

**TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİNDE
BİLEŞKE PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ MODELİ**

Oğuzhan BULUT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2006
ANKARA**

Oğuzhan BULUT tarafından hazırlanan TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİNDE BİLEŞKE PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ MODELİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ertan GÜNER
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Tarih : / / 2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Oğuzhan BULUT

**TAM ZAMANINDA ÜRETİM SİSTEMİNDE
BİLEŞKE PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ MODELİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Oğuzhan BULUT

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2006**

ÖZET

Tam Zamanında Üretim Sisteminde amaç, ürüne değer katmayan her türlü faaliyetin en küçüklenmesidir. Bu amaç doğrultusunda, nihai ürünler küçük partiler halinde üretilirken, hammaddeler de küçük partiler halinde satın alınmalıdır. Böylece gereksiz stoklama ve bunun sebep olacağı stok maliyeti en küçüklenecektir. Bu çalışmada, Tam Zamanında Üretim Sisteminde parti büyüklüğü problemi ele alınmış, hammadde tedarigi ve bitmiş ürün dağıtımı ilişkisi analiz edilerek, gerçek sistemlerde olduğu gibi her ikisini de dikkate alan bileşke parti büyüklüğü modeli geliştirilmiştir. Modelin sonuçları literatürdeki benzer çalışmalarla hem deneysel hem de gerçek veriler kullanılarak karşılaştırılmış ve kurulan matematiksel modelin diğer modellerin sunduğu çözümleri %100 kapsadığı ve bazı veri setlerinde daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, model üzerinde duyarlılık analizi yapılarak, değişken girdilerin model üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

**Bilim Kodu : 906
Anahtar Kelimeler : Tam Zamanında Üretim (TZÜ), Parti büyüklüğü
Sayfa Adedi : 107
Tez Yöneticisi : Doç . Dr. Ertan GÜNER**

**A RESULTANT BATCH SIZE MODEL FOR
JUST- IN- TIME MANUFACTURING SYTEM**

(M.Sc. Thesis)

Oğuzhan BULUT

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2006

ABSTRACT

The purpose of the Just-In-Time manufacturing system (JIT) is to minimize the each activities which don't add value to finished products. Because of this purpose , while the finished products are manufactured in small lots, the raw materials are procured in small lots too. In this way, it minimizes inventory and inventory holding cost . In this study, it is considered the batch size problem for JIT manufacturing system and a resultant batch size model which is considered the raw material and finished products is developed to analyse the relationship between the procurement of raw materials and the delivery of the finished products. The solutions of the model has been compared the similar studies in literature by using both experimental data and real system data. It has been determined the developed mathematical model contains the other model's solutions %100 and also on some data sets the solutions of the model is better than the others. The sensitivity analysis of the model has been carried out for the effects of the variable data.

Science Code : 906
Key Words : Just-In-Time(JIT), Batch Size
Page Number : 107
Adviser : Assoc. Prof. Dr. Ertan GÜNER

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren ve en sıkıntılı zamanlarımda bana yardımcı olan hocam Doç. Dr. Ertan GÜNER'e ; çalışmalarına azimle sarılmam için beni sürekli destekleyen başta Sayın Adil İŞILDAK ve Sayın Hikmet KARADEMİR olmak üzere tüm İŞILDAK GROUP çalışanlarına; manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. TAM ZAMANINDA ÜRETİM.....	3
2.1. İtme ve Çekme Sistemleri.....	4
2.2. Tam Zamanında Üretim Sistemi Bileşenleri	8
2.3. Kanban Sistemi	10
2.3.1. Kanban sisteminin işleyişi	12
2.4. Tam Zamanında Üretim Sisteminde Kalite	16
2.5. Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçi İlişkileri.....	18
3. PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ MODELLERİ	21
3.1. Parti Büyüklüğü ile İlgili Literatür Araştırması	23
3.1.1. Statik parti büyüklüğü modelleri	23
3.1.2. Dinamik parti büyüklüğü modelleri.....	27
3.1.3. Karmaşık parti büyüklüğü modelleri	37
4. BİLEŞKE PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ MODELİ VE UYGULAMASI	45

	Sayfa
4.1. Model Yaklaşımı.....	46
4.2. Matematiksel Model	47
4.3. Model Çözümü	52
4.4. Çözüm Kalitesi	54
4.5. Duyarlılık Analizi.....	61
4.6. Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	68
5. SONUÇ	69
KAYNAKLAR	70
EKLER	73
EK-1 Toplam maliyet fonksiyonunun konvekslik ispatı	74
EK-2 Örnek 3 için bileşke model program çıktıları	75
EK-3 Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları	85
ÖZGEÇMİŞ.....	107

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Stok tutmaya yol açan nedenler	18
Çizelge 2.2. TZÜ satınalma uygulamalarının başarısını etkileyen faktörler	20
Çizelge 3.1. Parti büyüklüğü modellerinin karşılaştırılması	36
Çizelge 4.1. Örnek 1 bileşke model çözüm kümesi.....	56
Çizelge 4.2. Örnek 1 için sarker modeli çözüm kümesi.....	57
Çizelge 4.3. Örnek 2 için çözüm karşılaştırılması	58
Çizelge 4.4. Tüm parçalar için bileşke model-sarker modeli karşılaştırılması	60
Çizelge 4.5. fr'ye olan duyarlılık analizi sonuçları.....	61
Çizelge 4.6. Hr'ye olan duyarlılık analizi sonuçları	63
Çizelge 4.7. Ap'ye olan duyarlılık analizi sonuçları	64
Çizelge 4.8. Ar'ye olan duyarlılık analizi sonuçları	65
Çizelge 4.9. Ap'ye olan duyarlılık analizi sonuçları	67

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. İtme sistemleri	5
Şekil 2.2. Çekme sistemleri.....	6
Şekil 2.3. Kullanılan kanban tipleri	11
Şekil 2.4. Kanban zinciri ve parça hareketi	13
Şekil 3.1. Parti büyüklüğü modelleri.....	23
Şekil 3.2. Parça dönem dengesi yöntemi algoritması	32
Şekil 3.3. Ürün ve hammadde stoğu grafiği	42
Şekil 4.1. Bitmiş ürün ve hammadde stoğu.....	48
Şekil 4.2. Örnek 1 toplam maliyet-m grafiği	56
Şekil 4.3. fr'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği.....	62
Şekil 4.4. Hr'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği	64
Şekil 4.5. Hp'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği	65
Şekil 4.6. Ar'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği	66
Şekil 4.7. Ap'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği	67

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Örnek 1 için bileşke model program çıktısı	57
Resim 4.2. Örnek 2 için bileşke model program çıktısı	58
Resim 4.3. 20241 no'lu parça için bileşke model program çıktısı.....	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
D_p	P ürünü için yıllık talep miktarı
D_r	Yıllık r hammaddesinin talep miktarı
A_p	P ürünü için hazırlık maliyeti
A_r	R hammaddesi sipariş verme maliyeti
H_p	P ürünü için yıllık stok tutma maliyeti
H_r	R hammaddesi için yıllık stok tutma maliyeti
f_r	Birim ürün için gerekli hammadde miktarı
F_t	t dönemindeki ortalama maliyet
I_{ort}	Ortalama bitmiş ürün stoğu
L	Ardışık teslimatlar arası zaman
m	Bitmiş ürün teslimat sayısı
n	Çevrim zamanı boyunca hammadde sipariş sayısı
P	Yıllık üretim oranı
Q	Ekonomik sipariş miktarı
Q_p	Üretim parti büyüklüğü
Q_r	Hammadde sipariş miktarı
x	Düzenli aralıklarla tüketiciye ulaştırılan teslimat miktarı
π	Yok satma maliyeti

Kısaltmalar	Açıklama
TZÜ	Tam Zamanında Üretim

1.GİRİŞ

Tam Zamanında Üretim (TZÜ) sistemi Japonya'da ikinci dünya savaşından sonra uygulanmaya başlanmasına rağmen, batı dünyasında "Japon mucizesinin" araştırılması son 20 yıla denk gelmektedir. Özellikle 1980'lerden sonra dünyada kendini gösteren küreselleşme ve bunun getirdiği bazı sorunlar TZÜ'nün yeniden ele alınmasına sebep olmuştur. Dünya çapındaki güven krizleri ve piyasaların güven arayışına yönelmesi, tedarikçi ve satıcılar arasında kalıcı, güvenli bir ilişki öngören ve müşteri tatminini en büyükmeye çalışan TZÜ sistemini daha popüler kılmıştır. TZÜ, üretimde her türlü atığı ve dolayısıyla atık maliyetini en küçükmeye çalıştığı için küresel rekabette öne çıkmaya ve kalıcı olmaya çalışan firmaları bu sisteme yöneltmiştir.

Tam Zamanında Üretim sisteminde, ürüne değer katmayan israf noktalarının başında hammadde ve bitmiş ürün stokları gelmektedir. Dolayısıyla, bu stokların mümkün olduğu kadar en küçükleme asıl amaçlardan biridir. Tedarikçilerle yapılan uzun dönemli anlaşmalarla, istenilen kalitede ve miktarda hammadde tedariki yapılırken, perakendecilerle yapılan anlaşmalarla da bitmiş ürünler istenilen miktar ve kalitede sevk edilmektedir.

Bu çalışmada, öncelikle Tam Zamanında Üretim sistemi ana hatlarıyla ele alınarak, önerilen modele esas teşkil eden sistem beklenti ve özellikleri anlatılmıştır. Parti büyüklüğü probleminde ilişkin olarak, tedarikçiden partiler halinde aldığı hammaddeyi üretim süreçlerinden geçirerek bitmiş ürüne çeviren ve bitmiş ürünleri zamanın belirli noktalarında, sabit miktarlarda perakendeciye sunan bir tam zamanlı üretim çevresi dikkate alınmıştır. Üretim parti büyüklüğü ile hammadde sipariş miktarının birbirinden bağımsız düşünülmemeyeceği ortaya konulmuştur.

Buradan hareketle, hammadde maliyetini en küçükleme için tedarikçilere küçük partiler halinde sipariş verilmesi ve bitmiş ürün stok maliyetini en küçükleme için de üretim parti büyüklüğü ve dağıtım miktarlarını küçük partiler halinde yapmak gerekliliği vurgulanmıştır. Bunların ışığında, hem

hammadde tedarigi hem de bitmiş ürün dağıtımını göz önünde bulunduran bir bileşke model geliştirilmiştir. Modelin sonuçları literatürdeki benzer çalışmalarla, deneysel ve gerçek veriler kullanılarak karşılaştırılmış ve kurulan matematiksel modelin diğer modellerin sunduğu çözümleri tam olarak kapsadığı ve daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Ayrıca model üzerinde duyarlılık analizi yapılarak, değişken girdilerin model üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde, tam zamanında üretim sistemine ilişkin temel kavramlar ve tedarikçi ilişkileri konularına değinilirken, üçüncü bölümde, literatürde mevcut bulunan parti büyüklüğü modelleri özetlenmiştir. Dördüncü bölümde ise, geliştirilen bileşke parti büyüklüğü modeli uygulamalı olarak anlatılmış, duyarlılık analizleri yapılmıştır. Çalışma, genel bir değerlendirmenin yapıldığı sonuç bölümü ile tamamlanmıştır.

2. TAM ZAMANINDA ÜRETİM (TZÜ)

İlk kez TOYOTA motor fabrikası başkanı Taiichi Ohno tarafından 1940 yıllarında geliştirilip, uygulamaya konan Tam Zamanında Üretim yaklaşımı, Japonların savaş sonrası içinde buldukları ekonomik koşulların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. II. Dünya Savaşı sonrası zaten kısıtlı olan doğal kaynaklara, işgücü ve sermaye kaynaklarının da yetersizliği eklenince Japonya, ekonomik varlığını sürdürürebilmek için kısıtlı olan kaynakları mümkün olan en düşük maliyetle kullanmayı öğrenmek zorunda kalmıştır [1].

Tam Zamanında terimi, sadece gerekli parçaların gerekli olduğu miktarlarda, gerekli görülen kalite düzeyinde, gerekli olduğu zaman ve yerde üretilmesi durumunu açıklar. Yalnızca imalatla ilgili etkinliklerde değil, malzeme temininden depolamaya, bakım onarımdan mühendislik tasarımına, satıştan üst yönetime kadar üretim sisteminin diğer fonksiyonel alanlarında da etkisini hissettirir. Çünkü TZÜ, tüm kuruluştaki zaman ve kaynak kayıplarının önlenmesi ve yok edilmesi yoluyla iş verimliliğinde önemli ölçüde ve sürekli iyileştirmeyi amaçlayan bir stratejidir. Daha genel bir ifade ile TZÜ felsefesi, tüm birimlerin katılımıyla en az maliyet ve en yüksek müşteri memnuniyetini sağlayacak sürekli iyileştirmeyi amaçlayan bir stratejidir.

Önce sat sonra üret şeklinde özetlenebilecek bu ilkenin işleyişinde mamul-yarı mamul ve malzemedan oluşan gereksiz stoklar ortadan kalkmaktadır [2].

TZÜ'nin hedefi üretimde üretkenliği engelleyen, müşterilere gereksiz maliyetler yükleyen veya firmanın rekabet gücünü tehlikeye sokan her türlü elemanı ortadan kaldırmaktır. TZÜ sisteminin geçmiş uygulamaları yok etmek gibi bir iddiası yoktur. Kendi içinde entegre bir sistem olmasına rağmen, uygulamada kuruluşun bütün birimlerini içine alması gerekmez. Ancak TZÜ, yan sanayi ilişkilerinden teslimata kadar, üretimle ilgili her aşamada, geleneksel yaklaşıma ters düşebilecek yeni kavram ve davranış değişiklikleri gerektiren bir sistemdir.

Tam Zamanında Üretim ortamında; üretimin tüm aşamalarında israfın ortadan kaldırılması hedefine ulaşabilmek için, aşağıda belirtilen ikincil hedeflerin gerçekleştirilmesi gereklidir :

- 1- Miktar ve çeşit açısından talepteki günlük ve aylık dalgalanmalara sistemin uyumunu sağlamak üzere kalite kontrol fonksiyonunun geliştirilmesi,
- 2- Her sürecin, sonraki süreçlere sadece hatasız parçaları göndermesini sağlamak üzere; kalite güvence sisteminin kurulması,
- 3- Sistemin insan kaynağını kullanarak maliyet azaltma hedefine ulaşabilmesini sağlamak üzere, insana saygının egemen olduğu bir örgüt kültürünün oluşturulması,
- 4- Kaynakların etkili kullanımı.

2.1. İtme ve Çekme Sistemleri

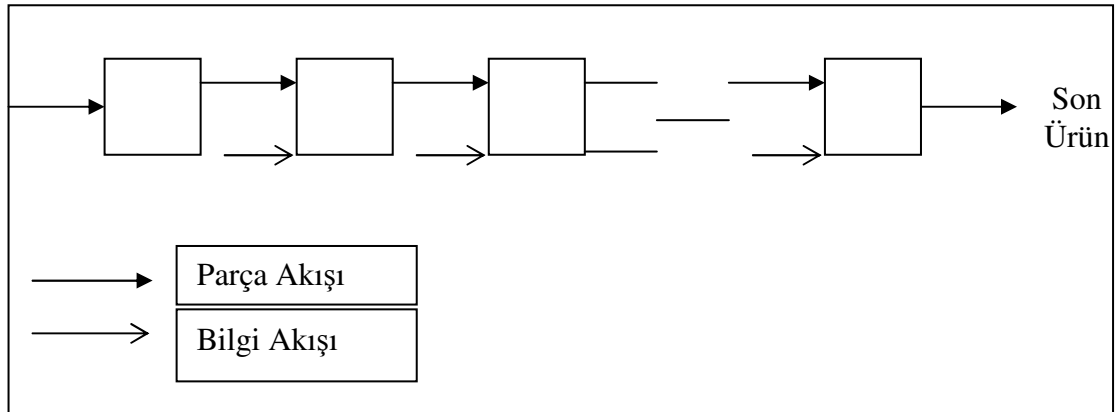
Üretim kontrol sistemleri genel olarak "itme" ve "çekme" sistemleri olarak ikiye ayrılır. Atölye seviyesinde üretim kontrolü, itme ve çekme sistemleri olarak sınıflandırılabilir [3].

İtme sistemleri

İtme sistemlerinde, üretim ve envanter kontrolü, tahmin edilen talep değerlerine dayanır; bu değerlere göre üretim çizelgesi oluşturulur ve üretim bu çizelgeye göre yapılır.

Bilgi, hattın başından sonuna doğru akar. Talep ilk aşamada bellidir ve üretim bu aşamada talep için gerekli hammadde ulaştığında başlar. Bir aşamada biten iş, ilave işlem için diğer aşamaya hareket eder. Bir sonraki aşamanın üretim işlemi bu durumda bir önceki aşamadan kaynaklanan işlerden oluşur. Bu yolla, her işin üretimi önceki süreçten itilir (Şekil 2.1).

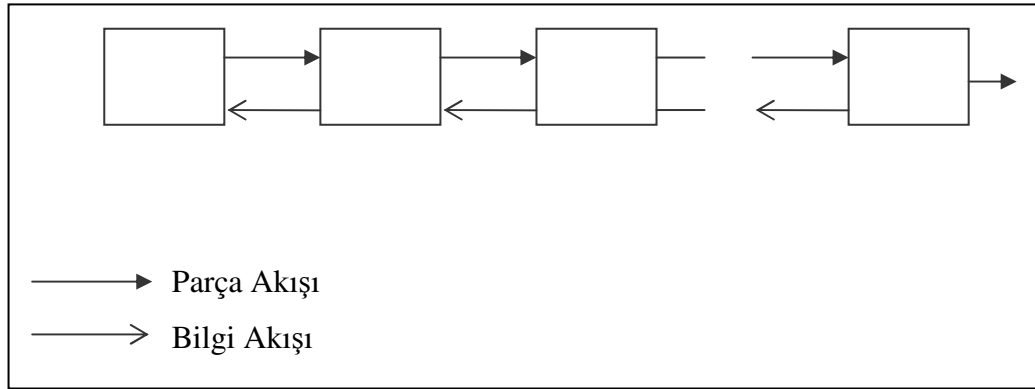
İmalatçıların çoğu, talep tahminlerine dayanarak üretim çizelgelerini hazırlamaktadır. Bu üretim çizelgelerine göre iş emirleri atölyeye verilir. İşler öncelik sırasına göre iş merkezlerinde işlenir. Yani parçalar imal edilir ve gerekli olduğu bir sonraki atölyeye veya stoğa gönderilir. Böylece malzemeler çizelgeye göre üretim boyunca itilirler. Bu sistemde üretim planlama kontrol bölümü, planlanan ve gerçekleşen üretim miktarlarını kontrol eder, sapmaları ortaya çıkarır. Bu sapmaları azaltmak veya ortadan kaldırmak için uğraşır [3].



Şekil 2.1. İtme sistemleri

Çekme sistemleri

Bu sistemde bir önceki aşamanın üretimi sonraki aşamanın talebi tarafından tetiklenir. Sonraki süreç önceki sürecin deposundan, sadece kullandığı hız, miktar ve zamanda parçaları talep eder ve çeker, talep üretim hattının sonunda ortaya çıkar. Yani yarı ürünler sadece sonraki istasyondan talep geldiğinde, önceki istasyondan çekilir. Talep son aşamaya ulaştığında, ürünü oluşturacak bileşenlerin üretimi, uygunluğu yönünden kontrol edilir. Eğer uygunsa, üretim başlar, eğer değilse gerekli olan parçalar için bir talep önceki aşamaya iletilir. Bu tip bir durumda, bir önceki aşamadan gelen gerekli parçalar bu aşamanın üretimini başlatır. Benzer bir prosedür, başlangıç aşamasına kadar geriye doğru her üretim süreci için takip edilmiştir (Şekil 2.2). Bu sistemde her safhada sadece sınırlı miktarda stok tutulur [3].



Şekil 2.2. Çekme sistemleri

Çekme kontrollü üretim sistemleri son on yılda oldukça yaygınlaşmıştır. Bir çekme sisteminde üretim, gerçek talep akışına göre sürdürülür. Çekme sistemleri, TZÜ kavramı ile yeni ürünün ve gerekli miktarının sadece gerektiği zaman üretilmesi gerektiği esasına dayanmaktadır [3].

Çekme sisteminin temel özelliği kontrol bilgisinin malzeme akışıyla ters yönde hareket etmesidir. Yani sonraki süreci kontrol eden elemanlar doğrudan önceki üretim oranlarını kontrol etmektedirler. Bu bilgi bir kanban sistemiyle başarılabilir. Bir parça, üretim siparişi olduğu anda bir sonraki aşamaya sevk edilir.

Karşılaştırma

İki sistem arasındaki temel farklılık, çekme sisteminin üretimi mevcut talebe göre, itme sisteminin ise üretimi gelecekteki talep tahminine göre yönlendiriyor olmasıdır [3].

Talepteki önemli değişiklikler, çekme sistemlerinde sonraki süreçten öncekine artarak geçmesine karşın itme sistemlerinde her süreç için üretim çizelgesini yenilemek çok zor veya imkansız olacağından bu değişiklikler, aşırı stoğa veya ölü stoklara neden olmaktadır.

