

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**ÖĞRENME ETKİSİ ALTINDA KUSURLU ÜRETİM YAPAN VE
STOKSUZLUĞA İZİN VERİLEN ÜRETİM SÜREÇLERİNDEKİ
EKONOMİK ÜRETİM MİKTARI MODELİ**

Gamze KILINÇ
1430201303

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Abdullah EROĞLU

ISPARTA-2019



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin Adı Soyadı	Gamze KILINÇ
Anabilim Dalı	İşletme
Tez Başlığı	ÖĞRENME ETKİSİ ALTINDA KUSURLU ÜRETİM YAPAN VE STOKSUZLUĞA İZİN VERİLEN ÜRETİM SÜREÇLERİNDEKİ EKONOMİK ÜRETİM MİKTARI MODELİ
Yeni Tez Başlığı ¹ (Eğer değişmesi önerildi ise)	

Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği hükümleri uyarınca yapılan Yüksek Lisans Tez Savunma Sınavında Jürimiz 06/08/2019 tarihinde toplanmış ve yukarıda adı geçen öğrencinin Yüksek Lisans tezi için;

OY BİRLİĞİ OY ÇOKLUĞU²

ile aşağıdaki kararı almıştır.

- Yapılan savunma sınavı sonucunda aday başarılı bulunmuş ve tez **KABUL** edilmiştir.
 Yapılan savunma sınavı sonucunda tezin **DÜZELTİLMESİ**³ kararlaştırılmıştır.
 Yapılan savunma sınavı sonucunda aday başarısız bulunmuş ve tezinin **REDDEDİLMESİ**⁴ kararlaştırılmıştır.

TEZ SINAV JÜRİSİ	Adı Soyadı/Üniversitesi	Kabul/Ret	İmza
Danışman	Prof. Dr. Abdullah EROĞLU	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Harun SULAK	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ŞAHİN	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret	
Jüri Üyesi		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret	
Jüri Üyesi		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret	

¹ Tez başlığının DEĞİŞTİRİLMESİ ÖNERİLDİ ise yeni tez başlığı ilgili alana yazılacaktır. Değişme yoksa çizgi (-) konacaktır.

² OY ÇOKLUĞU ile alınan karar için muhalefet gerekçesi raporu eklenmelidir.

³ DÜZELTME kararı için gerekçeli jüri raporu eklenmeli ve raporu tüm üyeler imzalamalıdır.

YÖK LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV YÖNETMELİĞİ Madde 9-(8) Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde düzeltmeleri yapılan tezi aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sonunda da başarısız bulunarak tezi kabul edilmeyen öğrencinin yükseköğretim kurumu ile ilişkisi kesilir.

⁴ Tezi REDDEDİLEN öğrenciler için gerekçeli jüri raporu eklenmeli ve raporu tüm üyeler imzalamalıdır. Tezi reddedilen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir.

Bu form bilgisayar ortamında doldurulacaktır.

T.C.



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Öğrenme Etkisi Altında Kusurlu Üretim Yapan ve Stoksuzluğa İzin Verilen Üretim Süreçlerindeki Ekonomik Üretim Miktarı Modeli” adlı çalışmanın tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "G. KILINÇ".

Gamze KILINÇ

02/09/2019

(KILINÇ, Gamze, Öğrenme Etkisi Altında Kusurlu Üretim Yapan Ve Stoksuzluğa İzin Verilen Üretim Süreçlerindeki Ekonomik Üretim Miktarı Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2019)

ÖZET

Ekonomik Üretim Miktarı modellerinde iki önemli soruya cevap aranmaktadır. Bunlar; ne zaman ve ne kadar miktarda üretim yapılacağı sorularıdır. Ekonomik Üretim Miktarı modelleri hala birçok endüstri için farklı varsayımlar altında araştırma güncelliğini ve önemini korumaktadır. Bu çalışmada, Klasik Ekonomik Üretim Miktarı modeli varsayımlarının bazıları gevşetilerek yeni bir model önerisi geliştirilmiştir. Ekonomik Üretim Miktarı modelinde temel varsayım üretilen ürünlerin %100 ünün kusursuz olması ve öğrenmenin göz ardı edilmesidir. Üretim süreçleri için bu varsayımlar her zaman geçerli değildir. Bu çalışmada; öğrenmenin gerçekleştiği ve kusurlu üretimin olduğu durumda, toplam maliyeti minimum yapan ekonomik üretim miktarı elde edilmiştir. Geliştirilen model için sayısal bir örnek verilmiş ve öğrenme oranı, öğrenme muhafaza oranı ve kusurlu oranındaki değişimlerin optimal çözüm sonuçları üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Öğrenme Etkisi, Kusurlu Üretim, Stoksuzluk, Ekonomik Üretim Miktarı

(KILINÇ, Gamze, Economic Production Quantity Model under Imperfect Production, Learning Effect and Allowable Shortage , Master's Thesis, Isparta, 2019)

ABSTRACT

Economic Production Quantity models search two important questions which are how much and when have to produce. The research on Economic Production Quantity models is still important for many industries under different assumptions on Economic Production Quantity models. In this study, a new model proposal is developed by releasing some of the assumptions of classic economic production quantity model. The basic assumption in the Economic Production Quantity model is that 100% of the products produced are non-defective and learning is ignored. This assumption is not valid for production processes every time. In this study, the Economic Production Quantity that minimizes total cost is achieved under learning effect, imperfect production and allowable shortage. A numerical example is given and analyzed for the developed model and the changes were examined at the rate of defective item and learning. It is analyzed that the effect of defective product rate, learning rate, learning retention rate on optimal solution while some quantitative examples are given.

Key Words: Learning Effect, Imperfect Production, Shortage, Economic Production Quantity

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÖNSÖZ.....	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

İŞLETME ENVANTERİ VE ENVANTER YÖNETİMİ

1. ENVANTER VE ENVANTER YÖNETİMİ	3
1.1. Envanter Kavramı.....	4
1.2. Envanter Yönetimi Kavramı.....	4
1.3. Envanter Yönetiminin İşletme Açısından Önemi.....	5
1.4. Envanter İle İlgili Belirsizlikler.....	6
1.4.1. Talep Belirsizliği.....	6
1.4.2. Arz Belirsizliği.....	7
1.5. Envanter Yönetimi Sistemleri ve İlgili Kavramlar.....	7
1.5.1. Tam Zamanında Üretim.....	8
1.5.2. Bağımlı Talep- Bağımsız Talep.....	8
1.5.2.1. Bağımlı Talep	8
1.5.2.2. Bağımsız Talep.....	9
1.5.3. Çekme Sistemi- İtme Sistemi	9
1.5.3.1. Çekme Sistemi.....	9
1.5.3.2. İtme Sistemi.....	10
1.6. Stok Sistemleri.....	10
1.6.1. Stok Kavramı	11
1.6.2. Stokların Sınıflandırılması.....	11
1.6.2.1. Ham Maddeler	11

1.6.2.2. Yarı Mamuller	11
1.6.2.3. Mamuller	12
1.6.2.4. Hazır Parçalar	12
1.6.2.5. Yardımcı Malzemeler	12
1.6.3. Stok Maliyetleri	12
1.6.3.1. Elde tutma (Stok) Maliyeti	13
1.6.3.2. Elde Tutmama (Stoksuzluk) Maliyeti	13
1.6.3.3. Elde Etme Maliyeti	14
1.6.3.3.1. Sipariş Maliyeti	14
1.6.3.3.2. Üretime Hazırlık Maliyeti	14
1.7. Klasik Envanter Modelleri	14
1.7.1. Deterministik Statik Envanter Modelleri	14
1.7.1.1. Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli (ESM)	15
1.7.1.2. Ekonomik Üretim Miktarı Modeli (EÜM)	18
1.7.1.3. Stok Tükenmesi Durumunda Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli	20
1.7.1.4. Stok Tükenmesi Durumunda Ekonomik Üretim Miktarı Modeli	24
1.7.2. Klasik Envanter Modellerine Yapılan Çeşitli Açılımlar: Stoksuzluk, Kusurlu Ürün Durumu ve Öğrenme Etkisi	27
1.7.2.1. Stoksuzluk Durumu	28
1.7.2.2. Kusurlu Ürün Durumu	29
1.7.2.3. Öğrenme Etkisi	29
1.7.3. Stoksuzluk, Kusurlu Ürün Durumu ve Öğrenme Etkisi: Literatür Taraması	30
1.7.3.1. Literatürde Stoksuzluğa İzin Verilmesi Durumu	30
1.7.3.2. Literatürde Kusurlu Ürün Durumu	30
1.7.3.3. Literatürde Öğrenme Etkisi	31

İKİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM VE ÖĞRENME İLİŞKİSİ: ÖĞRENME EĞRİLERİ

2. ÜRETİM VE ÖĞRENME EĞRİLERİ	34
2.1. Üretim Kavramı	34
2.2. Üretim Faktörleri	35

2.2.1. Doğal Kaynak Faktörleri	35
2.2.2. İş Gücü Faktörü	36
2.2.3. Sermaye Faktörü	36
2.2.4. Girişimcilik faktörü.....	37
2.3. Üretim Sistemi ve Sistem Elemanları.....	37
2.4. Üretimde Rekabet Avantajı Sağlayan Kavramlar	38
2.4.1. Maliyet.....	39
2.4.2. Kalite.....	41
2.4.2.1. Kalitenin Alt Boyutları	41
2.4.2.2. Kalitenin Stratejik Yönetimdeki Rolü	42
2.4.2.2.1. Toplam Maliyet Yönetimi	42
2.4.2.2.2. Toplam Verimlilik Yönetimi	43
2.4.2.2.3. Toplam Kaynak Yönetimi	43
2.4.2.2.4. Toplam Kalite Yönetimi	43
2.4.3. Hız.....	45
2.4.4. Esneklik	45
2.5. Öğrenme Kavramı	45
2.6 Öğrenmeyi Etkileyen Faktörler	46
2.6.1. Genel Uyarılmışlık Hali, Dikkat ve Motivasyon	47
2.6.2. Türe Özgü Hazır Oluş ve Genler	48
2.6.3. Deneyimlerin Aktarılması ve Olgunlaşma	48
2.6.4. Kaygı.....	48
2.7. Öğrenme Süreci	49
2.8. Üretim İşletmelerinde Öğrenmenin Üretim Sürecine Etkisi	49
2.8.1. Öğrenmenin Maliyet ve Zaman Üzerine Etkileri	49
2.8.2. Öğrenmenin Kalite Üzerine Etkileri	50
2.8.2.1. Başarısızlık veya Uygunsuzluk Maliyetleri	51
2.8.2.2. Değerlendirme Maliyetleri	52
2.8.2.3. Önleme Maliyetleri.....	52
2.9. Zincirleme Tepkime: Kalite, Üretkenlik, Daha Düşük Maliyet ve Pazarı Ele Geçirme	52
2.10. Öğrenme Eğrisi.....	53

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
STOKSUZLUK, KUSURLU ÜRETİM VE ÖĞRENME ETKİLERİ ALTINDA
BİR EKONOMİK ÜRETİM MİKTARI MODEL ÖNERİSİ

3. MODEL ÖNERİSİ.....	55
3.1. Modelin İşleyişi	55
3.1.1. Stoksuzluk Maliyetinin Elde Edilmesi	59
3.1.2. Stok Maliyetinin Elde Edilmesi	60
3.1.3. Toplam Maliyetin Elde Edilmesi.....	61
3.1.4. Optimal Çözümün Elde Edilmesi	62
3.2. Modelin Optimal Çözüm Sonuçları.....	64
3.3. Duyarlılık Analizi	66
3.3.1. Kusurlu oranındaki değişimlerin etkisi	67
3.3.2. Üretimde Öğrenme Oranındaki Değişimlerin Etkisi	69
3.3.3. Öğrenme Muhafaza Oranındaki Değişimlerin Etkisi	71
SONUÇ.....	75
KAYNAKÇA	77
ÖZGEÇMİŞ.....	85

KISALTMALAR

EÜM	: Ekonomik Üretim Miktarı
EQM	: Economic Production Quantitiy
ESM	: Ekonomik Sipariş Miktarı
TZÜ	: Tam Zamanında Üretim
TCU	: Birim Zamandaki Toplam Maliyet
TC_k	: k. Çevrimdeki Toplam Maliyet
ACU	: Ortalama Birim Üretim Maliyeti
ATU	: Ortalama Birim Üretim Süresi
MİP	: Malzeme İhtiyaç Planlaması
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TDK	: Türk Dil Kurumu
Vd	: Ve Diğerleri

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1: Klasik Envanter Modellerinin Temel Varsayımları ve Yeni Açılımlar.....	28
Tablo 3.1: Optimal Çözüm Sonuçları	65
Tablo 3.2: Kusurlu Oranındaki Değişimlerin Optimal Çözüm Sonuçları Üzerine Etkisi	67
Tablo 3.3: Üretimde Öğrenme Katsayısındaki Değişimlerin Optimal Çözüm Sonuçları Üzerine Etkisi.....	69
Tablo 3.4: Öğrenme Muhafaza Oranındaki Değişimlerin Optimal Çözüm Sonuçları Üzerine Etkisi.....	71
Tablo 3.5: Öğrenme Muhafaza Oranının Ortalama Birim Üretim Maliyeti (ACU_n) ve Ortalama Birim Üretim Sürelerine (ATU_n) Etkisi	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Sabit ve Sürekli Talep Altında Stok Dalgalanmaları.....	16
Şekil 1.2: Ekonomik Sipariş Miktarı ile İlgili Maliyetler	16
Şekil 1.3: Ekonomik Üretim Miktarı Modelinde Stok Miktarının Zamanla Değişimi ...	18
Şekil 1.4: Stok Tükenmesi Durumunda Stok Miktarının Zamanla Değişimi	21
Şekil 1.5: Stok Tükenmesi Durumunda Stok Miktarının Zamanla Değişimi	25
Şekil 2.1: Üretim Sistemi	38
Şekil 2.2: Öğrenmeyi Etkileyen Faktörler	47
Şekil 2.3: Klasik Öğrenme Eğrisi.....	53
Şekil 2.4: Öğrenme Modelleri.....	54
Şekil 3.1: Önerilen Modelde Stok Miktarının Zamana Göre Değişimi	56
Şekil 3.2: Çevrim ve Üretim Süreleri (gün).....	65
Şekil 3.3: Ekonomik Üretim, Maksimum Stok ve Maksimum Stoksuzluk Miktarları...	66
Şekil 3.4: Birim Zamandaki Ortalama Toplam Maliyet	66
Şekil 3.5: Kusurlu Oranının Çevrim ve Üretim Sürelerine Etkisi	68
Şekil 3.6: Kusurlu Oranının Ekonomik Üretim Miktarı, Maksimum Stok Miktarı ve Maksimum Stoksuzluk Miktarlarına Etkisi	68
Şekil 3.7: Kusurlu Oranının Birim Zamandaki Ortalama Toplam Maliyete Etkisi	69
Şekil 3.8: Üretimde Öğrenme Katsayısının Çevrim Süresi ve Üretim Süresi Üzerine Etkisi	70
Şekil 3.9: Üretimde Öğrenme Katsayısının Ekonomik Üretim Miktarı, Maksimum Stok Miktarı ve Maksimum Stoksuzluk Miktarları Üzerine Etkisi.....	70
Şekil 3.10: Üretimde Öğrenme Katsayısının Birim Zamandaki Toplam Maliyet Üzerine Etkisi	71
Şekil 3.11: Üretimde Öğrenme Muhafaza Oranının Çevrim Süresi ve Üretim Süresi Üzerine Etkisi.....	72

Şekil 3.12: Üretimde Öğrenme Muhafaza Oranının Ekonomik Üretim Miktarı, Maksimum Stok Miktarı ve Maksimum Stoksuzluk Miktarları Üzerine Etkisi	72
Şekil 3.13: Üretimde Öğrenme Muhafaza Oranının Birim Zamandaki Toplam Maliyet Üzerine Etkisi.....	73
Şekil 3.14: Öğrenme Muhafaza Oranının Ortalama Birim Üretim Maliyeti Üzerine Etkisi	74
Şekil 3.15: Öğrenme Muhafaza Oranının Ortalama Birim Üretim Süresi Üzerine Etkisi	74



ÖNSÖZ

Çalışmalarım sürecince önerilerini ve desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Abdullah EROĞLU'na, çalışmanın model analizinde yardımcı olan saygı değer Dr. Öğr. Üyesi Harun SULAK'a, tez çalışmamın her aşamasında bana büyük destek vererek beni yüreklendiren sevgili aileme tüm samimiyetimle teşekkürlerimi sunuyorum.



GİRİŞ

Sürekli olarak artan rekabet ortamı içerisinde işletmeler güvenli ve istikrarlı bir şekilde faaliyetlerine devam etmek isterler. Bunun için ise müşteri ihtiyaç ve beklentilerine hızlı cevap verebilecek esnekliğe sahip olmalıdırlar. Günümüzde müşteriye en kısa zamanda hizmet götürebilecek yapıdaki tedarik zinciri yöntemi, giderek artan rekabet ortamında stratejik bir araç haline gelmiştir. Bu sistemin ise sağlıklı bir şekilde ilerleyebilmesi için envanter yönetimi ve kontrolü son derece önem arz etmektedir. Genellikle envanter seviyesinin belirlenmesi ve kontrolü sürecinde toplam maliyeti minimum yapma ya da toplam kârı maksimum yapmayı hedefleyen sipariş ve/ veya üretim miktarı ve bunun ne zaman gerçekleştirileceği sorularına cevap aranmaktadır. (Aydemir 2015:98)

Ekonomik üretim / sipariş miktarını belirlemeye yönelik geleneksel modeller sabit bir üretim oranı varsaymaktadır. Bu varsayımın bir sonucu ise verilen periyottaki üretim süresinin sabit olmasıdır. Operatör yeni bir ürünün üretimine başladığında, yeni bir makinede değişiklik yaptığında ya da belli bir aradan sonra işe yeniden başladığında sabit üretim hızı varsayımı geçerli olmaz. Bu gibi durumlarda öğrenmenin etkisi göz ardı edilemez. Öğrenme, tekrarlayan bir işle uğraşan bir kişinin veya bir işletmenin performansının arttığını ve işi yapma süresinin kısaldığını gösterir. Üretimin maliyetinde bir düşüş olarak ortaya konan bu durum, öğrenim nedeniyle elde edilen tasarrufun önemli olduğu ve öğrenmenin bu nedenle envanter kontrol süreçlerinde de önemli olduğunu göstermektedir. (Jaber ve Bonney 1999:94)

Ekonomik üretim miktarı modeli genel olarak hazırlık, üretim, stok ve stoksuzluk maliyetlerini hesaba katarak her bir periyotun optimum üretim miktarını bulmaya yarayan bir tekniktir. Klasik ekonomik üretim miktarının temel varsayımlarından biri de üretimin % 100' ünün kusursuz olmasıdır. Ancak çoğu üretim süreçlerinde bu durum gerçekçi olmadığı için bu varsayım farklı kabuller ile gevşetilmektedir. (Eroğlu, Karaatlı, ve Kılıç 2004:131) Bu çalışmada da stoksuzluğa izin verilen, öğrenme etkisi altında kusurlu üretim yapan bir ekonomik üretim miktarı modeli geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı; klasik ekonomik üretim miktarı modellerindeki gerçek hayatla tam uyumlu olmayan ancak maliyeti ve kârlılığı önemli ölçüde etkileyen

varsayımları gevşeterek günümüzdeki sorunlara daha uyumlu ve gerçekçi çözümler bulmaktır. Bu çalışmada önerilen model bazı yeni varsayımlar altında incelenmiştir. Bunlar; kusurlu ürün durumu, stoksuzluk ve öğrenme etkileridir. Öğrenme etkisi altındaki bir ekonomik üretim miktarı modelinde kusurlu ürün çıktısında azalma, üretim süresinde düşüş ve toplam maliyette azalma gibi sonuçlar beklenmektedir.

Bu amaçlar doğrultusunda; çalışmanın birinci bölümünde, envanter ve envanter yönetimi kavramları açıklanarak, envanter ile ilgili olabilecek belirsizlikler verilmiş daha sonra da klasik envanter model çeşitleri sıra ile incelenmiştir. Klasik envanter modellerine yapılan çeşitli açılımlardan stoksuzluk, kusurlu ürün durumu ve öğrenme etkisi durumları üzerinde durulmuş ve bu açılımların literatür taramaları yapılmıştır. İkinci bölümde; üretim ve öğrenme kavramları açıklanarak üretim ile öğrenme arasındaki ilişki incelenmiş, üretim işletmelerinde öğrenmenin üretime ne gibi faydaları var incelenmiş ve son olarak öğrenme eğrisi açıklanmıştır. Üçüncü ve son bölümde ise; önerilen modelin işleyişi açıklanmış ve sırası ile stoksuzluk, stok ve toplam maliyetler hesaplandıktan sonra optimal çözüm elde edilmiştir. Daha sonra önerilen modele ilişkin sayısal bir örnek verilerek duyarlılık analizi yardımıyla kusurlu oranı, öğrenme oranı, öğrenme muhafaza oranı gibi parametrelerin değişimi durumunda toplam maliyet, çevrim süresi, üretim süresi ve ekonomik üretim miktarı gibi değişkenlere olan etkileri incelenmiş, sonuçlar grafikler ile desteklenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

İŞLETME ENVANTERİ VE ENVANTER YÖNETİMİ

Bu bölümde işletme envanteri, envanter yönetimi ve klasik envanter modelleri incelenecek ardından klasik envanter modellerine yapılan yeni açılımlar ve bu açılımların literatürdeki yerine değinilecektir.

