olup, atölyede 1 günlük üretim süresinde 80 adet standart doğrama yapılırken aynı sürede 30 adet Fransa sistem doğraması yapılmaktadır. Atölyenin 1 saatlik üretim diliminde işleyebileceği ortalama profil metre tülü 125 metre tüldür. Öncelikle gelen siparişler bu gözle incelenerek doğrama adetleri, metre tüle çevrilmiş ve saatlik ortalama metre tül miktarına bölünerek ortalama üretim süreleri hesaplanmıştır. Örnek olarak Fransa ve Yurt İçi-C Bayi müşterisinin sipariş üretim zamanları şu şekilde hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Fransa Müşterisi: } & 30 \text{ adet Fransız sistem için doğrama metre tülü } 30 \times 13,3 = 399 \text{ mt} \\ & = (399 \times 1 / 0,4) = 997,5 \text{ mt} \\ & = 997,5 / 125 = 8 \text{ saat olarak bulunmuştur.} \end{aligned}$$

Yurt İçi –C Bayi müşterisi: 100 adet doğrama için e değeri 1 olarak alınmıştır.

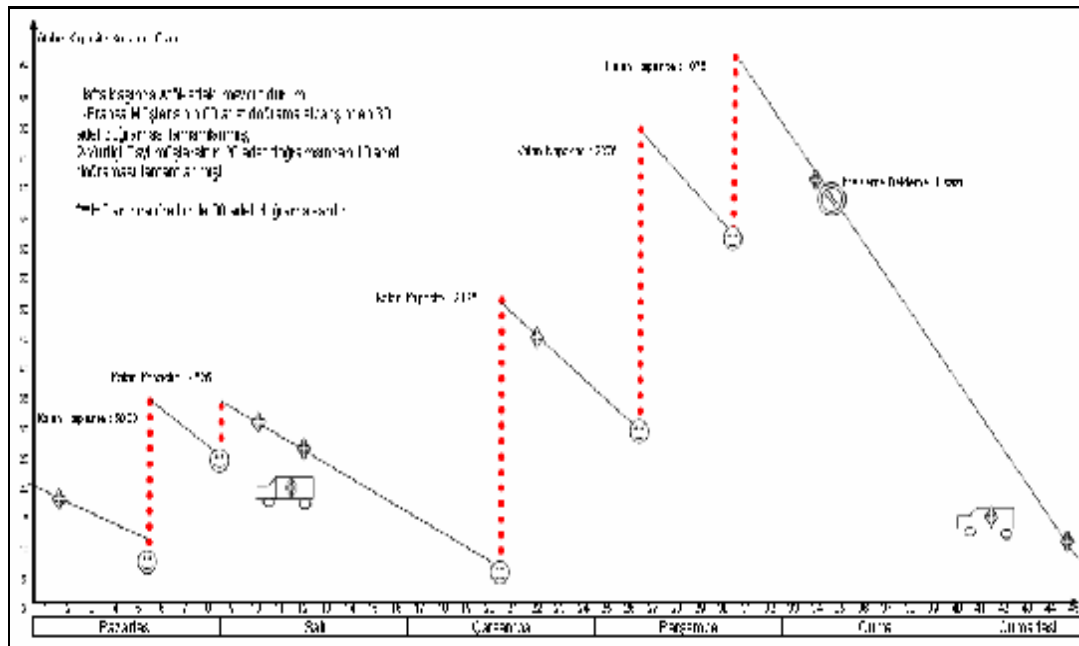
$$\begin{aligned} 100 \text{ adet standart doğramanın metre tülü: } & 100 \times 12,5 \text{ (ortalama metre tül)} = 1250 \text{ mt} \\ & = (1250 \text{ metre tül} \times 1/1) = 1250 \text{ mt} \\ & = 1250 / 125 = 10 \text{ saat} \end{aligned}$$