Çekme sistemleri, süreç içi stoğun istenmeyen birikimini, yani işlerin gereksiz yere başlatılmasını, problemler ve hatalar ortaya çıkmadan önce çok sayıda hatalı parçanın üretilmesini engelleyen özelliklere sahiptir. Oysa itme sistemlerinde, üretim hızı ve stok düzeyini tüm durumlar için incelemek ve takip etmek zor olduğundan, aşamalar arasında emniyet stokları tutulmakta ve üretim çizelgesi bu stokları da içerecek şekilde hazırlanmaktadır. Kısacası meydana çıkacak hatalı veya eksik parçaları karşılamak amacıyla emniyet stoklarının tutulmasına razı olunmaktadır.

İtme sistemlerinde üretim kontrolü bir merkezden yönetilmekte ve her sürece üretim planlama ve kontrol kısmından iş emirleri dağıtılmakta; böylece birbirinden bağımsız olarak çalışan her sürecin üretimi yine ÜPK kısmı tarafından sürekli olarak planlanan üretim ile karşılaştırılmaktadır. Kısaca itme sistemlerinde ÜPK kısmı ile her süreç arasında ayrı bir bilgi akışı vardır. Çekme sistemlerinde ise merkezden sadece son montaj hücresine iş emri verilmekte, önceki hücreler ya da süreçler üretimlerini bu son montaj hücresine göre ayarlamaktadırlar.

Kanban temelli işlemler bir önceki aşamanın çalıştığı yerde bir 'Çekme Sistemi'ni inşa eder. Bu, sadece bir talep olduğunda meydana gelir. Gerçekten de, kademeler arası koordinasyon bir çekme mekanizmasına dayanmaktadır.

İtme sistemlerinde üretim aşamaları, güncel talebin doğrultusunda kat edilir. Diğer bir deyişle çekme sisteminin amacı, süreç içi ve nihai ürün stoklarını en küçükmeye yaklaştırmaktır. Bu durum TZÜ felsefesinin temel hedeflerinden biri olan stoksuz üretime dayanmaktadır.

2.2. Tam Zamanında Üretim Sistemi Bileşenleri

Tam Zamanında kavramı sadece gerekli parçaların gerekli miktarlarda, gerekli olduğu zaman üretilmesi durumunu açıklar.

Otonomasyon (*Jidoka*) kavramı, otonom hata kontrolü olarak tanımlanabilir. Hatalı parçaların üretim akışına katılıp üretimi kesintiye uğratmasını engeller.

Esnek işgücü (*Suhojinka*) kavramı, talep dalgalanmaları karşısında iş gücü sayısının değiştirilmesidir.

Yaratıcı Düşünce (*Soikufu*) kavramı ise çalışanların önerileriyle sürekli gelişmenin sağlanmasıdır.

Kanban ise, üretim ve envanter akışını kontrol etmek için kullanılan kart sistemidir

Muda , Japonca da israf demektir. TZÜ terminolojisi açısından muda ürün üzerinde katma değer yaratmayan tüm faaliyetlerdir. Mudayı iki tipe tanımlamak mümkündür:

1. Ürün üzerinde değer yaratmamasına rağmen, mevcut teknolojiler ve üretim varlıkları nedeniyle kaçınılmaz olan mudalar. (Kaliteyi sağlamak için muayene yapmak gibi)
2. Hiçbir değer yaratmayan ve hemen kaldırılabilen mudalar.

Ohno bir üretim sisteminde 7 tür muda olduğunu saptamıştır. Bu mudalar:

- Üretim fazlası,
- Ölü zamanlar,
- Nakliye ve gereksiz bakım,
- Gereksiz ya da uygun olmayan çalışma süreçleri ,
- Stok fazlası,
- Gereksiz hareketler,

- Hatalı parça üretilmesi.

Tam Zamanında Üretim sisteminin temelini “entegre fabrika” tanımı oluşturur. Bu fabrika teknik boyutlarıyla altı sıfırdan oluşan bir üretim modelidir.

Mudaya karşı altı sıfır :

- 1- Sıfır stok (sıfır mal fazlası, sıfır depo),
- 2- Sıfır hata,
- 3- Sıfır çelişki,
- 4- Üretimde sıfır ölü zaman,
- 5- Müşteri için sıfır bekleme süresi,
- 6- Sıfır Kağıt (sıfır bürokrasi ve sıfır gereksiz iletişim).

Mura : Düzensizlik anlamına gelen Japonca bir kelimedir. Değişen iş akışlarının, değişken üretim oranlarının durağanlaştırılması ve düzgünleştirilmesi istenir.

Muri : Gerek makine gerekse işgücü kapasitesinin aşırı yüklenmesidir.

TZÜ'nün gerçekleştirilebilmesi için şu sistemlerin devreye girmesi gerekmektedir:

- 1- Tam zamanında üretimi gerçekleştirebilmek için kanban sistemi,
- 2- Talep dalgalanmalarına uyum sağlayabilmek için üretim dengeleme yöntemleri,
- 3- İmalat hazırlık zamanlarını azaltmak için tezgah hazırlık zamanını azaltma yöntemi,
- 4- Hat dengesinin sağlanabilmesi için işlemlerin standardizasyonu,
- 5- Esnek işgücü kavramını gerçekleştirebilmek için yerleşim planlaması ve nitelikli işçiler,
- 6- Sürekli gelişmeyi sağlamak üzere sorun çözme grupları ve öneri sistemleri,

7- Otonomasyon kavramını gerçekleştirebilmek üzere görsel kontrol sistemleri,

8- İşletme genelinde kalite kontrol yaklaşımını uygulayabilmek için işlevsel yönetim modeli.

Kullanılan TZÜ üretim metotlarında bulunan bazı önemli unsurlar vardır. Bunlar:

- 1- Bir takım, tek tip üretim çizelgesini kurma,
- 2- Çalışma alanlarını birleştirerek çekme metodunun uygulanması,
- 3- İş merkezleri arasında uyumlaştırmanın sağlanması,
- 4- Satın alma ve üretimin küçük miktarlarda yapılması,
- 5- Hızlı, çabuk, ucuz tesis kurma ve ayarlamalar,
- 6- Birden fazla becerisi olan ve elastiki yeteneğe sahip işgörenler,
- 7- Yüksek kalite düzeyi,
- 8- Öncelikli ve etkili bakım,
- 9- İlerlemeye yönelik çalışma.

2.3. Kanban Sistemi

Kanban sistemi, Tam Zamanında Üretim ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü ve bu bağlamda üretim etkinliklerinin planlanması amacıyla kullanılan üretim kontrol çizelgeleme yaklaşımıdır [1].

Kanban, üretimin yetki kartlarıyla kontrol altında tutularak, fazla üretimin engellenmesidir. Üretim çizelgesi sadece son istasyona gönderilir, son istasyon dışındaki üretim süreçlerine üretim çizelgesi gönderilmemekte, buralara çizelge bilgileri kanban aracılığıyla iletilmektedir [1].

Burada kullanılan TZÜ üretim planı, düzgün üretimi sağlayacak biçimdedir. Bu planlar yıllık, aylık, haftalık, günlük olabilir. Sadece en az stok, dengeli üretim hızı ile sağlanacak olan beklentileri ortadan kaldırmak bu planda önemlidir [1].

Temel kanban çeşitleri

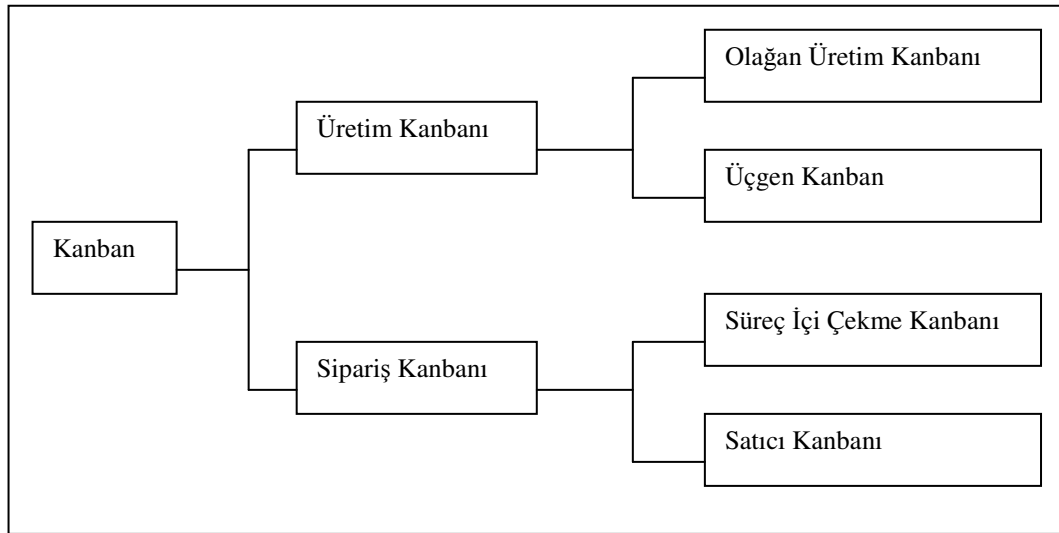
Temelde iki tip kanban çeşidi vardır:

- 1) Çekme Kanbanı,
- 2) Üretim Kanbanı.

Çekme Kanbanı: Bir sonraki istasyonun, bir önceki istasyondan çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve parça /malzeme çekmek için kullanılan karttır.

Üretim Kanbanı: Bir önceki istasyonun üretmesi gereken parça cinsi ve miktarını belirler.

Satıcı Kanbanı : Satıcılardan parça çekmede kullanılan bu kanban satıcıya gerekli parçaları göndermesi için talimat vermek amacıyla kullanılır [1]. Şekil 2.3'de kanban tipleri verilmektedir.



Şekil 2.3. Kullanılan kanban tipleri [2]

Parti üretimi yapılan imalat ortamlarında sinyal kanbanı kullanılmaktadır. Sinyal kanbanı genellikle partideki kutulardan birine iliştilmiş olarak bulunur

ve bulunduğu yer itibariyle sipariş verme noktasını belirler. Sinyal kanbanının iki tipi vardır: [1].

- a- Üçgen Kanban : Herhangi bir operasyonu başlatmak amacıyla kullanılır.
- b- Dikdörtgen Kanban : Malzeme istek kanbanıdır.

2.3.1. Kanban sisteminin işleyişi

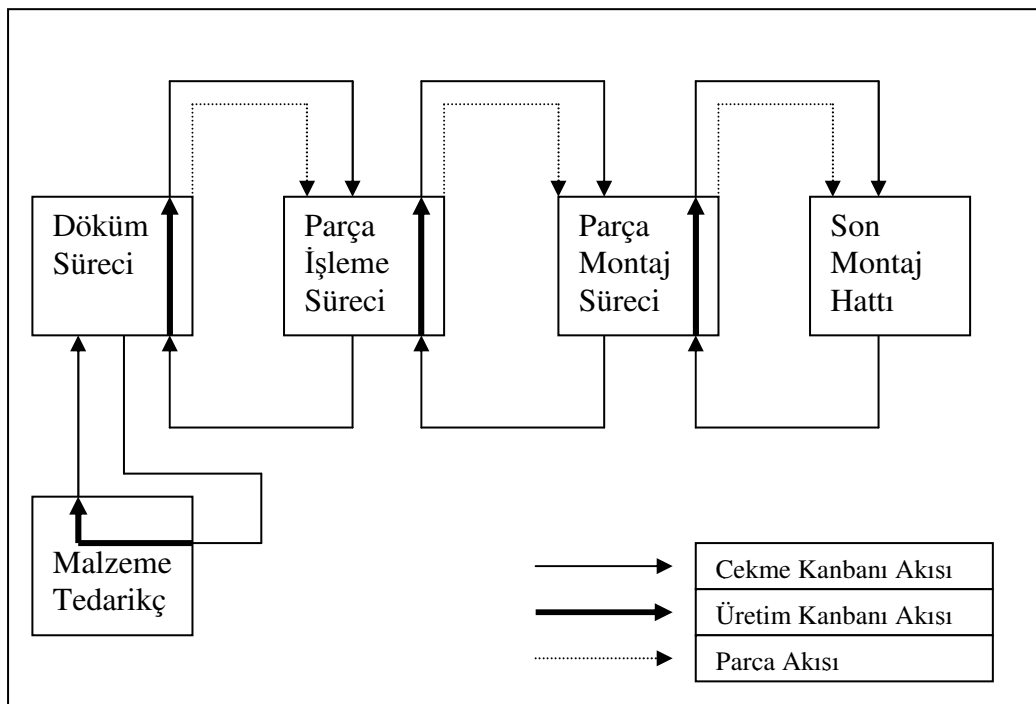
Kanban sisteminin işleyiş mekanizması çekme ve üretim kanbanlarının nasıl kullanıldığının incelenmesi sonucu açıklık kazanacaktır. Bir sonraki süreçten başlamak üzere, kanban kullanımındaki başlıca aşamalar aşağıda özetlenmiştir: [1].

- 1- Sonraki üretim sürecinin taşıyıcısı, yeterli sayıda çekme kanbanı veya forklifte yerleştirilmiş boş paletlerle (konteynır) bir önceki sürecin stok noktasına gider. Bu işlem; ya daha önceden belirlenmiş zaman aralıklarında, ya da kutuda belirli sayıda çekme kanbanı biriktiğinde tekrarlanır.
- 2- Sonraki sürece ait taşıyıcı, stok noktasından parçaları çektiğinde, paletlerdeki parçalara yapıştırılmış olan üretim kanbanlarını çıkararak kanban kabul kutusuna bırakır. Ayrıca boş paletlerde bu istasyonda önceden belirlenmiş yere bırakılır.
- 3- Çıkarılan her üretim kanbanının yerine bir çekme kanbanı yapıştırılır. Bu iki tip kanbanın değiştirilmesinde çekme kanbanı ve üretim kanbanı üzerindeki bilgilerin tutarlılık açısından kontrol edilmesi gereklidir.
- 4- Sonraki üretim sürecinde çalışma başladığında çekme kanbanı, çekme kanbanı kutusuna bırakılır.
- 5- Önceki üretim sürecinde üretim kanbanları, kanban kabul kutusunda ya belirli bir zaman noktasında ya da belirli sayıda üretim yapıldıktan sonra toplanır ve bu kartlar üretim kanbanı kutusuna bırakılır. Bu işlemde, stok noktasında kartların çıkarılış sırası aynen korunur ve bu sırayla kartlar kutuya yerleştirilir.
- 6- Üretim kanbanlarının kutudaki sırasına göre parça üretimi gerçekleştirilir.

7- Tüm süreç boyunca fiziksel birimlerin kanbanla birlikte hareket etmesi gereklidir.

8- Önceki süreçte fiziksel üretim tamamlandığında parçalar ve üretim kanbanı stok noktasına yerleştirilir. Böylelikle sonraki üretim sürecinin taşıyıcısı herhangi bir zamanda gelip parçaları alabilecektir.

Şekil 2.4'de kanban zinciri ve parçaların hareketi gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Kanban zinciri ve parça hareketi [2]

Kanban yaklaşımında işletmeye gerekli hammadde, yarı-mamul, mamul temin eden yan sanayi, işletmenin kendi iş merkezi olarak ele alınır. Bu yan işletmeler de kanban yaklaşımını kullanırlar. Genelde çekme ve üretim olmak üzere iki çeşit kanban kartı bulunur. Ulaşım kartı parçanın nereden nereye hareket edeceğini belirtir. Üretim kartı ise iş merkezi, parti büyüklüğü, gereken malzemeler ve standart zamanlar gibi bilgileri içerir.

Kanban atölyelerde kullanılan tüm iş emirleri, iş fişleri, rotalama kağıtları gibi formların yerini alır. Yani atölyede dolaşan kağıt sayısı da azalır. Bu durumda

ürünün kalitesine bir şey katmadığı halde, maliyet unsuru olan bu formların kaldırılmasıyla gereksiz maliyetler önlenmiş olur.

Kanban akışı, sistemin bir sonraki işlem için kullanılan miktarı tamamlamak şeklindedir. Örneğin, bir montaj hattı işçisi stok alanından bir başka montaj sahasına alındığında; ulaşım kanbanı bu ikinci montaj sahasından çıkarılır ve bu kart malzeme taşıyıcı işçiye çıkarılanın yerine yenisinin getirilmesi amacıyla verilir.

Bu iş merkezinde yapılan işin tamamlanması ve konteynırın bu merkezden ayrılmasıyla üretim kanbanı çıkarılır ve iş merkezindeki işçiye verilir. İşçi bu şekilde yeni konteynırı doldurmak üzere çalışmaya başlar. Bu üretim kanbanının iş emri olarak kullanılması demektir. Bu şekilde işleyen kanban zinciri son üründen geriye doğru yan sanayi işletmesine kadar devam eder.

Kanban sistemi sayesinde, atölye içindeki ürün hareketi ve üretimi başlatacak malzeme akışı kontrol edilir. Ancak üretimin tümü kanbanlarla kontrol edilemez. Son üründe kullanılan tüm parça ve alt montajların % 60 – 70'i kanbanlarla planlanır ve kontrol edilir. Kalan parçalar klasik planlama yöntemleriyle çizelgelendirilir.

Kanban uygulamasındaki kurallar ise şunlardır:

Kural 1 : Sonraki üretim süreci, önceki süreçten gerekli parçaları gerekli miktarlarda ve gereken zamanda çekmelidir. Bu kuralın uygulanabilmesi için aşağıda belirtilen kurallarında birlikte uygulanması gereklidir[1].

- Kanban olmadan herhangi bir parçanın çekilmesine izin verilmemelidir.
- Kanbanların sayısından fazla miktarda parça çekilmesine izin verilmemelidir.
- Parçaya daima bir kanban yapıştırılmış olmalıdır.

Kural 2 : Yalnızca bir sonraki istasyonun çektiği miktarda üretim yapılmalıdır. Bu kuralın uygulanabilmesi için, birlikte uygulanması gereken diğer kurallar aşağıda verilmiştir.

- Kanbanların sayısından daha fazla üretim yapılmasına izin verilmemelidir.
- Önceki süreçte farklı parçaların üretimi söz konusuysa, bunların üretimi kanbanların geliş sırasına uygun olarak yapılmalıdır.
- Her istasyon bir sonrakini besleyecek kadar kapasiteye sahip olmalıdır.
- Bir önceki istasyon bir sonrakine düzenli üretim çerçevesinde belirlenen mali zamanında vermelidir.

Kural 3 : Hatalı parçalar bir sonraki istasyona gönderilmez. Üretim hattı üzerinde, herhangi bir istasyonda hatalı parçalar bulunması, ara stokların büyük ölçüde azaltılmış olduğu bu ortamdan üretim akışını durduracak ve hatalı parçalar önceki istasyona geri gönderilecektir. Hatalı parça üzerindeki problem çözülmeden üretime devam edilemez. Devam edilmesi hali hatalı üretimin devamı sayılır. Bu nedenle üretim hemen kesilmelidir. Bunun için makinelerde hatalı üretim halinde üretimi hemen durduracak pake-yokedenilen sistemler oluşturulmuştur. Böylelikle ilgili kişilerin dikkati, zaman kaybı olmadan hemen hata üzerine çekilir. Bu sistemin olmadığı durumlarda hataya anında müdahale için işçiye gerektiği taktirde makineyi durdurma olanağı sağlanmalıdır. Hatalı parça yan sanayiden geliyorsa, bu geri gönderilir ve yenisi istenilir.

Kural 4 : Kanban sayısı enazlanmalıdır. Toplam kanban sayısı, sistem içindeki süreç içi stok düzeyini belirlediği için, TZÜ'de amaç bu sayıyı mümkün olan en alt düzeyde tutabilmektir.

Kural 5 : Kanban talepteki ufak dalgalanmalar karşısında üretim hızını ayarlamak amacıyla kullanılmalıdır. Üretim planını, işletmeye uygulayan, kanban büyük değişikliklere tepki vermez. Dolayısıyla düzgün üretim sağlanmalı ki, bundan sonraki sapmalar tespit edilebilsin. Süreç dengeli ve mantıklı olmalıdır. Hatalı parça üretimini engelleyecek süreçler

düzenlenmelidir. Çünkü hatalı parça bulunması halinde bu bir sonraki istasyona gönderilemez ve gerekli malı (mamul, yarımamul, hammadde) sağlayamama riski oluşur [1].

2.4. Tam Zamanında Üretim Sisteminde Kalite

Üretim sürecinde hatalı imalatın söz konusu olması halinde, yapılan tüm çabalar boşa gidecektir. En küçük stok düzeyiyle çalışan bir sistemde hatalı bir parçanın çıkması, diğer tüm işlemleri baştan sona kadar etkiler. Bu nedenle TZÜ sistemi, her bir malzemenin ve bileşenin spesifikasyonlara tamamen uygun olmasını gerektirir. Bunun anlamı, siparişi yapılarak tedarikçilerden teslim alınan ve dahili olarak imal edilen tüm parçaların kusursuz olması gerektiğidir. Kalite yönündeki bu davranış şekli, geçmişteki yaklaşımlardan oldukça farklıdır. Geçmişte şirketler, bir kaç tane kusurlu parçanın hiç bir zararı olmadığını düşünerek tedarikçilerinden teslim aldıkları ya da kendilerinin ürettikleri kusurlu parçaları kabullenmişlerdir. Ancak TZÜ sistemi içersinde, birini bırakıp öbürünü alabileceğimiz miktarda malzeme stoku bulunmamaktadır. TZÜ sisteminde kalite kontrol konusunda özellikle toplam kalite kontrol ile ilgili esaslar ve bu hedefe ulaşmada önemli rol oynayan problemleri çözme konusuna daha fazla önem verilmektedir.