1. ENVANTER VE ENVANTER YÖNETİMİ

Bir işletmede müşteri gereksinimlerini karşılamak amacıyla mal ve hizmetlerin üretilmesi için birçok materyalin elde edilmesi ve yönetilmesi önem arz eder. Bu durum çeşitli işletmeler için değişiklik gösterebilir. Örneğin; bir fabrikada üretim için ham madde, yarı işlenmiş mamul, parçalar, işletme malzemeleri gibi materyaller gerekirken; bir hastanede ise ilaçlar, çarşaf, yiyecek, laboratuvar malzemeleri gibi materyaller gerekir. Genel olarak günümüzde tüm işletmeler için gelen talebi etkin bir şekilde karşılayabilmek adına materyal yönetimi önem kazanmıştır. Burada materyal yönetiminin en önemli ve temel noktası ise yüksek kaliteden, minimum maliyetten ve de zaman faktörlerinden ödün vermeden işletme için gerekli materyali en uygun yolla sağlanması ve kullanması gerekmektedir. Dolayısıyla materyal yönetimi, stokun tüm boyutlarının planlanması, organizasyonu ve kontrolü kavramıdır. Materyal yönetiminin ilgi alanlarını ve aşamalarını şu şekilde sıralayabiliriz; (Demir ve Gümüsoğlu, 2003:607)

- Satın alma
- İşletmeye gönderim
- Üretim ve envanter kontrolü
- Fabrika dışına gönderim
- Fabrika dışı depolama
- Dağıtım'dır. (Demir ve Gümüsoğlu, 2003:607)

Bu çalışmada materyal yönetiminin önemli bir aşaması olan üretim ve envanter kontrolü konusu alt başlıkları ile birlikte incelenecektir.

1.1. Envanter Kavramı

Bazı kaynak ve disiplinlerde envanter kavramı yerine stok kavramının da kullanıldığı görülüyor. İngilizce'de *inventory* kelimesi olan envanter, esasında muhasebede yapılan fiziksel sayım ve birlikte gerçekleşen stok tespiti manasına gelir. (Kobu, 2014:327) Ancak işletme bilimi literatüründe envanter kavramı ve stok kavramı birçok kaynakta aynı anlamda kullanılmaktadır.

Stok, işletmenin sabit varlıkları haricinde fiziki olarak var olan her türlü materyali kapsarken envanter kavramı daha geniş kapsamlıdır. Envanter kelimesi bilimsel bir içeriğe sebep olması ve aynı zamanda stok kavramını da kapsadığı için stok yönetimi ile ilgili literatürde genellikle envanter kelimesi tercih edilir. Stok edilen malzemenin ekonomik değeri ifade edilmek istenirse envanter kelimesini kullanmak daha doğru olur. Çünkü ekonomik değer söz konusu iken stok kelimesini kullanmak muhasebe kayıtlarında ödeme vadelerindeki farklılıklar sebebiyle hatalara sebep olabilir. Örneğin; müşterisine teslim edilmiş bir ürün ödemesi yapılmadığı için kayıtlarda envanter olarak var iken ortada fiziki bir ürün yoktur. Dolayısıyla stok kelimesi; parasal değerden ziyade fiziki açıdan var olan malzemeler için kullanılabilirdiği için envanter kavramına göre daha dar bir terimdir. (Yenersoy 2011:92–93)

İşletmenin ileriki zamanlarda ihtiyacı olacak ürün veyahut da doğrudan satışı yapılacak olan ham madde, yarı işlenmiş ve tamamlanmış ürünlerin tamamına literatürde envanter kavramı denir. Envanter, gelecek zamanda oluşacak bir talebin tam zamanında karşılanabilmesi ve herhangi bir sıkıntı ile karşılaşılması için elde bulundurulmuş fiziki bir materyal yatırımdır. (Demir ve Gümüšoğlu, 2003:619)

1.2. Envanter Yönetimi Kavramı

Envanter yönetimi, bir işletmede en sade anlatımıyla stokların planlanması ve kontrol edilmesi olarak tanımlanabilir. Buradaki asıl kritik nokta ise ne bütün talepleri karşılayabilmek için çok fazla stok tutmak ne de maliyetleri azaltabilmek için yetersiz stok bulundurmak demektir. Bu sebeple envanter yönetimi kavramı hangi sıklıkta ve hangi miktarda siparişe ihtiyacımız olduğunu belirlemek için kullanılır. (Krajewski vd., 2013:416)

Ayrıca bir organizasyonda üretilen ürün ve talebin birbirine paralel gitmesi neredeyse imkânsızdır. Bu sebepten rekabetçi ortamdaki talebi de tam zamanında karşılayabilmek için mecburen stok tutmak gerekir. Burada sabit üretim hızı söz konusudur. Sabit üretim; üretim seviyesinin talebin üzerinde olduğu durumlarda artan ürün stoklanır, diğer durumda ise talep stoktan karşılanır. Bu şekilde üretim hızının sabit tutulması ve talebin zamanında karşılanması ile avantaj elde edilmiş olur. Envanter yönetimin amacı da bu gibi olumlu ve olumsuz maliyetler arasında optimal çözümü bulmaktır. (Kobu, 2014:327–328)

Envanter yönetiminde envanter düzeyi belirlenirken, organizasyondaki tüm bölümlerin çıkarları gözetilmelidir. Envanter yönetimi sadece üretim bölümünü değil aynı zamanda muhasebe, pazarlama veya satın alma bölümü gibi diğer bölümleri de ilgilendirmektedir. Fakat bölümler arasında stok hedefleri farklılığı vardır. Üretim bölümleri siparişleri aksatmamak için yüksek stok seviyesi isterken buna karşın muhasebe bölümleri stok seviyesini minimum seviyede tutmak ve böylece maliyeti azaltmak ister. (Top, 2001:193)

Bölümler arası karmaşanın önüne geçebilmenin tek yolu tüm bölümlerin çıkarını gözetip, isteklerini dengeleyen en uygun çözüm yolunu bulmaktır. Burada iki sorunun cevaplandırılması gerekir. Bunlar “*ne kadar?* ve *ne zaman sipariş verilecektir?*” sorularıdır. Bu iki soru tüm envanter yönetiminin temel mantığını oluşturmaktadır. (Demir ve Gümüšoğlu, 2003:623)

1.3. Envanter Yönetiminin İşletme Açısından Önemi

Envanter yönetimi ekonominin her alanındaki organizasyonlar için genel bir sorundur. Sadece kâr amacı güden organizasyonlar değil aynı zamanda sosyal kurumlar da bu problem ile karşılaşılırlar. Çünkü tarım kuruluşları, üniversiteler, hastaneler gibi birçok kuruluş da stok bulundurmaya durumundadır. Bu sebepten envanter yönetimi hemen her alandaki işletmeler açısından ciddi bir önem taşır. (Özkan, 2011:265)

Envanter yönetiminin işletme açısından önemi şu örnekle daha iyi anlaşılabilir. Bir müşteri bir alışveriş merkezinde istediği her ürünü bulmayı umut eder. Fakat 7357 mağazası ve 14 farklı pazarda Sam’s Club yerleri olan, iki milyondan fazla personeli istihdam eden, dünyada haftada 180 milyon müşteriye hizmet sağlayan ve 56.000

tedarikçisi olan Wal-Mart'ta on binlerce ürünün stok yönetimini yapmak kolay olmayan bir durumdur. Wal-Mart'ta saç spreyi stoku raflarda tam üç gün yenilenmediği için bu üründe üç günlük ciddi bir satış kaybı yaşanmıştır. Bu sebepten envanterlerin ne miktarda olduklarını ve nerede bulduklarını bilmek işletmelerin envanter yönetimi açısından büyük önem taşır. Envanter yönetimi iyi yapılmadığı takdirde atıl stok ya da yetersiz stok ile karşılaşılabilir. Bu durum da maliyetlerin artması ya da müşteri talebinin zamanında karşılanamaması anlamına gelir. 36 milyar doları geçen stoka sahip Wal-Mart için envanter yönetimi büyük önem taşır. (Krajewski vd., 2013:414)

1.4. Envanter İle İlgili Belirsizlikler

Günümüzün rekabet koşulları ve değişen şartları altında talep edilen miktar ile arz edilen miktar arasında her zaman tam bir eşleşme çoğunlukla olmaz ve bu farklılıklar gerekli olan ve var olan stoklar arasında dengesizlikler oluşturabilmektedirler.

İşletmeler; envanter ile ilgili talep belirsizliği, arz belirsizliği, tedarik miktarı belirsizliği gibi bir takım belirsizliklerle karşılaşabilir ve bu belirsizlikler işletmeleri stok buldurmaya yönlendiren en önemli sebeplerden birisidir. Stok, işletmelerin ortamdaki herhangi bir olumsuz dalgalanma, değişiklik ve belirsizliklere karşı almış olduğu bir önlemdir.

Belirsizlik faktörü; işletmenin planları haricinde gelişen beklenmedik olayları ifade eder. Talep tahminindeki sapmalar, makine ve teçhizat da bozulmalar, üretimdeki aksamalar, teslimattaki gecikmeler gibi önceden bilinmeyen durumlardır. Fakat işletme elinde yeterli stok olması durumunda bu öngörülemeyen durumları başarı ile bertaraf edebilir. (Özkan, 2011:266)

1.4.1. Talep Belirsizliği

Türk Dil Kurumuna göre talep kelimesi bir kişiden bir şey yapmasını veya yapmamasını isteme, istem, dileme manalarına gelmektedir. (Türk Dil Kurumu)

İnsanların gereksinim/ ihtiyaç ya da isteklerini gidermek amacıyla buldukları davranış hareket ve eylemler yani satın alma arzusu talebi oluşturur. Talep; satın alma gücü bulunan bireylerin belli bir ürünün/ hizmetin pazarında, belli bir zaman çerçevesinde, çeşitli fiyatlardan tüketicilerin söz konusu üründen/hizmetten satın almak

istedikleri miktarı/ ölçütü veya ekonomik mal ve hizmetlere karşı gösterdikleri istekleridir. Ama bu satın alma arzusunun talep sayılabilmesi için kişinin aldığı malın bedelini/ücretini ödeme isteği ve bunu satın alma gücüne yetecek gelir düzeyi olması gerekir. (Can ve Güney, 2015:15)

Talep belirsizliği ve bu belirsizliği kontrol edebilmek, işletme için çok önemlidir. Çünkü müşteri, isteklerinin hemen yerine gelmesini ister eğer işletmenin elinde yeterli stok yok ise müşteri başka işletmelere yönlenebilir hatta daha da kötüsü müşteri kalıcı olarak kaybedilebilir. (Nahmias, 2005:187)

1.4.2. Arz Belirsizliği

Türk Dil Kurumuna göre arz kavramı sunma, piyasaya mal sürülmesi, sunu anlamlarına gelmektedir. (Türk Dil Kurumu)

Arz, bir şirketin çeşitli fiyat seviyelerindeki bir maldan üretip satmak için hazırda bulundurduğu miktarları gösteren bir tablo ya da eğridir. Aynı zamanda talebi karşılamak için mal ve hizmet ortaya konulması ve sunulması faaliyetlerinin tümüne denir. (Can ve Güney, 2015:15)

Organizasyonlar çevrelerinde ki olup biten olayları iyi incelemeli, değerlendirmeli ve bunların sonucunda stok miktarlarını buna göre karar vermelidirler. (Nahmias, 2005:187)

1.5. Envanter Yönetimi Sistemleri ve İlgili Kavramlar

Envanter yönetim sistemi, stokların; “-Ne zaman?, ve -Ne kadar?” sipariş verileceğine ilişkin iki temel soruya dayanır. Bu iki temel sorunun çözümüne ulaşmak amacıyla uygulanan metotlar, yaklaşımlar ve kurallar bütününe *envanter yönetimi sistemleri* denir. Geleneksel olarak envanter yönetim sistemleri; stok kontrol sistemleri ve malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) ve genişletilmiş uygulamaları olmak üzere iki başlıkta toplanır. Stok kontrol sistemlerinde, envanter yönetim sistemlerinin iki temel sorusu olan “*ne zaman?* ve *ne kadar?*” soruları çerçevesinde sipariş planlanır daha sonra stok düzeylerinin değişimi izlenir. Malzeme ihtiyaç planlamasında ise sipariş planlaması üretim programı ile beraber başlar ve bütün periyotlar boyunca gerekli tüm malzemeler hesaplanır, temin süreleri düşünülür daha sonra her seferinde teslim

olunması gereken periyottan hemen önceki bir zamanda ihtiyaç kadar sipariş verilir ve bu bütün periyotlarda tekrarlanır, bu döngüde süreç tamamlanır. (Yenersoy, 2011:101)

Bu çalışmada tam zamanlı üretim sistemi incelenip ardından envanter yönetim sisteminin seçimi ve çalışması ile ilgili bazı kavramlar verilecektir.

1.5.1. Tam Zamanında Üretim

Geleneksel envanter yöntemi sistemlerinden olan stok kontrol sistemleri ve malzeme ihtiyaç planlaması yaklaşımlarının haricinde tam zamanında üretim felsefesi de bir envanter yönetim sistemi olarak kabul edilir. Bu yaklaşımda öncelikli amaç; envanterleri sıfıra yakınlaştırarak üretimi sürekli bir yapıya ulaştırmayı amaçlamış ve hatta bu amacı aşarak bir yönetim anlayışı veya felsefesi konumuna ulaştırmıştır. Tam zamanında üretim felsefesi hâlihazırda karşılaşılan birçok olumsuzluğu yetersiz bir üretim yönetiminin sonuçları olarak görmektedir. Tam zamanında üretim anlayışı; üretim olmayan süreçler, yetersiz kapasite, işçi kapasitesinin değişkenliği, tedarikçilerden kaynaklı kalite sorunları, uzun ve pahalı hazırlık süreçleri gibi türlü olumsuzlukları yetersiz bir üretim yönetiminin sonuçları olarak görür. Tam zamanında üretim felsefesi, geleneksel yönetim anlayışının aksine bizzat problemin kendisinde iyileştirme yapma anlayışındadır ve stok tutmayı gereksiz maliyet olarak görmektedir. İşletmenin karşılaşılabileceği olumsuzlukları stok tutarak değil direk problemleri kökünden çözerek envanteri sıfırlamayı amaçlamıştır. (Yenersoy, 2011:101–102)

1.5.2. Bağımlı Talep- Bağımsız Talep

Bir işletme, envanter kontrolü yaparken ve bu işi hangi envanter yönetim sistemi ile yapacağına karar verirken sipariş edilecek olan malzemenin talep yapısına göre yapmalıdır. Bu doğrultuda malzeme talepleri bağımlı ve bağımsız olmak üzere ikiye ayrılır. (Yenersoy, 2011:102)

1.5.2.1. Bağımlı Talep

Sipariş edilecek olan malzeme, bir başka materyalin ya da parçanın talebine göre değişiyor ise; yani bir başka ürüne bağlı ise bu duruma bağımlı talep denir. Bağlı olduğu ürünün değişkenliği çerçevesinde bu ürün talebi belirlendikten sonra ancak kendi ihtiyaç miktarı kesin olarak belirlenebilir. Bağımlı talebe sahip olan bir malzemenin tüketimi bu sebeplerden dolayı sürekli değildir, aralıklı ve parti halindedir. (Yenersoy, 2011:102)

Bağımlı talep yapısına sahip olan malzemeler, bir mamul ya da hizmetin ortaya konulabilmesi için ihtiyaç olan bileşenler ve girdilerdir. (Krajewski vd., 2013:423)

1.5.2.2. Bağımsız Talep

Sipariş edilecek olan malzeme, bir başka materyalin ya da parçanın talebine göre değişmiyor ise bu malzemenin talep durumuna bağımsız talep denir. Bağımsız talep herhangi bir şeye bağlı olmadığı için bağımsız talep miktarı kesin olarak belirlenemez ancak tahmin edilebilir. Bağımsız talebe sahip bir malzemenin tüketiminde süreklilik vardır. (Yenersoy, 2011:102)

Bağımsız talep; ne pazar koşullarından etkilenir ne de diğer stokta tutulan ya da üretilen malzemelerin envanter kararları ile ilgilendir. Bu talep tamamen dışsal faktörlerden etkilendiği için bağımsız talep yönetimini yapmak bazı zorlukları da beraberinde getirir. Talep miktarı, tahmin yoluyla belirleneceğinden dolayı şöyle bir yöntem izlenebilir. Örneğin; bir mağazadaki belli bir ürünün düşük talepli müşterileri ile diğer yüksek talepli olanları dengeleme yoluna gidilebilir. Böylece en azından bağımsız talebe sahip olan ürünün, totalde göreceli olarak düzgün bir yapı ortaya koyması sağlanabilir. (Krajewski vd., 2013:422)

1.5.3. Çekme Sistemi- İtme Sistemi

Envanter yönetim sisteminin çalışma şeklini tanımlamak için kullanılır.

1.5.3.1. Çekme Sistemi

Çekme sisteminde, stokta bulunan malzemenin müşterinin veya kullanıcının talebine bağlı olarak dağıtım sistemine doğru çekilmesi sistemin temel mantığını oluşturur. Bu sistem; (Yenersoy, 2011:103)

- Bağımsız talep yapısına uygundur.
- Malzeme hareketini kullanıcı belirler ve sistem gerçek talep değişimine hızlı yanıt verir.
- Talep doğrultusunda gerçekleşen, malzemenin dağıtım sistemine doğru çekilmesi; geriye doğru sipariş verilmesi şeklinde olur ve tek yönlü bir haberleşme vardır.

- Stok malzemelerinin tek tek takip edilmesi ve işleme girilmesi sebebiyle koordinasyonda zorluklar yaşanabilir.

1.5.3.2. İtme Sistemi

İtme sistemi, müşteriden gelen talep doğrultusunda bir ana plan ile başlar ve talep edilen malzeme, verilen her siparişe ileriye (müşteriye) doğru, belli zaman periyotları arasında itilmesi sistemin temel mantığını oluşturur. Bu sistem; (Yenersoy, 2011:104)

- Bağımlı talep yapısına uygundur.
- Müşteri veya kullanıcı talebindeki değişikliklere hızlı yanıt verilemez.
- Tedarikçiyle ihtiyaç noktası arasında çift yönlü bir haberleşme vardır.
- Benzer malzeme gereksinimlerinin siparişleri kolayca birleştirilebildiği için koordinasyonu sağlamak kolaydır.
- Gerçek müşteri talebi ile değil, tahmini talep değerlerine göre üretim planı yapılır ve gerçekleştirilir.
- Malzeme gereksinimi düzgün ve sıralı bir şekilde karşılanır.

1.6. Stok Sistemleri

Stok maliyeti, günümüzde tüm işletme maliyetlerinde önemli bir paya sahip olduğundan stok sistemleri konusunda çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Bu çalışmalardan birisi stokların sınıflandırılmasıdır. Stoklar değerlendirilirken bütün stokları tek bir çatı altında düşünmek yerine işletmenin amacına uygun sınıflandırmalar yapılarak ortaya çıkabilecek hatalar elimine edilmiş olur. Diğer bir çalışma ise stok maliyetleri üzerinedir. Stoklar işletmeye belli bir maliyet getirmekle beraber aslında stok bulundurmamak da işletmeyi bir maliyete sürükler. Bu sebeple stok maliyet kontrolleri konusu da üzerinde durulması gereken bir başka konudur. Bu bölümde stok kavramı, stokların sınıflandırılması ve stok maliyetleri gibi konular üzerinde durulacaktır.

1.6.1. Stok Kavramı

Stok, depoda tutulan her ürüne ya da üretime doğrudan veya da dolaylı yoldan katılan bütün fiziksel malzemelere denir. Stoklar; miktarları ya da mâli değerleri ile ölçülür. (Kobu, 2014:327)

Stok kavramı gerek bir işlemten geçtikten sonra kullanılmayı gerekse doğrudan satılmayı bekleyen ve bu süreçte belirli bir süre atıl durumda kalan maddi değere sahip mamul ve varlıklardır. (Odman Çelikçapa ve Şenol, 2015:107)

1.6.2. Stokların Sınıflandırılması

Stok kavramının kapsadığı bütün materyalleri tek bir durumda incelemek hatalara ve yanlış kararlara sebep olabilir. Stok edilen malzemeler; kullanıldığı alan, stoklanma biçimi, tür, değer gibi açılardan farklılık gösterebilir. Bu sebepten her birine uygun bir sınıflama yapıp bu kategorilerde incelemek daha uygun olur. (Kobu, 2014:328)

Stok sınıflandırmaları işletmenin amacına göre farklılık gösterebilir ve çeşitli sınıflandırmalar yapılabilir.

1.6.2.1. Ham Maddeler

Ham maddeler, varlık ya da hizmetin üretimi için gerekli stoklardır ve işletmede üretim sistemi dahilinde işlem görerek değer kazanan dönüşüm sürecinin bir girdileridir. (Krajewski vd., 2013:329)

İşletmeler açısından ham madde; üretim süreçlerinin aksamaması için çok önemlidir. İşletmeler zaman zaman düşük fiyat veya ıskonto imkanından yararlanabilmek adına ham madde stoku yaparlar. Böylece hem stok maliyeti için yarar sağlamış olurlar hem de tedarikçi veya nakliye kaynaklı bir problem olduğu zaman bu olumsuz durumları ortadan kaldırabilirler. (Top, 2001:194).