Tablo 5.11. Sipariş ve teslim tarihi tablosu

Müşteri /Sistem	Sipariş Geliş Zamanı	Düzeltilmiş Üretilecek metre tül	Hesaplanan Üretim Zamanı	Üretime Giriş Saati	Üretimden Çıkış	Malzeme Tedarik Zamanı	Sevk
Yurt İçi -A / standart	0	125 mt	1 saat	0.saat	1.saat	-	12.saat
Fransa / Fransız	0	997,5 mt	8 saat	1.saat	9.saat	-	12.saat
Yurt İçi-B / Standart	8	250 mt	2.saat	9.saat	11.saat	2 saat	12.saat
Hollanda / Hollanda	5	1250 mt	10 saat	11.saat	21.saat	6 saat	43.saat
İngiliz / İngiliz	20	1500 mt	12 saat	21.saat	33.saat	1 saat	43.saat
Yurt İçi-C / Standart	26	1250 mt	10 saat	35.saat	45.saat	9 saat	-
İRAN / Standart	30	625 mt	5 saat	50.saat	55.saat	20 saat	-

Saatlik işlenecek profil metre tülü 125 olarak belirlenmiştir.

Bu hafta içerisinde gelen siparişler, proje grubuna geçen hafta gelmiş olup atölyeye bilgi verilerek gerekli profil, aksesuar hazırlıkları geçen haftadan tamamlanmıştır. Buradaki malzeme hazırlık süreleri bu malzemelerin ilgili bölüm stok alanlarından alınması aşamasındaki sürelerdir. PVC doğrama atölyesinin Atölye Kapasite kullanım oranı / Zaman grafiği aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir.



Şekil 5.13. Atölye Kapasite kullanım oranı - Zaman grafiği

Yukarıdaki grafikte belirtildiği üzere atölyede 2 gün sevkiyat yapılmıştır. Bunlar salı ve cumartesi günü yapılan sevkiyatlar olup (12.saat ve 43.saat) bu sevkiyatlarda Yurt İçi-A, Fransa, Yurt İçi-B, Hollanda, İngiliz, Yurt İçi-C müşterilerinin siparişleri bu haftada içerisinde tamamlanarak müşterilere gönderilmiştir. Geriye kalan İran müşterisinin siparişi önümüzdeki hafta tamamlanarak müşterilere gönderilecektir.

Atölyedeki bir haftalık yapılan gözlemler sonucunda yeni önerilecek metodun gerçekte uygulugu gözlemlenmiştir. Yeni modelin atölyede uygulanabilirliği hakkında daha detaylı bilgiler Bölüm 6'da anlatılmıştır.

BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

6.1.1 Atölye için yeni sistemin önerilmesi

Hazırlanan bu tez çalışmasında, incelenen PVC doğrama atölyesinde teslim tarihi belirleme işleminin nasıl yapıldığı, örnek bir sipariş üzerinden teslim tarihi verilmesi işlemi, en çok kullanılan teslim tarihleri belirleme metotlarının mevcut atölye için uygulanması, atölyenin son iki yıllık siparişleri incelenerek uygun regresyon modelinin oluşturulması ve atölyedeki bir haftalık sipariş bazlı bir modelleme çalışması yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar sonucunda, sipariş parti büyüklükleri küçük fakat ürün çeşitliliği fazla olan atölye tipi üretim yapan işletmelerde teslim tarihi değişkeninin belirlenmesi işlemi görüldüğünden daha zordur. Özellikle ele alınan atölyedeki siparişler incelendiğinde, talep edilen ürün tiplerinin çok çeşitli olması sebebiyle üretilen her bir pencere veya kapının üretim zamanları arasında farklılıklar yer almaktadır. Ayrıca mevcut teslim tarihi belirleme metotlarının atölyede teslim tarihi belirleme işlemleri gerçekleştirilmesi noktasında birebir çözüm sağlamadığı görülmüş ve gelen siparişe göre en uygun teslim tarihinin verilmesi noktasında yeni bir metot geliştirilmiştir. Bu kapsamda mevcut atölye sisteminde teslim tarihi değişkeninin daha kolay belirlenmesi noktasında, tüm doğrama sistemlerinin standart doğrama adı verilen bir birim altında toplanarak tüm işlemlerin tek bir birimde yapılması düşünülmüş ve yeni bir model tasarlanmıştır. Atölye için önerilen model aşağıda yer alan örnek üzerinde açıklanmıştır.