Kaynağında kalite

Kaynağında kalite kavramı aşağıdaki yedi madde ile daha iyi açıklanabilir.

Bunlar:

- 1- Her seferinde mükemmel parça,
- 2- İşçi sorumluluğu,
- 3- Yeni müşteri tanımı,
- 4- Yeni bakım çantası,
- 5- Dur ve problemi saptama,

6- Makinalar her zaman hazır,

7- Görünebilir (saydam) yönetim.

Her seferinde mükemmel parça: Her seferinde mükemmel parça üretmek için Poka Yoke adı verilen otomatik hata yakalayıcılarla, hatalı parçaların bir sonraki iş istasyonuna gitmesi engellenir.

İşçi sorumluluğu: Kaliteden sorumlu olan kişiler, kalite kontrol bölümü işçileri ve formenlerdir. İşçi sorumluluğu artırma yolunda küçük parti miktarlarının önemli bir etkisi vardır. Büyük partilerde işçiler bir miktar hatalı parçayı sorun olarak görmeyebilirler oysa küçük partilerde işçi sorumluluğu ve yardımlaşma artar.

Yeni müşteri tanımı: Her iş istasyonu aynı zamanda kontrol noktasıdır. Böylece bir işlem, bir önceki işlemin müşterisi durumuna gelir.

Yeni bakım çantası: Uygun yerleşim ve montaj hattı işçileri için parçaların belirgin yerleştirilmesi işleri kolaylaştırır ve daha az yorucu hale getirir.

Dur ve problemi sapt: Üretim sırasında bir hata ortaya çıktığı takdirde işçiler tüm hattı durdurma yetkisine sahiptir ve hatalı parçayı yeniden işletme görevi, hatalı parçayı yapan işçiye yada işçi grubuna verilmelidir.

Makineler her zaman hazır: Bunun için önleyici bakım ve günlük makine kontrolü yapılır. Bu sistemde uzmanların yerine çeşitli işleri yerine getirebilecek joker elemanlar tercih edilir. Bir işçinin birden fazla işi yapması, indirekt işçi ihtiyacını azaltacak ve bu azalmanın sonucu boşta kalanlar, destek işlerine kaydırılabileceklerdir. TZÜ' te popüler iki vardiya sistemi 4-8-4-8-4 şeklindedir. Yani sekiz saatlik vardiyalar dörder saatlik bakımlarla sarılmış durumdadır. Böylece makinalar üretime her zaman hazırdır.

Görünebilir (saydam) yönetim: Birtakım sesli ve ışıklı araçların kullanımı ile, problemler işçilerin hemen görebileceği duruma getirilir.

2.5. Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçi İlişkileri

TZÜ sisteminde, “sıfır stok” hedefine ulaşabilmek için az sayıda satıcıdan, istenilen kalite düzeyindeki ürünlerin, küçük miktarlarda ve zamanında satın alınması gerekmektedir. Tam zamanında satın alma sistemlerinin uygulanabilmesi için üretimin tüm aşamalarında stokların azaltılması veya stok tutmaya yol açan nedenlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir [1].

Stok tutmaya yol açan nedenler / belirsizlikler

Bir üretim/stok sisteminde stok tutmaya yol açan nedenler Çizelge 2.1’de özetlenmektedir.

Çizelge 2.1. Stok tutmaya yol açan nedenler [1].

Stok Cinsi	Belirsizlik /Neden
Hammadde Stokları	Sevkiyat (termin, miktar) Kalite (spesifikasyonlara uyumsuzluk) Üretimde dalgalanmalar Yetersiz satınalma politikaları Makro Ekonomi
Ara Stoklar	Tezgah arızaları Hatalı imalat Uzun hazırlık süreleri Farklı işçi verimliliği Devamsızlık Üretimde dalgalanmalar Yetersiz üretim planlama
Mamul Ürün Stokları	Talepteki ve üretimdeki dalgalanmalar hatalı ürün,makro Ekonomi

Klasik üretim sistemlerinde, üretimin tüm aşamalarında belirsizliğin etkilerini azaltmak için, üretim ve satın alma büyük partiler halinde sürdürülür. Üretim ve satın almanın, büyük partiler halinde sürdürülmesi sonucunda ise büyük

stokların oluşması kaçınılmazdır. Bu nedenle, klasik sistemlerde, stokların azaltılması yolunda atılacak ilk adım parti büyüklüklerinin azaltılmasıdır. TZÜ sistemlerinde üretim ve satın almanın klasik parti büyüklüğünden çok, daha küçük partilerle sürdürülmesi temel amaçlardan biri olarak benimsenmiştir.

Tam zamanında satınalma sistemlerinde temel ilkeler

Tam zamanında üretim sistemi bünyesindeki satınalmanın temel nitelikleri aşağıda özetlenmiştir.

- Tam zamanında, küçük partili, hatasız (en az hatalı) ve sık sevkiyat (stoksuz üretim)
 - Parça bazında tek satıcı
 - Daraltılmış satıcı spektrumu
 - Uzun dönemli satınalma sözleşmeleri
 - Taraflar arası operasyonel ve mali şeffaflık
 - İşbirliği ağırlıklı ilişkiler

TZÜ ortamında satıcıların yukarıda belirtilen TZÜ kısıtlarına uyum sağlamaları ve oluşabilecek ek maliyetleri karşılayabilmeleri için, satıcı-alıcı ilişkilerinin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. TZÜ uygulamasına geçen bir işletme, satıcılardan belirli bir kapasiteyi kendisi için sürekli korumasını isteyecektir. Bu da satıcının gelecekteki iş potansiyelinin bir bölümünden vazgeçmesi anlamına gelmektedir. Sonuçta, satıcının böyle bir üretim kalıbını benimsemesi için kendi kar marjını koruyabilecek işlem tasarrufları elde etmesini sağlayan bazı ayrıcalıklara sahip olması gereklidir. Alıcı açısından ise bu ayrıcalıkların herhangi bir maliyet artışı içermemesi gereklidir, aksi halde TZÜ yaklaşımı ile elde edilecek kazançlarda bir azalma söz konusu olabilecektir. Bu durumda, alıcı açısından fazla riskli olmayan ve ek bir maliyet içermeyen ve satıcıya “uzun dönemli sözleşmelerin” dışında başka avantajların sağlayan ayrıcalıkların belirlenmesi gereklidir. TZÜ

satınalma uygulamalarının başarısını etkileyen faktörler Çizelge 2.2'de gösterilmektedir [4].

Çizelge 2.2. TZÜ satınalma uygulamalarının başarısını etkileyen faktörler [4]

Faktörler	Öneriler
<i>İşgücü kaynaklarının organizasyonu</i>	
1.Üstyönetimin kararlılığı ve liderliği	Üstyönetimin programa liderlik etmesi ve kararlı bir şekilde desteklemesi gereklidir
2 İşgücünün hazır olması	Örgütün tüm kademelerindeki personeli programın amaçları doğrultusunda bilgilendirmek gereklidir
3.Sendika liderlerinin desteği	Çalışanların değişik işlerde eğitilmeleri için sendika liderlerinin desteği sağlanmalıdır
<i>İşletme Faktörlerinin Organizasyonu</i>	
1.Yeni satınalma felsefesi	
Küçük parti büyüklükleri /sık teslimatlar	Sık teslimatlarla küçük partiler halinde satın alınmalı, küçük partilerle, yüksek kaliteli parça teslim edebilecek tedarikçiler seçilmelidir
Satıcı firmaların sayısının azaltılması	Kolay yönetilebilir bir satıcı ağı oluşturulmalı; satıcı sayısı azaltılmalıdır
Uzun dönemli ilişkiler	Satıcılarla uzun dönemli ilişkiler geliştirilmeli, uzun dönemde esnek sözleşmeler yapılmalıdır
Satıcıların katılımı ve desteği	Uygulama aşamasından önce satıcıların katılımı sağlanmalı ve satıcılar programın başarısına katkıda bulunma için motive edilmelidir
2.Kontrollü ulaştırma sistemi	Hem ara ürünlerin hem de son ürünlerin ulaşımları önemlidir
3. Etken teslim alma ve malzeme aktarma	Kabul muayenesi ve klasik teslim alma yöntemleri kaldırılmalıdır
4.Satıcılar için kesin çizelgeler	Satıcılara yapacakları teslimatlara ilişkin kesin ve ayrıntılı çizelgeler verilmelidir
5.Standart taşıyıcılar	Parçaların teslimatında standart konteynir kullanılması sağlanmalıdır

3. PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ MODELLERİ

Sipariş büyüklüğünün belirlenmesi, planlama dönemleri boyunca ortaya çıkan talepleri karşılamak için toplam maliyeti en küçükleyecek nihai ürün veya bileşenlerinin hesaplanmasıdır. Buradaki en önemli hedef kuşkusuz toplam maliyetin en küçüklenmesidir. Sipariş büyüklüğünün belirlenmesinde, talebin değişkenliği, hazırlık ve stokta tutma maliyetlerinin toplam maliyete oranları gibi bir çok etken göz önünde bulundurulmalıdır. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak ihtiyacı en iyi şekilde karşılayan parti büyüklüğü modeli seçilmelidir.

Malzeme ihtiyaç planlamada, bağımlı ve bağımsız parçalara olan talebi karşılamak için sipariş miktarının belirlenmesi önemli bir konudur. Son ürün üretiminde kullanılan bileşen parçaların talebi, son ürün talebine bağlı oluşu ve kitle halinde üretilmeleri kesikli talep oluşturmakta ve klasik ekonomik sipariş miktarını bulan stok kontrol modellerinin kullanılmasını önlemektedir.

Bağımlı ve bağımsız talep sistemlerinde stok yönetiminin öncelikli hedefi sipariş verme ve elde tutma maliyetlerini en küçükmektir. Bağımsız talep durumunda, talep genellikle planlama aralığında düzgün dağılıma sahiptir. Bağımlı talep durumunda ise, talep daha çok kesikli olma eğilimindedir ve planlama aralığı daha kısadır. Dolayısıyla ekonomik sipariş miktarını belirlemek çok daha zordur [5].

İhtiyaç duyulan malzemelerin istenildiği anda tedarik edilememesi, büyük partiler halinde sipariş verilmesi halinde stok maliyetlerinin artması, küçük partiler halinde sipariş verilmesi durumunda sipariş maliyetlerinin artması gibi nedenlerden dolayı, uygun sipariş miktarının bulunması zordur. Bu nedenle uygun sipariş miktarını bulan yöntemler geliştirilmiştir.

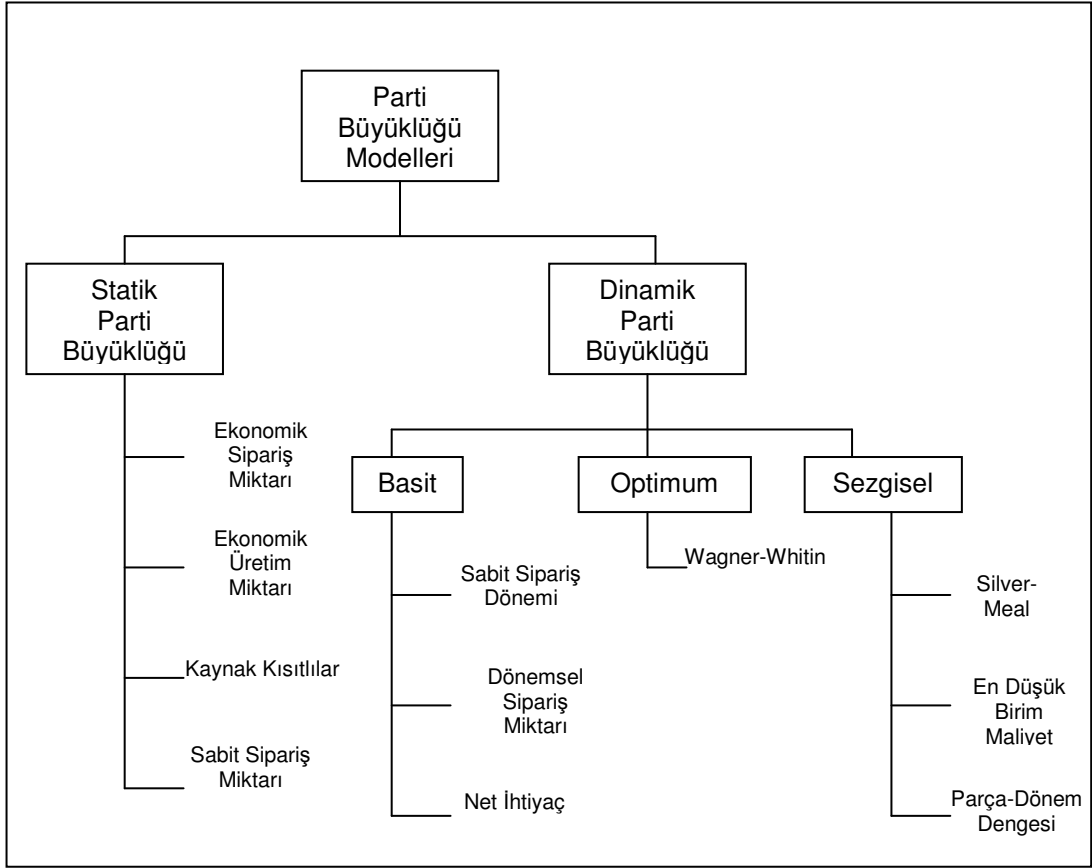
Planlama ufku, sipariş miktarının dağılımı, stokta tutma maliyeti, sipariş verme maliyeti gibi ölçütlere göre bu yöntemler farklı performanslar gösterebilmektedir.

Sipariş miktarı seçimine yönelik modeller, genellikle parti büyüklüğü modelleri olarak adlandırılmaktadır. Bu modeller iki başlık altında toplanabilir:

- Statik Parti Büyüklüğü Modelleri,
- Dinamik Parti Büyüklüğü Modelleri.

Statik parti büyüklüğü modelleri; talebin planlama dönemi boyunca sabit olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Bu tip modellerde sipariş miktarı bir kez hesaplanır ve dönem boyunca aynı değer kullanılır.

Dinamik parti büyüklüğü modelleri; talebin deterministik olup, planlama dönemi boyunca değişiklik gösterdiği durumlarda kullanılmaktadır. Sipariş miktarı esnek bir yapıya sahiptir ve net ihtiyaç verilerindeki değişmelere paralel olarak değişebilmektedir [5]. Şekil 3.1'de parti büyüklüğü modelleri sınıflarına göre gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Parti büyüklüğü modelleri [5]

3.1. Parti Büyüklüğü İle İlgili Literatür Araştırması

3.1.1. Statik parti büyüklüğü modelleri

Sabit ve düzgün bir talep, normalde pek sık karşılaşılmayan bir durumdur. Ancak stok modellerinin geliştirilmesi ve aralarındaki ilişkilerin ortaya konulması ve bu ilişkilerin anlaşılabilmesi için gereklidir.

Ekonomik sipariş miktarı modeli

Ekonomik sipariş miktarı modeli, 1915 yılında geliştirilmiş bir model olup tüm stok modellerinin en çok bilinenidir. Bu model, hala endüstride en çok kullanılan stok modellerinden biri olmakla beraber daha sofistike stok modellerine de temel oluşturma özelliğini korumaktadır [5].

Yok satmasız ekonomik sipariş miktarı modeli

Bu modelin varsayımları:

- Talep belirlidir ve her dönemde sabittir,
- Üretim miktarı belirlidir,
- Tedarikler bir anda ve gecikmesiz olarak karşılanabilmektedir,
- Yok satmaya izin verilmemektedir.

TM = Satın Alma Maliyeti + Sipariş Verme Maliyeti + Stokta Bulundurma Maliyeti

$$TM = c \times D + A \times \frac{D}{Q} + h \times \bar{I} \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial(TM)}{\partial Q} = 0 \quad Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (3.2)$$

Yok satmalı ekonomik sipariş miktarı modeli

Bu modelin varsayımları:

- Talep belirlidir ve her dönemde sabittir,
- Üretim miktarı belirlidir,
- Tedarikler bir anda ve gecikmesiz olarak karşılanabilmektedir,
- Yok satmaya izin verilmektedir.

TM = Sipariş Verme Maliyeti + Stokta Bulundurma Maliyeti + Yok Satma Maliyeti

$$TM = A \times \frac{D}{Q} + h \times \bar{I} + \pi \times \bar{I} \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial(TM)}{\partial Q} = 0 \quad Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \sqrt{\frac{\pi+h}{\pi}} \quad (3.4)$$

Maksimum stok miktarı için optimal değer:

$$\frac{\partial(TM)}{\partial M} = 0 \quad Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \sqrt{\frac{\pi}{\pi+h}} \quad (3.5)$$

Ekonomik üretim miktarı modeli

Yok Satmasız Ekonomik Üretim Miktarı Modeli

Bu modelin varsayımları:

- Talep belirli ve her dönemde sabittir.
- Üretim miktarı belirlidir.
- Tedarikler belli bir süre zarfında gecikmesiz olarak karşılanabilmektedir.
- Yok satmaya izin verilmemektedir [5]

TM = Sipariş Verme Maliyeti + Stokta Bulundurma Maliyeti

$$TM = A \times \frac{D}{Q} + h \times \bar{I} \quad (3.6)$$

$$TM = A \times \frac{D}{Q} + h \times \frac{Q}{2} \times \left(1 - \frac{D}{P}\right) \quad (3.7)$$

$$\frac{\partial(TM)}{\partial Q} = 0 \quad Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h(1-\frac{D}{P})}} \quad (3.8)$$

Yok Satmalı Ekonomik Üretim Miktarı Modeli

Varsayımlar yok satmasız ekonomik üretim parti büyüklüğü modeli ile aynı olup yok satmaya izin verilmektedir [5].

TM = Sipariş Verme Maliyeti + Stokta Tutma Maliyeti + Yok Satma Maliyeti

$$TM = A \times \frac{D}{Q} + h \times \frac{\left[Q \left(1 - \frac{D}{P} \right) - YS \right]^2}{2Q \left(1 - \frac{D}{P} \right)} + \pi \frac{(YS)^2}{2Q \left(1 - \frac{D}{P} \right)} \quad (3.9)$$

$$\frac{\partial(TM)}{\partial Q} = 0 \quad Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \sqrt{\frac{P}{P-D}} \sqrt{\frac{\pi+h}{\pi}} \quad (3.10)$$

Sabit sipariş miktarı modeli

Sipariş verme maliyeti yüksek olduğu durumlarda net ihtiyaçları karşılayacak şekilde sabit sipariş miktarı belirlenir. Planlanan sipariş toplamı net ihtiyaç toplamından farklıdır. Ayrıca herhangi bir dönemde net ihtiyaç sabit sipariş miktarını aşıyorsa, o dönem için sabit sipariş miktarı net ihtiyaç miktarına yükseltilir.

Siparişlerin her zaman aynı miktarda verildiği bu yöntem, zorunlu sebeplerle kullanılabilir. Örneğin belirli hacimdeki standart paketler halinde satın alınan malzemeler için gerekli olabilir. Bazen de yönetim standart iş emirleri veya satın alma siparişleri hazırlayarak, bunları sadece tarihlerini değiştirerek kullanma kolaylığını sağlamak amacıyla bu yöntemi tercih edebilir. Bu uygulamanın net ihtiyacın dönemden döneme büyük değişiklikler gösterdiği bir talep yapısı için çok uygun olmadığı açıktır. Dolayısıyla sistemin yüksek envanter taşıma maliyetleri getireceği de görülmektedir. Bu yüzden standart hacmin dönem ihtiyacını karşılamadığı hallerde, parti hacminin katları kadar sipariş açılması gereklidir.

3.1.2. Dinamik parti büyüklüğü modelleri

Dinamik parti büyüklüğü modelleri, talebin planlama ufku boyunca değişiklik gösterdiği durumlar için kullanılmaktadır.

Dönemsel sipariş miktarı modeli

Dönemsel sipariş verme yöntemi, ekonomik sipariş miktarı yönteminin mantığına dayanır. Bu yöntem ekonomik sipariş miktarı teoreminin, değişken dönemsel talep ortamında kullanılmak üzere geliştirilmesiyle elde edilmiştir. Bu yöntemde, sipariş verme aralığını belirlemek için önce ekonomik sipariş miktarı hesaplanır. Daha sonra yıllık toplam talep, ekonomik sipariş miktarına bölünerek bir yılda verilecek sipariş sayısı bulunur. Bir yıldaki toplam dönem sayısının, yıllık sipariş sayısına bölünmesi ile sipariş verme aralığı hesaplanmış olur [6].