1.6.2.2. Yarı Mamuller

Hammadde üzerine yapılan işlemlerin henüz tamamlanmamış haline yarı mamuller denir ve aslında geçici türde bir stok türü olup bu süreçte ara depolarda tutulan stok çeşitleridir. Üzerlerindeki tüm işlemler tamamlandıktan sonra yarı mamul niteliğini kaybedip mamul olarak adlandırılırlar. (Kobu 2014:328)

1.6.2.3. Mamuller

Üzerlerinde yapılması düşünülen bütün işlemler tamamlandıktan ve dönüşüm süreçleri bittikten sonra müşteriye gönderilmek üzere depoda tutulan stoklardır. Ham madde ve yarı mamullerde tamamlanmamasından dolayı belirsizlik çok fazla iken mamuller; üretim sürecinin sonunu ve bir tamamlanmayı ifade ettikleri için depoda hareketsiz dururlar dolayısıyla ham madde ve mamullere göre denetlenmeleri ve kontrol edilmeleri daha kolaydır. (Kobu, 2014:328)

1.6.2.4. Hazır Parçalar

Hazır parçalar, işletmede üretilmeyip dışarıdan alınan ve mamullerin herhangi bir parçasını ya da karmaşık bir ünitesini oluşturan stok çeşitleridir. (Kobu 2014:328)

1.6.2.5. Yardımcı Malzemeler

Mamulün yapısında hazır parçalar gibi doğrudan yer almayan ya da ham maddesinde kullanılmayan tamir aletleri, kesme sıvısı, makine yağı gibi malzemelerdir. (Kobu, 2014:328)

1.6.3. Stok Maliyetleri

Stok yönetimi stok maliyeti ile doğrudan ilgilidir. Stok yönetiminin amacı, doğru yer ve zamanda minimum maliyetle en uygun stok düzeyine sahip olmaktır. Stok maliyetlerinde herhangi bir stok modelinin birim başına olmak üzere üç ana ekonomik parametreleri; elde tutma (stok) maliyeti, elde tutmama (stoksuzluk) maliyeti ve elde etme maliyetidir. (Özkan, 2011:269)

Stok yönetiminde amaç, bu üç ana ekonomik parametrenin toplamı olan toplam stok maliyetini minimuma indirecek stok politikalarını bulmaktır. (Top, 2001:195)

Envanter sistemleri genel mantık olarak optimizasyon odaklıdır. Çoğu envanter modeli; maliyeti minimuma çekerken bazı envanter modelleri ise kârlılığı maksimize etmeye odaklıdır. Fakat aslında ister maliyeti minimum kılınsın ister kârlılığı maksimize etsin her iki durum da envanter kontrol sisteminin amacına uygundur. Farklı sistemler farklı karakterlerde olmasına rağmen genel olarak tüm envanter maliyetlerini stok maliyeti, stoksuzluk maliyeti ve elde tutma maliyeti olmak üzere üç başlıkta incelenebilir. (Nahmias 2005:189)

Geliştirilmiş birçok yönetimsel modellerin başarısı, süreçle birlikte ortaya çıkan stok maliyetlerini saptamaya bağlıdır. Buradaki maliyetler sipariş büyüklüğüne bağlı maliyetler, üretim maliyetleri, elde tutma maliyeti, elde tutmama maliyeti ve sermaye maliyetleri gibi maliyetlerdir. Bazı maliyetler ise sipariş büyüklüğünden bağımsız olarak varlardır. Örneğin, dağıtıcıdan perakendeciye, depodan siparişlerin dağıtımı, yeni bir üretim için fabrikadan sipariş ,ham materyal isteyen fabrikalardaki süreçlerde olduğu gibi. (Buffa ve Taubert, 1974: 68)

1.6.3.1. Elde tutma (Stok) Maliyeti

Envanterin büyüklüğü ile doğrudan bağlantılı olan taşıma maliyeti olarak da bilinen elde tutma maliyeti; sermaye maliyeti, vergiler, depolama, modası geçme, eskime, bozulma gibi sebeplerden doğan maliyetlerdir. Elde tutulan stok miktarı arttıkça bu maliyet de artış gösterecektir. (Buffa ve Taubert, 1974:69)

Elde tutma maliyeti, işletmenin varlıklarını belli bir süre, genellikle bir yıl, stokta tutmanın maliyetidir. Bu maliyeti kira, ısıtma, koruma, bozulma, kaybolma riski, vergi ve sigorta maliyetleri oluştursa da büyük kısmını stok amacıyla tutulan varlıklara bağlanan sermayenin maliyeti oluşturur. Stoka yapılacak bu sermaye maliyetini kredi faizi veya yapılabilecek herhangi bir yatırımın kazancından yoksun bırakmasına fırsat kaybı maliyeti denir. (Top, 2001:194–195)

1.6.3.2. Elde Tutmama (Stoksuzluk) Maliyeti

Müşteriden gelen talep miktarını yeterli stok bulunmamasından dolayı doğacak sonuçların maliyetine elde tutmama (stoksuzluk) maliyeti denir. Bu maliyet aynı zamanda talebin karşılanamaması durumunda fırsat kaybı maliyeti, talebi belli bir süre gecikme ile karşılanması durumunda gecikme maliyeti ve tüm bu durumlardan sebep rekabetçi ortamda prestij ve güven kaybı gibi maliyetleri de içermektedir. Ham madde stokları için elde tutmama (stoksuzluk) maliyeti ise üretim sürecini olumsuz etkileyeceği için aksayan üretimin yol açabileceği maliyetlerdir. (Top, 2001:195)

Herhangi bir şekilde tedarik edilemeyen stok kaleminin bulunmamasından dolayı ortaya çıkan maliyettir. Bu durum gelen talebin karşılanamamasına sebep olur ve dolayısıyla şu andaki ve gelecekteki kârlılık payında bir kayba yol açacağından işletme

için bir maliyet oluşturur. Bu maliyete elde stok bulundurmama maliyeti denir. (Özkan, 2011:269)

1.6.3.3. Elde Etme Maliyeti

Elde etme maliyeti, sipariş büyüklüğünden veya üretim parti hacminden bağımsız olarak sipariş verme zamanlarında ve üretime başlama zamanlarında ortaya çıkmaktadır. İki tür elde etme maliyeti vardır. Bunlar sipariş maliyeti ve üretimi hazırlık maliyetleridir. (Top, 2001:195)

1.6.3.3.1. Sipariş Maliyeti

Ham madde temin etmek için yapılan sipariş sonucundaki maliyete sipariş maliyeti denir. (Top, 2001:195)

1.6.3.3.2. Üretime Hazırlık Maliyeti

Mamul madde elde etmek için yapılan üretim hazırlık süreci sonucunda ortaya çıkan maliyetleri üretime hazırlık maliyeti denir. (Top, 2001:195)

1.7. Klasik Envanter Modelleri

Envanter modelleri kendi içinde talep miktarının durumuna göre sınıflandırılmıştır. Talep miktarının kesinlikle bilinmesi durumunda deterministik, bir olasılık dağılımına uyması durumunda ise olasılıklı durum söz konusudur. Aynı zamanda envanter modellerini sınıflandırılmasında talebin zamanında karşılanıp karşılanmadığı da etkilidir. Bu durumda eğer talep zamanında karşılanıyor ise stok tükenmesine izin verilmemesi modelleri, talep zamanında karşılanmıyor ise stok tükenmesine izin verilmesi modelleri ile karşılaşıyoruz. (Eroğlu, 2002:5) Bu çalışmada deterministik statik envanter modelleri incelenecektir.

1.7.1. Deterministik Statik Envanter Modelleri

Bu envanter modellerindeki statik kavramı tüketim oranının zamanla sabit olduğunu gösterir. Bu çalışmada stok tükenmesine izin verilen ve verilmeyen sipariş miktarı modeli ve yine aynı şekilde stok tükenmesine izin verilen ve verilmeyen üretim miktarı modeli olarak dört başlıkta incelenecektir.

Modellerde kullanılan simgeler aşağıda verilmektedir.

D : yıllık talep miktarı,

P : yıllık üretim kapasitesi,

L : planlama dönemi uzunluğu (yıl olarak),

N : planlama dönemindeki periyot sayısı,

Q : parti hacmi (ekonomik sipariş veya üretim miktarı),

T : periyot süresi (yıl olarak),

C : birim değişken maliyet,

A : sipariş veya hazırlık maliyeti,

h : birim stok maliyeti (bir birimi bir yıl stokta tutma maliyeti),

π : birim stoksuzluk maliyeti (bir birim talebi bir yıl karşılayamamanın (erteleme) maliyeti),

1.7.1.1. Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli (ESM)

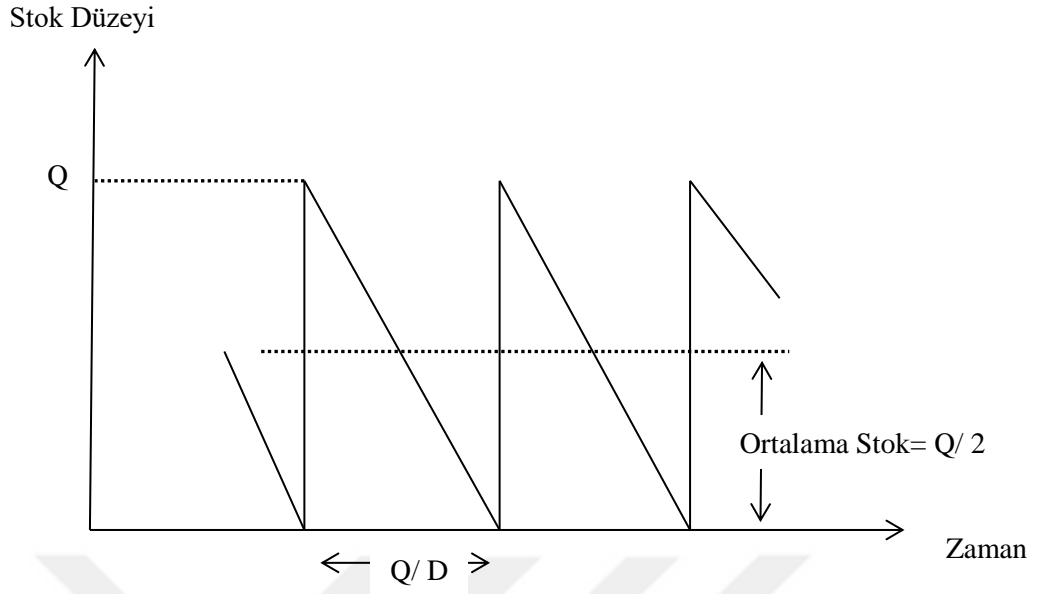
Çeşitli envanter modelleri arasında en temel model ekonomik sipariş miktarı (ESM) modelidir.

Ekonomik sipariş miktarı modeli (ESM), adından da anlaşılacağı üzere “ne kadar sipariş verilecek?” sorusunu en ekonomik şekilde cevaplamak için ve toplam maliyeti minimum yapabilmek için modellenmiştir. (Plossl ve Wight, 1967: 67) Ancak klasik envanter modellerinden olan ekonomik sipariş miktarı (ESM) modelini kullanabilmemiz için ancak bazı varsayımlar olması lazım ve ancak bu durumlar altında model kullanılabilir. Varsayımlar aşağıda şekil üzerinden incelenecektir.

Şekil 1.1 ekonomik sipariş miktarı modelini (ESM) zaman ve üretim (stok düzeyi) yönünden göstermektedir. Bu grafikten de anlaşılacağı üzere ekonomik sipariş miktarı modeli için aşağıdaki varsayımlar geçerlidir.

Bu modelde yıllık talebin sabit ve bilinen bir değere eşit olması gerekir. Böylece verilen sipariş miktarının aynı olması ve teslimatın bir seferde yapılması varsayılır. Şekil 1.1’de de görüldüğü üzere stok miktarı sifıra ulaştığı anda yeni sipariş organizasyona gelir. Bu yüzden model varsayımlarından biri de teslimat süresinin sifır olmasıdır. Yine bu modelde sipariş büyüklüğü ne kadar büyük olursa olsun fiyatın hep sabit olduğu varsayılır. İndirim söz konusu değildir. (Levin, 1972:381)

Stok maliyetlerini hesaplayabilmek için aşağıdaki bazı ilave parametreler kullanılacaktır:



Şekil 1.1: Sabit ve Sürekli Talep Altında Stok Dalgalanmaları

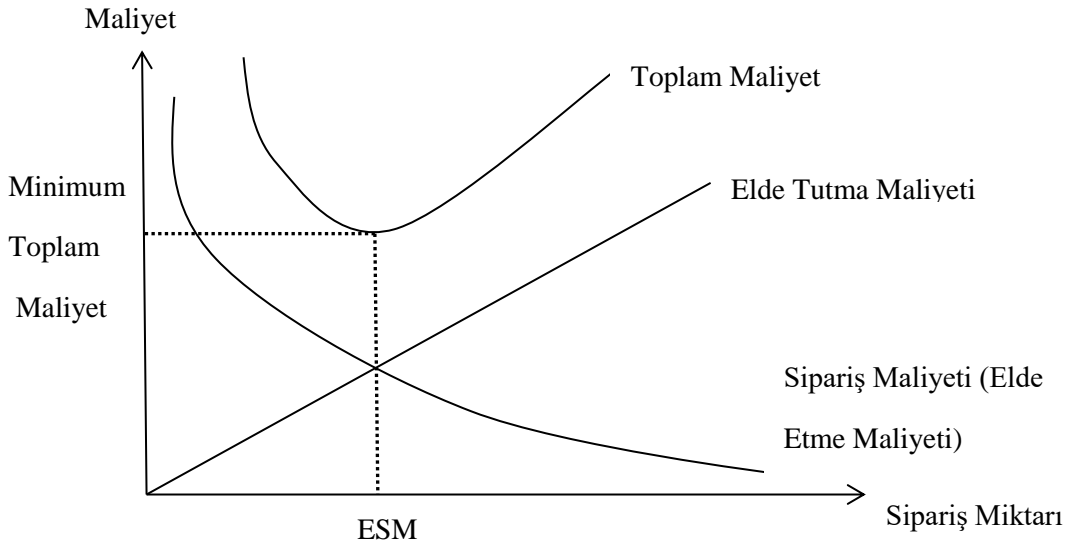
Kaynak: Levin 1972:381

D: Yıllık talep miktarı

A: Sipariş veya hazırlık maliyeti

H: Elde tutma maliyeti

Şekil 1.2’de ekonomik sipariş miktarı ile ilgili maliyetler verilmiştir.



Şekil 1.2: Ekonomik Sipariş Miktarı ile İlgili Maliyetler

Kaynak: Levin 1972:382

Şekil 1.2 incelendiğinde elde tutma maliyeti parti hacmi (Q) ile doğru orantılı iken; sipariş verme maliyeti parti hacmi (Q) ile ters orantılıdır. Ekonomik sipariş modelinde (ESM) asıl amaç minimum parti hacmini (Q) hesaplamaktır. Şekil 1.2’de görülen elde tutma maliyeti ve sipariş verme maliyetlerinin toplamını en küçük yaptığımız takdirde optimum parti hacmini(Q) bulmuş oluruz. Ancak bu maliyetlerin biri parti hacmi (Q) ile doğru orantılı iken diğeri ters orantılıdır. Bu sebepten şekilde iki maliyetin kesiştikleri nokta en iyi sipariş miktarını verir.

Ekonomik sipariş miktarı (ESM) büyüklüğünü hesaplariken ise, stokla ilgili faaliyetleri elde tutma maliyeti ve sipariş maliyeti olarak iki şekilde düşünecek olursak tüm bu maliyetleri ortak bir kesişim noktasında buluşturarak bir sipariş miktarı belirlenir. (Sezen, 2011:137)

Bu bilgiler doğrultusunda stokta tutulması planlanan ürünler için bir yıl boyunca

$\frac{D}{Q}$ defa sipariş verilecektir. Dolayısıyla yıllık sipariş verme maliyeti $= \frac{D}{Q} \times A$ olacaktır.

Diğer yandan yıllık elde tutma maliyeti h olup yıllık ortalama stok seviyesi $\frac{Q}{2}$ kadardır.

Böylece ortalama yıllık elde tutma maliyeti $= \frac{Q}{2} \times h$ olacaktır.

Yıllık sipariş verme maliyeti = Ortalama yıllık elde tutma maliyeti

$$\frac{D}{Q} \times A = \frac{Q}{2} \times h$$

Buradan Q değeri çekilirse;

$$Q^2 = \frac{2 \times D \times A}{h}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times A}{h}} \quad (1.1)$$

elde edilir. (Sezen, 2011:136–137)

Bulunan bu Q değeri için bir örnek verilerek gösterilirse;

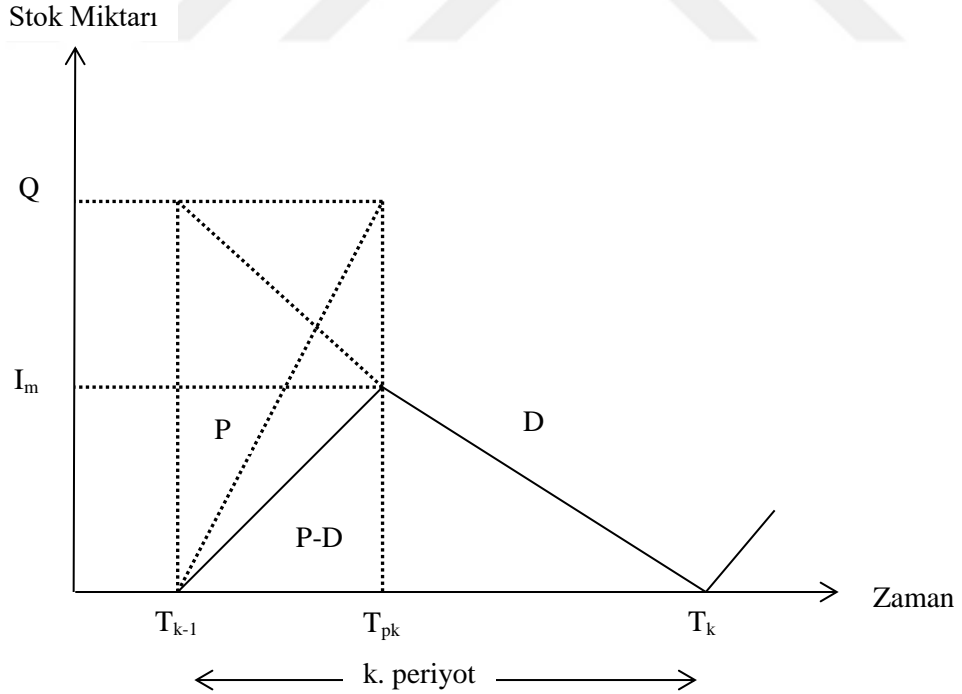
Örnek 1.1: Yıllık talebi $D=500$ adet olan bir ürünün sipariş verme maliyeti $A=25$ TL, bir birimin yıllık elde tutma maliyeti ise 10 kuruş olsun. Yıl boyunca 250 iş günü var ise, ekonomik sipariş miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times A}{h}} \rightarrow Q = \sqrt{\frac{2 \times 500 \times 25}{0,10}} \rightarrow Q = 500 \text{ adet}$$

Verilen bu örnekte yıllık talep miktarı ile en iyi (optimum) sipariş miktarı birbirine eşit çıktığından ($D/Q = 500/500 = 1$) yılda 1 defa sipariş verilecektir.

1.7.1.2. Ekonomik Üretim Miktarı Modeli (EÜM)

Ekonomik üretim miktarı modelinde (EÜM), her bir periyot iki aşamadan meydana gelmektedir. Birinci aşama, üretimin yapıldığı zaman aralığı, ikincisi ise üretimin yapılmadığı zaman aralığıdır. Birinci aşamada talep üretimden karşılanmakta ve talep fazlası üretim stokta tutulmaktadır. Burada temel varsayım, üretim hızının talep hızından fazla olmasıdır. İkinci aşamada, talep stoktan karşılanmakta, periyot sonunda stok tükenmekte ve diğer periyoda geçilmektedir. (Eroğlu, 2002:9–10)



Şekil 1.3: Ekonomik Üretim Miktarı Modelinde Stok Miktarının Zamanla Değişimi

Kaynak: Eroğlu 2002:10

$(T_{pk} - T_{k-1})$: k. periyottaki üretimin devam ettiği zaman aralığı,

$(T_k - T_{pk})$: k. periyotta üretime ara verilen zaman aralığı,

T: Periyot süresi

$$T = (T_{pk} - T_{k-1}) + (T_k - T_{pk}) = T_k - T_{k-1}, \quad k = 1, 2, \dots, N$$

I_m : Bir periyottaki maksimum stok miktarı,

Şekil 1.3'den aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$T_{pk} - T_{k-1} = \frac{I_m}{P - D} = \frac{Q}{P} \Rightarrow I_m = (1 - D/P)Q$$

veya

$G = 1 - D/P$ olarak kabul edilirse: $I_m = GQ$ olur.

$$T_k - T_{pk} = \frac{I_m}{D}, \quad T_k - T_{k-1} = \frac{Q}{D}$$

$I(t)$; t anındaki stok seviyesi ve HC_k ; k. periyottaki stok maliyeti olmak üzere aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$I(t) = \begin{cases} (P - D)(t - T_{k-1}), & T_{k-1} \leq t \leq T_{pk} \\ I_m - D(t - T_{pk}), & T_{pk} \leq t \leq T_k \end{cases}$$

$$\begin{aligned} HC_k &= h \int_{T_{k-1}}^{T_k} I(t) dt \\ &= h \left\{ \int_{T_{k-1}}^{T_{pk}} [(P - D)(t - T_{k-1})] dt + \int_{T_{pk}}^{T_k} [I_m - D(t - T_{pk})] dt \right\} \\ &= h \left\{ \int_0^{T_{pk} - T_{k-1}} (P - D)t dt + \int_0^{T_k - T_{pk}} (I_m - Dt) dt \right\} \\ &= h \left\{ \frac{(P-D)}{2} (T_{pk} - T_{k-1})^2 + I_m (T_k - T_{pk}) - \frac{D}{2} (T_k - T_{pk})^2 \right\} \\ &= h \left\{ \frac{I_m^2}{2(P-D)} + \frac{I_m^2}{D} + \frac{I_m^2}{2D} \right\} \\ &= \frac{hI_m^2}{2} \left\{ \frac{1}{(P-D)} + \frac{1}{DG} \right\} \end{aligned}$$

ve buradan,

$$HC_k = \frac{hGQ^2}{2D}$$

elde edilir. Diğer taraftan: PC_k ; k . periyottaki üretim maliyeti olmak üzere:

$$PC_k = A + CQ$$

$$TC_k = PC_k + HC_k$$

$$A + CQ + \frac{hGQ^2}{2D}$$

TCU; birim zamandaki toplam maliyet olmak üzere:

$$TCU = \frac{TC_k}{T_k - T_{k-1}} = (D/Q)TC_k$$

$$\frac{AD}{Q} + CD + \frac{hGQ}{2} \quad (1.2)$$

elde edilir. Amaç; birim zamandaki toplam maliyetin minimum olmasını sağlayan ekonomik üretim miktarının elde edilmesidir. Bu nedenle, (1.2) eşitliğinin Q ya göre türevi alınır ve sıfıra eşitlenirse,

$$\frac{dTCU}{dQ} = -\frac{AD}{Q^2} + \frac{hG}{2} = 0$$

elde edilir ve buradan,

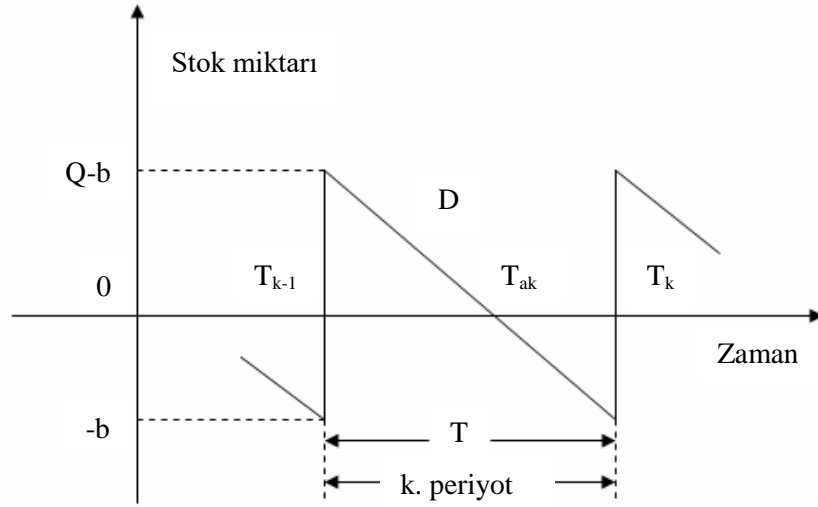
$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h(1 - D/P)}} \quad (1.3)$$

Ekonomik üretim miktarı modeli elde edilir.