6.1.2. Yeni tasarlanan model örneği

Atölye için geliştirilen yeni modelde, en çok talep edilen doğramalar standart doğrama olarak tanımlanan 1500 mm x 1500 mm ölçülerinde tek açılım kaplamasız

profillerden oluşan doğrama sistemi ile kıyaslanmıştır. Yeni modelde atölyedeki en çok talep edilen doğramalar seçilerek aşağıdaki tabloda yer alan standart doğramaya çevrilmesi amacıyla ‘‘e’’ değerleri hesaplanmıştır. Tablo 5.13’te en çok talep edilen doğrama sistemlerinin çevrimi, üretimindeki operasyonları da göz önünde bulundurularak hesaplanmış ve metre tül değerleri de tabloda gösterilmiştir. Buradaki temel amaç, çeşitli ölçü ve profillerde gelen bir siparişteki pencere ve kapıları tek bir birim altında toplayıp en uygun teslim tarihini vermektir. Örneğin 50 adet çeşitli ölçü ve profillerde gelen bir sipariş için teslim tarihi verilmek istenirse, öncelikle üretimde yer alan doğramalar standart doğrama diye tanımlanan doğramaya çevrilir ve ortalama üretimdeki işlenecek metre tül miktarı bulunur. Bulunan bu değer üretimin standart doğrama olarak belirtilen değer bazında kapasitesinin belirlenmesini sağlar. Daha sonra gelen siparişteki doğramalarda standart doğrama birimi altında toplanarak sipariş metre tül miktarı bulunur. Bu şekilde hem gelen sipariş hem de üretimde yer alan doğramalar tek bir birim altında toplanmış olup, bundan sonra yapılacak işlemler ve hesaplamalar tek bir birim üzerinden yapılarak atölye için en uygun teslim tarihi belirleme işlemleri standartlaştırılmış olur. Bu doğrultuda öncelikle yapılan ilk çalışma standart doğrama birimi altında atölyenin saatlik veya haftalık işleyebileceği metre tül miktarlarının tespit edilmesidir. Atölyenin saatlik ve haftalık işleyebileceği ortalama metre tül miktarları şu şekildedir:

Saatlik Ortalama İşleyebileceği Profil Miktarı: 125 Metre tül

Haftalık (45 saat) İşleyebileceği Profil Miktarı: 5625 Metre tül

Modelin Sorusu:

Atölyeye $t=0$ zamanında, Fransız müşterisinden gelen siparişte 200 adet Fransız doğraması yer almaktadır. Gelen 200 doğramadaki siparişler incelendiğinde aşağıdaki tabloda yer alan 4 tip doğrama istenmiş olup, bu dört tip doğrama için yapılan standart zaman belirleme işlemleri aşağıda belirtilmiştir.

Aşağıdaki tablo 5.12’de dört farklı tiplere için hesaplanmış metre tül miktarı, her bir doğrama tiplemesinden kaç adet istendiği ve toplam metre tül miktarları yer almaktadır.

Tablo 5.12. Sipariş –Metre tül tablosu

	Özellik	Ort.metre tül / adet	adet	Metre Tül
Fransız Sistem	Tek Kanatlı Beyaz Profil	10	130	1300
	Tek Kanatlı Lamineli Profil	10	22	220
	Çift Kanatlı Beyaz Profil	15	18	270
	Çift Kanatlı Lamineli Profil	15	30	450

Toplam: 200 adet 2240 mt

Önerilen yeni metotta; gelen siparişteki metre tül miktarı, daha önceden doğramaların üretimdeki işlemleri ve operasyon durumları göz önüne alınarak hesaplanan sabit bir ‘e’ değerine bölünmesi ile düzeltilmiş metre tül miktarının bulunması sağlanır. Buradaki ‘e’ değerleri aşağıda yer alan yeni model tablosundan alınmıştır. (Bkz. Tablo 5.13.)

$$(1300 / 0,8) + (220 / 0,67) + (270 / 0,37) + (450 / 0,32) = 4089 \quad (6.1)$$

Gerçek Metre Tül Miktarı / ‘e’ düzeltme faktörü = Düzeltilmiş Metre Tül

Düzeltilmiş Metre Tül: 4089 metre tül dür.

Atölyenin bir dakikada işleyebileceği ortalama doğrama metre tül miktarı 2,08 metre tül olup, siparişin gerçekleştirilmesi için gerekli üretim zamanı şu şekilde hesaplanır.