Yıllık Sipariş Sayısı = Yıllık Talep / Ekonomik Sipariş miktarı

Siparişler Arası Süre = Yıllık Dönem Sayısı / Yıllık Sipariş Sayısı

Böylece hesaplanan sipariş verme aralığına düşen dönemlerin net ihtiyaçlarının toplanmasıyla sipariş miktarı hesaplanır. Diğer yöntemler içerisinde ekonomik sipariş miktarı modeli tabanlı olan en zayıf yaklaşımdır. Avantajı dinamik olmasıdır.

Net ihtiyaç miktarı modeli

Sipariş miktarı her zaman, bir dönemdeki net ihtiyaç kadardır. Net ihtiyaç, brüt ihtiyaçtan eldeki stok miktarı düşülerek elde edilir. İki zayıf noktası vardır:

- Farklı sipariş miktarları içerdiği için sabit bir sipariş miktarının avantajlarına ulaşamaz,
- Talebin olduğu her dönemde sipariş verileceği için, her bir sipariş için yeni bir hazırlık maliyeti içerir. Bu da hazırlık maliyetlerinin yüksek olduğu durumlarda toplam maliyeti oldukça yükseltecektir [5].

Sabit dönem ihtiyacı modeli

Bu yöntem ihtiyaç kadar sipariş verme yönteminin özel hali olarak kabul edilebilir. Sipariş miktarı, bir dönem yerine birden fazla dönemin toplam net ihtiyacı olarak belirlenir. Dönem sayısı sezgisel olarak, uygulamadan gelen bazı etkenlere göre veya ekonomik periyot uzunluğu olarak seçilebilir [5].

Silver-Meal algoritması

Bu algoritma sezgisel bir yaklaşım olup, birim zamana düşen toplam maliyeti en küçükleyerek sipariş miktarını bulmaya çalışır [7].

Amaç, zaman değişkenliğinden kaynaklanan karmaşıklığı çözerek, P dönemlik bir planlama aralığında toplam maliyeti azaltacak şekilde siparişlerin hangi dönem başlarında ve ne miktarlarda verilmesi gerektiğini belirlemektir [8].

Varsayımlar:

- Talep ve maliyetler dönemler itibari ile değişken ve bilinmektedir,
- Tedarik süresi biliniyor ve sabittir,
- Siparişler gecikmesiz olarak bir anda teslim alınır,
- Yok satmaya izin verilmez,

Bu yöntemle iki şekilde çözüme gidilebilir:

- Siparişlerin dönem başlarında verildiği durum
- Siparişlerin dönem aralarında verildiği durum

Siparişlerin dönem başlarında verildiği durum:

İki dönem birleştirilirse, dönem başına düşen maliyet, hazırlık maliyeti ile stokta tutma maliyetinin toplanıp taşınan periyot sayısına bölünmesiyle elde edilecektir [8].

$$F_t = \frac{A + h \sum_{j=2}^t D_j (j-1)}{t}, \quad t \geq 2 \quad (3.11)$$

$F_{t+1} > F_t$ olana kadar devam edilir.

Eğer dönem maliyeti, bir önceki dönemin maliyetinden büyükse sipariş verilir.

Sipariş miktarı:

$$Q = \sum_{j=1}^t D_j \quad (3.12)$$

Siparişlerin dönem aralarında verildiği durum

Siparişlerin dönem aralarında verildiği kabul edilip, ekonomik sipariş miktarı incelenip , aşağıdaki eşitlik çıkarılabilir [8].

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{ic}} \quad (3.13)$$

buradan,

$$T = \sqrt{\frac{2AD}{ic/D}} = \sqrt{\frac{2AD}{icD^2}} = \sqrt{\frac{2A}{icD}} \quad (3.14)$$

Bu özellikteki, sistemlerde talep oranı genellikle sabit kabul edilir. Ancak, gerçekte talep oranı ait olduğu dönem için sabittir.

Bu nedenle siparişlerin kapsadığı dönem ;

$$T = \sqrt{\frac{2A}{icD}} \quad \text{yerine} \quad T = \sqrt{\frac{2A}{icD_t}} \quad \text{olur.}$$

$$T^2 D_t = \frac{2A}{ic} \quad (3.15)$$

Buradan T 'yi bulmak için tamsayı değerleri T kullanılarak ilk k dönemindeki

$T^2 D_t \geq \frac{2A}{ic}$ durumu sağlanıncaya kadar T artırılır. Bu şart sağlandıktan

sonra $T = \sqrt{\frac{2A}{icD_k}}$ işlemi yapılır.

En düşük birim maliyet yöntemi

En düşük birim maliyet yöntemi sezgisel bir yöntemdir. Silver–Meal algoritmasına benzer bir algoritma yapısına sahiptir. Tek farkı, maliyetler dönem sayısına bölünmek yerine, incelenen dönemdeki toplam talebe bölünür. Planlama ufku boyunca her dönem için birim maliyetin en küçük olduğu değil her talebin maliyetinin minimum olduğu durum seçilir. Algoritmanın diğer adımları Silver-Meal algoritması ile aynıdır.

En düşük birim maliyet yöntemi, bir tür deneme yanılma yöntemidir. Bu yöntemde, sipariş miktarı tespit edilirken, bu miktarın sadece ilk dönem net ihtiyaçlarını ya da bir sonraki dönem veya ondan sonraki dönemlerin de ihtiyaçlarını karşılayıp karşılayamadığı denenir [5].

Parça-dönem dengesi yöntemi

Bu yöntem de sezgisel bir yöntemdir. Planlama ufku boyunca toplam elde tutma maliyetinin hazırlık maliyetine en yakın olduğu yerden eşit dönemlere ayırmayı amaçlar ve bu periyoda kadar olan talep sipariş edilir [6].

Silver-Meal yöntemi pek çok durumda daha iyi sonuçlar vermesine rağmen parça-periyot dengesi yöntemi pratikte daha çok kullanılmaktadır.

$PP_m = m$ periyodu için parça periyot değeri

$$PP_1 = 0$$

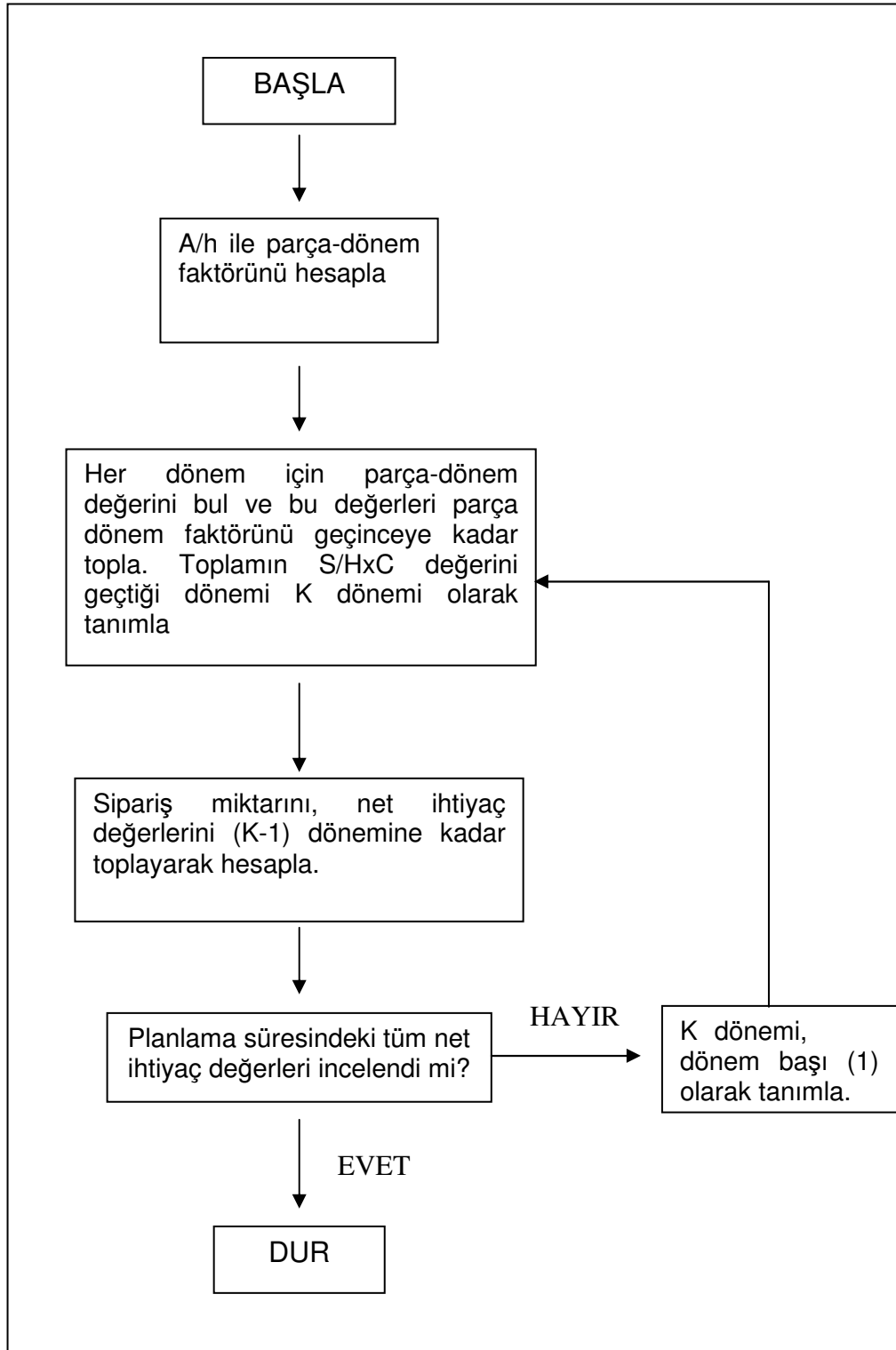
$$PP_2 = D_2$$

$$PP_3 = D_2 + 2D_3$$

$$PP_m = D_2 + 2D_3 + \dots + (m-1)D_m$$

$PPF = A / h =$ parça-periyot faktörü

Yönteme ilişkin algoritma Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Parça dönem dengesi yöntemi algoritması

En düşük toplam maliyet yöntemi

En düşük toplam maliyet yöntemi oldukça yanlış bir şekilde ekonomik sipariş miktarı modeline dayandırılmaktadır. Ekonomik sipariş miktarı modeli yaklaşımı, optimal çözümü hazırlık ve taşıma maliyetlerinin eşit olduğu noktada verir.

En düşük toplam maliyet yöntemi ise, taşıma ve hazırlık maliyetlerini dengelemeye çalışır.

Algoritma:

- Parti büyüklüğü ilk periyotta başlatılır,
- Daha sonraki dönemlere başlarken eğer kümülatif taşıma maliyetleri hazırlık maliyetinden düşük ya da yakın ise partiye o dönemin talebi eklenir,
- Toplam birikimli taşıma maliyeti, hazırlık maliyetini aşana kadar gelecek dönemlere talep eklenir.

Bu yaklaşımda ekonomik parça-periyot faktöründen yararlanılır.

Wagner-Whitin algoritması

Bu yöntem dinamik programlama modeline dayalı matematiksel bir optimizasyon işlemidir. t dönemli tek ürünlü tek aşamalı dinamik parti büyüklüğü problemleri için optimal çözüm verir. Temel olarak Wagner-Whitin yöntemi, planlama döneminin her bir dönemindeki net ihtiyaçları karşılamak için mümkün olan tüm alternatifleri değerlendirir. Wagner-Whitin yöntemi de sipariş verme ve elde bulundurma maliyetlerinin toplamını en küçükmeye çalışır. Bu yöntem diğer sipariş büyüklüğü yöntemlerinin etkinliğini ölçmede bir standart olarak kullanılabilir [9].

Varsayımlar:

- Talepler ve maliyetler dönemler itibari ile değişkendir,
- Siparişler gecikmesiz olarak bir anda karşılanmaktadır,
- Yok satmaya izin verilmez,
- Dönem başı ve dönem sonu stok miktarı sıfırdır.

Eğer dönem başı stok sıfır ise, bu stok değeri ilk talepten düşülerek algoritma öyle çalıştırılır. Dönem sonunda stok olması isteniyorsa ise bu miktar son dönem talebine eklenerek algoritma çalıştırılır.

Burada sorun n dönemi süresince satın alma ve stokta tutma maliyetlerini en küçükleyecek Q_1, Q_2, \dots, Q_n miktarlarını bulmaktır.

Belirlenen bir dönem için talep miktarı bütün olarak dönem içindeki bir alımla veya önceki dönemde yapılan bir alımla karşılanmaktadır. Bu durum optimum bir çözüme ulaşmak için, alım işlemlerinde $Q_T=0$ veya $D_t+D_{t+1}+\dots+D_k$ olduğunda ihtiyaç olduğunu belirtmektedir.

Formülasyon:

$$F_k = \min \{ F_j + M_{jk} \} \quad (3.16)$$

$$M_{jk} = A_{j+1} + c_{j+1}Q_{j+1} + \sum_{t=j+1}^{k-1} h_t I_t \quad (3.17)$$

$$F_0 = 0$$

F_k = 1. dönemden k. döneme kadar olan maliyetler

M_{jk} = (j+1). dönemden k. döneme kadar olan maliyetler

K'dan önceki son yeniden üretim (rejenerasyon) noktası j'dir. j'de stok sıfıra inmekte, j+1'de ise üretime başlanmaktadır. K'ya kadar olan üretim buradan karşılanmaktadır. Yani (j+1), (j+2),k'nın talebi karşılanmaktadır.

$j+1, j+2, \dots, k$ periyodundaki ihtiyaçlar $j+1$ dönemindeki üretimle karşılanacağı için ;

$$X_{j+1} = D_{j+1} + D_{j+2} + \dots + D_k \quad (3.18)$$

1966 yılında Zangwill, Wagner – Whitin'in algoritmasına benzer ancak yok satma durumunda söz konusu olduğu çözümün baştan sona veya sondan başa doğru yapılabildiği deterministik üretim planlaması modeli geliştirmiştir [10].

Floreian ve Klein 1971 yılında Wagner-Whitin'in yöntemine benzer her dönemde üretim kapasitesinin değişmediği, yok satmanın söz konusu olduğu durumda tek aşamalı üretim sistemlerinde parti büyüklüğünün belirlenmesi için bir algoritma geliştirmişlerdir [11].

Love 1972 'de üretilecek ve stokta tutulacak miktarlar için alt ve üst sınırların olduğu, kapasite için herhangi bir kısıtlamanın olmadığı durum için parti büyüklüğünü hesaplayan ve en iyi çözüm veren bir algoritma geliştirmiştir [12].

Parti büyüklüğü modellerinin karşılaştırılması

Parti büyüklüğü modellerinin karşılaştırılmasında temel farklılık her birinin farklı problem kümelerinde farklı performans göstermeleridir.

Bu modellerin sonuca ulaşmadaki etkinliğini etkileyen faktörler şunlardır:

- Talep değişkenliği
- Planlama dönemi uzunluğu
- Planlama dönemi büyüklüğü
- Hazırlık maliyetlerinin birim maliyete oranı

- Stokta tutma maliyetlerinin birim maliyete oranı
- Kullanım amacı
- Sonuca ulaşma süresi

En çok kullanılan parti büyüklüğü modelleri karşılaştırılarak Çizelge 3.1'de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1. Parti büyüklüğü modellerinin karşılaştırılması [5].

Yöntem	Talep	Çözüm	Amaç	Miktar	Uygulama
Ekonomik Sipariş Miktarı	Düzensiz	Optimal	Min.Toplam Maliyet	$\sqrt{\frac{2AD}{h}}$	Hammadde Bitmiş Ürün Süreçler PerakendeSatış
Ekonomik Üretim Miktarı	Düzensiz	Optimal	Min.Toplam Maliyet	$\sqrt{\frac{2AD}{h(1-\frac{D}{P})}}$	Üretim
Sabit Dönem İhtiyacı	Değişken	İsteğe bağlı	Uygun Sipariş	İsteğe Bağlı Dönem Talebi	Hammadde Bitmiş Ürün Süreçler PerakendeSatış
Dönemsel Sipariş Miktarı	Değişken	İsteğe bağlı	Uygun Sipariş	Hesaplanmış Dönem Talebi	
Net İhtiyaçlar	Değişken	İsteğe bağlı	Stokta Tutma Maliyeti	D_t	
Silver-Meal	Değişken	Sezgisel	Maliyet/Dönem	$\sum D_t$	
En Düşük Birim Maliyet	Değişken	Sezgisel	Maliyet/Birim	$\sum D_t$	
Parça-Dönem Dengesi	Değişken	Sezgisel	Denge Maliyeti	$\sum D_t$	
Wagner-Whitin	Değişken	Optimal	Min.Toplam Maliyet	$\sum D_t$	

3.1.3. Karmaşık parti büyüklüğü modelleri

Graves 1981'de yapmış olduğu çalışmada çok aşamalı kısıtlandırılmamış, sadece üretim ve stoklamaya izin verilen bir sistemde parti büyüklüğü bulunmasında iteratif bir yöntem ortaya koymuştur [13].

Trigerio, Thomas ve McClain 1989'da hazırlık zamanlarını da dikkate alan kısıtlandırılmış parti büyüklüğü problemleri için bir algoritma geliştirmişlerdir.Çalışmada hazırlık zamanlarının parti büyüklükleri üzerindeki etkisini, taleplerin, maliyetlerin ve hazırlık zamanlarının değişken olduğu durum için incelemiştir. Bu algoritmanın büyük boyutlu problemlerin çözümünde küçük boyutlu problemlere göre daha etkin olduğunu göstermişlerdir [14].

Chapman (1981) ve Chapman ve Carter (1990); stok ve gönderilen ürün miktarı arasındaki ilişkiyi ele almış ve gönderilen ürün miktarının satıcının stok seviyesini düşürmede önemli bir etken olduğunu ortaya koyarak bir regresyon modeli geliştirmişlerdir [15].

Iyogun (1991) yapmış olduğu çalışmada, dinamik çok ürünlü parti büyüklüğü problemlerinin çözümü için geliştirilen sezgisel yöntemlerle elde edilen maliyetleri optimal maliyetler ile karşılaştırmışlardır [16].

Golhar ve Sarker (1992),Sarker ve Jamal (1993), Sarker ve Parija (1994) yaptıkları çalışmalarda; sabit aralıklarla, belirli miktarda talebi karşılamak amacıyla bir ürün çevrimindeki üretim ihtiyacı kadar hammadde alındığı durum için bir model geliştirmişlerdir.Bu modelde üretilen ürünler zamanın belli noktalarında tüketiciye sunulmaktadır [17,18,19].

Sarker, Karim ve Haque (1995) yaptıkları çalışmalarda, iki durumu ele almışlardır. Birinci durumda; hammadde sipariş miktarının bir üretim partisinde ihtiyaç duyulan miktara eşit olduğunu kabul etmişlerdir. İkinci durumda ise, hammadde sipariş miktarı üretimin bir partisinde ihtiyaç duyulan miktarın, n tamsayı olmak üzere, n katı kadar olduğunu varsaymış ve bu iki duruma göre modeller geliştirmişlerdir [20].

Farzaneh Fazel, Klaus P. Fischer, Erika W. Gilbert, yaptıkları çalışmada, miktar indirimli ekonomik sipariş miktarı modeli, satın alma ve stok maliyetleri belirlenerek, TZÜ ortamında karşılaşılan maliyetlerle karşılaştırılmıştır. Talebin düşük olduğu seviyelerde TZÜ yöntemi daha iyi sonuç verirken, ekonomik sipariş miktarı modelinin tek ürünlü yüksek talep durumunda avantaj sağladığını göstermişlerdir. Kurdukları model, ekonomik sipariş miktarı modeline bağlı olarak sipariş verme maliyeti ve taşıma maliyetini ürünün yüksek miktarları için ele alırken, miktar indirim oranını düşük miktarlar için ele almaktadır [21].

Ruhul A. Sarker, Lutfar R. Khan (1999) yaptıkları çalışmada hammaddeleri tedarikçiden partiler halinde alıp, bitmiş ürüne çeviren bir üretim sistemini dikkate almışlardır. Sabit zaman aralıklarıyla alıcılar tarafından talep edilen bitmiş ürünlerin dağıtıldığı üretim sistemlerinin ihtiyaçlarını karşılamak için bir sipariş politikası önermişlerdir. Hem hammaddeleri hem de bitmiş ürünleri dikkate alan genel bir maliyet modeli geliştirilmiş ve bu model ışığı altında hammadde tedariki ve üretim parti büyüklüğü için basit bir algoritma geliştirmişlerdir [22].

Mohammed Y. Jaber ve Maurice Bonney çalışmalarında, öğrenme yaklaşımının geliştiği tekrarlı üretim süreçleri ele alınarak parti büyüklüğü probleminde, öğrenmenin etkisini ortaya koyan bir model incelenmiştir. Ayrıca, benzer modellere TZÜ ile bağlantılı bazı görüşlerin entegre olasılığı ele alınmıştır [23].

Goyal ve Cardenas-Barron (2001), Jamal ve Sarker'ın 1993 yılında yaptıkları çalışmanın verilerini kullanarak farklı bir model altında Jamal ve Sarker'e göre daha iyi sonuç verdiğini ileri sürmüşlerdir [24].