1.7.1.3. Stok Tükenmesi Durumunda Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli

Talebin sonradan karşılanmak üzere ertelenmesi durumunda ki ekonomik sipariş miktarı modelinde, bir periyot iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, talep stoktan karşılanmakta, ikinci aşamada ise oluşan talebin tümü bir sonraki periyodun başında karşılanmak üzere ertelenmektedir. Modelin çalışma şekli Şekil 1.4 ile verilmektedir. Bu şekilden aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$T_{ak} - T_{k-1} = \frac{Q-b}{D} \quad , \quad T_k - T_{ak} = \frac{b}{D} \quad , \quad T_k - T_{k-1} = \frac{Q}{D}$$



Şekil 1.4: Stok Tükmesi Durumunda Stok Miktarının Zamanla Değişimi

Kaynak: Eroğlu 2002:13

Burada;

b: Bir periyottaki maksimum stoksuzluk miktarı (sonradan karşılanmak üzere ertelenen talep miktarı),

Q-b: Bir periyottaki maksimum stok miktarı

$I(t)$ ve $S(t)$ sırasıyla t anındaki stok ve stoksuzluk seviyeleri olsun. Bu durumda aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$I(t) = \begin{cases} (Q - b) - D(t - T_{k-1}), & T_{k-1} \leq t \leq T_{ak} \\ 0 & , T_{ak} \leq t \leq T_k \end{cases}$$

$$S(t) = \begin{cases} 0 & , T_{k-1} \leq t \leq T_{ak} \\ D(t - T_{ak}) & , T_{ak} \leq t \leq T_k \end{cases}$$

HC_k ; k. periyottaki stok maliyeti olmak üzere:

$$\begin{aligned} HC_k &= h \int_{T_{k-1}}^{T_k} I(t) dt \\ &= h \int_{T_{k-1}}^{T_{ak}} [Q - b - D(t - T_{k-1})] dt \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= h \int_0^{T_{ak}-T_{k-1}} (Q - b - Dt) dt \\
&= h \left\{ (Q - b)(T_{ak} - T_{k-1}) - \frac{D}{2} (T_{ak} - T_{k-1})^2 \right\} \\
&= h \left\{ \frac{(Q - b)^2}{D} - \frac{(Q - b)^2}{2D} \right\}
\end{aligned}$$

ve buradan,

$$HC_k = \frac{h(Q - b)^2}{2D}$$

olur. Diğer taraftan SC_k ; k. periyottaki stoksuzluk maliyeti olmak üzere;

$$\begin{aligned}
SC_k &= \pi \int_{T_{k-1}}^{T_k} S(t) dt \\
&= \pi \int_{T_{ak}}^{T_k} D(t - T_{ak}) dt \\
&= \pi \int_0^{T_k - T_{ak}} Dtdt \\
&= \frac{\pi D}{2} (T_k - T_{ak})^2
\end{aligned}$$

ve buradan,

$$SC_k = \frac{\pi b^2}{2D}$$

elde edilir. PC_k ; k. periyottaki satın alma maliyeti olmak üzere;

$$PC_k = A + CQ$$

TC_k ; k. periyottaki toplam maliyeti olmak üzere;

$$\begin{aligned}
TC_k &= PC_k + HC_k + SC_k \\
&= A + CQ + \frac{h(Q - b)^2}{2D} + \frac{\pi b^2}{2D}
\end{aligned}$$

ve TCU; birim zamandaki toplam maliyeti olmak üzere:

$$\begin{aligned}
TCU &= \frac{TC_k}{T_k - T_{k-1}} = (D/Q)TC_k \\
&= \frac{AD}{Q} + CD + \frac{h(Q-b)^2 + \pi b^2}{2Q}
\end{aligned} \tag{1.4}$$

elde edilir. Amaç; birim zamandaki toplam maliyetin minimum olmasını sağlayan ekonomik sipariş miktarının elde edilmesidir. Bu nedenle (1.4) eşitliğinin önce b değişkenine göre kısmi türevi alınır ve sıfıra eşitlenirse,

$$\frac{-h(Q-b) + \pi b}{Q} = 0 \tag{1.5}$$

elde edilir (1.5) eşitliğinden,

$$\begin{aligned}
b &= \left(\frac{h}{h+\pi}\right)Q \text{ veya } B = \frac{h}{h+\pi} \text{ olarak alınırsa:} \\
b &= BQ
\end{aligned} \tag{1.6}$$

elde edilir. Daha sonra (1.4) eşitliğinden, Q değişkenine göre kısmi türevi alınır ve sıfıra eşitlenirse,

$$\begin{aligned}
\frac{\partial TCU}{\partial Q} &= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{4h(Q-b)Q - 2[h(Q-b)^2 + \pi b^2]}{4Q^2} \\
&= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{4h(Q-BQ)Q - 2[h(Q-BQ)^2 + \pi(BQ)^2]}{4Q^2} \\
&= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{4h(1-B)Q^2 - 2[h(1-B)^2 + \pi B^2]Q^2}{4Q^2} \\
&= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{2h(1-B) - [h(1-B)^2 + \pi B^2]}{2} \\
&= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{h(1-B)[2 - (1-B)] - \pi B^2}{2} \\
&= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{h(1-B^2) - \pi B^2}{2} \\
&= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{h - (h+\pi)B^2}{2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{\left(h - \frac{h^2}{(h+\pi)}\right)}{2} \\
&= -\frac{AD}{Q^2} + \frac{h}{2} \left(1 - \frac{h}{h+\pi}\right)
\end{aligned}$$

ve buradan:

$$-\frac{AD}{Q^2} + \frac{h\pi}{2(h+\pi)} = 0 \quad (1.7)$$

elde edilir. (1.7) eşitliğinden:

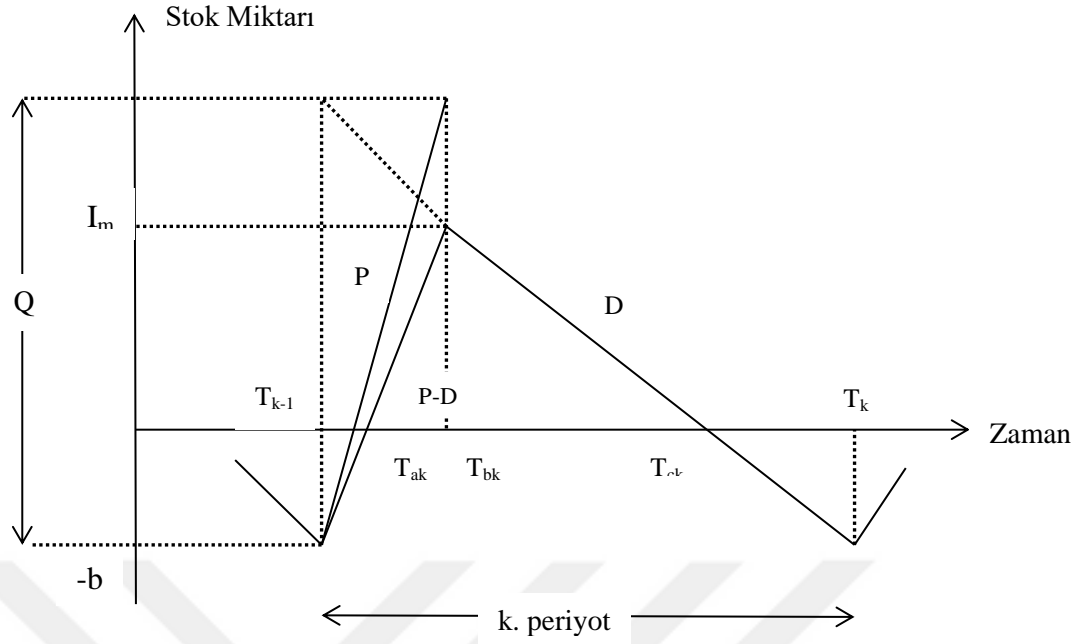
$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \sqrt{\frac{h+\pi}{\pi}} \quad (1.8)$$

stoksuzluk durumunda ekonomik sipariş miktarı formülü elde edilir.

1.7.1.4. Stok Tükenmesi Durumunda Ekonomik Üretim Miktarı Modeli

Stok tükenmesi halinde ki ekonomik üretim miktarını veren bu modelde bir periyot dört safhadan oluşmaktadır. İlk iki safhada üretim yapılırken, üçüncü ve dördüncü safhalarda üretime ara verilmektedir. İlk safhada üretilen üründen öncelikle o an oluşan talep karşılanır, daha sonra bir önceki periyotta ertelenen talep karşılanmaktadır. İkinci safhada, talep üretimden karşılanmakta ve talep fazlası üretim stokta tutulmaktadır. Bu aşamada maksimum stoka ulaşılır. Üçüncü safhada, talep stoktan temin edilir ve stok bu aşamada biter. Dördüncü safhada, gelen talepler bir sonraki periyotta karşılanmak üzere ertelenirler. Bu aşamanın sonunda da maksimum stoksuzluğa ulaşılmaktadır. Modelin işleyişi Şekil 1.5'te verilmiştir ve bu şekil üzerinden aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$\begin{aligned}
T_{ak} - T_{k-1} &= \frac{b}{P-D} & T_{bk} - T_{ak} &= \frac{I_m}{P-D} \\
T_{ck} - T_{bk} &= \frac{I_m}{D} & T_k - T_{ck} &= \frac{b}{D} \\
T_{bk} - T_{k-1} &= \frac{I_m + b}{P-D} = \frac{Q}{P} & \Rightarrow I_m &= \left(1 - \frac{D}{P}\right)Q - b
\end{aligned}$$



Şekil 1.5: Stok Tükenmesi Durumunda Stok Miktarının Zamanla Değişimi

Kaynak: Eroğlu 2002:17

$I(t)$ ve $S(t)$ sırasıyla t anındaki stok ve stoksuzluk seviyeleri olsun. Bu durumda aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$I(t) = \begin{cases} 0, & T_{k-1} \leq t \leq T_{ak} \\ (P - D)(t - T_{ak}), & T_{ak} \leq t \leq T_{bk} \\ I_m - D(t - T_{bk}), & T_{bk} \leq t \leq T_{ck} \\ 0, & T_k \leq t \leq T_{ck} \end{cases}$$

$$S(t) = \begin{cases} b - (P - D)(t - T_{k-1}), & T_{k-1} \leq t \leq T_{ak} \\ 0, & T_{ak} \leq t \leq T_{ck} \\ D(t - T_{ck}), & T_{ck} \leq t \leq T_k \end{cases}$$

HC_k ; k. periyottaki stok maliyeti olmak üzere:

$$\begin{aligned} HC_k &= h \int_{T_{k-1}}^{T_k} I(t) dt \\ &= \frac{h(GQ - b)^2}{2DG} \end{aligned} \quad (1.9)$$

olur. Diğer taraftan, SC_k ; k. periyottaki stoksuzluk maliyeti olmak üzere:

$$\begin{aligned}
SC_k &= \pi \int_{T_{k-1}}^{T_k} S(t) dt \\
&= \frac{\pi b^2}{2DG}
\end{aligned} \tag{1.10}$$

elde edilir. Burada; $G=1-(D/P)$

PC_k = k. periyottaki üretim maliyeti olmak üzere:

$$PC_k = A + CQ$$

yazılabilir. Böylece k. periyottaki toplam maliyet (TC_k):

$$\begin{aligned}
TC_k &= PC_k + HC_k + SC_k \\
&= A + CQ + \frac{h(GQ - b)^2}{2DG} + \frac{\pi b^2}{2DG}
\end{aligned}$$

ve birim zamandaki toplam maliyet (TCU):

$$TCU = \frac{TC_k}{T_k - T_{k-1}} = \frac{TC_k}{T} = \frac{TC_k}{Q/D} = \frac{D(TC_k)}{Q}$$

ve buradan:

$$TCU = \frac{AD}{Q} + CD + \frac{h(GQ - b)^2}{2GQ} + \frac{\pi b^2}{2GQ} \tag{1.11}$$

elde edilir. Amaç; birim zamandaki toplam maliyetin minimum olmasını sağlayan ekonomik üretim miktarın elde edilmesidir. Bu nedenle (1.11) eşitliğinin önce b değişkenine göre kısmi türevi alınır ve sıfıra eşitlenirse,

$$\frac{\partial TCU}{\partial b} = -\frac{h(GQ - b)}{GQ} + \frac{\pi b}{GQ}$$

ve buradan,

$$b = \frac{hGQ}{h + \pi} \tag{1.12}$$

elde edilir. $B = \frac{h}{h + \pi}$ olarak alınırsa, (1.12) eşitliği:

$$B = BGQ \tag{1.13}$$

olur. Daha sonra (1.11) eşitliğinin Q değişkenine göre kısmi türevi alınıp sıfıra eşitlenirse:

$$\frac{\partial TCU}{\partial Q} = -\frac{AD}{Q^2} + \left(\frac{h}{2G}\right) \frac{2(GQ - b)GQ - (GQ - b)^2}{Q^2} - \frac{\pi b^2}{2GQ^2} = 0$$

ve buradan:

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{(1 - D/P)h}} \sqrt{\frac{h + \pi}{h}} \quad (1.14)$$

elde edilir.

1.7.2. Klasik Envanter Modellerine Yapılan Çeşitli Açılımlar: Stoksuzluk, Kusurlu Ürün Durumu ve Öğrenme Etkisi

İşletmelerin üretim ve sipariş miktarlarını belirlemek için yararlandıkları ekonomik üretim miktarı ve ekonomik sipariş miktarı modelleri vardır. Bu modellerin temelleri 20. yüzyılda atılmış olup temel varsayımları sebebiyle klasik modellerdir. Zamanla işletmelerin çoğalması, çeşitlenmesi ve gereksinimlerinin farklılaşması sebebiyle bu modeller yetersiz gelmeye başlamıştır.

Ekonomik üretim miktarı ve ekonomik sipariş miktarı modellerindeki bu varsayımlar günümüzde gerçekçi bulunmuyor diye bu modeller kullanışsız denilemez. Bu modeller temel alınarak çeşitli eklemelerle günümüze uyarlanır. (Sezen, 2011:138) Yani bazı varsayımlar getirilerek ya da var olan varsayımları gevşetilerek yeni modeller ortaya konmuş literatür genişletilmiştir.

Aşağıdaki verilen Tablo 1.1'de temel varsayımlar ve bunlara yapılan yeni açılımlar gösterilmiştir.

Temel varsayımlar; tek bir ürün durumu, stoksuzluğa izin verilmemesi, ürünlerin zaman içinde bozulmasının göz ardı edilmesi, talep miktarının sabit, kesin ve sürekli olduğunun düşünülmesi, toplu alımlarda miktar indirimi yapılmaması, üretim hızının tek düze sabit olduğunun düşünülmesi, enflasyonun ve öğrenme etkisinin göz ardı edilmesi ile üretilen ürünlerin kusursuz olduğunun düşünülmesidir. Bu gibi varsayımlar gerçek hayatı yansıtmayacağı için bu modellerde varsayım genişletilmesi yoluna gidilerek yeni modeller elde edilmiştir. Örneğin; tek bir çeşit ürün satan bir işletme ile

yüzlerce çeşitliliğe sahip bir işletmenin aynı modeli kullanması yeterli ve mantıklı olmayacaktır. Tüm üretim sürecinin hatasız çıktı almasını beklemek de gerçekçi değildir gibi örnekler çoğaltılabilir. (Sulak ve Eroğlu, 2009:386)

Tablo 1.1: Klasik Envanter Modellerinin Temel Varsayımları ve Yeni Açılımlar

	Temel Varsayımlar	Yeni Açılımlar
1	Tek bir ürün vardır.	Birden çok ürün için yeni modeller geliştirilmektedir.
2	Stoksuzluğa izin verilmemektedir.	Stoksuzluğa izin verilmektedir.
3	Stoktaki ürünlerde bozulma söz konusu değildir.	Stoktaki ürünler zamanla bozulmaktadır.
4	Talep miktarı sabittir, süreklidir ve kesin olarak bilinmektedir.	Talebin değişken olduğu farklı talep fonksiyonları ele alınmaktadır.
5	Miktar indirimi yapılmamaktadır.	Miktar indirimi yapılmaktadır.
6	Üretim hızı sabittir.	Üretim hızı değişkendir.
7	Paranın zaman değeri ve enflasyon etkisi dikkate alınmamaktadır.	Paranın zaman değeri ve enflasyon etkisi dikkate alınmaktadır.
8	Öğrenme etkisi modellere dâhil edilmemektedir.	Öğrenme etkisi modellere dâhil edilmiştir.
9	Ödemelerde gecikmeye izin verilmemektedir.	Ödemelerde belli bir süre gecikmeye izin verilmektedir.
10	Sipariş sonucu gelen veya üretilen mallar kusursuz ve hatasızdır.	Sipariş sonucu gelen veya üretilen mallar belli bir oranda kusurlu ürün içermektedir.

Kaynak: Sulak ve Eroğlu 2009:386

Bu tez çalışmasında önerilen model stoksuzluğa izin verilmesi durumu altında kusurlu üretim yapan üretim süreçleri için ekonomik üretim miktarı modeline öğrenme etkisini dâhil etmek olduğu için klasik envanter modellerine yapılan açılımlardan sadece stoksuzluk, kusurlu ürün durumu ve öğrenme etkisi durumları incelenecektir.

1.7.2.1. Stoksuzluk Durumu

Klasik envanter modellerinde stoksuzluğa izin verilmemektedir. Gerçek koşullar altında ise zaman zaman talep zamanında karşılanamamaktadır. Stok bulundurmamanın

müşteri kaybı, satış kaybı, prestij kaybı gibi sonuçları olsa da bazı zamanlarda stok bulundurmanın maliyeti yüksek miktarda olabileceği için işletmeler açısından stok bulundurmamak da bir strateji haline gelebilir.

1.7.2.2. Kusurlu Ürün Durumu

Klasik ekonomik üretim miktarı veya klasik ekonomik sipariş miktarı modellerinde; üretilen ürünün veya sipariş edilen ürünün kusursuz olduğu varsayılır. Klasik ekonomik üretim miktarı modeli için üretim aşamasındaki kaynak belirsizliği, makine teçhizatındaki çıkabilecek herhangi bir bozukluk gibi öngörülemeyen sorunlar sebebiyle kusurlu ürün üretimi olabilir. Aynı şekilde klasik ekonomik sipariş miktarı modelinde de sipariş edilen bir ürünün taşıma ve depolama esnasında çıkabilecek herhangi bir olumsuzluk herhangi bir kaza sebebiyle ürünler kusurlu hale gelebilir. Yani üretim veya sipariş süreçlerinde kusurlu ürün durumu çoğu zaman kaçınılmazdır. Bu gibi durumlarda ortaya çıkan kusurlu ürünler incelenir bazıları yeniden işlemde geçirilerek tekrar satılır, bazıları defolu mal olarak satılır, hiç kullanılmayacak durumda olanlar ise hurdaya ayrılır. (Sulak ve Eroğlu, 2009:394–395)

1.7.2.3. Öğrenme Etkisi

Klasik envanter modellerinde özellikle üretimin etkin olduğu ekonomik üretim miktarı modelinde hazırlık ve birim üretim süresinin parti büyüklüğünden bağımsız olarak sabit olduğu varsayılmıştır. Bu varsayım ancak üretimin sadece makine ile gerçekleştirildiği işletmeler için uygundur. Ancak emek yoğun işletmelerde insan gücünün tekrarlayan işleri zamanla daha iyi yapması, daha kısa sürede yapması ve de daha az maliyet ile üretimi gerçekleştirilmesi durumuna karşılık bilim insanları özellikle klasik ekonomik üretim modellerindeki temel varsayımları genişleterek öğrenme etkisi altında yeni modeller kurmuşlardır. (Sulak ve Eroğlu, 2009:392)

İşletmelerde ki üretim sistemleri şayet tekrar eden işlemlerden oluşuyor ve insan gücüne dayanıyor ise performans zamanla daha yüksek seviyelere çıkar ve her bir birimi üretmek için harcanan çabada, zamanda ve maliyette ki azalma öğrenme eğrisi olarak yorumlanır. (Wright, 1936) Dolayısıyla klasik envanter modellerindeki gibi hazırlık ve birim üretim süresinin sabit olması öğrenme etkisi ile beraber yeni kurulan modellerde değişmektedir.

1.7.3. Stoksuzluk, Kusurlu Ürün Durumu ve Öğrenme Etkisi: Literatür Taraması

Bu çalışmada önerilen modelde; klasik ekonomik üretim miktarı modeline stoksuzluğa izin verilmesi durumu, kusurlu ürün durumu ve öğrenme etkisi varsayımları eklendiği için bu üç durum detaylıca incelenecektir.

1.7.3.1. Literatürde Stoksuzluğa İzin Verilmesi Durumu

Stoksuzluğa izin verilmesi halinde klasik envanter modellerini yeniden ele alan çalışmalar üç ayrı şekildedir. Bunlar incelendiğinde;

- Tam erteleme durumunu ele alan modellere örnek olarak; Elsayed ve Teresi (1983), Grubbström ve Erdem (1999), Cardenas-Barron (2001) ve Eroğlu ve Özdemir (2007)
- Kısmi erteleme durumu; Abad (2001), Wee (1999), Skouri ve Papachristos (2002), Giri, Jalan, ve Chaudhuri (2005), San José, Sicilia, ve García-Laguna (2005) ve Dye (2007)
- Satış kaybı; Sandbothe ve Thompson'un Sandbothe ve Thompson (1990) Sandbothe ve Thompson (1993) iki ayrı çalışmasında ele alınmaktadır. Padmanabhan ve Vrat (1990), Abad (2000), Abad (2003) çalışmalarında ise stoksuzluk ve satış kaybı konuları beraber ele alınmıştır.