Dakikada işlenecek metre tül miktarı: 2,08 mt/dk

$$=4089 \text{ mt} / 2,08 \text{ mt/dk}$$

Siparişteki tamamlanması için gerekli süre = 1966 dakika = 32,7. saat = 4,0 gündür.

Aynı veriler üzerinde gelen 200 adet doğramayı, üretimdeki hesaplanmış standart zamanları kullanılarak, üretimden çıkış süresi hesaplanırsa, (Bkz. Tablo 5.13)

$$[(6 \text{ dk} \times 130 \text{ adet}) + (7,2 \text{ dk} \times 22 \text{ adet}) + (19,5 \text{ dk} \times 18 \text{ adet}) + (22,8 \text{ dk} \times 30 \text{ adet})]=1973,4 \text{ dk}$$

200 adet doğrama için üretim süresi = 1973,4 dakika = 32,8 saat = 4,1 gündür.

Ayrıca bu sipariş için üretimde izlenmiş siparişin toplamda üretimden 4 günde çıktığı gözlemlenmiştir.

Tablo 5.13.Yeni Model ‘‘e’’ değeri Tablosu

Doğrama Sistemi Özellikleri	ADET	Özellik	‘‘ e ‘‘ değeri	Ortalama Üretim Zamani (dk)
HBSB	1	Lamineli Profil	0,11	180
Sürme Sistemi	1	Beyaz Profil	0,62	19,5
Sürme Sistemi	1	Lamineli Profil	0,50	24
Sürme Sistemi	1	Lamineli-Sineklikli	0,15	78
Wolkswagen Sürme	1	Beyaz Profil	0,31	39
Zamak Menteşeli Kapı	1	Beyaz Profil	0,52	11,1
Zamak Menteşeli Kapı	1	Lamineli Profil	0,44	12,96
Dr.Haan Menteşeli Kapı	1	Beyaz Profil	0,44	12,96
Dr.Haan Menteşeli Kapı	1	Lamineli Profil	0,37	15,6
Fransız Sistem	1	Tek Kanatlı Beyaz Profil	0,80	6
Fransız Sistem	1	Tek Kanatlı Lamineli Profil	0,67	7,2
Fransız Sistem	1	Çift Kanatlı Beyaz Profil	0,37	19,5
Fransız Sistem	1	Çift Kanatlı Lamineli Profil	0,32	22,8
Fransız Sistem	1	Üç Kanatlı Beyaz Profil	0,31	31,2
Fransız Sistem	1	Üç Kanatlı Lamineli Profil	0,25	39
Hollanda Sistem	1	Tek Kanatlı Beyaz Profil	0,83	7,2
Hollanda Sistem	1	Tek Kanatlı Lamineli Profil	0,46	12,96
Hollanda Sistem	1	Çift Kanatlı Beyaz Profil (O. K)	0,49	19,5
Hollanda Sistem	1	Çift Kanatlı Lamineli Profil (O. K)	0,37	25,8
İngiliz Sistem	1	Çift Orta Kayıtlı Tek Kanat	0,15	78
Açılı Doğramalar	1	Tüm Sistem	0,18	39
Kemer	1	Tüm Sistem	0,37	19,5

Atölye için önerilen metotta temel amaç; gelen siparişleri doğrama sistem ve özelliklerine göre sınıflandırıp, siparişteki kullanılacak olan toplam doğrama metre tül miktarları üzerinden teslim tarihi hesaplamalarının yapılmasıdır. (Bkz. Ek-B)

Buradaki temel değişken, gelen siparişteki doğramaların büyüklüğü ve kullanılacak olan profil miktarıdır. Yapılan hesaplamalar sonucunda her doğrama sistemi atölyedeki standart ürün diye tanımlanan 1500 mm x 1500 mm ölçülerindeki doğrama ile kıyaslama yapılması için uygun ‘e’ değerleri belirlenmiştir. Buradaki ‘e’ değerleri her ürün grubu için ayrı olup doğramaların standart doğrama sistemine çevrilerek işlem yapılması için kullanılmıştır.

Bu faktör hem yeni gelen bir siparişin üretim zamanının tespit edilmesinde, hem de üretimde olan bir siparişin kalan zamanının tespit edilmesinde kullanılmıştır. Üretimdeki siparişlerin ne zaman tamamlanacağı ve mevcut atölyedeki iş yükünün tahmin edilmesi noktasında atölyedeki planlama programından alınan veriler düzeltme faktörü ile çarpılarak standart doğrama sistemine dönüştürülmüş, atölyenin saatlik kapasitesine bölünerek mevcut işlerin ne zaman bitirileceği noktasından hesaplamalar yapılmıştır.