J.Gutierrez, A.Sedeno-Noda,M.Colebrook, J.Sicilia (2002) yaptıkları çalışmada, stok kapasitesi kısıtlı dinamik parti büyüklüğü problemini ele almışlardır. Optimal politikaları sağlayan yeni özellikler altında yeni bir dinamik programlama algoritması kurulmuştur [25].

John F.Affisco, M.Javad Paknejad, Farrokh Nasri (2002) yaptıkları çalışmada, kalite düzeyi ayarlanmış bileşik ekonomik parti büyüklüğü modelini ortaya koymuşlardır [26].

Po-Chung Yang ve Hui-Ming Wee (2003) yaptıkları çalışmada hem tedarikçiden üreticiye bölünmüş partiler halinde malzeme akışı hem de üreticiden birden fazla satıcıya bölünmüş partiler halinde ürün akışını dikkate alan bir matematiksel model ortaya koymuşlardır [28].

Ilkyeong Moon, Bibhas Giri, Byungsung Ko (2003) yaptıkları çalışmada, zamanla kalite veya miktarı aşamalı olarak düşen ürünlerle, kalite veya miktarı aşamalı olarak artan ürünleri ele almışlardır. Bu iki zıt fiziksel karakteristiğin stoklandığı stok modelleri birleştirilerek, sonsuz planlama ufku boyunca, zamanla değişen talep durumunda, enflasyon ve paranın zaman değerini hesaba katarak modeller geliştirmişlerdir. Önerilen modellerin optimal çözümleri ortaya konulmuştur [29].

Seung-Lae Kim, Daesung Ha (2003) çalışmalarında, üretim tedarik zincirinde küçük partiler halinde sık sık dağıtımı kolaylaştırmak için bir alıcı-tedarikçi koordinasyon modeli geliştirmişlerdir. Önerilen modelde, hem alıcı hem de tedarikçinin toplam bağlı maliyetlerinin birleştirilmesi üzerine kurulu optimal sipariş miktarını düzenler. Hazırlık ve dağıtımların sayısını, yenileme miktarını, tek alıcılı tek tedarikçili basit bir TZÜ senaryosu üzerinde ve sonsuz

planlama ufkunda değerlendirir. Tek ürün için deterministik şartlar altında hem alıcı hem de tedarikçinin ekonomik karlılığını göz önünde bulunduran optimal dağıtım politikası gösterilmiştir [30].

Qing Cao, Marc J. Schniederjans (2004), çalışmalarında klasik parti büyüklüğü modellerinin gerçekte TZÜ parti büyüklüğü maliyetlerini yansıtmadığını savunmuşlardır. Çalışmalarında revize edilmiş bir ekonomik üretim parti büyüklüğü-TZÜ modeli ortaya koyarak, klasik ekonomik üretim parti büyüklüğü modeli ile revize edilmiş model arasında maliyet açısından bir karşılaştırma yapılmış ve ortaya konulan modelin maliyet açısından daha etkili sonuçlar verdiği görülmüştür [31].

Wenyih Lee (2004), üreticinin hammaddeleri tedarikçiden alarak, bitmiş ürünlere çevirerek tüketiciye dağıtıldığı, tek üreticili tek alıcılı tedarik zincirinde parti büyüklüğü problemini ele almıştır. Hammadde sipariş ve elde tutma, üretici hazırlık ve bitmiş ürün stokta tutma, alıcı sipariş verme ve stokta tutma maliyetlerini ele alan ve ekonomik parti büyüklüğü şeklinde birleştirilmiş bir parti büyüklüğü modeli geliştirilmiştir [32].

Khan ve Sarker modeli

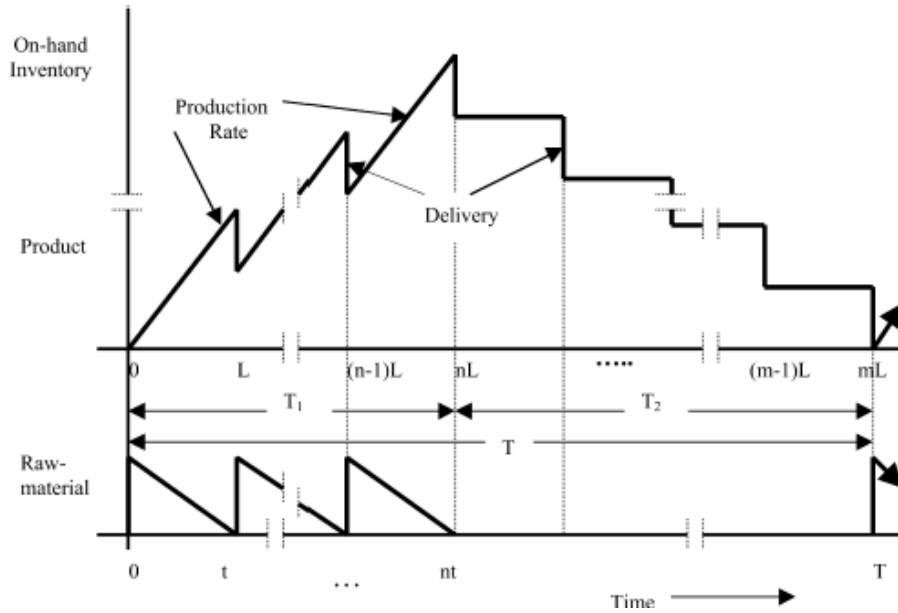
Khan ve Sarker (2002) yaklaşımı, çalışmada verilen model ile bağlantılı olduğundan burada detaylı olarak açıklanacaktır. Khan ve Sarker yaptıkları çalışmada, tedarikçiden bir parti halinde aldığı hammaddeyi, bitmiş ürüne çevirmek için belli bir süreçten geçiren üretim sistemini ele almışlardır. Amaçları, geleneksel bütünleşik parti büyüklüğü problemlerini iki aşamada TZÜ kavramı ile birleştirmektir. İlk aşamada problem, bir TZÜ dağıtım sistemini dikkate almıştır. Hammadde tedarik miktarı, tam olarak bir çevrimde gereken kadardır. Tüm çevrim zamanı boyunca talebi karşılamak için üretim zamanı m defa mal göndermeye ek olarak kısa bir dönem uzayabilir. Ancak taşıma maliyeti, sipariş miktarından bağımsız olduğundan bu küçük teslimat

maliyet üzerinde etkili olmaz. Perakendeci bu ek teslimatı kabul etmeyebilir. Dolayısıyla bitmiş ürün miktarı dağıtım sıklığını gösteren m sayısı kesinlikle tam sayı kabul edilir. İkinci aşama hem bitmiş ürün teslimatı hem de hammadde alımı için TZÜ sistemini ele almaktadır. Bu problem aslında bir üretim zamanındaki hammadde ihtiyacının n defa küçük partiler halinde alması haricinde ilkinen benzerdir [27].

Dikkate alınan maliyetler; sipariş verme/hazırlama, stok tutma ve taşıma maliyetidir. Sistemin toplam maliyet denklemi üretim miktarı bitmiş ürün teslim sıklığı ve/ya da hammadde tedarik sıklığına göre tasarlanır. Sonra da problem kısıtsız bir optimizasyon problemi olarak çözülmektedir. İleride anlatılacak olan bileşke parti büyüklüğü modeli bu modele benzemektedir ancak ileride de anlatılacağı üzere bileşke parti büyüklüğü modeli bu modele göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Model formülasyonu

Üretim zamanında üretilen toplam miktar, T_1 , çevrim zamanı için verilen talebi (T) karşılamalıdır. T_1 'in T 'ye eşit ya da az olduğu kabul edilir. Yok satmaya meydan vermemek amacıyla üretim oranı P 'nin bitmiş ürünün talebinden (D_p) fazla olduğu kabul edilir. Her L birim zamanda (sabit araklı parti tedarikine bağlı olarak), x birim bitmiş ürün talebi vardır ve her dönemde (L birim zaman aralığı) üretilen ürün $P \cdot L$ kadardır. Dolayısıyla bitmiş ürün stok grafiği, üretim zamanı boyunca bir testere dişli yapı çizmektedir (Şekil 3.3). Eldeki stok, çevrim zamanı bitene kadar, belirli aralıklarda dağıtılarak biter [27].



Şekil 3.3 Ürün ve hammadde stoğu grafiği [27]

Varsayımlar

Analizi kolaylaştırmak için modelde kullanılan varsayımlar aşağıdadır:

- Üretim oranı düzgün dağılmıştır ve sonludur,
- Yok satmaya izin verilmez,
- Ürünün dağıtımı düzenli aralıklarda ve sabit miktardadır,
- Hammadde tedariki ihtiyaç duyulduğu zaman sabit miktarlarda elde edilebilir,
- Üretici ürünü perakendeciye kadar ulaştırmakla sorumludur.

Durum 1 : TZÜ dağıtım sistemi

1.Durum için toplam maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$TC_1 = \frac{Dp}{Qp}(Ar + Ap) + Qp \left(\frac{Dp}{2P} frHr - \frac{Dp}{2P} Hp + Hp \right) - \frac{xHp}{2} m + \frac{xHp}{2} \quad (3.19)$$

Qp'yi tanımlamak için (Qp=mx olduğundan) toplam maliyet fonksiyonunu en küçüklemek gereklidir [27].

Optimal üretim miktarını bulmak için TC₁'in Qp'ye göre türevini almak gerekir. Fakat fonksiyon m'nin tam sayı değerini içeriyorken türevi alınamaz. Buna rağmen TC'nin verilen bir m için Qp'nin dış bükey fonksiyonu olduğu görülebilir. Daha önce m'nin tam sayı değerinin Qp/x ile yer değiştirebileceği var sayılmıştır. Böylece yeni maliyet fonksiyonu şöyle oluşur :

$$TC_1 = \frac{Dp}{Qp}(Ar + Ap) + Qp \left(\frac{Dp}{2P} frHr - \frac{Dp}{2P} Hp + \frac{Hp}{2} \right) + \frac{xHp}{2} \quad (3.20)$$

$$Qp^* = \sqrt{\frac{Dp(Ap + Ar)}{KK}} \quad (3.21)$$

burada,

$$KK = \frac{Dp}{2P} frHr - \frac{Dp}{2P} Hp + \frac{Hp}{2} \quad (3.22)$$

Birinci durum için çözüm algoritması :

Adım 0 Dp,P,Ap,Ar,Hp ve Hr değerlerini tespit et ve kaydet

Adım 1 Qp* 'ı Eş. 3.21'ikullanarak hesapla

Adım 2 m=Qp*/x 'i hesapla tam sayı ise dur

Adım 3 Eş. 3.19 'u kullanarak TC₁'i hesapla m= $\lfloor m \rfloor$ ve $\lceil m \rceil$

m*=m, TC₁'i en küçükleyeni seç.Dur.

Durum 2 : TZÜ tedarik ve dağıtım sistemi

İkinci durum için toplam maliyet fonksiyonu aşağıda ifade edilmiştir.

$$TC_2 = \frac{Dp}{Qp} Ap + Qp \left(1 - \frac{Dp}{2P} \right) Hp + \frac{Dr}{Qr} Ar + \frac{Dp}{P} \left(\frac{frQr}{2} \right) Hr - \left(\frac{m-1}{2} \right) xHp \quad (3.23)$$

Q_p 'yi belirlemek için TC_2 fonksiyonunu en küçüklemek gerekir ($Q_p=mx$, $Q_p=n.Q_r$ ve $Q_r=PL$) buradan, $Q_p=mx$ ve $Q_p=n.Q_r$ mx 'in $n.Q_r$ 'ye eşit olması gerektiğini gösterir. Başka bir deyişle $Q_r = (m/n).x$ 'tir.

Burada hammadde alımı için zaman aralıklarının L zaman birimi olacağı varsayılmıştır. Böylece $Q_r=PL$ yazılabilir. Bu da hammadde satın alma miktarının bilindiğini ve Q_r 'den bağımsız olduğunu ifade eder. $Q_r=PL$ ilişkisi Eş. 3.23'e konulup düzenleme yapıldığında aşağıdaki toplam maliyet eşitliğine ulaşılır.

$$TC_2 = \frac{Dp}{Qp} Ap + Qp \left(1 - \frac{Dp}{2P}\right) Hp - \frac{xHp}{2} m + \frac{frDp}{PL} Ar + \frac{Dp}{P} \left(\frac{frPL}{2}\right) Hr + \frac{xHp}{2} \quad (3.24)$$

$m=Q_p/x$ 'in tam sayı değeri yerine konularak Eş. 3.25 elde edilir.

$$TC_2 = \frac{Dp}{Qp} Ap + Qp \left(1 - \frac{Dp}{2P}\right) Hp - \frac{Hp}{2} Qp + \frac{Dr}{PL} Ar + \frac{Dp}{P} \left(\frac{frPL}{2}\right) Hr + \frac{xHp}{2} \quad (3.25)$$

$$Qp^* = \sqrt{\frac{DpAp}{\frac{Hp}{2} \left(1 - \frac{Dp}{P}\right)}} \quad (3.26)$$

İkinci durum için çözüm algoritması :

Adım 0 : D_p, P, A_p, A_r, H_p ve H_r değerlerini bul ve kaydet

Adım 1 : Q_p 'yi bul (Eş. 3.26'yı kullanarak)

Adım 2 : m 'i hesapla tam sayı ise dur

Adım 3 : Eş. 3.24'ü kullanarak TC_2 'i hesapla $m = \lfloor m \rfloor$ ve $\lceil m \rceil$

$m^* = m$, TC_2 'i minimum yapanı seç. Dur.

4. BİLEŞKE PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ MODELİ

Stok düzeylerinin en küçüklenmesi, siparişlerin zamanında teslim edilmesi, hazırlık sürelerinin düşürülmesi ve ürüne değer katmayan her türlü işlemlerin ortadan kaldırılması TZÜ sisteminin temel amaçlarıdır. Klasik üretim sistemlerinde büyük partiler halinde üretim anlayışının TZÜ sistemine ters düştüğü açıktır. Çünkü büyük partiler halinde üretim, yüksek stok düzeylerini, gereksiz taşımayı ve fazla üretimi beraberinde getirirken, TZÜ bunlardan tamamen kurtulmayı amaçlar.

TZÜ ortamında tedarikçiler, üreticiler ve perakendeciler arasında sıkı bir işbirliği vardır. Yapılan uzun dönemli anlaşmalarda, bu üç kurum arasında dönemsel gerçekleşen siparişlerin küçük partiler halinde verilmesi ve dağıtımı dolayısıyla stok tutma maliyetini en küçüklemek esas unsurdur. Üretici, kendi stok tutma maliyetlerini en küçüklemek için tedarikçisine, sık sık küçük partiler halinde sipariş verirken, perakendecisinin stok tutma maliyetini en küçüklemek için de sık sık küçük partiler halinde perakendeciye ürün sevkiyatını gerçekleştirmektedir. Böylece hem hammadde hem de bitmiş ürün stoğu en küçüklenmektedir.

Üretim parti büyüklüğü, pazardan gelen taleplere, üretim hazırlık maliyetine, birim üretim maliyetine ve nihayetinde stok tutma maliyetine bağlıdır. Hammaddenin, üretimde kullanıldığı düşünüldüğünde, hammadde sipariş miktarı üretim parti büyüklüğünden bağımsız ele alınmaması gerekir. Hammadde sipariş parti büyüklüğü ise, üretim parti büyüklüğüne, hammadde sipariş verme maliyetine, birim hammadde maliyetine ve stokta taşıma maliyetine bağlıdır. Bunun sonucu olarak, üretim sisteminin toplam maliyetini en küçükleyecek optimal üretim parti büyüklüğünü belirleyebilmek için, bitmiş ürün parti büyüklüğü ve hammadde sipariş miktarı birlikte göz önünde bulundurulmalıdır.

Literatüre bakıldığında, yapılan çalışmalarda toplam maliyet hesaplanırken genellikle hammadde sipariş miktarının ve maliyetinin dikkate alınmadığı veya hammadde sipariş miktarının bir üretim çevriminde ihtiyaç duyulandan daha fazla alınarak stok taşıma yoluna gidildiği görülmektedir.

Yapılan çalışmalardan farklı olarak, hammadde ve bitmiş ürün ilişkisi temelinde hammadde ve bitmiş ürün stok maliyetini aynı zamanda en küçükleyecek bileşke parti büyüklüğü modeli geliştirilmiştir.

4.1. Model Yaklaşımı

Bu bölümde, tedarikçiden hammaddelerin alınıp üretim aşamalarında kullanıldıktan sonra bitmiş ürün olarak perakendeciye sabit zaman aralıklarında sabit miktarlarda dağıtılmasına ilişkin bir üretim modeli ele alınmıştır. Önerilen modelde, hammadde ve bitmiş ürün arasındaki ilişki temel alınarak maliyet en küçüklenmesi hedeflenmiştir.

Geliştirilen modelde dikkate alınan varsayımlar şöyledir:

- Perakendecinin yıllık talebi sabittir ve bilinmektedir,
- Üretim oranı yok satmaya izin vermemek için bitmiş ürün talebinden daha büyüktür,
- Hammadde tedariki ihtiyaç duyulduğu anda yapılabilmektedir,
- Her ürün için sadece bir üretici ve bir hammadde tedarikçisi vardır,
- Üretici ürünü perakendeciye kadar ulaştırmakla sorumludur.

Geliştirilen model, Khan ve Sarker [27] 'ın geliştirdikleri modele benzemekte, ancak hammadde sipariş miktarı ve üretim parti büyüklüğü ilişkisi açısından farklılık göstermektedir.

Khan ve Sarker [27] yaptıkları çalışmada, parti büyüklükleri ile ilgili iki durumu ele almışlardır. Birinci durumda, TZÜ dağıtım sistemini göz önünde bulundurmışlardır. Bu durumda, hammadde sipariş miktarı üretim sisteminin tek bir partisi için gereken hammadde miktarına eşittir. Üretim çevriminin başında tedarik edilen hammadde, üretim çevriminin diğer aşamaları için stokta taşınmak zorundadır. İkinci durumda ise, hem bitmiş ürün teslimatı hem de hammadde tedarikini birlikte göz önüne almışlardır. Ancak bu durumda da hammadde ihtiyacını, üretim parti büyüklüğünden bağımsız hale getirecek varsayımlarda bulunarak gerçek sistemlerden uzaklaşmışlardır.

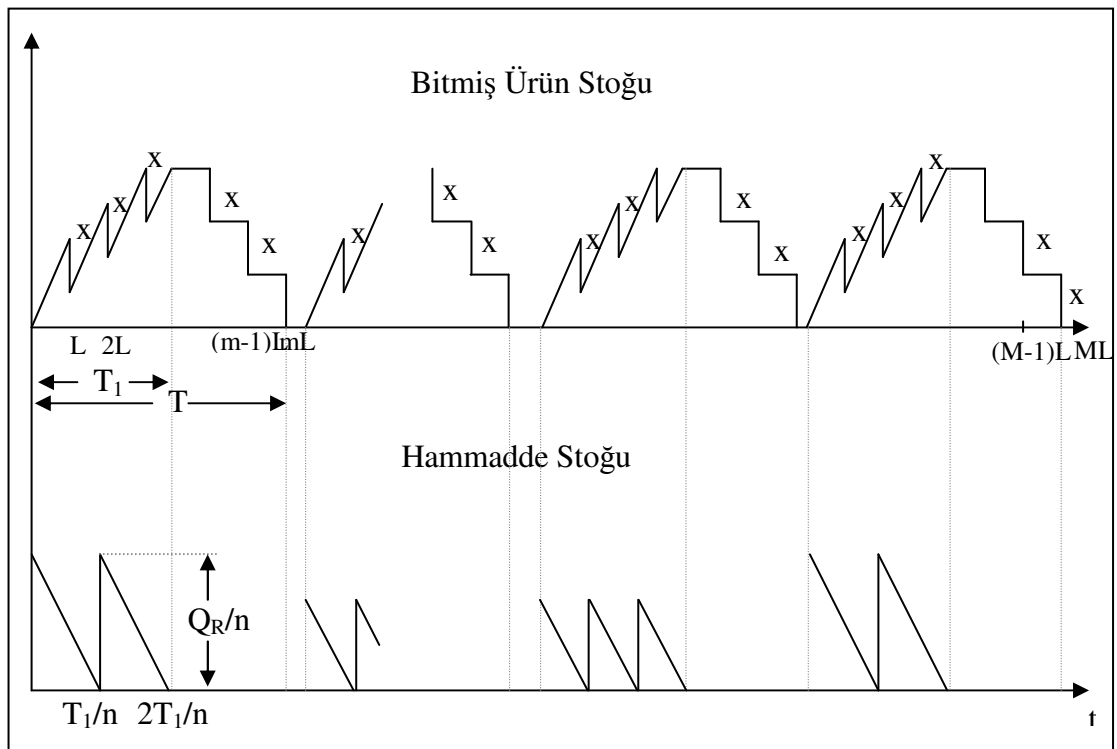
Bu çalışmada geliştirilen modelde, bir üretim çevriminde ihtiyaç duyulan hammadde miktarı n adet küçük partiler halinde tedarik edilmektedir. Dolayısıyla $n=1$ olduğu durumlarda, hammadde sipariş miktarı bir üretim çevriminde ihtiyaç duyulan miktara eşittir. Bununla birlikte, n 'in 1'den büyük olduğu durumlarda bir üretim çevriminde, bitmiş ürünlerin üretimi için gerekli olan hammadde miktarı küçük partilere bölünerek sipariş verilecektir. Bu şekilde hammadde gereken zamanda kullanılacak dolayısıyla stok tutma maliyeti düşecektir. Hammadde sipariş miktarının üretim parti büyüklüğüne bağlı olarak hesaplanması ve hammadde teminini konusunda tek veya çoklu sipariş politikası seçme esnekliği sunması nedenleriyle modelin gerçek sistemlere uygulanabilirliği yüksektir.