1.7.3.2. Literatürde Kusurlu Ürün Durumu

Klasik envanter modellerine üretimde kusurlu ürün olabileceği varsayımı altında üç farklı aşamadaki kusurlu ürünler incelenmiştir. Bunlardan ilki üretim çıktılarında kusurlu ürün olduğu anlaşıldığı anda en iyi bakımı sunmak için geliştirilen modeller, ikincisi üretimde herhangi bir sebepten dolayı yaşanan aksaklıklar altındaki kusurlu üretimler, üçüncü ve sonuncusu ise sipariş ile gelen malların içinde kusurlu ürünlerin de olması varsayımıdır. Klasik envanter modellerine getirilen üretim veya sipariş sonunda kusurlu ürün çıkabileceği varsayımı ile genişletilen literatürdeki çalışmalar şu şekilde sıralanabilir; (Sulak ve Eroğlu, 2009:395)

- Literatürde kusurlu üretim süreçlerindeki işleyişin düzelmesi adına en iyi bakım programını sunan çeşitli ekonomik üretim miktarı modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller şu şekilde sıralanabilir;
 - Lee ve Rosenblatt (1989), Rosenblatt ve Lee (2007), Lin vd. (1991), Lee ve Park (1991), Liou vd. (1994), Lam ve Rahim (2004); Rahim (1994), Tseng (1996), Makis (1998), Makis ve Fung (1998), Ben-Daya (2002); Ben-Daya (1999),
 - Ben-Daya ve Makhdoum (1998), Sheu ve Chen (2004) ve Lin vd. (2003)'dir.
- Literatürde, üretimde öngörülemeyen makine bozulmaları ve tamiri için geçen süreler gibi bazı aksaklıkları inceleyen çeşitli ekonomik üretim miktarı modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller şu şekilde sıralanabilir;
 - Groenevelt vd. (1992b), Groenevelt vd. (1992a), Berg vd. (1994), Srinivasan ve Lee (1996), Chung (1997), Liu ve Cao (1999) ve Chakraborty vd. (2008)'dir.
- Literatürde sipariş edilen ürünün içerisinde de kusurlu ürün olabileceği varsayımı eklenerek çeşitli ekonomik üretim modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller şu şekilde sıralanabilir;
 - Schwaller (1988), Zhang ve Gerchak (1990), Salameh ve Jaber (2000), Goyal ve Cardenas-Barron (2002), Papachristos ve Konstantaras (2006), Wee vd. (2007), Eroğlu ve Özdemir (2007) ve Maddah ve Jaber (2008)'dir.

1.7.3.3. Literatürde Öğrenme Etkisi

İlk olarak öğrenme etkisini Wright 1936 yılında uçak yapımında öğrenmenin maliyet azaltıcı etkileri üzerine bir çalışma ortaya koymuştur. Bu çalışma ile ortaya çıkan öğrenme eğrisi tanımı 60'lı yıllardan itibaren üretim çalışmaları ile birlikte geliştirilmeye devam edilmiştir. Temel öğrenme eğrisinin üzerine yapılan çalışmalar şu şekilde sıralanabilir; (Eroğlu, 2002:49)

- Keachie ve Fontana (1966) optimal parti büyüklüğü için ekonomik sipariş miktarı modeline öğrenme varsayımını ekleyerek envanter modelleri ile öğrenme etkisini birleştiren ilk araştırmacılarıdır.
- Adler ve Nanda (1974a), Adler ve Nanda (1974b), üretimde tek ürün ve çok ürün ile imalat yapan işletmelerin optimal parti büyüklüklerini öğrenme

etkisi altında incelemişlerdir. Bu çalışmalarında her bir üretim partisinde üretilen ürünlerin üretim sürelerini hesaplayan bir denklem geliştirmişler ve parti aralarında ki geçen süreçte öğrenme kaybı olduğuna dikkat çekmişlerdir.

- Sule (1978) ekonomik üretim miktarı modellerinden öğrenme ve unutma etkilerini birleştirerek yeni bir yöntem geliştirmiştir.
- Axsater ve Elmaghraby (1981), Sule'nin (1978) geliştirmiş olduğu bu metodu Sule ile birlikte çalışarak genişletmişlerdir.
- Fisk ve Ballou (1982), Wright öğrenme eğrisi ve De Jong sınırlı öğrenme eğrisi ile parti büyüklüğünü belirleyen bir model geliştirmiş ve çözüm yöntemi olarak da dinamik bir programlama yaklaşımı geliştirmişlerdir.
- Salameh, Abdul-Malak ve Jaber (1993), Wright öğrenme eğrisi altında en iyi üretim miktarı ve minimum toplam maliyetin öğrenme altındaki durumlarını incelemişlerdir.
- Jaber ve Bonney (1996), Salameh'in (1993) çalışmasına unutma altındaki durumları da ekleyerek çalışmayı genişletmişlerdir.
- Jaber ve Bonney (1998), ekonomik üretim miktarı modellerine öğrenme ve unutma etkilerini de katarak üç yeni model geliştirmişlerdir. Replogle (1988), Klasik ekonomik sipariş miktarı modeline hazırlık maliyeti etkilerini katmış ve bu şekilde inceleyerek genişletilmiş bir ekonomik sipariş miktarı modeli kurmuştur. Ancak her periyotta hazırlık maliyeti etkisi görülmesi gerekirken yaptığı bir hata ile sadece son periyotta görüldüğü için bu çalışma Cheng (1991) tarafından tekrar düzenlenerek bu hata ortadan kaldırılmıştır.
- Rachamadugu ve Tan (1997), her bir periyotta hazırlık maliyeti ile stok maliyetini birbirine eşit olması durumu altında her bir periyottaki parti hacimlerini veren bir eşitlik elde etmişlerdir.
- Cheng (1994), Hazırlık ve birim maliyetler üzerindeki öğrenme etkisine sahip, eşit parti hacimli ve farklı parti hacimli iki ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir.

- Zhou ve Lau (1998) ve Jaber ve Salameh (1995), Ekonomik üretim miktarı modelini stoksuzluğa izin vererek tekrar geliştirmişlerdir. Bu modelde DeJong sınırlı öğrenme eğrisi kullanılmış ve hazırlık maliyetleri sabit varsayılmıştır.
- Öğrenme etkisi altında geliştirilen diğer çalışmalar şu şekilde sıralanabilir; Spradlin ve Pierce (1967), Steedman (1970), Wortham ve Mayyasi (1972), Muth ve Spremann (1983), Towill (1985), Cherrington vd. (1987), Globerson ve Levin (1987), Globerson ve Seidmann (1988), Globerson vd. (1989), Chand (1989), Elmaghraby (1990), Jaber ve Bonney (1997), Jaber ve Bonney (1999), Jaber ve Bonney (2003), Jaber vd. (2009) ile Alamri ve Balkhi (2007) dir.

İKİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM VE ÖĞRENME İLİŞKİSİ: ÖĞRENME EĞRİLERİ

Bu bölümde üretim, üretim ile bağlantılı kavramlar, öğrenme ve öğrenme ile bağlantılı kavramlar nihayetinde öğrenme eğrileri incelenecektir.

2. ÜRETİM VE ÖĞRENME EĞRİLERİ

Üretim ve öğrenme kavramlarının birbirleri ile ilişkisi üzerine ortaya çıkmış olan öğrenme eğrileri incelenecektir.

2.1. Üretim Kavramı

Üretim insanların ihtiyaç ve istekleri neticesinde çıkmış bir kavramdır. İlk insanlar vakitlerinin büyük çoğunluğunu hayatlarını devam ettirebilmek ve temel gereksinimlerini karşılayabilmek için üretim yaparak harcarlardı. Dolayısıyla ilk üretim faaliyetleri insanların sadece kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmesine yönelik olmuştur. Zamanla daha büyük sosyal üniteler aile kabile ve daha büyük gruplar meydana geldikçe kişilerin gereksinimleri hızla büyümeye başlamıştır. Uygarlığın sürekli gelişimi, gelişen ve değişen istekler, üretimin daha karmaşıklaşmasına ve bunun neticesinde daha doğru teknik ve daha düzenli bir üretim için farklı üretim faktörleri ortaya çıkarılmasında itici bir güç oluşturmuştur. Para sisteminin kullanılmaya başlanması da birlikte insanlar artık sadece kendi gereksinimleri için üretim yapmıyor uzmanlaştıkları alanda ihtiyaçlarından fazlasını üreterek kendi ihtiyaçlarını karşıladıktan sonra geri kalanını diğer insanlara ücret karşılığında satıyor. Böylece bireyler hem üretici hem tüketici konumuna gelmiş oldu. (Demir ve Gümüšoğlu, 2003:3-4)

Üretim, insanların ihtiyaçlarını karşılayabilmek için üretim faktörlerini bir araya getirerek somut bir ürün elde etme süreci yada genişleyen tanımıyla insanların somut ihtiyaçlarını karşılamanın yanı sıra depolama ve taşıma gibi hizmetler de sunma sürecidir. (Papatya, 2015:245)

Ekonomistlere göre üretim kavramı ekonomik anlam taşıyabilecek herhangi bir şeyi ortaya çıkarmak için yapılan fayda yaratma faaliyetidir. Mühendislere göre üretim kavramı fiziksel anlamda ele alınmış fiziki bir varlığın değerini arttıracak bir değişiklik yapma veya hammadde/ yarı mamul gibi girdileri kullanılabilir ve daha değeri artmış bir

mamule yani çıktıya dönüştürme işlemidir. İşletmecilere göre üretim kavramı insan ihtiyaçlarını tam karşılayamayan doğada hali hazırda bulunan ham kaynak ve malzemelerin insan ihtiyaçlarına daha uygun mal ve hizmetler biçimine dönüştürülmesi için gerçekleştirilen çalışmalardır. Aynı zamanda kâr amacı güttükleri için ve bu amaca çeşitli yollardan fayda sağlayarak ulaştıkları için işletme açısından ekonomistlerin yaptığı üretim tanımı işletmecilerin üretim tanımı ile benzerlik göstermektedir. Zira bir işletmeci için dağıtım, depolama gibi hizmet faaliyetleri de fayda yarattığı için üretim kapsamına girmektedir. (Kobu, 2014:3)

2.2. Üretim Faktörleri

İnsanoğlu ihtiyaç ve isteklerini kimi zaman doğadan tam olarak karşılayamaz. Bazı ihtiyaçları için doğada bulunan ham madde ve malzemeleri belli bir işlemde geçirmek gerekir. Örneğin bir meyveyi dalından koparıp hiçbir işlemde geçirmeden ihtiyacını karşılayabilir fakat bir ekmek yapmak isterse bunun için ekmeğin ana maddesi olan buğdayın yanı sıra su, tuz, pişirme kabı ve fırın gibi malzemeler gerekecektir. Bu şekilde doğada kendiliğinden var olmayan ve birtakım girdilerin dönüştürülerek sonucunda fayda yaratma faaliyetine üretim denir ve bu üretim sürecine dâhil olan her türlü doğrudan ya da dolaylı, doğal ya da insan ürünü her türlü araç, nesne ya da teknik bilgiye üretim faktörleri denir. Bu bağlamda üretim faktörlerini doğal kaynaklar, emek (işgücü), sermaye ve girişimci olarak sıralayabiliriz. (Can ve Güney, 2015:18–20)

2.2.1. Doğal Kaynak Faktörleri

Tabiat, doğa, toprak gibi de adlandırılan doğal kaynaklar faktörü; bir organizasyonun üretim faaliyetini gerçekleştirmesi için faydalandığı yeraltı ve yerüstü zenginlikleri ve tabiattan elde edilen üretim faktörleridir. Örneğin; toprak, maden, su, güneş enerjisi, petrol vb. (Can ve Güney, 2015: 21)

Türkiye için önemli doğal kaynak faktörlerinden biri de bor madenidir. Türkiye'de bor madeni; Eskişehir-Kırka, Balıkesir-Bigadiç, Bursa- Kestel, Kütahya-Emet'te bulunmaktadır. Türkiye toplamda 3,3 milyar ton rezerv miktarı ile dünya bor rezervi sıralamasında %73'lük bir pay ile ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'de bor madeni Eti Maden İşletmeleri tarafından çıkarılmakta olup 2016 yılında Dünya bor

talebinin %48'ni karşılayarak ve 2.7 milyon ton üretim kapasitesi ile Eti Maden en çok üretim yapan şirket konumundadır. (Değirmenci, 2018)

2.2.2. İş Gücü Faktörü

İşgücü faktörü; bir işletme sahibinin/işverenin üretim faaliyetlerine fiziksel ya da zihinsel katkı sağlayan, belli bir ücret karşılığında çalıştırdığı bir üretim faktörüdür. İşgücü faktörü belki de üretim faktörleri arasında en önemli faktördür çünkü her ne kadar en iyi doğal kaynak, sermaye ve teknolojiye sahip olunursa olunsun bu faktörleri en iyi şekilde planlayıp, koordine edip, yönetebilmek ve yürütebilmek için nitelikli insan kaynağına ihtiyaç vardır. Bu sebeple üretimde insan gücünün motivasyon, çaba, tecrübe ve deneyim düzeyi üretim faktörlerinin sağlıklı bir şekilde bir araya gelmesi, ürün veya hizmetin miktar ve kalitesi açısından önem arz etmektedir. Her ne kadar makineleşme olursa olsun üretim süreci tamamen insandan soyutlanamamıştır (Can ve Güney, 2015: 20). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri; 2018 yılı Kasım ayı itibarı ile 32 milyon 295 bin aktif işgücünün olduğunu göstermektedir. (TÜİK, İşgücü İstatistikleri, 2018)

London Business School'da program yöneticisi ve aynı zamanda Middlesex Üniversitesi Business School'da insan sermayesi profesörü olan öğrenen organizasyonlar alanında uzman Andrew Mayo'a göre yetenekli insan kaynağı şirketin değerini artırır. Şöyle ki günümüz şirketlerinin değeri, entelektüel sermayesi ile belirlenir. Andrew Mayo "İskandinav okulları " görüş ışığında şirketteki çalışanları 'Manevi varlıklar' olarak görür. Manevi varlıklar; şirketin piyasa değeri ile bütçe dengeleri arasındaki farka göre hesaplanır ve alt bileşenlerine bölünür. Bu bileşenler; 'Müşteri sermayesi', 'Yapısal sermaye' ve 'İnsan sermayesi'dir. Bu bileşenler ancak insanla yaratılır büyütülüp genişletilebilir. İnsan faktörü olmadığı süreçte zamanla silikleşecek ve kaybolacaktır. ("Yetenekli İnsanlar Şirket Değerini Artırır" - Capital)

2.2.3. Sermaye Faktörü

Sermaye kavramını para ile eş anlamda düşünmemek gerekir. Çünkü ekonomik anlamda sermaye kazanç elde etmek ya da üretimin verimliliğini artırmak amacıyla kullanılan her türlü üretime destek olacak para, makine malzeme, tesis gibi maddi araçlardır. Bu anlamda sermaye ile doğal kaynaklar kavramları karıştırılmamalıdır Çünkü doğal kaynaklar doğada hazır halde bulunurken sermaye insanoğlu üretimidir.

(Can ve Güney, 2015: 20–21) Bütün bunlar düşünüldüğünde üretime katkılarından dolayı üretim faktörlerinden biri de sermaye faktörüdür.

2.2.4. Girişimcilik faktörü

Başta kendisi de üretim faktörlerinden biri olan girişimci birey, diğer emek, sermaye ve doğal kaynaklar gibi üretim faktörlerini de bir araya getirerek ürün ve hizmet üreterek/ sunarak kâr etmeyi amaçlayan kişidir. Yöneticilerden farklı olarak girişimciler tüm kârı üstlendikleri gibi doğabilecek tüm riskleri de üstlenmek durumundadırlar. (Mucuk, 2008:6)

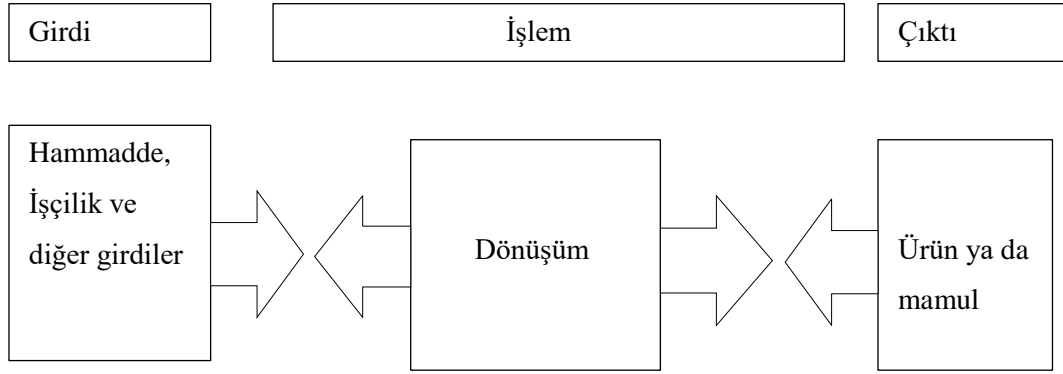
Girişimcilik, karşısına çıkan fırsatları görebilme ve en etkili şekilde değerlendirerek iş fikri bulma, var olan işi geliştirme ya da yeni bir iş kurma eyleminin teknik ve sosyal bir sürecidir. (Papatya, 2015:115) Bu doğrultuda girişimcilik faktörü, üretim faktörleri arasında üretim faaliyetinin gerçekleştirilebilmesi için daha en başında gerekli olan ve bu süreci başlatan önemli bir faktördür.

2.3. Üretim Sistemi ve Sistem Elemanları

Sistem; belli bir amaç doğrultusunda önceden belirlenmiş bir çıktıyı elde etmek için bağlantılı şekilde çalışan bölümlerden meydana gelir. Sistem kavramı; girdi, işlem, çıktı ve geri besleme bölümlerinden oluşur. Sistem kavramında bu öğelerin tek başlarına faydası bir şey ifade etmez onun yerine birbirleri ile etkileşimleri sonucu çıkan faydaya bakılır. Sistem mantığına göre sistem öğelerinin bütününden çıkan fayda; sistem öğelerinin tek başına çıkardığı faydadan daha fazladır. (Top, 2001: 13–14) Bu anlamda üretim sistemi işletme sinerjisi ile de bağdaştırılabilir. Çünkü sinerji kavramı da kelime manası olarak tek tek bileşenlerin ortaya çıkardığı faydaya nazaran, bu bileşenlerin birleşerek ortaya çıkardığı fayda çok daha fazladır manasına gelmektedir.

Sinerjik yönetim geniş anlamda, organizasyonda tüm kaynakların (insan, bilgi, sistem, donanım vs.) etkin bir yönlendirme ve yürütme ile bir araya getirilmesi ve böylece daha yüksek bir enerjinin ortaya çıkarılması anlamına gelmektedir. Dar anlamda ise yönetime tüm çalışanların daha geniş ve etkin bir katılımının sağlanmasıdır. (Aktan, 2012:2)

Üretim sistemi, üretim sürecinde ki baştan aşağı tüm aşamalar, sonuçlar ve bunların arasındaki ilişkilerin bütünüdür. (Papatya, 2015:246)



Şekil 2.1: Üretim Sistemi

Kaynak: Papatya 2015:246

Buradaki dönüşüm süreci, hammadde, makine, sermaye gibi çeşitli girdileri değiştirme, taşıma ya da depolama gibi işlemlerden geçirerek onlara yeni bir özellik yeni bir değer katma aşamasıdır. Bu süreçten geçen ve nihayetlenen çıktılar işletmenin kalitesi, üretim zamanı ve maliyeti gibi unsurlar hakkında bilgi verir. Son olarak eğer ihtiyaç duyulursa geri bildirim mekanizması ile gereken yerlere düzeltici ya da önleyici içerikli bildirimler yapılır. (Papatya, 2015:247)

Şekil 2.1’de de görüldüğü gibi üretim sistemine iş gücü, malzeme, enerji, bilgi, yarı mamul ve ürünler gibi girdiler girer ve çıkması önceden planlanmış mal ve hizmetler belli bir işlemde geçirilerek ortaya konulur. Ancak bir sistemde sistemin amacına uygun çıktılar verip vermediğini anlamak ve bunları düzeltebilmek için geri besleme ögesi çok büyük öneme sahiptir. İşletme bu sayede olumsuz bir durum söz konusu olduğunda düzeltici kararlar alabilir. (Top, 2001:13–14)

2.4. Üretimde Rekabet Avantajı Sağlayan Kavramlar

Organizasyonların hem bugünkü hem gelecekteki gidişatlarını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmeleri ve ayrıca geleceği etkileyebilmeleri için rekabet kavramı büyük önem taşır. Organizasyonlar bu sebepten rekabet kavramını iyi anlamalı ve üzerine yoğunlaşmalıdırlar. (Papatya, 2015: 93) Bu çalışmada öğrenme eğrisinin kullanılması sonucunda iyileşme gözlemlenen kavramların aynı zamanda rekabet avantajında da yararlı olacağı düşünüldüğü için bu kavramlar incelenecektir.