Atölye tipi üretimlerde temel amaç, üretilen ürünlerin standart hale getirilerek istenilen kalite ürünün sistemde en uygun sürede üretilmesidir. Bu amaçla hazırlanan bu çalışmada mevcut doğrama atölyesindeki doğrama çeşitliliği tek bir ürün ile ilişkilendirilmiş ve teslim tarihi belirleme aşamasında atölyedeki ürünler ve yeni gelen doğramalar ortak bir birim olan standart doğrama birimi kullanılarak işlemler yapılmıştır.

Aşağıda teslim tarihinin atölyede daha kolay hesaplanması noktasında teslim tarihi belirleme formu oluşturulmuş ve yeni gelen bir sipariş için çalışma yapılarak ekran çıktısını örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.14. Sipariş teslim tarihi belirleme formu

					Tarih: 01.04.2010
Yeni Sipariş					
DOĞRAMA TİPLERİ	Merte Tül	Adet	e sabiti	Düzenlenmiş (Mt)	Üretim Zamanı (sa)
Sürme Sistemi	27	5	0,62	217,74	1,74
Zamak Ment. Kapı	17,4	2	0,52	66,92	0,54
Zamak Ment. Kapı	17,4	3	0,44	118,64	0,95
Fransız Sistem	13,41	20	0,8	335,25	2,69
Fransız Sistem	21,5	13	0,37	755,41	6,05
Fransız Sistem	21,5	23	0,32	1545,31	12,38
Fransız Sistem	24	2	0,25	192,00	1,54
Hollanda Sistem	19,2	3	0,46	125,22	1,00
Hollanda Sistem	25,2	10	0,49	514,29	4,12
TOPLAM		81		3870,77	31,0

ÜRETİMDEKİ İŞ YÜKÜ					
Fransız Sistem	13,41	30	0,8	502,88	4,03
Fransız Sistem	21,5	13	0,37	755,41	6,05
Stndar Sistem	24	50	1	1200,00	9,62
TOPLAM		93,00		2458,28	19,7

01.04.2010 - 03.04.2010	Üretimde Kalan Kapasite / Kalan Saat	2625,00 mt / 21 sa
03.04.2011 - 04.04.2010	Üretimde Kalan Kapasite / Kalan Saat	121,09 mt / 1 sa
05.04.2010 - 10.04.2010	Üretimde Kalan Kapasite / Kalan Saat	5625,00 mt / 45 sa

MALZEME HAZIRLIK					
Üretim Öncesi Yarı Mamuller					
Teslim tarihi belirleme bileşenleri	Stok Durumu		Tedarik Edilecek		
	Mevcut	Mevcut Değil	Bölüm	Açıklama	Tarih
Profil Talebi	<input checked="" type="checkbox"/>		Ekstrüzyon	Fabrika İçi	
Kaplama Profil Talepleri		<input checked="" type="checkbox"/>	Lamine	Fabrika İçi	3 gün
Destek Saçı	<input checked="" type="checkbox"/>		Depo	Fabrika İçi	
Aksesuar	<input checked="" type="checkbox"/>		Depo	Fabrika İçi	
Bitmiş Doğrama Yarı Mamulleri					
Cam		<input checked="" type="checkbox"/>	Tedarikçi	Fabrika Dışı	3 gün
Panjur			Panjur	Fabrika İçi	
Panel			Tedarikçi	Fabrika Dışı	
Palet		<input checked="" type="checkbox"/>	Tedarikçi	Fabrika Dışı	4 gün

TESLİM TARİHİ				
Siparişin Geliş Tarihi	Malzeme Tedariki	Üretime Giriş	Cam/ Palet Tedariki	Üretimden Çıkış
01.04.2010	05.04.2010	05,04.2010	05.04.2010	09.04.2011