4.2. Matematiksel Model

Geleneksel ekonomik parti büyüklüğü modellerinde, bu problemdeki bitmiş ürün stok hareketinden farklı bir hareket söz konusudur. Ekonomik üretim parti büyüklüğü modellerinde T_1 zamanı boyunca sürekli doğrusal olarak artan bir yapı ve T_1-T zaman aralığında ise sürekli doğrusal azalan bir yapı mevcuttur. Önerilen modelin grafiği dikkate alındığında ise, T_1 zamanı boyunca testere dişi şeklinde iken, T_1-T zaman aralığında merdiven şeklinde bir yapı sergilemektedir (Şekil 4.1). Bu grafik yapısının ortaya çıkmasının nedeni, perakendeciye L zaman aralıklarında x birimlik bitmiş ürünün

dağıtımının gerçekleştirilmesidir. T_1 zamanı boyunca gerçekleşen üretim, T çevrim zamanı boyunca oluşan bitmiş ürün talebini karşılamaktadır.

Hammadde stoğu ise, üretimin gerçekleştirildiği T_1 zamanında tutulmaktadır. Bir üretim çevrimindeki hammadde ihtiyacı n adet küçük partiler halinde karşılanacağı için hammadde stoğu en fazla Q_R/n 'e eşit olabilir.



Şekil 4.1. Bitmiş ürün ve hammadde stoğu

Modelde kullanılan notasyonlar :

D_p : P ürünü için yıllık talep miktarı

D_r : P ürünü için gerekli yıllık r hammaddesinin talep miktarı

A_p : P ürünü için hazırlık maliyeti

A_r : R hammaddesi sipariş verme maliyeti

H_p : P ürünü için yıllık stok tutma maliyeti

H_r : R hammaddesi için yıllık stok tutma maliyeti

f_r : Bir birim ürün üretmek için gerekli hammadde miktarı (Çevrim oranı)

I_{ort} : Ortalama bitmiş ürün stoğu

L : Ardışık teslimatlar arası zaman

m : Çevrim zamanı boyunca yapılan bitmiş ürün teslimat sayısı

n : Çevrim zamanı boyunca hammadde sipariş sayısı

P : Yıllık üretim oranı

Q_p : Üretim parti büyüklüğü

Q_r : Hammadde sipariş miktarı

x : Düzenli aralıklarla tüketiciye ulaştırılan teslimat miktarı

Önerilen modelde dikkate alınan maliyetler şunlardır:

- Hammadde sipariş verme maliyeti
- Bitmiş ürün için hazırlık maliyeti
- Hammadde stokta tutma maliyeti
- Bitmiş ürün stokta tutma maliyeti

Hem bitmiş ürünün sabit miktarlarda belirli aralıklarla dağıtımını hem de bitmiş ürün için gerekli olan hammadde ihtiyacını, stok taşımayı en küçükleyecek şekilde parçalara bölerek sipariş vermeyi esas alan bileşke modeldeki hammadde sipariş verme maliyeti ve hammadde stok tutma maliyeti aşağıdaki gibi belirlenir:

$$\text{Hammadde Sipariş Verme Maliyeti} : \frac{D_r}{Q_r} n A_r$$

$$\text{Hammadde Stokta Tutma Maliyeti} : \frac{D_p}{P} \left(\frac{Q_r}{2n} \right) H_r$$

Burada, hammadde stoğu sadece T_1 zamanı boyunca taşınacağından, ortalama hammadde stoğu $T_1/T = D_p/P$ oranıyla dengelenir.

Bitmiş Ürün Hazırlık Maliyeti : $\frac{Dp}{Qp} Ap$

Bitmiş ürün Stokta Tutma Maliyeti : $I_{ort} Hp$

$$I_{ort} = Qp \left(1 - \frac{Dp}{2P} \right) - \left(\frac{m-1}{2} \right) x \quad (4.1)$$

Bitmiş ürün ortalama stoğu olan I_{ort} hesaplanması detayları Khan'ın çalışmasında bulunabilir.

Buradan hareketle,

Hammadde stok maliyeti,

$$TM_R = \frac{Dr.n}{Qr} Ar + \frac{Dp}{P} \frac{Qr}{2} \frac{Hr}{n} \quad (4.2)$$

Bitmiş ürün stok maliyeti,

$$TM_P = \frac{Dp}{Qp} Ap + Hp I_{avg} = \frac{Dp}{Qp} Ap + Qp \left(1 - \frac{Dp}{2P} \right) Hp - \left(\frac{m-1}{2} \right) x Hp \quad (4.3)$$

şeklinde bulunur.

Toplam maliyet fonksiyonu ise aşağıdaki gibi oluşur :

$$TM = TM_P + TM_R$$

$$TM = \frac{Dp}{Qp} Ap + Qp \left(1 - \frac{Dp}{2P} \right) Hp - \left(\frac{m-1}{2} \right) x Hp + \frac{Dr.n}{Qr} Ar + \frac{Dp}{P} \frac{Qr}{2} \frac{Hr}{n} \quad (4.4)$$

Üretimde hammaddeler bitmiş ürüne birebir olarak dönüşmeyebilirler. Yani bir birim bitmiş ürün üretmek için bir birim hammadden farklı miktarlarda hammaddeye ihtiyaç duyulabilir ki, gerçek üretim sistemlerinde bu çok doğal bir durumdur. Bu değişim oranı yapılan üretime göre tamsayı veya reel olabilir. Model oluşturulurken bu durum göz önünde bulundurularak, çevrim oranı f_r tanımlanmıştır.

$$f_r = \frac{Dr}{Dp} = \frac{Qr}{Qp} \quad (4.5)$$

Buradan hareketle toplam maliyet fonksiyonunda, $\frac{Dr}{Qr}$ yerine $\frac{Dp}{Qp}$, Q_r yerine de Qpf_r yazılarak, toplam maliyet fonksiyonu yeniden düzenlenir.

$$TM = \frac{Dp}{Qp} Ap + Qp \left(1 - \frac{Dp}{2P}\right) Hp - \left(\frac{m-1}{2}\right) xHp + \frac{Dp \cdot n}{Qp} Ar + \frac{Dp}{P} \frac{Qpf_r}{2} \frac{Hr}{n} \quad (4.6)$$

$\frac{Dp}{Qp}$ parantezine alıp düzenlemelerden sonra,

$$TM = \frac{Dp}{Qp} (Ap + nAr) + Qp \left(1 - \frac{Dp}{2P}\right) Hp - \left(\frac{m-1}{2}\right) xHp + \frac{Dp \cdot n}{Qp} Ar + \frac{Dp}{P} \frac{Qpf_r}{2} \frac{Hr}{n} \quad (4.7)$$

Üretim çevrimi boyunca toplam m adet x birimlik bitmiş ürün perakendeciye dağıtılmaktadır. Dolayısıyla Qp üretim parti büyüklüğü mx 'e eşittir. $Qp = mx$ değeri, toplam maliyet fonksiyonunda yerine konularak maliyet fonksiyonu yeniden oluşturulur.

$$TM = \frac{Dp}{mx} (Ap + nAr) + \frac{mx}{2} \left[Hp - \frac{Dp}{P} Hp + \frac{Dp}{P} f_r \frac{Hr}{n} \right] + Hp \frac{x}{2} \quad (4.8)$$

4.3. Model Çözümü

Burada, hesaplama tekniği açısından etkili ve kullanımı kolay bir sezgisel çözüm önerilmektedir. Geliştirilen model, maliyet en küçüklemesini hedeflemektedir. Toplam maliyet fonksiyonu iç bükey bir fonksiyondur (Bknz. EK-1). Dolayısıyla, toplam maliyeti en küçükleme için, toplam maliyet fonksiyonunun m'ye ve n'ye göre türevlerinin alınıp sıfıra eşitlenir. Böylece m'nin ve n'in başlangıç değerleri bulunmuş olunacaktır. Burada m ve n değerleri için tamsayı olma zorunluluğu getirilmiştir. Bunun nedeni ise, partilerin belirlenen miktarların altında sevk edilmesi ne perakendecinin ne de üreticinin istediği bir durumdur. Bu ek sevkiyatlar, parti büyüklüğünden bağımsız olan sevkiyat maliyetlerini artıracaktır. m ve n'in başlangıç değerlerinin tam sayı olmaması durumunda, en yakın komşu tam sayı değerleri toplam maliyet fonksiyonuna konularak mevcut çözüm gevşetilir. En düşük maliyeti veren (m,n) çifti seçilir.

Toplam maliyet fonksiyonunun türevini almada kolaylık sağlaması amacıyla S ifadesi aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$S = Hp - \frac{Dp}{P}Hp + \frac{Dp}{P}f_r \frac{Hr}{n}$$

S değeri toplam maliyet fonksiyonunda yerine konulduğunda

$$TM = \frac{Dp}{mx}(Ap + nAr) + \frac{mx}{2}S + Hp \frac{x}{2} \quad (4.9)$$

elde edilir.

Toplam maliyet fonksiyonunun m'ye göre türevini alıp sıfıra eşitlersek ;

$$\frac{\partial TC}{\partial m} = 0$$

$$\frac{\partial TC}{\partial m} = -\frac{Dp}{m^2 x} (Ap + nAr) + \frac{x}{2} S = 0$$

$$m^* = \sqrt{\frac{2Dp(Ap + nAr)}{x^2 S}} = \frac{1}{x} \sqrt{\frac{2Dp(Ap + nAr)}{Hp \left(1 - \frac{Dp}{P}\right) + \frac{Dp}{p} f_r Hr}} \quad (4.10)$$

Elde edilen m^* 'i TM'de yerine koyarsak,

$$\begin{aligned} TM &= \frac{Dp}{x} (Ap + nAr) \sqrt{\frac{x^2 S}{2Dp(Ap + nAr)}} + \frac{x}{2} S \sqrt{\frac{2Dp(Ap + nAr)}{x^2 S}} + Hp \frac{x}{2} \\ &= \sqrt{2Dp(Ap + nAr)S} + Hp \frac{x}{2} \quad \text{elde edilir.} \end{aligned} \quad (4.11)$$

Bu ifadenin n'e göre türevini alıp sıfıra eşitlersek, n^* aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\frac{\partial TC}{\partial n} = 0$$

$$\frac{\partial TC}{\partial n} = \left(2DpArHp \left(1 - \frac{Dp}{P}\right) - \frac{2Dp^2 ApHrf_r}{n^2 P} \right) \left(2\sqrt{2Dp(Ap + nAr)S} \right)^{-1}$$

$$n^* = \sqrt{\frac{ApHrf_r Dp}{ArPHp \left(1 - \frac{Dp}{P}\right)}} \quad n^* \geq 1 \quad (4.12)$$

Böylece m'in ve n'in ilk değerlerine ulaşılmıştır. Bundan sonra, toplam maliyeti en küçükleyen (m,n) tamsayı çiftini bulmak gerekmektedir. Bunun

için modelin çözüm algoritması oluşturularak çözüme giden yol adım adım gösterilmiştir :

Çözüm Algoritması :

Adım 0 : D_p, P, A_p, A_r, H_p ve H_r belirle ve kaydet.

Adım 1 : m 'yi Eş.4.10'u kullanarak bul.

Adım 2 : n 'yi Eş.4.12'yi kullanarak bul. m ve n tamsayı ise Q_p 'yi hesapla
Adım 6'ya git.

Adım 3 : Eğer m tamsayı ve n tamsayı değilse, $n = \lfloor n \rfloor$ ve $\lceil n \rceil$ kullanarak
TM'yi hesapla, TM'yi en küçükleyen n^* 'i seç. Q_p hesapla ve Adım
6'ya git. Aksi halde Adım 4'e git.

Adım 4 : Eğer n tamsayı ve m tamsayı değilse, $m = \lfloor m \rfloor$ ve $\lceil m \rceil$ kullanarak
TM'yi hesapla. TM'yi en küçükleyen m^* 'i seç. Q_p hesapla ve Adım
6'ya git. Aksi halde Adım 5'e git.

Adım 5 : Hem m hem de n tamsayı değilse, m ve n 'nin aşağıdaki durumları
oluşturup TM'yi en küçükleyen m^* ve n^* 'i seç. Q_p hesapla. Adım
6'ya git.

Durum 1 : $\lfloor m \rfloor \lfloor n \rfloor$ Durum 3 : $\lceil m \rceil \lfloor n \rfloor$

Durum 2 : $\lfloor m \rfloor \lceil n \rceil$ Durum 4 : $\lceil m \rceil \lceil n \rceil$

Adım 6 : Dur.

4.4. Çözüm Kalitesi

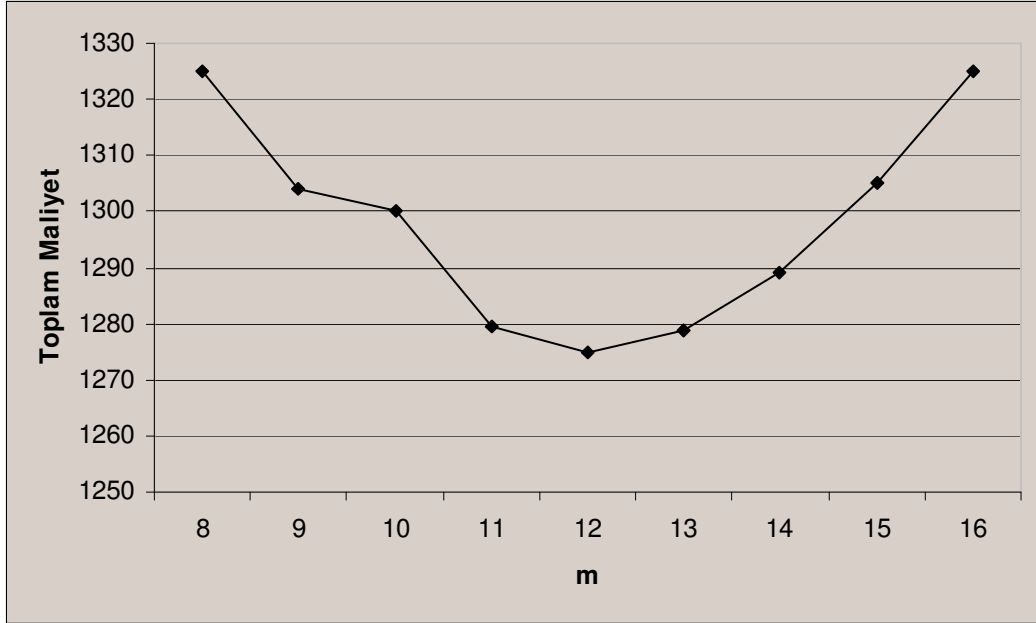
Geliştirilen çözüm algoritması için Visual Basic programlama dili kullanılarak bir program yazılmıştır. Böylece çözüme daha kısa sürede ulaşılmıştır. Programın bilgisayarda çalışma süresi ihmal edilecek kadar kısadır.

Önerilen modelden elde edilen çözümleri test etmek amacıyla 3 örnek uygulama yapılmıştır. Birinci örnekte, deneysel problem verileri kullanılarak, hammadde sipariş miktarının bir üretim çevrimindeki hammadde ihtiyacına eşit olduğu ($n=1$) Sarker[27] modelinin çözümleri ile geliştirilen bileşke parti büyüklüğü modeli çözümleri karşılaştırılmıştır. İkinci örnek uygulamada, geliştirilen model, sadece bitmiş ürün dağıtımını göz önünde bulunduran Jamal ve Sarker [18] optimal çözümü olan bir problem üzerinde test edilmiş ve ulaşılan çözümler bu çözümle karşılaştırılmıştır. Son örnekte ise, bir üretim işletmesinden elde edilen gerçek verilerle, geliştirilen bileşke parti büyüklüğü modeli, Sarker[27] modeli ile karşılaştırılıp gerçek sistemlerdeki davranışı test edilmiştir.

Örnek 1 : Burada, modelin çalışmasının daha iyi anlaşılabilmesi açısından bir örnek problem verisi üzerinde çözüm yapılmıştır. Problem verileri şöyledir:

$D_p = 1200$ birim/yıl $P = 2400$ birim/yıl $A_p = 200$ PB/hazırlık $A_r = 50$ PB/sipariş
 $H_r = 2$ PB/birim/yıl $H_p = 3$ PB/birim/yıl $f_r = 1$ ve $x = 50$ birim/dağıtım

m 'in tamsayı değerleri için toplam maliyet fonksiyonunun grafiği çizilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Örnek 1 toplam maliyet – m grafiği

Resim 4.1'de ki çözüm çıktılarına göre, Çizelge 4.1 elde edilmiş ve $Q_p = 600$ olarak bulunmuştur. $f_r=1$ ve $n=2$ olduğundan $Q_r=300$ 'dür.

Çizelge 4.1. Örnek 1 bileşke model çözüm kümesi

m^*	n^*	TM	Q_p
11	1	1307,954	550
11	2	1279,545	550
12	1	1325	600
12*	2*	1275 *	600*

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi

Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr

X

m	n	TC	Qp
<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1307,95454545"/>	<input type="text" value="550"/>
<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1279,54545454"/>	<input type="text" value="550"/>
<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1325"/>	<input type="text" value="600"/>
<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1275"/>	<input type="text" value="600"/>

Resim 4.1. Örnek 1 için bileşke model program çıktısı

Aynı problem için Khan ve Sarker [27]'in algoritmasının sunduğu çözümler ise aşağıdadır:

Çizelge 4.2. Örnek 1 için Sarker modeli çözüm kümesi

m	TM	Qp
9	1304,16	450
10	1300	500

Buradan da görüleceği üzere geliştirilen bileşke modelle toplam maliyet 1275 PB iken Sarker'ın modeli ile hesaplanan toplam maliyet 1300 PB'dir. Görüldüğü gibi bileşke parti büyüklüğü modeli daha iyi sonuç vermektedir.

Örnek 2 : Jamal ve Sarker [18]'in sadece bitmiş ürün dağıtımını göz önünde bulunduran çalışmasındaki optimal çözümü olan problemin verileri kullanılarak modelin testi yapılmıştır. Veriler şöyledir :

$D_p = 2400$ birim/yıl $P = 3600$ birim/yıl $A_p = 300$ PB/hazırlık $A_r = 200$ PB/sipariş
 $H_r = 1$ PB/birim/yıl $H_p = 2$ PB/birim/yıl $f_r = 1$ ve $x = 100$ birim/dağıtım

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi

D_p **m0**

D_r **n0**

P

A_p

A_r

H_p

H_r

f_r

X

	m	n	TC	Q _p
	<input type="text" value="14"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1890,47619047"/>	<input type="text" value="1400"/>
	<input type="text" value="14"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="1400"/>
	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1900"/>	<input type="text" value="1500"/>
	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1970"/>	<input type="text" value="1500"/>

Resim 4.2. Örnek 2 için bileşke model program çıktısı

Çizelge 4.3. Örnek 2 için çözüm karşılaştırılması

Optimal Çözüm			Bileşke Model		
Q _p	m	TM	Q _p	m/n	TM
1346	13	1884,54	1400	14 / 1	1890,476

Resim 4.2'de görüldüğü üzere, geliştirilen bileşke model optimale çok yakın değer vermektedir.

Örnek 3: Geliştirilen bileşke modelin sonuçlarını gerçek verilerle karşılaştırmak için, Karaca [33] 'nın yaptığı çalışmanın verileri kullanılarak ve Khan ve Sarker[27] 'ın geliştirdiği modelin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Aşağıda 20241 no'lu parça için program hesaplaması verilmiştir. Problem verileri program çıktılarının üzerinde mevcuttur. Diğer hesaplamaların sonuçları Çizelge 4.4'de gösterilmişken, bileşke model program çıktıları Ek-2'de görülebilir.