Rekabet kavramını üç ana faaliyette toplayabiliriz. Bunlardan ilki organizasyonun kaynak ve hammaddelerinin kârlılık, iktisadilik, verimlilik, etkenlik ve etkililik gibi rasyonellik ilkelerine bağlı olarak elde edilmesidir. İkincisi, bu kaynakların kullanılması ya da işlenmesi üçüncüsü ise denetlenmesine yönelik faaliyetleri içerir. Rekabet kavramı bunlara ek olarak üretim ve pazarlama esnasında fiyat indirimi, reklam gibi işletmeyi öne çıkaracak hamleleri de içerir. (Papatya, 2015:83)

Rekabet; birden fazla işletmenin serbest ve adil pazar koşulları altında aynı anda elde edilmesi mümkün olmayan bir şeyi farklı stratejiler uygulayarak elde etme yarışı, bir diğer rakibe göre daha fazla amacına uygun mal ve hizmetler üretebilme faaliyetine denir. Rekabet avantajı ise bir işletmenin pazardaki diğer rakiplerine kıyasla ekonomik değeri daha yüksek olan bir ürün üretebilme çabasıdır. Rekabet avantajında başarılı olmak için en önemli unsur rakip şirketlerden tamamıyla farklı, müşterinin daha değerli bulduğu ve neticesinde daha fazla ekonomik bedel ödemeyi kabul edecek bir özellik ortaya çıkarabilmektir. (Yashoğlu, 2016:10–11)

İşletmeler kalite, maliyet, esneklik ve hız gibi faktörleri etkin bir biçimde kullanarak rekabet avantajı sağlayabilirler. (Kaygusuz, Eryılmaz ve Efil, 2015:180–181)

2.4.1. Maliyet

Her işletmenin öncelikli amacı kâr etmektir. Bunun için insanların ihtiyacı olan ürün ve hizmeti sunarak para kazanmayı amaçlar. Fakat elbette ki bu süre zarfında bir takım giderleri de olacaktır. İşletmenin amaçları doğrultusunda faaliyet gösterirken katlandığı bu parasal giderlere maliyet denir. (Kaygusuz ve Dokur, 2009:29)

Rekabet avantajı yaratmaya çalışan bir işletme düşük maliyet stratejisi izlediğinde ürünün kalitesi düşecek veya müşteri memnuniyeti ve yaratılan fayda azalacak gibi düşünceler doğru değildir. Düşük maliyet stratejisi eldeki kaynakların verimli kullanılması sonucu maliyette avantaj sağlamaktadır. Bu sebeple ekonomik performansın bir ölçütü olan verimlilik kavramı düşük maliyet stratejisi için önemli bir yere sahiptir. (Kaygusuz, Eryılmaz ve Efil, 2015:180–181)

Verimlilik kavramı girdinin çıktıya oranlanması ile elde edilir. Üretim sektörü için girdiler hammadde, malzeme, insan kaynağı ve benzeri iken çıktılar üretim ve hizmettir. Verimlilik kavramının mantığına göre amaç aynı miktarda girdi ile çok çıktı

elde etmek ya da daha az miktarda girdi ile aynı çıktıyı elde ederek maliyeti düşürmektir. Bu sayede maliyetleri düşürmeyi başaran işletme ürün veya hizmetini ya daha düşük ücretten tüketiciye sunarak ya da aynı ücretten fakat kâr marjı yüksek olarak pazarda rakipleri karşısında rekabet üstünlüğü yakalamış olacaktır. Verimlilik artışı sadece işletmenin kendi refahı için değil çalışanların da daha iyi ücret alması, tüketicilerin istikrarlı bir fiyat ve hizmet karşısındaki memnuniyeti gibi faktörlerin toplanması sonucunda ülke refahını da artırır. Bir işletme kendi organizasyonu içerisinde göreceli bir kavram olan verimlilik oranını kontrol ederken işletme ya kendi organizasyonunun önceki yıllarında ki verilere bakarak ya da diğer işletmedeki verilerle karşılaştırarak ancak ve ancak çıktının girdiye oranlanması sonucu oluşan rakamı anlamlandırabilir. Aksi takdirde bu rakam tek başına bir şey ifade etmez. İşletme toplam faktör verimliliğini hesaplayabileceği gibi işgücü verimliliği, malzeme verimliliği gibi kısmi verimlilikleri de alt birimleri daha iyi kontrol edebilmek için hesaplayabilir. (Kaygusuz- Eryılmaz-Efil, 2015:180–181)

Verimlilik; doğru işi en uygun yöntemle en az maliyetle elde edilen sermaye, emek, bilgi gibi kaynakları en etken şekilde kullanarak daha çok çıktı vermesini sağlayan bir yaşam biçimidir. Matematiksel olarak verimlilik işletmenin elde ettiği çıktıların o iş için kullandıkları kaynaklara yani girdiye oranlanması sonucu bulunan ve sonucunun 1'den büyük olması beklenen orandır. (Papatya, 2015:36–37)

$$Verimlilik = \frac{Çıktı}{Girdi} > 1$$

Üretim maliyetlerini oluşturan üç ana gider vardır. Bunlardan ilki hammadde gideri, ikincisi işçilik gideri üçüncüsü ise genel üretim giderleridir. (Kaygusuz ve Dokur, 2009: 31)

Öğrenme eğrisi yaklaşımı ele alındığında zamanla işçiler yapılan işte tecrübe kazanır böylece işi daha kısa sürede yaparak işçilik maliyetinde düşüş sağlanır. Yine aynı şekilde üretimde daha verimli çıktılar elde edilir ve daha az kusurlu ürün üretimi ile hammadde israfı önlenmiş olur. Bütün bu durumlar işletmenin kâr elde etme sürecindeki mecburi katlanılan giderleri azaltır.

2.4.2. Kalite

Türk Dil Kurumu'na göre kalite kelime manası olarak, bir şeyi diğerlerinden ayıran vasıf, iyi veya kötü olma özelliği ve bir şeyin nasıl olduğunu belirten bir kelimedir. (Türk Dil Kurumu)

Kalite kavramı; bir ürün veya hizmetin tüketicinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılayacak özelliklere sahip olması demektir. (Kaygusuz, Eryılmaz ve Efil, 2015:181) Rekabet avantajı oluşturabilmek için maliyet düşürmek, kaliteden ödün vermek anlamına gelmez. Bu durum verimlilik kavramını iyi kullanmak ile alakalıdır.

Kalite kelimesi kavram olarak ele alındığında, Juran'a göre kalite kavramı için vurgulanacak iki önemli nokta vardır. Bunlar (Juran, 1998:21–22);

- Kalite kavramı müşteri istek ve ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılamak ve dolayısıyla müşteri memnuniyetini artırarak işletme gelirlerini yükseltme de bir araç olmuştur. Burada ne kadar kaliteli mal olursa o kadar müşteri memnuniyeti artar ve gelir de bu düzeyde yükselir gibi düşünülebilir. Fakat yüksek kaliteli mal üretmek yatırımı da artıracığından kalite ve maliyet dengesi iyi kurulmalıdır.
- Kalite kavramı eksik, kusur ve noksanlardan kurtularak kusurlu ürünleri tekrar elden geçirme maliyetleri gibi maliyetlerde düşüş sağlayacaktır. Bu anlamda kalite gelir ile doğrudan ilgili olup kaliteli ürün yüksek kâr payı anlamına gelmektedir.

2.4.2.1. Kalitenin Alt Boyutları

Kalite kavramı müşterilerin algılarına ve yorumlarına göre farklılık gösterebilir. Bir işletme mükemmel teknikte üretilmiş bir ürün dahi yapsa sadece kendi bakış açısıyla ürünün kaliteli olup olmayacağına karar veremez. Aynı ürüne müşteri istediği bir özellik olmadığı için kaliteli ürün gözüyle bakmayabilir. Ürün müşteri ile buluşturulmalı, müşteri gereksinim ve beklentilerinin doğrultusunda gerekli halde iyileştirmeler yapılmalıdır. Bu sebeple kalite için üretim ve hizmette farklı boyutlar ele alınmaktadır. Bunlar; (Stevenson, 1996: 94–95)

- Performans; ürün veya hizmetin kullanım amacı ile ilgili ana özellikleridir.

- Özel özellikler; İkincil öneme sahip ekstra özelliklerdir.
- Uygunluk; müşterinin beklentilerini ne kadar karşılığı ile ilgili özelliklerdir.
- Güvenirlilik; ilerleyen zaman zarfında vadettiği performansı ne kadar yerine getirdiği ile alakalı özelliklerdir.
- Dayanıklılık; ürün veya hizmetin kullanılabilirlik ömrü
- Algılanan kalite; kalitenin müşteri gözündeki değerlendirmesidir.
- Satış sonrası hizmet; müşteri memnuniyeti üzerine öneri ya da şikayetler için sunulan hizmet.
- Estetik; ürünün görünüşü, tadı, kokusu gibi özellikleridir.

Garvin'in kalite kavramını sekiz alt boyuta ayırması ve bu şekilde incelemesi müşteri, yöneticiler ve mühendisler gibi birçok farklı seviyedeki kişiler için yön gösterici olmuştur. (Ivancevich, Lorenzi ve Skinner, 1997:11)

2.4.2.2. Kalitenin Stratejik Yönetimdeki Rolü

Organizasyonlar rekabet piyasasında hayatta kalabilmek için çeşitli stratejiler geliştirmelilerdir. Ancak sınırlı kaynakları sebebi ile organizasyon içinde birbiri ile bağlantılı olan bu kaynaklar da rekabet halindedir ve toplamda organizasyon için en iyi faydayı verecek şekilde bunlardan yararlanmak gerekir. Bu sebeple işletmeler; toplam maliyet yönetimi, toplam verimlilik yönetimi, toplam kalite yönetimi, toplam kaynak yönetimi, toplam teknoloji yönetimi ve toplam iş yönetimi gibi farklı yönetim biçimleri ile ilgilenmektedirler. (Efil, 2010: 47) Bu çalışmada maliyet, verimlilik, kaynak ve kalite yönetimi üzerinde durulacaktır.

2.4.2.2.1. Toplam Maliyet Yönetimi

Toplam maliyet yönetiminde bütün süreçler izlenir, katma değer katan faaliyetler devam ettirilir faydası olmayanlar ise tespit edilerek ortadan kaldırılır. Genel olarak değerlendirme, organizasyon, analiz, tasarım ve uygulama gibi beş aşamadan oluşur. (Efil, 2010:48)

2.4.2.2.2. Toplam Verimlilik Yönetimi

Toplam verimlilik yönetiminde girdilerin en etkili şekilde kullanılması, faydasız tekrar eden işlerin son verilmesi gibi işlemler yapılır. Burada organizasyonun CEO'suna önemli aktif rol düşmekte olup orta ve alt kademelerde gerekli eğitimi alarak verimlilik yönetimine katkı sağlarlar. Toplam verimlilik yönetimi farkına varma, bilgi toplama, plan yapma, faaliyete geçme izleme olarak beş safhadan oluşur. (Efil, 2010:48–49)

2.4.2.2.3. Toplam Kaynak Yönetimi

Toplam kaynak yönetimi, insan gücü kaynağı ve teknik boyuttaki kaynaklar olarak ikiye ayrılır. İnsan kaynağı ile ilgili çalışmalar, çalışanın verimliliğini, işe bağlılığını ve yeteneğine artırmaya yöneliktir. Teknik boyutta ki kaynak yönetimi ise, sipariş hacmini ve stok düzeyini minimuma indirmeye çabalarından oluşmaktadır. (Efil, 2010:49)

2.4.2.2.4. Toplam Kalite Yönetimi

Kalite kavramı çok eski zamanlara dayanmakta olup kalite üzerine çalışmalar, kaliteyi belli bir düzeyde tutma çabaları hep olmuş ve günümüze kadar çeşitli evrelerden geçmiştir. Kalite yönetiminin geçirdiği evreleri üç aşamada şu şekilde sıralayabiliriz: (Sezen, 2011: 60–61)

- 1. Kalite Kontrol Ve Muayene:** İlk evre olan kalite kontrol ve muayene evresinde ürün üretildikten sonra birtakım test etme, ölçme, düzeltme gibi faaliyetleri içermektedir. Müşteriden gelen istek ve ihtiyaçlar doğrultusunda kalite şikayetlerinin ve bunlarla ilişkili maliyetlerin azaltılması amacıyla giriş kalite kontrolü, süreç kalite kontrolü ve nihai ürün kalite kontrolü gibi yapılan bazı uygulamalardır. Kalite kontrol evresinin en önemli özellikleri kaliteden ne kadar sapma olduğunu gösteren basit istatistikler ve kalite maliyetlerini azaltmaya yönelik bazı çalışmalardır. Ancak kalite kontrol ve muayene evresi bütün her şey olup bittikten sonra hatayı saptadığı için zamanla Bunun yerine kalite güvence sistemlerine yerini bırakmıştır.
- 2. Kalite Güvence:** kalite güvence sistemi nihai ürünün belli bir kalite düzeyinde olmasını garantilemek için çeşitli planlanmış ve sistematik faaliyetler içerir. Kalite güvence sistemi meydana gelebilecek kusurları önceden görmeye ve incelemeye yarayan bazı yöntemlerden ve istatistik proses kontrolü

tekniklerinden yararlanarak kusurlu üründen doğabilecek maliyet zararlarını önlemek ve en aza indirmek amacıyla. Bu mantıkla üretimde kalite standardını Garanti edebilmek için uluslararası standartlar örgütü (ISO) tarafından ortaya konan ve geliştirilen standartlar yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

- 3. Toplam Kalite Yönetimi:** Günümüzde kalite güvence sistemi hala yaygın olarak kullanılmakla birlikte artık kalitenin sadece kalite birimlerince değil bütün organizasyona yayılması gerektiği düşüncesi yaygınlaşmıştır. Toplam kalite yönetimi; organizasyondaki tüm birimlerin müşteri odaklı çalışmasını, Yine tüm birimlerin performans iyileştirmesi adına eğitime önem vermeleri, katılım göstermeleri ve takım çalışmaları gibi durumları öneren ve destekleyen bir anlayıştır.

Toplam kalite yönetimi organizasyonun verimliliğini artırmanın yanı sıra yönetimdeki uygulamaları geliştirmekle de ilgilendiği için hem bir yönetim şeklidir hem de yönetim felsefesidir. Toplam kalite yönetiminde her kelime ayrı bir öneme ve yere sahiptir. Toplam kelimesi, işletmede meydana gelen her türlü hizmet, üretilen her türlü ürün, üretim ve hizmete katkı sağlayan tüm personeli ve yapılan işin tüm yönlerini kapsaması sebebiyle tümünü kapsayan manasında kullanılmıştır. Kalite kelimesi, müşterinin isteklerine cevaben bugünün ve yarının ihtiyaçlarını tam manasıyla karşılama anlamına gelmektedir. Yönetim kelimesi ise; bütün bu çalışanları, üretim hizmet süreçlerini olabilecek en kaliteli şekilde yönlendirme işlemine denir. (Güler ve Tuna, 2012:22)

Toplam kalite yönetimi felsefesini benimseyen bir organizasyonda olması gereken özellikler; (Kovancı, 2003: 39–40)

- İnsan ilk önceliktir ve saygı duyulmalıdır.
- İşletmenin ana politikası kalite çerçevesinde şekillenmelidir.
- Müşterilerin ihtiyaç ve istekleri tam olarak bilinmeli ve tam tatmini sağlanmalıdır.
- Kalite anlayışı tüm organizasyona yayılmalı bütün çalışanlar bunun eğitimini almalıdır.

- İşletme içerisinde herkes görevini tam zamanında ve en doğru şekilde kusursuz yapmalıdırlar.
- Yapılan işi en bilen kişi o organizasyonu yöneten değil o işi gerçekleştirendir.
- Süreçlerde sürekli iyileşme meydana gelmeli, ürün üretilip bittikten sonra kontrol değil üretim sürecinin kontrolü sağlanmalıdır.
- Organizasyondaki kalite biriminde çalışsın çalışmasın tüm personel ve hatta yöneticilerin katılacağı devamlı bir eğitim programı olmalıdır.
- Grup çalışmasının önemini ve kullanımını artırmak hatta her kademedede olmasını sağlamak gerekir.
- Organizasyonda ben değil biz anlayışı benimsenmelidir.
- Tüm birimlerde sürekli ve periyodik olarak istatistiksel süreç kontrolleri yapılmalıdır.

2.4.3. Hız

Rekabet avantajı sağlama yönünden hız faktörü; pazarda yarış halinde olan işletmelerin fark yaratmak ve öne geçmek için kullandığı ürün ve hizmetleri tüketiciye zamanında, güvenilir ve hızlı bir şekilde ulaştırma stratejisidir. (Kaygusuz, Eryılmaz, Efil, 2015:181)

2.4.4. Esneklik

Bilgi ve teknolojinin hızla geliştiği günümüzde piyasadaki talepler doğrultusunda ürün çeşitliliği yaparak geniş ürün yelpazesine hızlı cevap verebilmek, üretim miktarını değiştirebilmek gibi yeteneklere esneklik denir. (Kaygusuz, Eryılmaz ve Efil, 2015:181)

2.5. Öğrenme Kavramı

Davranışçı açıdan öğrenme kavramı incelendiğinde dört önemli unsur çerçevesinde tanım yapılır. Bunlardan ilki öğrenmenin kişinin kendi yaşamında, çevresiyle kendi kurduğu etkileşimler sonucu gerçekleşen kalıcı izlerdir. Her birey farklı yapıda olduğu için etkileşimleri de farklı olacak dolayısıyla öğrenmeleri de farklı düzeyde olacaktır. İkinci olarak öğrenme gerçekleştikten sonra kişide davranış

değişikliği olması gerekir. Üçüncü unsur bu değişikliğin öğrenme sayılabilmesi için kalıcı bir davranış haline gelmesi gerekir. Son olarak öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediği ancak gözlemlenebilen davranışlar üzerinden tespit edilebilir. (Selçuk, 2008:128–129)

Kişinin yaşantısı sonucunda davranış değişiklikleri meydana gelir. Bu durumda öğrenme söz konusu olabilir Fakat tam bir öğrenmeden bahsedecek olursak bu değişikliklerin süreklilik arz eden bir davranış biçimi haline gelmesi gerekir. Tecrübe ile öğrenme bu anlamda bağlantılıdır. Çünkü tecrübe bir anlamda öğrenilen şeyin farkında olmak onu daha sonra da hatırlamaktır. (Özyurt ve Girgin, 2000:66)

Bir işletme için öğrenme kavramı ise; teknoloji üretme becerisi kazanması ve bu beceriyi benliğine geçirebilmeyi sağlayan dinamik süreçler topluluğudur. (Aydın ve Aksoy, 2014:2)

2.6 Öğrenmeyi Etkileyen Faktörler

Öğrenmeyi bireyin duygu, his ve düşünceleri, bilginin birey için anlamlı öğrenmeye değer olması, bulunduğu sosyolojik ortam ve fiziki yapısı gibi birçok faktör etkilemektedir. (Duman, 2007:142)

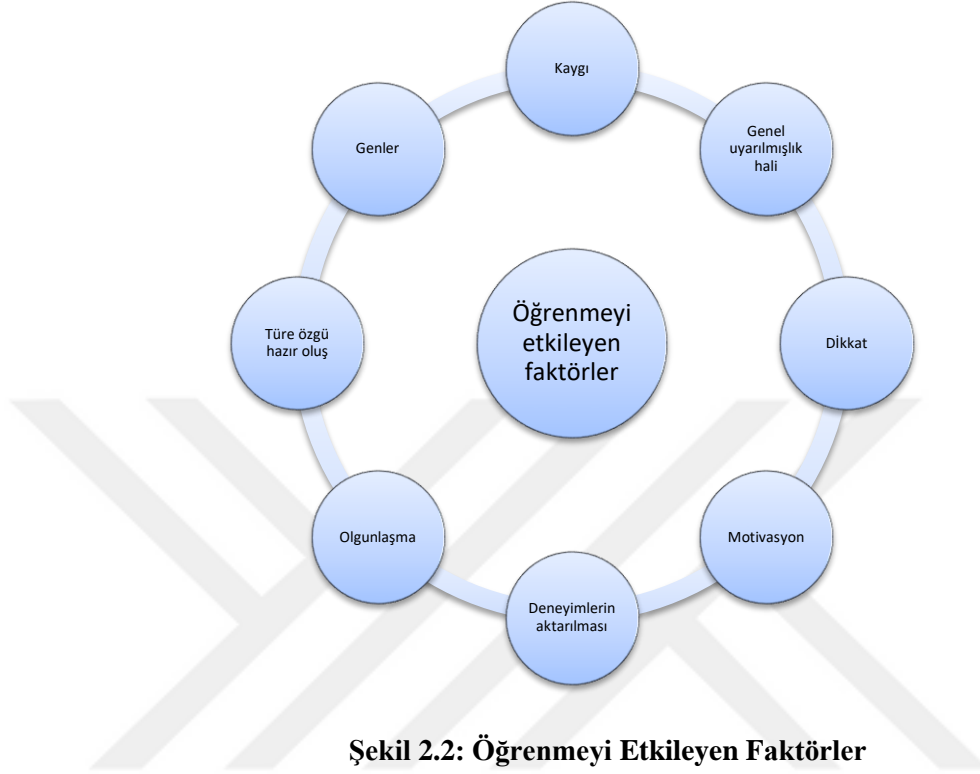
Öğrenmeyi türe özgü hazır oluşluk, olgunlaşma, motivasyon, dikkat, deneyimlerin aktarılması, öğrenmeye hazır olma hali, kaygı gibi faktörler etkilemektedir. (Selçuk, 2008:131–133)

Bu çalışmada öğrenmeyi etkileyen faktörler;

- Genel uyarılmışlık hali, dikkat ve motivasyon
- Türe özgü hazır oluş ve genler
- Deneyimlerin aktarılması ve olgunlaşma
- Kaygı

şeklinde dört maddede toplanmıştır.

Öğrenmeyi etkileyen faktörler Şekil 2.2’de verilmiştir.



2.6.1. Genel Uyarılmışlık Hali, Dikkat ve Motivasyon

Genel uyarılmışlık hali, bireyin en etkili şekilde öğrenebilmesi için algılarının açık ve tetikte olmasıdır. Bununla birlikte dış dünyadan çok sayıda uyaran gelmektedir. Ancak bireyler bunlardan sadece bazılarını alırlar. Tam bu noktada bilinçlerini tek bir yerde odaklamaları işlemine dikkat denir. (Selçuk, 2008:132–133) Dikkat beynin ve bedeninin eş güdümlü çalışarak herhangi bir şeyi keşfetme, kavrama ve o şeye işlevsel olarak odaklanma ve yoğunlaşma işlemidir. (Duman, 2007:142) Organizmalar dikkatleri sayesinde farklı uyaranlarla ilgilenmeden yapacakları işe odaklanarak maksimum verimlilikle öğrenme hızlarını artırırlar.