Atölyede yapılan yeni model uygulama çalışmalarında, 15 farklı sipariş seçilerek teslim tarihi belirleme çalışması yapılmış ve toplamda 12 sipariş doğru tahmin edilerek % 80 başarı sağlanmıştır. Diğer üç siparişin bir tanesi iki gün, diğeri bir gün erken tahmin edilmişken, son sipariş bir gün erken tamamlanmıştır. Buna göre toplamda negatif gecikme üç gün iken pozitif gecikme bir gündür. (Bkz. Ek-C)

6.1.3. Teslim tarihinin kısaltılması için yapılan çalışmalar

Atölyede teslim tarihinin kısaltılması noktasında öncelikle son iki yıllık veriler incelenmiş ve ortalama bir siparişteki malzeme hazırlık sürelerinin üretim süresine göre çok fazla olduğu görülmüştür. Mevcut sürelerin mümkün olduğunca kısaltılması noktasında yapılan çalışmada, müşterinin siparişi satış-pazarlama bölümüne iletdikten sonra sipariş gerçekleşmesi muhtemel bir sipariş durumunda ise atölye ile iletişime geçilerek mevcut siparişte yer alan profil, destek sacı ve aksesuar hazırlıklarının tamamlanması sağlanmış ve sipariş onayı atölyeye iletdikten sonra sadece üretim programı yoğunluğuna bakılarak siparişin üretime aktarılması işlemi gerçekleştirilerek malzeme hazırlık süreleri azaltılmıştır.

Böylelikle müşterinin siparişinin ücretini yatırana kadar geçen süre zarfında müşterinin malzeme hazırlıkları tamamlanması sağlanarak gerekli yarı mamul stokları yapılmaktadır. Özellikle yurt dışı müşterilerinde gelen siparişler incelendiğinde gelen kapı-pencere taleplerinde yer alan profil çeşitliliği atölyede stok tutma işlemini zorlaştırmaktadır. Ancak yapılan çalışmada özellikle atölye için önem arz eden ve sipariş miktarı açısından bakıldığında ilk sıralarda yer alan müşterilerden gelen siparişler incelenerek belirli bir emniyet stoku tutulmaya başlanmıştır. Örneğin, yaklaşık iki haftada bir sipariş veren Fransa müşterisinin istemiş olduğu profiller için atölye stoklarında düzenleme yapılarak prosesin ilk başlangıç noktası olan otomatik kesim makinesinin ön bölümünde yer alan stok alanında profiller girdi kontrolleri yapılarak stoklama yapılmaya başlanmıştır. Doğramada kullanılan diğeri yarı mamul olan destek sacları ve aksesuarlar için yapılan çalışmada, fabrika bünyesinde yer alan depo bölümü ile görüşülerek en çok kullanılan destek sacları ile aksesuarlar çıkartılarak emniyet stok miktarları artırılmış ve profil kesim işlemine başlanmadan en az bir gün önceden destek sacı kesim listesi üretime verilerek destek saclarının

kesim işlemleri gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Ayrıca malzeme hazırlık zamanlarının indirilmesinden sonraki aşamada atölyede en çok çalışılan doğrama tipleri ele alınarak ortama üretim zamanları hesaplanmıştır. Hesaplanan üretim zamanları doğrultusunda hatta çalışan personel sayıları tekrar revize edilerek iş yüküne göre adam planlaması yapılmıştır.

6.2. Öneriler

Önerilen yeni metotta atölyede en çok talep edilen ürünler, standart ürün olarak belirlenen ürüne çevrilerek tek bir birim altında işlemler yürütülmüş ve en uygun teslim tarihleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışılan atölye gibi üretilen ürünlerin tek bir birim altında toplanması mümkün olan atölyeler için önerilen sistemde teslim tarihinin gerçeğe daha yaklaştırılması noktasında atölyedeki tüm ürünler tek bir birim çatısı altında toplanarak teslim tarihi verme işlemi daha da kolaylaştırılmış olur.