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi

Dp **m0**

Dr **n0**

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3242,77777777"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3242,77777777"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3195"/>	<input type="text" value="105"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3195"/>	<input type="text" value="105"/>

Resim 4.3. 20241 no'lu parça için bileşke model program çıktısı

Çizelge 4.4. Tüm parçalar için bileşke model-Sarker modeli karşılaştırması

Parça No:	Sarker Modeli		Bileşke Model		
	m	TM	m	n	TM
20241	3	3195	3	1	3195
20289	3	3134	3	1	3134,022
30055	3	3123,8	3	1	3123,813
30115	3	3127,4	3	1	3127,352
30268	3	3128	3	1	3128,033
30846	3	3126,1	3	1	3126,127
30639	3	3131,3	3	1	3131,3
30640	3	3131,8	3	1	3131,844
30658	3	3130,8	3	1	3130,755
30663	3	3129,1	3	1	3129,122
30811	3	3134,3	3	1	3134,294
30812	3	3124,9	3	1	3124,902
30814	3	3128,3	3	1	3128,305
30848	3	3128,3	3	1	3128,305
40847	3	3145,9	3	1	3145,860
40849	3	3122,5	3	1	3122,452
40850	3	3131,2	3	1	3131,163
40851	3	3126,7	3	1	3126,672
40887	3	3121,8	3	1	3121,772

Yapılan karşılaştırma sonrası Khan ve Sarker modeli ile geliştirilen model arasında maliyetler açısından herhangi bir farklılık görülmemektedir. Bunun nedeni Sarker modelinin bir üretim partisindeki ihtiyaç kadar sipariş verme üzerine kurulmuş olmasıdır. Geliştirilen bileşke model bu durumu da dikkate aldığı için yapılan hesaplamalarda n değeri hep 1'e eşittir. Yani bir üretim partisinde ihtiyaç duyulan miktar kadar hammadde siparişi verilmelidir

4.5. Duyarlılık Analizi

Bu bölümde, örnek bir veri üzerinde, geliştirilen bileşke modelin ($n \geq 1$) çevrim oranı, hammadde sipariş verme maliyeti, bitmiş ürün hazırlık maliyeti, hammadde stokta tutma maliyeti ve bitmiş ürün stokta tutma maliyeti'ne olan duyarlılığı test edilerek ve Sarker modeli ($n=1$) ile kıyaslanmıştır. Duyarlılık analizi için program çıktıları Ek-3'de sunulmuştur. Ele alınan problem verileri şöyledir:

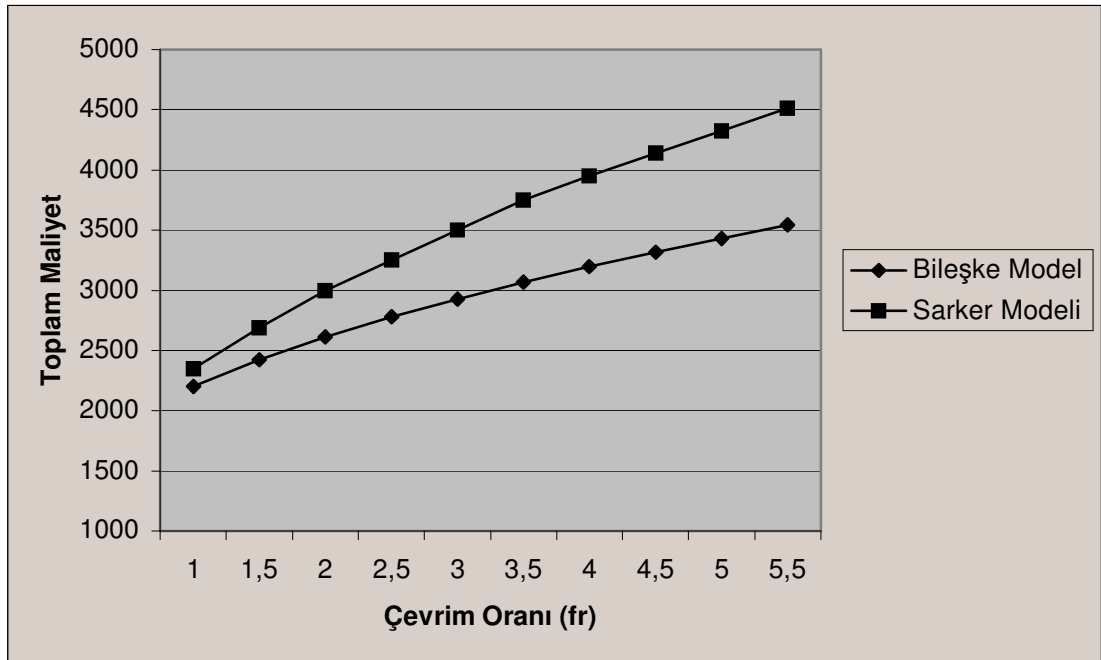
$D_p = 1500$ birim/yıl	$H_r = 4$ PB/birim/yıl
$P = 1800$ birim/yıl	$H_p = 8$ PB/birim/yıl
$A_p = 200$ PB/hazırlık	$A_r = 100$ PB/sipariş
$f_r = 1,5$	$x = 100$ birim/dağıtım

Çevrim oranına ilişkin duyarlılık analizi : Analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilirken, grafik gösterim Şekil 4.3'de verilmektedir.

Çizelge 4.5. f_r 'ye ilişkin duyarlılık analizi sonuçları

f_r	Bileşke Model				Sarker Modeli		
	m	n	Qp	TM	M	Qp	TM
1	8	2	600	2200	6	450	2350
1,5	9	3	675	2423,6	5	375	2687,5
2	9	3	675	2611,1	5	375	3000
2,5	8	3	600	2783,1	4	300	3250
3	9	4	675	2927,1	4	300	3500
3,5	9	4	675	3067,7	4	300	3750
4	8	4	600	3200	3	225	3950
4,5	9	5	675	3318,1	3	225	4137,5
5	9	5	675	3430,6	3	225	4325
5,5	9	5	675	3543,1	3	225	4512,5

Grafik ve çizelgeden de görüleceği gibi diğer parametreler sabit tutulup, f_r değeri arttırıldığında, her iki modeldeki toplam maliyet fonksiyonunun gittikçe arttığı gözlemlenmektedir. Ancak f_r arttıkça iki model arasındaki maliyet farkı Sarker ve Kahn aleyhine gittikçe artmaktadır. Yani f_r 'nin artışı Sarker modeline daha fazla etki ederken, bileşke modele daha az etki etmektedir ki bu duruma göre eğer hammadde ürün oranı katlı olduğunda bileşke modelin bariz üstünlüğünü ortaya koymaktadır.



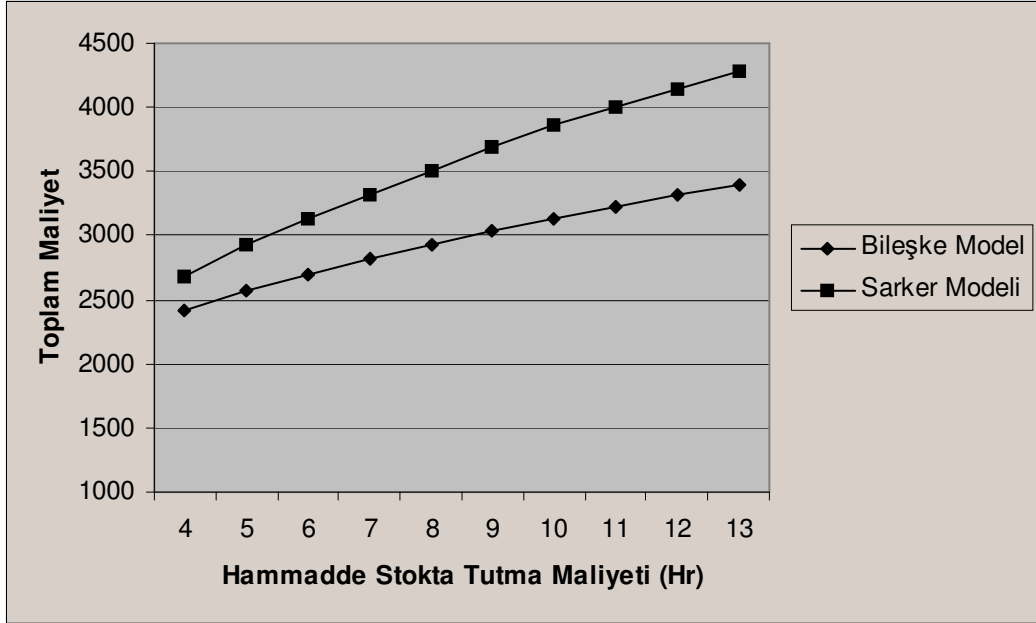
Şekil 4.3. f_r 'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği

Hammadde stokta tutma maliyetine ilişkin duyarlılık analizi : Aynı verilere göre yapılan duyarlılık analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. Hr'ye ilişkin duyarlılık analizi sonuçları

Hr	Bileşke Model				Sarker Modeli		
	m	n	Qp	TM	M	Qp	TM
4	9	3	600	2423	5	375	2687,5
5	9	3	675	2564,24	5	375	2921,88
6	8	3	600	2700	4	300	3125
7	9	4	675	2821,61	4	300	3312,5
8	9	4	675	2927,08	4	300	3500
9	9	4	675	3032,55	4	300	3687,5
10	9	4	675	3138,02	3	225	3856,25
11	8	4	600	3231,25	3	225	3996,87
12	9	5	675	3318,05	3	225	4137,5
13	9	5	675	3402,43	3	225	4278,12

Duyarlılık analizinin grafiksel gösterimi ise Şekil 4.4'de verilmiştir. Çizelge ve şekilden de görüleceği üzere, diğer parametreler sabit tutulup, Hr değeri artırıldığında, her iki modelinde toplam maliyet fonksiyonunun arttığı gözlemlenmektedir. Hr arttıkça iki model arasındaki maliyet farkı da artmaktadır. Yani Hr'nin artışı Sarker modeline daha fazla etki ederken, bileşke modele daha az etki etmektedir. Yine burada da, hammadde stokta tutma maliyeti açısından bileşke modelin etkinliği göze çarpmaktadır.



Şekil 4.4. Hr'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği

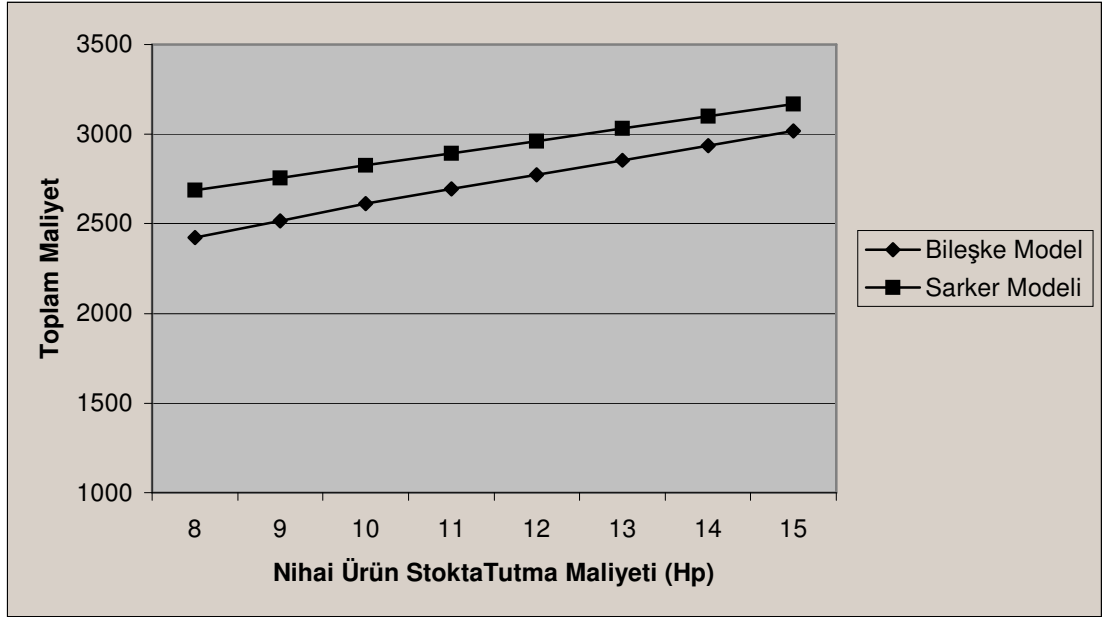
Bitmiş ürün stokta tutma maliyetine ilişkin duyarlılık analizi : Analiz sonuçları Çizelge 4.7 ve Şekil 4.5'de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Hp'ye ilişkin duyarlılık analizi sonuçları

Hp	Bileşke Model				Sarker Modeli		
	m	n	Qp	TM	m	Qp	TM
8	9	3	675	2423	5	375	2687,5
9	9	3	675	2517,36	5	375	2756,25
10	9	3	675	2611,11	5	375	2825
11	7	2	525	2692,85	5	375	2893,7
12	7	2	525	2774,10	5	375	2962
13	7	2	525	2855,35	5	375	3031,25
14	7	2	525	2936,60	5	375	3100
15	7	2	525	3017,85	5	375	3168,75

Çizelgeden de görüleceği gibi diğer parametreler sabit tutulup, Hp değeri artırıldığında, her iki modelinde toplam maliyet fonksiyonunun arttığı

gözlemlenmektedir. H_r arttıkça iki model arasındaki maliyet farkı azalmaktadır. Yani H_r 'nin artışı Sarker modeline daha az etki ederken, bileşke modele daha fazla etki etmektedir. Ancak yine de bileşke model daha küçük toplam maliyetle sonuçlanmaktadır.



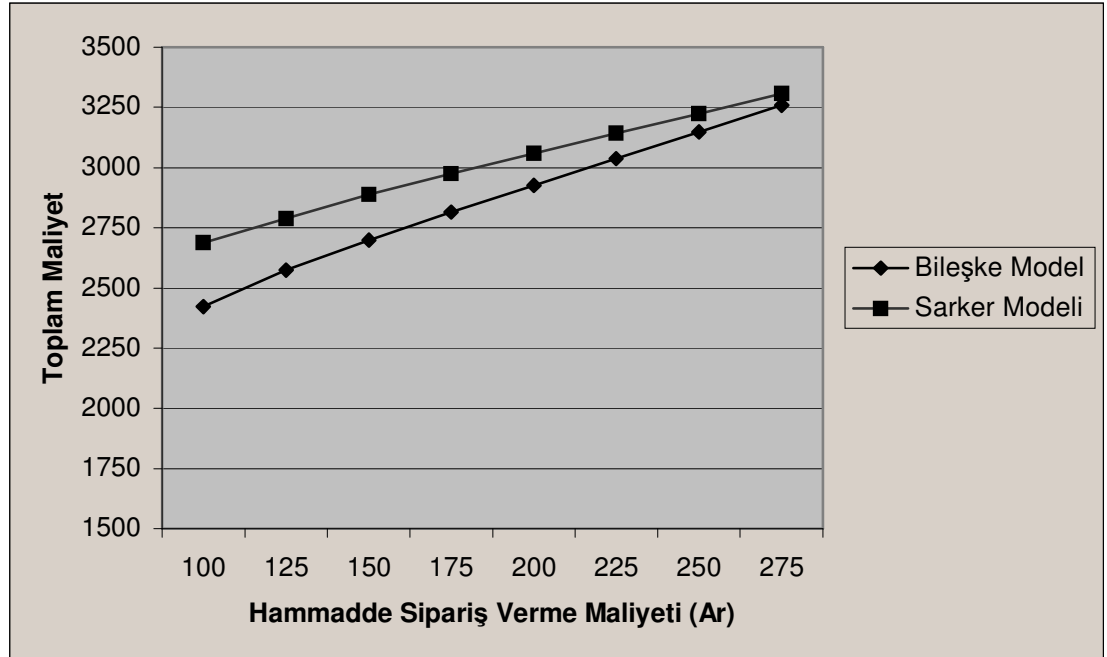
Şekil 4.5. H_p 'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği

Hammadde sipariş verme maliyetine ilişkin duyarlılık analizi : Analiz sonuçları Çizelge 4.8 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü üzere , diğer parametreler sabit tutulup, A_r değeri artırıldığında, her iki modelinde toplam maliyet fonksiyonunun arttığı gözlemlenmektedir. A_r arttıkça iki model arasındaki maliyet farkı azalmaktadır. Yani A_r 'nin artışı Sarker modeline daha az etki ederken, bileşke modele daha fazla etki etmektedir. A_r artırılmaya devam ederse iki fonksiyon birleşip tek fonksiyon gibi davranmaya başlayacaklardır. Bu durum Khan ve Sarker'ın hammadde ihtiyacını tek parti olarak siparişi vermesi dolayısı ile görünen bir sonuçtur.

Çizelge 4.8. Ar'ye ilişkin duyarlılık analizi sonuçları

Ar	Bileşke Model				Sarker Modeli		
	m	n	Qp	TM	m	Qp	TM
100	9	3	675	2423,61	5	375	2687,5
125	8	2	600	2575	5	375	2787,5
150	8	2	600	2700	5	375	2887,5
175	9	2	675	2815,97	6	450	2975
200	9	2	675	2927,08	6	450	3058,33
225	9	2	675	3038,19	6	450	3141,66
250	9	2	675	3149,30	6	450	3225
275	9	2	675	3260,41	6	450	3308,33



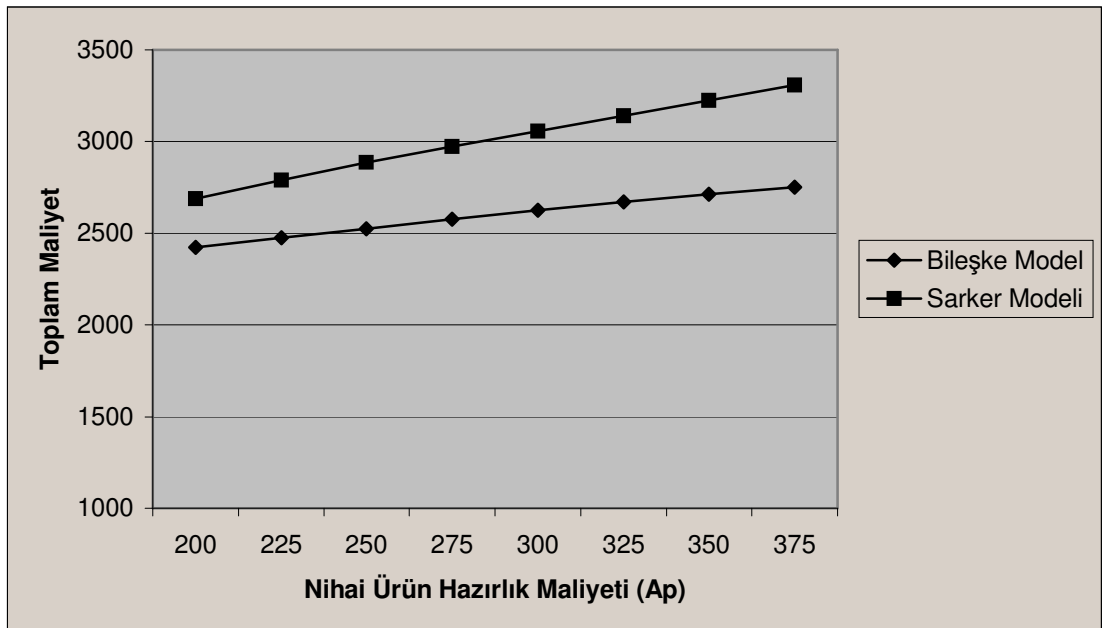
Şekil 4.6. Ar'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği

Bitmiş ürün hazırlık maliyeti'ne ilişkin duyarlılık analizi : Analiz sonuçları Çizelge 4.9 ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

Diğer parametreler sabit tutulup, A_p değeri artırıldığında, her iki modelinde toplam maliyet fonksiyonunun arttığı gözlemlenmektedir. A_p arttıkça iki model arasındaki maliyet farkı artmaktadır. Yani A_p 'nin artışı Sarker modeline daha fazla etki ederken, bileşke modele daha az etki etmektedir. Bu sonuca göre de bileşke modelin etkinliği ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.9. A_p 'ye ilişkin duyarlılık analizi sonuçları

A_p	Bileşke Model				Sarker Modeli		
	m	n	Q_p	TM	M	Q_p	TM
200	9	3	675	2423,61	5	375	2687,5
225	10	3	750	2475	5	375	2787,5
250	10	3	750	2525	5	375	2887,5
275	10	3	750	2575	6	450	2975
300	10	3	750	2625	6	450	3058,3
325	12	4	900	2670,83	6	450	3141,66
350	12	4	900	2712,50	6	450	3225
375	13	4	975	2751,68	6	450	3308,3



Şekil 4.7. A_p 'ye ilişkin duyarlılık analizi grafiği

4.6. Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan uygulama örnekleri ve duyarlılık analizleri ışığında, geliştirilen bileşke parti büyüklüğü modeli etkin sonuçlar vermektedir. Model, hammadde siparişinin bir üretim çevrimi için tekli veya çoklu partiler halinde temin edilmesi durumunu beraber dikkate aldığı için tüm uygulama örneklerinde sonuçlar diğer modellere göre daha iyidir. Literatürde sadece bitmiş ürün dağıtımını dikkate alan optimal modelle karşılaştırıldığında optimale çok yakın değer verdiği görülmektedir. Maliyet parametrelerinin, modele etkilerini araştırmak amacıyla yapılan duyarlılık analizinde ise, modelin hammadde sipariş verme maliyetine diğer parametrelere oranla daha duyarlı olduğu görülmüştür. Bu durum, modelde dikkate alınan hammadde tedarikinin küçük partiler halinde yapılmasının doğal bir sonucudur.