Genel uyarılmışlık hali ile öğrenme arasındaki bağıntı “u ” şeklinde bir eğridir. Çünkü uyarılma hali bir yere kadar öğrenme düzeyini hızlandırır fakat aşırı uyarılma sonucu öğrenme olayı olumsuz etkilenir ve öğrenme hızı düşer. Örneğin; sınav gününe çok yaklaşmış bir öğrenci normal düzeydeki bir uyarılma hali ile çok kolay bir şekilde

derslerini öğrenebilecekken stres vb. aşırı uyarılmalar sonucu öğrenme düzeyi ve hızı düşecektir. (Özyurt ve Girgin, 2000:67)

Motivasyon bir organizmayı istek, ihtiyaç vb. şekillerde onu harekete geçirtmeyi başarabilecek bir olgudur. İçsel veya dışsal gelen uyarıcılar tarafından uyandırılan o dürtüyü doyumak için yapılan eylemdir. (Selçuk, 2008:132)

Öğrenme durumunda genel uyarılmışlık hali ve motivasyon arasındaki bağlantı daireseldir. Çünkü motivasyon, bireyi genel uyarılmışlık haline getirerek öğrenme zeminini oluşturur. (Özyurt ve Girgin, 2000:67–68)

2.6.2. Türe Özgü Hazır Oluş ve Genler

Bütün organizmaların kendine has ve özgü gen yapısı vardır. Her tür doğuşlarından gelen bir kodlamaya sahiptir ve bu kodlarda saklı davranışlar haricinde bir davranış öğrenmeleri mümkün değildir. Örneğin; bir köpeğe uçma yetisi öğretilemez çünkü türünde hazır halde bu genler yoktur. (Özyurt ve Girgin, 2000:68) O halde insan öğrenmeleri için de genetik yapı değiştirilemeyeceğinden buna uygun öğrenme davranışları geliştirilebilir, çevreyi buna uyumlu hale getirip daha verimli öğrenme ortamı yaratılabilir.

2.6.3. Deneyimlerin Aktarılması ve Olgunlaşma

Deneyim, kişinin başka kişilerle ya da herhangi bir objeyle iletişimi ve etkileşimi sonucu yaşamı boyunca kazandığı kalıcı davranış değişikliğidir (Duman, 2007:146). Deneyimlerin aktarılması ise öğrenme olayını büyük bir boyutta ilgilendirir. Çünkü yeni bir şey öğrenirken eskiden edindiğimiz bilgilerin üzerine inşa edilir. Ancak burada olumlu ve olumsuz olmak üzere iki tür deneyim aktarması vardır. Olumlu bir deneyim aktarması olabilmesi için eski bilginin yeni bilgiyi öğrenme aşamasında işi kolaylaştırması gerekir. Yine tam tersi olumsuz deneyim aktarmasında da yeni bilgiyi öğrenme işini zorlaştırması belki de engellemesi durumudur. (Selçuk, 2008:133)

Bu bağlamda öğrenme eğrilerinde yeni öğrenme gerçekleşirken olumlu tecrübelerden faydalanarak giderek artan olumlu bir durum geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

2.6.4. Kaygı

Kaygı doğru yönlendirilmezse öğrenmeyi genel anlamda olumsuz yönde etkileyen bir kavramdır. Kişinin güçlü bir şekilde istediği bir durumun olmayacağını düşündüğünde ortaya çıkar. Yüksek seviyedeki bir kaygı gibi çok düşük seviyedeki kaygı da öğrenmeyi olumsuz etkileyecektir. (Selçuk, 2008:133) Kişi kaygıyı kontrol etmeyi öğrenip düzeyinde ve yeterli bir kaygı seviyesiyle olayı lehine çevirebilir.

2.7. Öğrenme Süreci

Her bir bireyin beyni birbirlerinden farklı olup eşsizdir ve beyin bir anlam arayışı içerisindedir. Her kişide farklı yönde olan bu arayışı bulma, algılama ve anlam yükleme sürecine öğrenme süreci denir. (Duman, 2007: 51)

2.8. Üretim İşletmelerinde Öğrenmenin Üretim Sürecine Etkisi

Bir işletmede öğrenmenin etkisi ile birlikte üretim çıktılarında verimlilik, kalite ve hız gibi unsurlar da artış meydana gelmektedir. Üretim çıktılarında görülen bu iyileşmeler insan sermayesinin öğrenme faaliyeti içerisine girdiğinde rekabet avantajı yaratan önemli ve sürdürülebilir bir sermaye olduğunu gösterir. Aynı zamanda canlılara özgü olan bu öğrenme kavramı sayesinde işletmeler piyasadaki değişme ve gelişmeler karşısında esneklik gösterip hızlı cevap verme özelliği kazanır. Bu sayede pazarda daha iyi tutunarak rakiplerine karşı bir avantaj sağlar. (Kondu, 2017)

Öğrenme olayının zaman içerisinde zamana, maliyete ve kalite üzerine olumlu etkileri incelenecektir.

2.8.1. Öğrenmenin Maliyet ve Zaman Üzerine Etkileri

Genel olarak öğrenme insanın hayatını devam ettirebilmesi ve yaşadığı ortama ayak uydurabilmesi için bir süreç içerisinde bilgi deneyim, yetenek ve beceri elde etme sürecidir. (Yılmaz, 2009:175) Bu çerçevede öğrenme kavramını bir işletmenin üretim bölümünde incelediğimizde, üretim sürecine katkıda bulunan insan iş gücü genel öğrenme kavramındaki gibi yaptığı işe ayak uydurarak zamanla bazı bilgi, deneyim, yetenek ve becerileri edinerek zaman, kalite gibi unsurları işletme açısından daha iyi duruma getirir ve böylece kârlılık sağlanır.

Bir işin sürekli tekrar edilmesi halinde öğrenme olayı gerçekleşir ve bu durum yapılan işin daha kısa sürede ve daha etkin bir biçimde yapılmasına olanak sağlar.

Böylece öğrenmenin işgücü maliyetlerini azaltıcı bir etkisi vardır. Öğrenme olgusu, işletmenin kendini geliştirmesi, yeniliklerde bulunması, durum ve süreçleri zaman içerisinde daha iyi bir hale getirmesi, rakiplerinden farklılaşan ve öne çıkaran teknolojiler üretme yeteneği kazanması, bu yeteneği insan gücü sayesinde benliğine geçirmesi açısından özellikle rekabet piyasasında bu özelliklerin maliyet düşürmesiyle beraber büyük önem kazanan bir olgudur. Öğrenme eğrisi yaklaşımında bir işin sürekli tekrar edilmesi ile beraber o işe olan yatkınlık artar ve bu durum emeğin marjinal verimliliğini artırıcı yani ortalama maliyetleri azaltıcı bir etki gösterir. Bu sebeplerden öğrenme eğrileri, ortalama maliyetler ile üretim miktarı arasındaki ilişki ve karşılaştırmalar neticesi ile oluşturulmaktadır. Öğrenme eğrilerinin temel mantığında üretim ve satış hacmi ile ortalama üretim maliyetleri arasında ters yönlü bir ilişki olmaktadır (Aydın ve Aksoy, 2014). Bu bilgilerden yola çıkılarak bir işletme aynı işi ne kadar çok tekrar eder ve ne kadar büyük satış hacmine sahip olursa o kadar kazandıkları tecrübe sonucunda ortalama üretim maliyetlerinde düşüş yaşanacaktır.

2.8.2. Öğrenmenin Kalite Üzerine Etkileri

Bir organizasyonda üretim sonucunda düşük kaliteli ürünler ortaya çıkarsa bu durum organizasyon için bazı maddi ve manevi dezavantajlar getirir. Bu dezavantajlara kalite maliyetleri denir. Bunlar düşük kaliteli ürünü tekrar işleme maliyetleri, garanti maliyetleri, satın alınan ürünün değiştirme ya da tamir işlemlerinin yapılıp geri gönderilmesi durumunda nakliye maliyetleri, piyasada yapılan değerlendirmeler ve düşük kaliteli ürünü alan müşterinin gönlünü alabilmek için yapılan bazı ödeme ve indirim maliyetleridir. Bu durumlar bazen çok daha önemli borç talepleri ve yasal masraflar gibi organizasyonu zorlayacak önemli maliyetler olarak karşılına çıkar. Bunların yanı sıra düşük kaliteli ürünü tekrar işleme sürecindeki işçi maliyeti ve kullanılan kaynaklar da bir diğer giderlerdir. Tüm bu maddi giderlerin yanı sıra müşteri memnuniyetini kaybederek rakip firmalara yönelebilir. (Stevenson, 1996:98)

Kalite anlayışının odağında öğrenme kavramı olup toplam kalite yönetimi öğrenme eğrisi kavramını ortaya koymuştur. Öğrenme eğrisi kavramı üretim ve satış hacmi arttıkça iş birçok kez tekrar edileceğinden öğrenme olgusu sonucunda beceri, birikim ve tecrübenin artmasına bağlı olarak kişiler işe yatkınlık kazanır ve yeni

yöntemler geliştirerek kusurlu ya da bozuk mal üretiminde düşüş yaşanmasına katkı sağlayacaklardır. (Aydın ve Aksoy, 2014:1-8)

Genel olarak üç adet kalite maliyeti vardır. Bunlar başarısızlık veya uygunsuzluk maliyetleri, değerlendirme maliyetleri ve önleme maliyetleridir.

2.8.2.1. Başarısızlık veya Uygunsuzluk Maliyetleri

Bu maliyet türü üretimde bir hata ya da hizmette bir kusurdan doğan maliyetlerdir. Başarısızlık maliyeti iç başarısızlıklar ve dış başarısızlıklar olmak üzere iki grup altında incelenir. İç başarısızlıklar bir ürün veya hizmetin olması gereken standartlara ve özelliklere uymayacak şekilde hatalı üretilmesi durumunda meydana gelir. Dış başarısızlıklar ise üretilen hatalı ürünün üretici tarafından fark edilmeyip piyasaya sürülmesi ve müşteriye ulaştırılması sonucunda doğan maliyetlerdir. (Stevenson, 1996:98)

Standartlara veya ürünün özellikleri ne uymayacak şekilde hatalı veya defolu ürün üretilmesi sonucunda işletmelerin yapacağı dört durum vardır. Bunlardan ilki kusurlu ürünün iskartaya ayrılmasıdır ki burada israf maliyeti vardır. İkinci olarak kusurlu ürünün hatalarını düzeltme yoluna gidilebilir ki bu da emek ve zaman kaybına yol açar. Üçüncü olarak üretim sistemlerinde yeni kontrol ve teftiş sistemlerinin geliştirilip devreye sokulması için bir süreç başlatılır ki bu da yeni personel, yeni ekipman, fazladan işlem basamağı anlamına geldiği için kısa ve uzun vadede işletme için maddi dezavantajlara yol açar. Son olarak üretim sistemlerinde başarısızlık veya uygunsuzluk analizi yapılması yoluna gidilebilir. Bu durumda işletme içi veya işletme dışından bir uzman yardımı alınır. Her iki durumda da işletme açısından maddi dezavantaj olacağı aşikâr iken işletme dışında uzman getirtmek daha fazla ek gider anlamına gelmektedir. (Şimşek, 2013:262)

Standartlara veya ürünün özelliklerini uymayacak biçimde üretilen kusurlu ürünün üretici tarafından zamanında fark edilmeyip piyasaya sürülmesi durumunda bazı durumlar ortaya çıkar. Bunlardan ilki müşteri şikayetlerinde meydana gelen artış tır. Eğer ki bu şikâyetler doğru tespit edilip müşterilere uygun bir şekilde yaklaşılması takdirde uzun vadede pazar kaybına neden olabilir. Özellikle de bu kusurlu ürün sonucunda müşteride fiziksel, maddi ve manevi zarar var ise işletmenin sigorta ve

diğer yasal yaptırımları yaptırması durumuyla karşı karşıya kalınabilir. Bir diğer ortaya çıkabilecek sonuç ise işletmenin piyasada saygınlık ve imajların da zedelenme meydana gelebilir ki bu pozitif algı uzun vadede oluşturulduğu gibi tekrar kazanılması zaman alacaktır. (Şimşek, 2013:263)

2.8.2.2. Değerlendirme Maliyetleri

Değerlendirme aşaması; kontrol, denetim, test etme ve anket gibi yollarla üretim ya da hizmetteki kusurlu durumu tespit etme ya da kusursuz bir üretim ya da hizmetin sunulduğunu tespit etmek amaçlıdır. Bu esnada fark edilen sorunu düzeltme amaçlı geliştirilen ve uygulanan işler, iş basamakları, süreç ve yöntem gibi durumlarla değerlendirme maliyetleri ortaya çıkar. Bunların içinde test ekipmanları, laboratuvarlar, test alanları ve kontrol gibi maliyetler yer alır. (Stevenson ,1996:98) Genel olarak değerlendirme; başarısızlık maliyeti daha ortaya çıkmadan bu durumu tespit etme, kavrama ve anlamlandırma basamağıdır. (Şimşek, 2013:264)

2.8.2.3. Önleme Maliyetleri

Kalite anlayışının odağında öğrenme kavramı olup toplam kalite yönetimi öğrenme eğrisi kavramını ortaya koymuştur. Öğrenme eğrisi kavramı üretim ve satış hacmi arttıkça iş birçok kez tekrar edileceğinden öğrenme olgusu sonucunda beceri, birikim ve tecrübenin artmasına bağlı olarak kişiler işe yatkınlık kazanır ve yeni yöntemler geliştirerek kusurlu ya da bozuk mal üretiminde düşüş yaşanmasına katkı sağlayacaklardır. (Aydın ve Aksoy, 2014:1-8)

2.9. Zincirleme Tepkime: Kalite, Üretkenlik, Daha Düşük Maliyet ve Pazarı Ele Geçirme

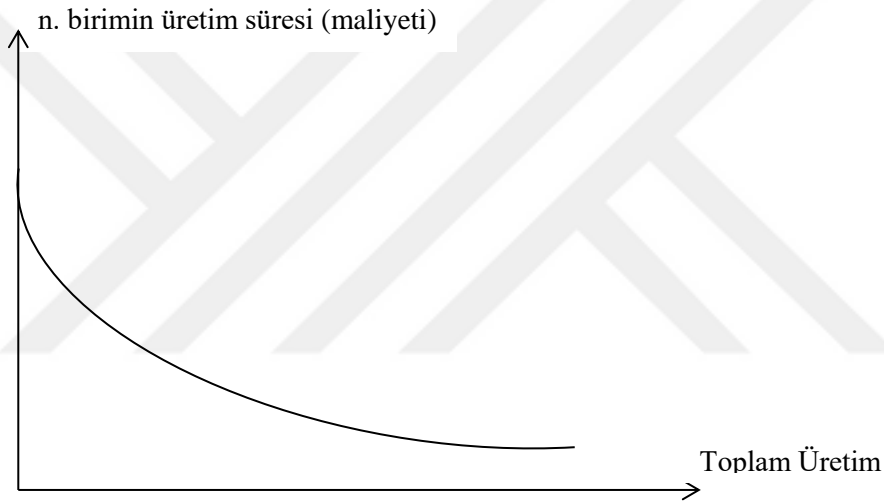
Yanlış yönetici ve yönetime sahip işletmelerde kalite ile üretim miktarı arasında ters yönlü bir ilişki olduğu düşünülür. Oysaki kalite artarken üretim de artacaktır. Bunun en önemli sebepleri kusurlu ürün sayısı azalacağından işi yeniden yapma oranı düşer, zamandan ve üretime giren kaynak miktarından tasarruf edilir. Kalitenin yükseltilmesi, işgücü performansı- zaman ve makine- zaman ilişkilerini çok daha iyi ürün üretmeye ve daha iyi bir hizmet sunmaya olanak sağlar. Üretimde yer alan kişiler için kalite kavramı, performansını ve ortaya çıkardığı çıktıyı kendi kendine beğenmesi böylece iş motivasyonu oluşması anlamını taşımaktadır. Bunların sonucunda daha

düşük maliyetler, rekabet oranı daha yüksek bir işletme, işini severek yapan mutlu elemanlar ve daha çok iş hacmi oluşur ve bu olaylar bütününe Deming, zincirleme tepkime adını vermiştir. (Deming vd., 2014:1-14)

2.10. Öğrenme Eğrisi

İnsan gücünün yoğun olduğu üretim alanlarında öğrenmenin iş üzerindeki görev zamanlarına ve maliyetlerine etkisi merak edilmiş ve araştırılmıştır.

Öğrenme eğrileri, emek yoğun işletmelerde sürekli aynı işi tekrar tekrar yapılmasıyla öğrenmenin gerçekleştiği ve geliştiği yerlerde kullanılır. (Jaber ve Bonney, 1999:93)



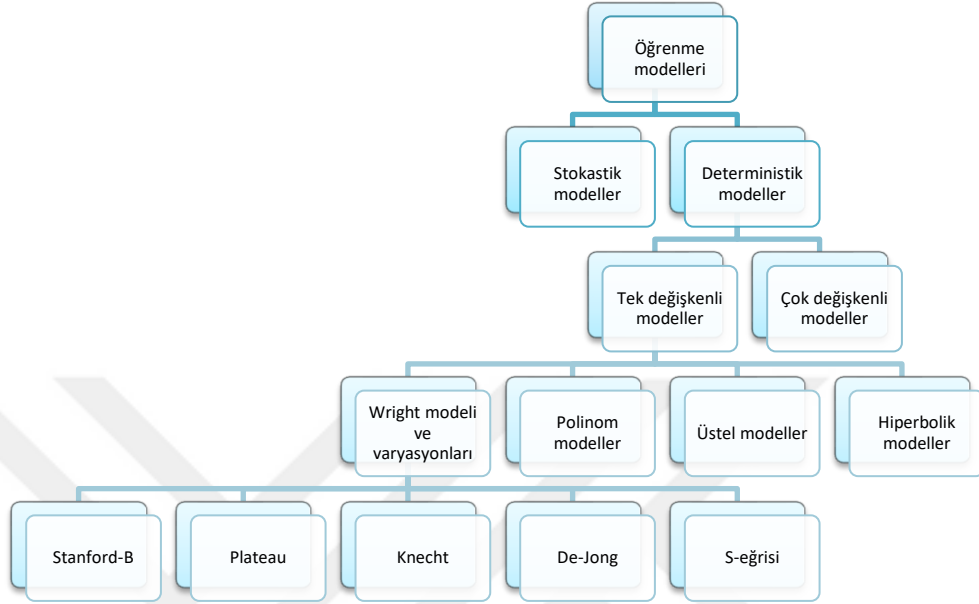
Şekil 2.3: Klasik Öğrenme Eğrisi

Kaynak: Wright 1936:122

Şekil 2.3 incelendiğinde eğrinin zamanla azaldığı ve bir zaman sonra sabitlendiği görülmektedir. Bu durumun sebebi tekrarlama sayısı arttıkça yapılan birim işte ki zamanın da azalması olarak açıklanır. (Stevenson, 1996:344) Aynı zamanda eğriyi şu şekilde yorumlamak da mümkün. İşe ilk başlandığında ki maliyet ve zaman öğrenmenin etkisiyle öncelikle hızlı bir düşüş sağlar ardından sabitlenir ve performans aynı seviyede kalıcılık gösterir. (Jordan Srour F.- Kiomjian Daoud-Srour Issam M. 2016:2) Bu düşünceyle beraber öğrenme eğrisini ortaya atan ve öğrenmenin iş üzerindeki etkilerini “Factors affecting the cost of airplanes” adlı yani Türkçe karşılığı “uçak maliyetlerini etkileyen faktörler” olan çalışmasıyla literatüre giren ve öğrenme eğrileri konusunda hassas ama basit matematiksel yapısıyla en bilinen ve en çok

kullanılan isim 1936 yılında ortaya koyduğu çalışmasıyla T. P. Wright (Wright 1936) olmuştur.

Literatürde öğrenme modelleri Şekil 2.4'deki gibi dallanmıştır.



Şekil 2.4: Öğrenme Modelleri

Kaynak: Jordan Srour F.vd. 2016:2

Tek değişkenli deterministik öğrenme modellerinde kümülatif çıktı gibi bağımsız değişkenlere bağlı olarak üretim maliyeti, modelin bir bağımlı değişkeni olarak şekillenir. Bu tek değişkenli öğrenme modellerinden en tercih edileni Wright modelidir. Zaman içerisinde bu modele farklı varsayımlar getirilerek yeni geometrik yapılar geliştirilmiştir. Bunlar; Standford- B, Plateu, Knecht, Dejong, S-eğrisi gibi modellerdir. (Badiru, 1992:176)

Aydın ve Aksoy'a göre öğrenme eğrisi; aynı işin birçok kez yapılması sonucu yapılan işteki öğrenme hızı artar. Böylece ortaya konulan emeğin marjinal verimliliği artmış olur. Bu durum ortalama maliyetleri azaltıcı etkiye sahiptir. (Aydın ve Aksoy, 2014:2) İşletmeler için azalan bu maliyeti bilmek fiyatlandırma yaparken ve çıktı kararlarını alırken işletmenin önünü görebilmesi ve fiyat politikalarında daha doğru karar alabilmesi için çok önemlidir. Öğrenme eğrileri işletmelere bu noktada kısmi bir açıklama sunmuş olur. (Li ve Rajagopalan, 1998:144)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

STOKSUZLUK, KUSURLU ÜRETİM VE ÖĞRENME ETKİLERİ ALTINDA BİR EKONOMİK ÜRETİM MİKTARI MODEL ÖNERİSİ

Bu bölümde klasik envanter modellerinin bazı temel varsayımları gevşetilerek yeni bir ekonomik üretim miktarı model önerisi getirilmiştir. Ardından modele ilişkin optimal çözümler ve duyarlılık analizleri incelenecektir.

3. MODEL ÖNERİSİ

Önerilen model, klasik ekonomik üretim miktarı modelinin stoksuzluk, kusurlu ürün durumu ve öğrenme etkileri altında geliştirilmiş hali olup böylece günümüz şartlarına uyumlu hale getirilmiştir.