Geleceğe yönelik yapılacak çalışmalarda ise önerilen yeni metodun bir program dili ile yazılımın gerçekleştirilerek teslim tarihi verilmesi işleminin daha kolay ve standart hale dönüştürülmesidir. Çalışılan atölye için önerilen bu metod atölyenin excel ara yüzünde hazırladığı atölye planlama programına entegre edilerek bir sipariş geldiğinde üretimdeki iş yükü, siparişin üretime ne zaman verileceği, siparişin üretimden ne zaman çıkacağı noktasında bilgi sahibi olunarak, müşteri için en uygun teslim tarihi belirleme işlemi gerçekleştirilmesi planlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] BIRMAN, M. and MOSHEIOV, G., A note on a due-date assignment on a two-machine flow-shop, *Computers and Operations Research*, 31, s. 470-480, 2004.
- [2] MOSHEIOV, G and SIDNEY J.B., Scheduling with general job-dependent learning curves. *European Journal of Operational Research*, 147, s.660-670, 2003.
- [3] MOSHEIOV, G., A Common due date assignment problem on parallel identical machines, *Computers and Operations Research*, No.28, s.715- 735, 2001.
- [4] GUPTA, J. N., D. KRUGER., K. LAUFF., V. WERNER, F. SOTSKOV, Y. N., Heuristics for Flow Shops with Controllable Processing Times and Assignable Due Dates, *Computers and Operations Research*, No. 29, s. 1417-1439, 2002.
- [5] SABUNCUOGLU, I., COMLEKCI, A., Operation Based Flow Time Estimation in a Dynamic Job Shop, *Omega*, No. 30, s. 423-442, 2002.
- [6] CHENG T.C.E. and KOVALYOV M.Y., Batch scheduling and common due-date assignment on a single machine. *Discrete Applied Mathematics*, 70(3), s.231-245, 1996.
- [7] CHENG T.C.E. and JIANG J., Job shop scheduling for missed due-date performance. *Computers and Industrial Engineering*, 34, s.297-307, 1998.
- [8] TAŞGETİREN, M. F., CEDİMOĞLU, İ.H., İNCE., B., Teslim tarihi oluşturma yöntemleri üzerine bir karşılaştırma, *YA/EM'95 Bildirileri*, ODTÜ, Ankara, 1995.
- [9] CHENG T.C.E., CHEN Z.-L. and SHAKHLEVICH N.V., Common due date assignment and scheduling with ready times. *Computers and Operations Research*, 29, s.1957-1967, 2002.
- [10] CHENG T.C.E. and KOVALYOV M.Y. Complexity of parallel machine scheduling with processing-plus-wait due dates to minimize maximum absolute lateness. *European Journal of Operational Research*, 114, s. 403-410, 1999.

- [11] GORDON V., PROTH J.M. and CHU C., A survey of the state-of-the-art of common due date assignment and scheduling research. *European Journal of Operational Research*, 139, s.1-25, 2002.
- [12] MIN, L., CHENG. W., Genetic algorithms for the optimal common due date assignment and the optimal scheduling policy in parallel machine earliness/tardiness scheduling problems, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, No. 22, s. 279-287, 2006.
- [13] ADAM, N.R., BERTRAND, J.W.M., DIANE, C. M. and SURKIS J., Due date assignment procedures with dynamically updated coefficients for multi-level assembly job shops. *European Journal of Operational Research*, 68(2), s. 212-227, 1993.
- [14] BOCK, D. B., PATTERSON, J. H., A Comparison of due date setting, resource assignment, and job preemption heuristics for the multi project scheduling problem, *Decision Sciences*, No. 21-2, s. 387-402, 1990.
- [15] BAGCHI, U., JULIEN, F. M., MAGAZINE, M. J., Note: Due date assignment to multi job customer orders, *Management Science*, No. 40-10, s. 1389-1392, 1994.
- [16] PHILIPOOM, P. R., The choice of dispatching rules in a shop using internally set due dates with quoted lead time and tardiness costs, *International Journal of Production Research*, No. 7, s. 1641-1655, 2000.
- [17] YANG, S., WANG, D., A new adaptive neural network and heuristics approach for Job shop scheduling, *Computers and Operations Research*, No. 28, s. 955-971, 2001.
- [18] XIAO, W. Q., LI, C. L., Approximation algorithms for common due date assignment and job scheduling on parallel machines, *IIE Transactions*, No. 34, s. 467-477, 2002.
- [19] FRY, T. D., PHILIPOOM, P. R., MARKLAND, R. E., Due date assignment in a multistage job shop, *IIE Transactions*, No. 21-2, s. 153 161, 1989.
- [20] AHMED, I., FISHER, W. W., Due date assignment, job order release, and sequencing interaction in Job shop scheduling, *Decision Sciences*, No. 23-3, s. 633-647, 1992.
- [21] BISKUP D. and JAHNKE H., Common due date assignment for scheduling on single machine with jointly reducible processing times. *International Journal of Production Economics*, 69, 317-322, 2001.
- [22] WANG, C. S., UZSOY, R., A genetic algorithm to minimize maximum lateness on a batch processing machine, *Computers and Operations Research*, No. 29, s. 1621-1640, 2002.