Duyarlılık analizi sonuçlarına göre bileşke model tüm maliyet ve çevrim oranı değişimlerinde Khan ve Sarker'ın modeline göre daha düşük toplam maliyet vermiş, özellikle çevrim oranı (fr), Hr ve Ap parametrelerinde bu etkinlik daha fazla dikkati çekmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, Tam Zamanında Üretim Sisteminde parti büyüklüğü belirleme problemi ele alınmış ve matematiksel bir model geliştirilmiştir. Literatür incelendiğinde, bu konuda geliştirilen modellerin, bitmiş ürün parti büyüklüğü ve hammadde sipariş parti büyüklüğünü birbirinden bağımsız olarak ele aldıkları görülmüştür. Ayrıca Tam Zamanlı Üretim Sisteminin hedeflerinden farklı olarak büyük miktarlar halinde malzeme tedarik edip, stoklama yoluna gitmişlerdir. Burada geliştirilen modelde ise, üretim parti büyüklüğü ve buna bağlı olarak hammadde tedarik miktarı ilişkisi analiz edilerek, ikisini aynı anda dikkate alınmıştır. Bu model, bir üretim parti çevriminde ihtiyaç duyulan hammadde miktarını da küçük partiler halinde tedarikçiden karşılayarak hammadde stok taşıma maliyetini en küçükleme amaçlamaktadır. Dolayısıyla, hammadde tedarigi ve bitmiş ürün dağıtımını eş zamanlı olarak dikkate aldığı için gerçek sistemlere uygulanabilirliği yüksektir.

Modelin sonuçları literatürdeki benzer çalışmalarla hem deneysel hem de gerçek veriler kullanılarak karşılaştırılmış ve kurulan matematiksel modelin diğer modellerin sunduğu çözümleri tamamen kapsadığı ve bazı veri setlerinde daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Sadece bitmiş ürün dağıtımını dikkate alan optimal modelle karşılaştırıldığında ise optimale çok yakın değer verdiği görülmüştür.

Model üzerinde duyarlılık analizi yapılarak, değişken girdilerin model üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Duyarlılık analizi sonucunda, hammadde sipariş verme maliyetindeki değişimlere model daha duyarlı iken, hammadde stokta tutma maliyeti, bitmiş ürün stokta tutma maliyeti, bitmiş ürün hazırlık maliyeti ve çevrim oranındaki değişimlere karşı daha az duyarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Duyarlılık analizi sonuçlarına göre bileşke model tüm maliyet ve çevrim oranı değişimlerinde Khan ve Sarker'ın modeline göre daha düşük toplam maliyet vermiş, özellikle çevrim oranı (fr), Hr ve Ap parametrelerinde bu etkinlik daha fazla dikkati çekmiştir.

KAYNAKLAR

1. Acar, N., "Tam Zamanında Üretim", **MPM Yayınları**, Ankara, 3-40, (1999).
2. Monden, Yasuhiro, "Applying Just-In-Time", **Industrial Engineering and Management Press**, 3 (1986).
3. Cheng, T.C.E., Podolsky, S., "Just-In-Time Manufacturing, An Introduction" **Chapman & Hall**, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, 27 (1993).
4. Ansari, A., "Survey identifies critical factors in successful implementation of Just-In-Time purchasing techniques" **Industrial Engineering**, 18,19, 44-50 (1986) .
5. Sipper,D.,Bulfin,R.,"Production Planning, Control and Integration, **McGraw Hill Companies,Inc.**, 205-261 (1997).
6. Şenyiğit, E.,YILDIRIM, F., "Sipariş Büyüklüğü Belirleme Yöntemleri", **Endüstri Mühendisliği Dergisi**, 13(3):8-18 (2000)
7. Narasimhan, S.L., McLeavey, D.W., Billington,P.J., "Production Planning and Control", **Prentice-Hall Inc.**, New Jersey, 176-189 (1995).
8. Silver, E. and Meal, H., "A heuristic for selecting lot size quantities for deterministic time-varying demand rate and discrete opportunities for replenishment", **Journal of Production and Inventory Management**, 4(2):64-74 (1973).
9. Wagner, H.M., Whitin,T., "Dynamic version of economic lot size model", **Management Science**, 5:1 (1958).
- 10.Zangwill, W.J., "Deterministic multi product, multi period production scheduling model with backlogging", **Management Science**,13/1: 105-109 (1966).
- 11.Florian, M., Klein, M., "Deterministic production planning with concave costs and capacity constraints., **Management Science**, 18/1: 12-19 (1971).
- 12.Love, S.F., "Bounded production and inventory models with piecewise concave costs", **Management Science**, 20(3): 313-318 (1972).

13. Graves, S.C., "Multi-stage lot sizing: An iterative procedure multi level production and inventory control systems" : ***Theory and Practice*** Chapter 4:95-110 (1981).
14. Trigerio, B. W.W., Thomas, L.J. and McClain, J.G., "Capacitated lot sizing with set-up times", ***Management Science***, 35:3 (1989).
15. Chapman, S.N., "Just-In-Time supplier inventory : An empirical implementation model", ***International Journal Of Production Research***, 27 (12) : 1993-2007 (1989).
16. Iyogun, P., "Heuristic methods for multi-product dynamic lot size problem", ***Journal of Operations Research***, 42/10:889-894 (1991).
17. Golhar, D.Y., Sarker, B.R., "Economic manufacturing quantity in a Just In Time Delivery System", ***International Journal of Production Research***, 30 (5): 961 – 972 (1992).
18. Jamal, A.M.M., Sarker, B.R., "An optimum batch size for a production system operating under a JIT delivery system", ***International Journal of Production Economics***, 32: 255- 260 (1993).
19. Sarker, B.R. & Golhar D.Y. A reply to "A note to "Economic manufacturing quantity in a Just In Time delivery system", ***International Journal of Production Research***, 31 (11): 27-49 (1993).
20. Sarker, R.A., Karim, A.N.M., & Haque, A.F.M.A., "An optimal batch size for a production system operating under a continuous supply and demand", ***International Journal of Industrial Engineering***, 2 (3): 189 – 198 (1995).
21. Fazel, F., Fischer, K., Gilbert, E., "JIT purchasing vs. EOQ with a price discount : An analytical comparison of inventory costs", ***International Journal of Production Economics***, 54: 101-109 (1998).
22. Sarker, R., Khan, L., "An optimal batch size for a production system operating under periodic delivery policy", ***Computers & Industrial Engineering***, 37: 711-730 (1999).
23. Jaber, M.Y., Bonney, M., "The economic manufacture/order quantity (EMQ/EOQ) and the learning curve: Past, present and future", ***International Journal of Production Economics***, 59:93-102 (1999).

24. Goyal, S.K, Cardenas-Baron, L.E., Note on : “An optimum batch size for a production system operating under a JIT delivery system”, ***International Journal of Production Economics***, 72: 99 (2001).
25. Gutierrez, J., Noda, A., Colebrook, M., Sicilia, J., “A new characterization for the dynamic lot size problem with bounded inventory”, ***Computers & Operations Research***, 30: 383-395 (2002).
26. Affisco, J., Paknejad, M., Nasri, F., “Quality improvement and set up reduction in the joint economic lot size model”, ***European Journal of Operational Research***, 142: 497-508 (2002).
27. Sarker, R.A., Khan, L.R., “An optimum batch size for a JIT manufacturing system”, ***Computers & Industrial Engineering***, 42: 127-136 (2002).
28. Yang, P., Wee, H. “ An integrated multi-lot-size production inventory model for deteriorating item”, ***Computers & Operations Research***, 30: 671-682 (2003).
29. Ilkyeong, M., Giri, B., Ko, B., “Economic order quantity models for ameliorating/deteriorating items under inflation and time discounting”, ***European Journal of Operational Research***, 162: 773-785 (2003).
30. Kim, S., Ha, D. “A JIT lot-splitting model for supply chain management: Enhancing buyer-supplier linkage”, ***International Journal of Production Economics***, 86: 1-10 (2003).
31. Cao, Q., Schniederjans, M.J. “A revised EMQ/JIT production-run model: An examination of inventory and production costs”, ***International Journal of Production Economics***, 87: 83-95 (2004).
32. Lee, W., “A joint economic lot size model for raw material ordering, manufacturing set up, and finished goods delivering”, ***The International Journal of Management Science***, 33: 163-174 (2004).
33. Karaca, M.E., “Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçi İlişkileri”, Yüksek Lisans Tezi, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 88-97 (2002).
34. Taha, H.A., “Classical Optimization Theory”, Operations Research 6th Ed., ***Prentice-Hall International, Inc.***, 745-752 (1996).

EKLER

EK -1 Toplam maliyet fonksiyonunun konvekslik ispatı

Hessian Matrisin asal minörlerinin hepsi pozitifse fonksiyon pozitif tam belirli ve konvektir [34].

$$H = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 TC}{\partial^2 m^2} & \frac{\partial^2 TC}{\partial^2 mn} \\ \frac{\partial^2 TC}{\partial^2 mn} & \frac{\partial^2 TC}{\partial^2 n^2} \end{vmatrix}$$

Matrisin asal minörlerine bakılırsa,

$$\begin{aligned} \Delta_2 &= \frac{\partial^2 TC}{\partial^2 m^2} \frac{\partial^2 TC}{\partial^2 n^2} - \left(\frac{\partial^2 TC}{\partial^2 mn} \right)^2 \\ &= \left(\frac{2Dp}{m^2} (Ap + nAr) \right) \left(mx \frac{Dp}{P} f_r \frac{Hr}{n^3} \right) - \left(-\frac{DpAr}{m^2 x} - \frac{x Dp}{2 P} f_r \frac{Hr}{n^2} \right)^2 \\ &= \left(\frac{2Dp}{m^2} (Ap + nAr) \frac{Dp}{P} f_r \frac{Hr}{n^3} \right) - \left(\frac{DpAr}{m^2 x} + \frac{x Dp}{2 P} f_r \frac{Hr}{n^2} \right)^2 \end{aligned}$$

m ve n değerleri yerine konulup hesaplama yapıldığında ;

$$\Delta_2 = \frac{ArApS^2 x^2}{(Ap + nAr)^2} \sqrt{\frac{ArPS}{HrfrDp(Ap + nAr)}} > 0$$

$$\Delta_1 \Rightarrow 0$$

$$\Delta_2 \Rightarrow 0$$

olduğundan toplam maliyet fonksiyonu pozitif tam belirli ve konvektir.

EK –2 Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi

Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3242,77777777"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3242,77777777"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3195"/>	<input type="text" value="105"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3195"/>	<input type="text" value="105"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi

Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3202,12592592"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3202,12592592"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3134,02222222"/>	<input type="text" value="105"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3134,02222222"/>	<input type="text" value="105"/>

EK –2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

m	n	TC	Qp
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3195,32037037"/>	<input type="text" value="70"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3195,32037037"/>	<input type="text" value="70"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3123,81388888"/>	<input type="text" value="105"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3123,81388888"/>	<input type="text" value="105"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

m	n	TC	Qp
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3197,67962962"/>	<input type="text" value="70"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3197,67962962"/>	<input type="text" value="70"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3127,35277777"/>	<input type="text" value="105"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3127,35277777"/>	<input type="text" value="105"/>

EK –2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3198,13333333"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3198,13333333"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3128,03333333"/>	<input type="text" value="105"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3128,03333333"/>	<input type="text" value="105"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3200,31111111"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3200,31111111"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3131,3"/>	<input type="text" value="105"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3131,3"/>	<input type="text" value="105"/>

EK –2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

m	n	TC	Qp
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3200,67407407"/>	<input type="text" value="70"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3200,67407407"/>	<input type="text" value="70"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3131,84444444"/>	<input type="text" value="105"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3131,84444444"/>	<input type="text" value="105"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

m	n	TC	Qp
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3199,94814814"/>	<input type="text" value="70"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3199,94814814"/>	<input type="text" value="70"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3130,75555555"/>	<input type="text" value="105"/>
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3130,75555555"/>	<input type="text" value="105"/>

EK -2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3198,85925925"/>	<input type="text" value="70"/>
Hp <input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3198,85925925"/>	<input type="text" value="70"/>
Hr <input type="text" value="1.16"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3129,12222222"/>	<input type="text" value="105"/>
fr <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3129,12222222"/>	<input type="text" value="105"/>
X <input type="text" value="35"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3202,30740740"/>	<input type="text" value="70"/>
Hp <input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3202,30740740"/>	<input type="text" value="70"/>
Hr <input type="text" value="1.54"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3134,29444444"/>	<input type="text" value="105"/>
fr <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3134,29444444"/>	<input type="text" value="105"/>
X <input type="text" value="35"/>				

EK –2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
Dr n0
P
Ap
Ar
Hp
Hr
fr
X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3196,04629629"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3196,04629629"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3124,90277777"/>	<input type="text" value="105"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3124,90277777"/>	<input type="text" value="105"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
Dr n0
P
Ap
Ar
Hp
Hr
fr
X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3198,31481481"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3198,31481481"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3128,30555555"/>	<input type="text" value="105"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3128,30555555"/>	<input type="text" value="105"/>

EK -2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3196,86296296"/>	<input type="text" value="70"/>
Hp <input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3196,86296296"/>	<input type="text" value="70"/>
Hr <input type="text" value="0.94"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3126,12777777"/>	<input type="text" value="105"/>
fr <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3126,12777777"/>	<input type="text" value="105"/>
X <input type="text" value="35"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3198,31481481"/>	<input type="text" value="70"/>
Hp <input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3198,31481481"/>	<input type="text" value="70"/>
Hr <input type="text" value="1.10"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3128,30555555"/>	<input type="text" value="105"/>
fr <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3128,30555555"/>	<input type="text" value="105"/>
X <input type="text" value="35"/>				

EK -2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3210,02037037"/>	<input type="text" value="70"/>
Hp <input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3210,02037037"/>	<input type="text" value="70"/>
Hr <input type="text" value="2,39"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3145,86388888"/>	<input type="text" value="105"/>
fr <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3145,86388888"/>	<input type="text" value="105"/>
X <input type="text" value="35"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3194,41296296"/>	<input type="text" value="70"/>
Hp <input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3194,41296296"/>	<input type="text" value="70"/>
Hr <input type="text" value="0,67"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3122,45277777"/>	<input type="text" value="105"/>
fr <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3122,45277777"/>	<input type="text" value="105"/>
X <input type="text" value="35"/>				

EK -2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3200,22037037"/>	<input type="text" value="70"/>
Hp <input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3200,22037037"/>	<input type="text" value="70"/>
Hr <input type="text" value="1,31"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3131,16388888"/>	<input type="text" value="105"/>
fr <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3131,16388888"/>	<input type="text" value="105"/>
X <input type="text" value="35"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3197,22592592"/>	<input type="text" value="70"/>
Hp <input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3197,22592592"/>	<input type="text" value="70"/>
Hr <input type="text" value="0,98"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3126,67222222"/>	<input type="text" value="105"/>
fr <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3126,67222222"/>	<input type="text" value="105"/>
X <input type="text" value="35"/>				

EK -2 (Devam) Örnek 3 için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3193,95925925"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3193,95925925"/>	<input type="text" value="70"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3121,77222222"/>	<input type="text" value="105"/>
	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3121,77222222"/>	<input type="text" value="105"/>

EK -3 Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2200"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2283,33333333"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2201,38888888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2236,11111111"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2482,63888888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2423,61111111"/>	<input type="text" value="675"/>

EK –3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2700"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2616,66666666"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2763,88888888"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2611,11111111"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2783,33333333"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2825"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2798,61111111"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="2.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2786,45833333"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2950"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2950"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2986,111111111"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2927,083333333"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3116,666666666"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3075"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3173,611111111"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="3,5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3067,708333333"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

EK –3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3200"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3250"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3208,33333333"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3205,55555555"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3325"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3350"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3348,95833333"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3318,05555555"/>	<input type="text" value="675"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
Dr n0
P
Ap
Ar
Hp
Hr
fr
X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3489,58333333"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3430,55555555"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
Dr n0
P
Ap
Ar
Hp
Hr
fr
X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3575"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3550"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3630,20833333"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3543,05555555"/>	<input type="text" value="675"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2482,63888888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2423,61111111"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2637,5"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2575"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2693,57638888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2564,23611111"/>	<input type="text" value="675"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2700"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2762,5"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2704,86111111"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2716,14583333"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2825"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2856,25"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2845,48611111"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2821,61458333"/>	<input type="text" value="675"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2950"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2950"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2986,11111111"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2927,08333333"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3075"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3043,75"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3126,73611111"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3032,55208333"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

EK –3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3200"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3137,5"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3267,36111111"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3138,02083333"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3231,25"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3275"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3243,48958333"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3233,68055555"/>	<input type="text" value="675"/>

EK –3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3325"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3350"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3348,95833333"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3318,05555555"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3418,75"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3425"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3454,42708333"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3402,43055555"/>	<input type="text" value="675"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2482,638888888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2423,611111111"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2537,5"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2537,5"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2576,388888888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2517,361111111"/>	<input type="text" value="675"/>

EK –3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2625"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2625"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2670,13888888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2611,11111111"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2692,85714285"/>	<input type="text" value="525"/>
	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2759,82142857"/>	<input type="text" value="525"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2712,5"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2712,5"/>	<input type="text" value="600"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2774,10714285"/>	<input type="text" value="525"/>
Hp <input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2841,07142857"/>	<input type="text" value="525"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2800"/>	<input type="text" value="600"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2800"/>	<input type="text" value="600"/>
X <input type="text" value="75"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2855,35714285"/>	<input type="text" value="525"/>
Hp <input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2922,32142857"/>	<input type="text" value="525"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2887,5"/>	<input type="text" value="600"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2887,5"/>	<input type="text" value="600"/>
X <input type="text" value="75"/>				

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3175"/>	<input type="text" value="450"/>
Hp <input type="text" value="14"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2945,83333333"/>	<input type="text" value="450"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3307,14285714"/>	<input type="text" value="525"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2936,60714285"/>	<input type="text" value="525"/>
X <input type="text" value="75"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3250"/>	<input type="text" value="450"/>
Hp <input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3020,83333333"/>	<input type="text" value="450"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3388,39285714"/>	<input type="text" value="525"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3017,85714285"/>	<input type="text" value="525"/>
X <input type="text" value="75"/>				

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2482,638888888"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2423,611111111"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="125"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2575"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2637,5"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2593,75"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2590,277777777"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2700"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2825"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2704,861111111"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2756,944444444"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="175"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3137,5"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2825"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3270,833333333"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2815,972222222"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

EK –3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3200"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2950"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3326,38888888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2927,08333333"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3262,5"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3075"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3381,94444444"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3038,19444444"/>	<input type="text" value="675"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0


P

Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3325"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3200"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3437,5"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3149,305555555"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P


Ap

	m	n	TC	Qp
Ar <input type="text" value="275"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3387,5"/>	<input type="text" value="600"/>
Hp <input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3325"/>	<input type="text" value="600"/>
Hr <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3493,055555555"/>	<input type="text" value="675"/>
fr <input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3260,416666666"/>	<input type="text" value="675"/>
X <input type="text" value="75"/>				

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="600"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2482,638888888"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2423,611111111"/>	<input type="text" value="675"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2538,194444444"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2479,166666666"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2587,5"/>	<input type="text" value="750"/>
	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2475"/>	<input type="text" value="750"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2538,19444444"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2479,16666666"/>	<input type="text" value="675"/>
	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2587,5"/>	<input type="text" value="750"/>
	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2475"/>	<input type="text" value="750"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi




Dp m0
 Dr n0
 P
 Ap
 Ar
 Hp
 Hr
 fr
 X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2525"/>	<input type="text" value="750"/>
	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2568,75"/>	<input type="text" value="750"/>
	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2537,5"/>	<input type="text" value="825"/>
	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2547,44318181"/>	<input type="text" value="825"/>

EK –3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

m	n	TC	Qp
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2625"/>	<input type="text" value="750"/>
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2668,75"/>	<input type="text" value="750"/>
<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2628,40909090"/>	<input type="text" value="825"/>
<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2638,35227272"/>	<input type="text" value="825"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr


X

m	n	TC	Qp
<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2673,86363636"/>	<input type="text" value="825"/>
<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2683,80681818"/>	<input type="text" value="825"/>
<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2691,66666666"/>	<input type="text" value="900"/>
<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2670,83333333"/>	<input type="text" value="900"/>

EK -3 (Devam) Duyarlılık analizi için bileşke model program çıktıları

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr


fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2719,31818181"/>	<input type="text" value="825"/>
	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2729,26136363"/>	<input type="text" value="825"/>
	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2733,33333333"/>	<input type="text" value="900"/>
	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2712,5"/>	<input type="text" value="900"/>

JIT PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ HESAP PROGRAMI

Parça İsmi



Dp m0

Dr n0

P

Ap

Ar

Hp

Hr

fr

X

	m	n	TC	Qp
	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2775"/>	<input type="text" value="900"/>
	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2754,16666666"/>	<input type="text" value="900"/>
	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2800,96153846"/>	<input type="text" value="975"/>
	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2751,68269230"/>	<input type="text" value="975"/>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BULUT, Oğuzhan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 25.10.1981 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 491 86 89
e-mail : obulut58@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Endüstri Müh. Bölümü	2003
Lise	Çankaya Lisesi (Y.D.A.L)	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2006	İşıldak Group	Planlama Müh.

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar Programcılığı, Futbol