- [23] SONG, D. P., HICKS, C., EARL, C. F., Product due date assignment for complex assemblies, *International Journal of Economics*, No. 76, s. 243-256, 2002.
- [24] QI X., YU G. and BARD J.F. Single machine scheduling with assignable due dates. *Discrete Applied Mathematics*, 122, s. 211-233, 2002.
- [25] GOKSEN, Y. ERDEM S., Hücresel üretim sisteminde makine-parça ailelerinin oluşturulmasında dengeli talep-kapasite ve dengesiz talep-kapasite durumunun analizi, *D.E.Ü.İ.B.F.Dergisi Cilt:18 Sayı:2*, s:99- 111, 2003.
- [26] DEMİR M., Hulusi ve GUMUŞOĞLU Ş., *Üretim/İşlemler Yönetimi*, Beta Basım Yayın, İstanbul, 1994.
- [27] MUCUK, İ., *Modern İşletmecilik*, İstanbul Türkmen Kitabevi, 2001.
- [28] ÜRETEN, S., *Üretim / İşlemler Yönetimi*, Ankara Basar Ofset, 1999.
- [29] KOBU, B., *Üretim Yönetimi*, İstanbul Avcıol Basım Yayın, 2003.
- [30] BARUTÇUGİL, İ. S., *Üretim Sistemi ve Yönetimi Teknikleri*, Bursa Uludağ Üniversitesi Yayınları, 1988.
- [31] İPEK M., Dinamik atölye çizelgelemede yapay sinir ağı ile teslim tarihi belirlenmesi, SAÜ Doktora Tezi, Sakarya, 2007.
- [32] DEMİR H.I., Bütünleşik proses planlama çizelgeleme ve teslim tarihi belirleme, SAÜ Doktora Tezi, Sakarya, 2005.
- [33] PINEDO M., CHAO X., *Operations scheduling with applications in manufacturing and services*, 1999.
- [34] MORTON T. E. and PENTICO D.W., *Heuristic scheduling systems with applications to production systems and project management*, USA John Wiley & Sons, 1993.
- [35] YUKSEL, H., *ASASPEN Teknik Katalog*, 2010.
- [36] YENIGUN, E., *ASASPEN Kalite El Kitabı*, 2009..
- [37] ADAM N.R., BERTRAND J.W.M., DIANE C. M. and SURKIS J. Due date assignment procedures with dynamically updated coefficients for multi-level assembly job shops. *European Journal of Operational Research*, 68(2), s.212-227, 1993.
- [38] GÜVENTÜRK, M., *Simülasyon-Benzetim, Sihir-Teknik-Sanat, Otomasyon*, s.72, Kasım, 1995.
- [39] SARIASLAN, H., *Simülasyon Tekniği*, Turhan Kitabevi, Ankara, 1988.

ÖZGEÇMİŞ

Erhan Yenigün, 03.01.1986'da Keşan'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Çanakkale'nin Gelibolu ilçesinde tamamladı. 2004 yılında Gelibolu Anadolu Lisesinden mezun oldu. 2004 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünü 2008 yılında bitirdi.2008 yılı eylülünde Sakarya Üniversite Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimine başladı Üniversite eğitimi boyunca çeşitli firmalarda staj ve proje çalışmaları yaptı. Bunlar; Şen Piliç-İş ve Metot Etüdü çalışması, Kale Seramik-staj çalışması, Isılsan Makine Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi-staj çalışması, Gözaydın Mühendislik-kalite yönetim sistemi proje çalışması, Akkur Plastik İthalat Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi-kalite yönetim sistemi kurulum çalışması ve ASAŞ Alüminyum Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi- kalite yönetim sistemlerinin kurulumu ve işletilmesi üzerine çalışmalarda bulundu. Şu anda ASAŞ Alüminyum Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketinde Kalite Yönetim Sorumlusu olarak görev yapmaktadır.