3.1. Modelin İşleyişi

Bu modelde Wright öğrenme eğrisi kullanılacaktır;

$$t_{jk} = \frac{Y_j^b}{k^e} \quad (3.1)$$

Modelde kullanılan bazı simgeler aşağıda verilmiştir;

t_{jk} : k. çevrimde j. birimi üretmek için gerekli süre

Y: ilk çevrimde ilk birimi üretmek için gerekli süre

e: öğrenme muhafaza oranı ($0 \leq e \leq 1$); (e=0 öğrenmenin tamamen kaybedilmesi, e=1 öğrenme tam muhafaza durumunda, anlamlarına gelmektedir.)

b: öğrenme katsayısı, $b = \frac{\log p}{\log 2}$

p: kusurlu oran

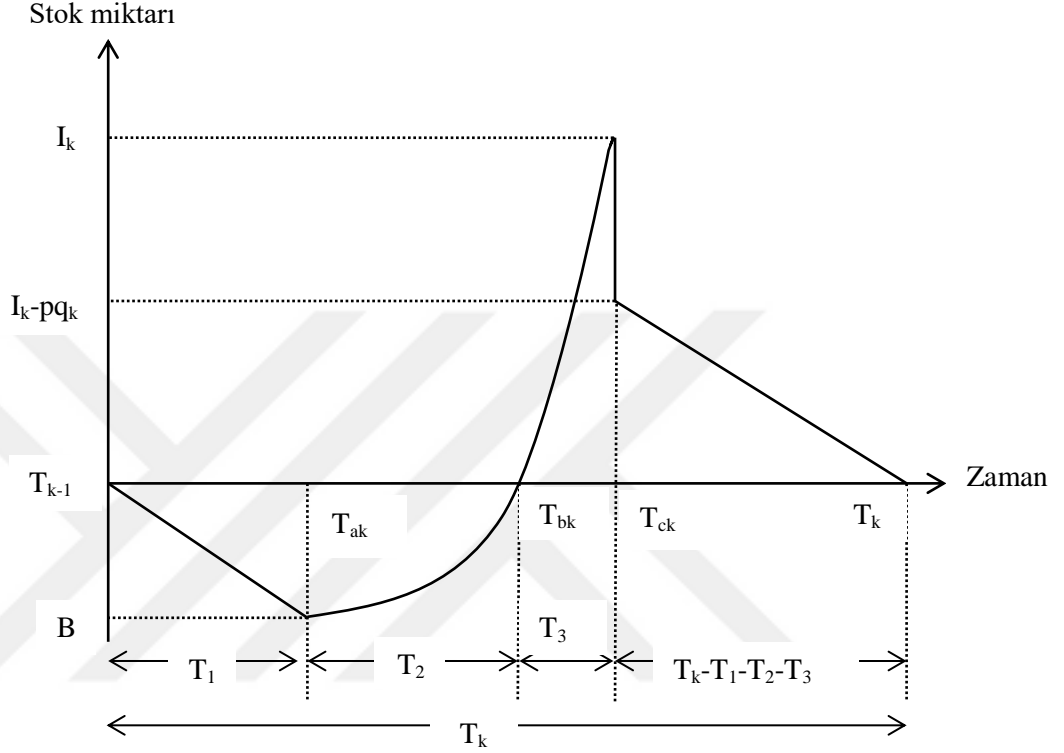
D: birim zamandaki talep miktarı

K: hazırlık maliyeti

C: birim üretim ve muayene maliyeti

C_s : ıskarta ürünler için elden çıkarma, yok etme maliyeti

Önerilen modelde stoksuzluğa izin verilmekte olup, üretilen ürünün belirli bir oranının kusurlu olduğu ve çevrim sürelerinin birbirinden farklı olduğu varsayılmıştır. Talep kusursuz ürünlerden karşılanmaktadır. Modelin grafiksel gösterimi Şekil 3.1’de sunulmaktadır.



Şekil 3.1: Önerilen Modelde Stok Miktarının Zamana Göre Değişimi

Model dört safhadan oluşmaktadır. Birinci ve dördüncü safhalar üretimin yapılmadığı, ikinci ve üçüncü safhalar üretimin yapıldığı aralıklardır. İlk safhada oluşan talep bir sonraki safhada karşılanmak üzere ertelenmektedir. İkinci safhada, üretilen kusursuz ürünlerden öncelikle o anda oluşan talep karşılanmakta daha sonra bir önceki safhada ki yine üretilen kusursuz ürünlerden talep karşılanmakta ve stoksuzluk sona ermektedir. Üçüncü safhada, talep üretimden karşılanmakta ve talep fazlası üretim stokta tutulmaktadır. Bu aşamadaki stok hem kusurlu hem kusursuz ürünleri içermekte olup maksimum stok seviyesine ulaşmaktadır. Bazı durumlarda kusurlu ürünleri yeniden işlemden geçirmek yerine indirimli fiyat üzerinden satmak daha uygun olabilir. Bu çalışmada da üretim bittiği anda kusurlu ürün miktarı (pq_k) elden çıkarılır.

Dördüncü safhada ise tamamen kusursuz ürünlerden oluşan stok seviyesi birim zamanda ki talep hızıyla (D) birlikte zaman içerisinde azalır ve tamamen sıfırlandığı anda da çevrim sonlanmaktadır.

Öncelikle modele ait stoksuzluk maliyeti, stok maliyet, toplam maliyeti hesaplarken kullanılacak $T_1, T_2, T_3, T_4, T_k, b$ ve I_k gibi parametreler bulunacaktır.

$T_2 = (T_{ak}, T_{bk})$ zaman aralığında x birimi üretmek için gerekli süre $t_1(x)$;

$$t = t_1(x) = \sum_{j=1}^x t_{jk} \cong \frac{Y}{k^e} \int_0^x j^b dj = \frac{Yx^{1+b}}{(1+b)k^e} \quad (3.2)$$

veya eşdeğer olarak t süresindeki üretim miktarı $x = x_1(t)$ olmak üzere;

$$x = x_1(t) = \left(\frac{(1+b)k^e(t - t_{ak})}{Y} \right)^{1/(1+b)}, \quad T_{ak} \leq t \leq T_{bk}$$

olur, $x = q_{1k}$ alınırsa, (1.2) eşitliği aşağıdaki gibi yazılır.

$$T_2 = T_{bk} - T_{ak} = \frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} \quad (3.3)$$

Burada; q_{1k} : (T_{ak}, T_{bk}) zaman aralığındaki üretim miktarıdır. (T_{ak}, T_{bk}) zaman aralığındaki üretim miktarı, (T_{k-1}, T_{bk}) zaman aralığındaki talep miktarına eşit olduğundan;

$$q_{1k} = B + D(T_{bk} - T_{ak}) = B + D \frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e}$$

veya

$$B = q_{1k} - \frac{DYq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} = q_{1k} \left[1 - \frac{DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} \right] \quad (3.4)$$

yazılabilir. Şekil 3.1'den aşağıdaki ifadeleri yazabiliriz.

$$T_1 = T_{ak} - T_{k-1} = \frac{B}{D} \quad (3.5)$$

$$T_4 = T_k - T_{ck} = \frac{I_k - pq_k}{D} \quad (3.6)$$

Benzer olarak $T_3 = (T_{bk} - T_{ck})$ zaman aralığında x birimi üretmek için gerekli süre $t_2(x)$;

$$t = t_2(x) = \sum_{j=q_{1k}+1}^{q_{1k}+x} t_{jk} \cong \frac{Y}{k^e} \int_{q_{1k}}^{q_{1k}+x} j^b dj$$

ve buradan,

$$t = t_2(x) = \frac{Y[(q_{1k} + x)^{1+b} - q_{1k}^{1+b}]}{k^e(1+b)} \quad (3.7)$$

veya eşdeğer olarak, t süresinde üretilen miktar $x_2(t)$;

$$x = x_2(t) = \left[\frac{(1+b)k^e(t - T_{bk})}{Y} + q_{1k}^{1+b} \right]^{1/(1+b)} - q_{1k}, \quad T_{bk} \leq t \leq T_{ck}$$

biçimindedir. (3.7) eşitliğinde $x = q_k - q_{1k}$ alınırsa

$$T_3 = T_{ck} - T_{bk} = \frac{Y(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{k^e(1+b)} \quad (3.8)$$

elde edilir.

T_k , çevrim süresi olduğu için bir çevrimdeki üretilen ürün miktarının, birim zamandaki talep miktarına oranlanması ile elde edilir ve T_k ;

$$T_k = \frac{(1-p)q_k}{D} \quad (3.9)$$

'dır.

Üretim süreci sonundaki toplam stok miktarı I_k 'dir. Toplam stok miktarından kusurlu ürünler çıkarılıp satıldıktan sonra stok seviyesi $I_k - pq_k$ seviyesine iner ve talep hızıyla (D) tükenir. Böylece;

$$I_k - pq_k = D(T_k - T_1 - T_2 - T_3) \quad (3.10)$$

'dır.

$$\begin{aligned} I_k - pq_k &= D \left[\frac{(1-p)q_k}{D} - \frac{B}{D} - \frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} - \frac{Y(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{k^e(1+b)} \right] \\ &= \left[(1-p)q_k - B - \frac{DY}{(1+b)k^e} (q_{1k}^{1+b} + (q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})) \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left[(1-p)q_k - B - \frac{DYq_k^{1+b}}{(1+b)k^e} \right] \\
&= \left[(1-p)q_k - q_{1k} + \frac{DY}{(1+b)k^e} (q_{1k}^{1+b} - q_k^{1+b}) \right] \tag{3.11}
\end{aligned}$$

elde edilir. Buradan I_k çekilirse;

$$\begin{aligned}
I_k &= \left[q_k - B - \frac{DYq_k^{1+b}}{(1+b)k^e} \right] \\
&= (q_k - q_{1k}) + \frac{DY}{(1+b)k^e} (q_{1k}^{1+b} - q_k^{1+b}) \tag{3.12}
\end{aligned}$$

elde edilir.

3.1.1. Stoksuzluk Maliyetinin Elde Edilmesi

Maksimum stoksuzluk miktarı;

$$SC_k = \pi \int_{T_{k-1}}^{T_k} S(t) dt \tag{3.13}$$

eşitliği ile elde edilir.

$SK = \int_{T_{k-1}}^{T_k} S(t) dt$ kabul edilir ise;

$$\begin{aligned}
SK &= \int_{T_{k-1}}^{T_k} S(t) dt \Rightarrow \\
&= \int_{T_{k-1}}^{T_{ak}} D(t - T_{k-1}) dt + \int_{T_{ak}}^{T_{bk}} (B - x_1(t) + D(t - T_{ak})) dt \\
&= \int_0^{T_{ak} - T_{k-1}} D(t - T_{k-1}) dt + \int_0^{T_{bk} - T_{ak}} (B - x_1(t) + D(t - T_{ak})) dt \\
&= \frac{D}{2} (T_{ak} - T_{k-1})^2 + \int_0^{T_{bk} - T_{ak}} \left[B - \left(\frac{(1+b)k^e t}{Y} \right)^{1/(1+b)} + Dt \right] dt \\
&= \frac{B^2}{2D} + B(T_{bk} - T_{ak}) - \left(\frac{(1+b)k^e}{Y} \right)^{1/(1+b)} \frac{(1+b)}{(2+b)} (T_{bk} - T_{ak})^{(2+b)/(1+b)} \\
&\quad + \frac{D}{2} (T_{bk} - T_{ak})^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{B^2}{2D} + B \left(\frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} \right) - \left(\frac{(1+b)k^e}{Y} \right)^{1/(1+b)} \frac{(1+b)}{(2+b)} \left(\frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} \right)^{(2+b)/(1+b)} \\
&\quad + \frac{D}{2} \left(\frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} \right)^2 \\
&= \frac{q_{1k}^2}{2D} \left(1 - \frac{DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} \right)^2 + q_{1k} \left(1 - \frac{DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} \right) \left(\frac{Yq_{1k}^b}{(1+b)k^e} \right) \\
&\quad - \left(\frac{(1+b)k^e}{Y} \right)^{1/(1+b)} \frac{(1+b)}{(2+b)} \left(\frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} \right)^{(2+b)/(1+b)} + \frac{D}{2} \left(\frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} \right)^2 \\
&= \frac{q_{1k}^2}{2D} \left(1 - \frac{2DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} + \left(\frac{DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} \right)^2 \right) + \frac{Yq_{1k}^{2+b}}{(1+b)k^e} - \frac{DY^2q_{1k}^{2+2b}}{(1+b)^2k^{e^2}} - \frac{Yq_{1k}^{2+b}}{(2+b)k^e} \\
&\quad + \frac{D}{2} \left(\frac{Yq_{1k}^{1+b}}{(1+b)k^e} \right)^2 \\
&= \frac{q_{1k}^2}{2D} \left[1 - \frac{2DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} + \left(\frac{DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} \right)^2 + \frac{2DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} - 2 \left(\frac{DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} \right)^2 + \left(\frac{DYq_{1k}^b}{(1+b)k^e} \right)^2 \right] \\
&\quad - \frac{Yq_{1k}^{2+b}}{(2+b)k^e} \\
&= \left[\frac{q_{1k}^2}{2D} - \frac{Yq_{1k}^{2+b}}{(2+b)k^e} \right] \tag{3.14}
\end{aligned}$$

elde edilir. (3.13) eşitliğinde yerine yazıldığında;

$$SC_k = \pi \int_{T_{k-1}}^{T_k} S(t) dt = \pi \left[\frac{q_{1k}^2}{2D} - \frac{Yq_{1k}^{2+b}}{(2+b)k^e} \right] \tag{3.15}$$

elde edilir.

3.1.2. Stok Maliyetinin Elde Edilmesi

Maksimum stok miktarı;

$$\begin{aligned}
HC_k &= h \left[\left(\int_{T_{bk}}^{T_{ck}} (x_2(t) - Dt) dt \right) + \frac{(I_k - pq_k)T_4}{2} \right] \\
&= h \left[\left(\int_0^{T_{ck}-T_{bk}} (x_2(t) - Dt) dt \right) + \frac{(I_k - pq_k)^2}{2D} \right]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= h \left[\int_0^{T_{ck}-T_{bk}} \left(\left(\frac{(1+b)k^e t}{Y} + q_{1k}^{1+b} \right)^{1/(1+b)} - q_{1k} - Dt \right) dt \right. \\
&\quad \left. + \frac{\left[(1-p)q_k - q_{1k} + \frac{DY}{(1+b)k^e} (q_{1k}^{1+b} - q_k^{1+b}) \right]^2}{2D} \right] \\
&= h \left[\frac{Y}{(2+b)k^e} \left(\frac{(1+b)k^e (T_{ck}-T_{bk})}{Y} + q_{1k}^{1+b} \right)^{(2+b)/(1+b)} - q_{1k}^{2+b} - q_{1k} (T_{ck} - T_{bk}) - \right. \\
&\quad \left. \frac{D}{2} (T_{ck} - T_{bk})^2 + \frac{\left[(1-p)q_k - q_{1k} + \frac{DY}{(1+b)k^e} (q_{1k}^{1+b} - q_k^{1+b}) \right]^2}{2D} \right] \\
&= h \left[\frac{Y(q_k^{2+b} - q_{1k}^{2+b})}{(2+b)k^e} - \frac{Yq_{1k}(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{(1+b)k^e} - \frac{D}{2} \left(\frac{Y(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{(1+b)k^e} \right)^2 \right. \\
&\quad \left. + \frac{\left[(1-p)q_k - q_{1k} + \frac{DY}{(1+b)k^e} (q_{1k}^{1+b} - q_k^{1+b}) \right]^2}{2D} \right] \tag{3.16}
\end{aligned}$$

3.1.3. Toplam Maliyetin Elde Edilmesi

k. çevrimdeki toplam maliyet (TC_k), hazırlık, üretim ve muayene, iskarta, stok ve stoksuzluk maliyetlerinden oluşur. O halde TC_k ;

$$TC_k = K + Cq_k + pC_s q_k + HC_k + SC_k \tag{3.17}$$

şeklindedir.

$$\begin{aligned}
TC_k &= K + Cq_k + pC_s q_k + h \left[\frac{Y(q_k^{2+b} - q_{1k}^{2+b})}{(2+b)k^e} - \frac{Yq_{1k}(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{(1+b)k^e} \right] \\
&\quad + h \left[-\frac{D}{2} \left(\frac{Y(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{(1+b)k^e} \right)^2 + \frac{\left[(1-p)q_k - q_{1k} + \frac{DY}{(1+b)k^e} (q_{1k}^{1+b} - q_k^{1+b}) \right]^2}{2D} \right] \\
&\quad + \pi \left[\frac{q_{1k}^2}{2D} \frac{Yq_{1k}^{2+b}}{(2+b)k^e} \right] \tag{3.18}
\end{aligned}$$

'dir.

Çevrim süresi T aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$T = \sum_{i=1}^4 T_i = \frac{(1-p)q_k}{D} \quad (3.19)$$

'dir. Birim zamandaki toplam maliyet (TCU) ise, çevrim başına toplam maliyetin çevrim süresine oranıdır. Birim zamandaki toplam maliyet;

$$\begin{aligned} TCU &= \frac{TC_k}{T} \\ &= \frac{KD}{(1-p)q_k} + \frac{CD}{(1-p)} + \frac{pC_s D}{(1-p)} + \frac{(HC_k)D}{(1-p)q_k} + \frac{(SC_k)D}{(1-p)q_k} \\ &= \frac{D}{(1-p)} \left(\frac{K}{q_k} + C + pC_s \right) + \frac{Dh}{(1-p)q_k} \left[\frac{Y(q_k^{2+b} - q_{1k}^{2+b})}{(2+b)k^e} \right] \\ &\quad + \frac{Dh}{(1-p)q_k} \left[-\frac{Yq_{1k}(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{(1+b)k^e} - \frac{D}{2} \left(\frac{Y(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{(1+b)k^e} \right)^2 \right] \\ &\quad + \frac{D\pi}{(1-p)q_k} \left[\frac{\left[(1-p)q_k - q_{1k} + \frac{DY}{(1+b)k^e} (q_{1k}^{1+b} - q_k^{1+b}) \right]^2}{2D} \right] \\ &\quad + \frac{D\pi}{(1-p)q_k} \left[\frac{q_{1k}^2}{2D} - \frac{Yq_{1k}^{2+b}}{(2+b)k^e} \right] \end{aligned} \quad (3.20)$$

elde edilir.

3.1.4. Optimal Çözümün Elde Edilmesi

Burada birim zamandaki toplam maliyeti, TCU (q_k, q_{1k}), minimize edecek olan optimal q_k ve q_{1k} değerlerinin varlığını kanıtlamak ve bu değerleri bulmaktır. Bu amaçla (3.20) eşitliğinin q_k ve q_{1k} değerlerine göre kısmi türevleri alınarak sonuç sıfıra eşitlendiğinde aşağıdaki kapalı formlar elde edilmektedir. TCU'nun q_{1k} ' ya göre kısmi türevi alındığında aşağıdaki birinci mertebeden optimalite şartı elde edilir.

$$\frac{\pi q_{1k}}{q_k(1-p)} \left(1 - \frac{DYq_{1k}^b}{k^e} \right) - \frac{hDY(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{q_k(1-p)(1+b)k^e} \left(1 - \frac{DYq_{1k}^b}{k^e} \right) = 0 \quad (3.21)$$

Bu denklemden q_k çekilirse;

$$\pi q_{1k} + \frac{hDYq_{1k}^{1+b}}{(1+b)} = \frac{hDYq_k^{1+b}}{(1+b)} \Rightarrow (1+b) \pi q_{1k} + hDYq_{1k}^{1+b} = hDYq_k^{1+b}$$

$$\frac{(1+b)\pi q_{1k}}{hDY} + q_{1k}^{1+b} = q_k^{1+b}$$

$$q_k = \left(\frac{(1+b)\pi q_{1k}}{hDY} + q_{1k}^{1+b} \right)^{1/(1+b)} \quad (3.22)$$

elde edilir. Başlangıçta iki boyutlu olan denklem daha sonra q_k yerine (3.22) eşitliği yerine yazıldığında tek boyutlu bir denkleme indirgenecektir. Sadelik açısından (3.22) eşitliğinde,

$$\frac{(1+b)\pi q_{1k}}{hDY} + q_{1k}^{1+b} = F$$

kabulü yapılır ve böylece,

$$q_k = (F)^{1/(1+b)} \quad (3.23)$$

eşitliğine dönüşür.

TCU'nun q_k ' ya göre kısmi türevi alındığında aşağıdaki birinci mertebeden optimalite şartı elde edilir.

$$\begin{aligned} & -\pi \left(\frac{q_{1k}}{q_k} \right)^2 \left(\frac{1}{2(1-p)} - \frac{DY q_{1k}^b}{k^e (1-p)(2+b)} \right) + \frac{hDY}{(1-p)(2+b)k^e} \left((1+b)q_k^b + \frac{q_{1k}^{2+b}}{q_k^2} \right) \\ & - \frac{hDY}{(1-p)(1+b)k^e} \left(q_{1k} b q_k^{b-1} + \frac{q_{1k}^{2+b}}{q_k^2} \right) + \frac{D^2}{(1-p)} \frac{Y(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{(1+b)k^e} \left(\frac{Y(q_k^{1+b} - q_{1k}^{1+b})}{2(1+b)k^e q_k^2} - \frac{Y q_k^{b-1}}{k^e} \right) \\ & + \left[\frac{2 \left((1-p)q_k - B - \frac{DY q_k^{1+b}}{(1+b)k^e} \right) \left((1-p) - \frac{DY q_k^b}{k^e} \right) (2(1-p)q_k)}{(2(1-p)q_k)^2} \right] \\ & - \left[\frac{\left((1-p)q_k - B - \frac{DY q_k^{1+b}}{(1+b)k^e} \right)^2 2(1-p)}{(2(1-p)q_k)^2} \right] = 0 \quad (3.24) \end{aligned}$$

Daha sonra q_k değişkeninin (3.23) denklemdeki eşdeğeri (3.24) denklemde yerine yazılırsa, q_k ve q_{1k} değişkenlerinin optimal değerlerini belirleme (iki boyutlu) problemi; q_{1k} değişkeninin optimal değerini belirleme (tek boyutlu) problemine aşağıdaki gibi indirgenmiş olur.

$$-\pi \left(\frac{q_{1k}}{F^{1/(1+b)}} \right)^2 \left(\frac{1}{2(1-p)} - \frac{DY q_{1k}^b}{k^e (1-p)(2+b)} \right) + \frac{hDY}{(1-p)(2+b)k^e} \left((1+b)F^{b/(1+b)} + \frac{q_{1k}^{2+b}}{F^{2/(1+b)}} \right)$$

$$\begin{aligned}
& - \frac{hDY}{(1-p)(1+b)k^e} \left(q_{1k} b F^{(b-1)/(1+b)} + \frac{q_{1k}^{2+b}}{F^{2/(1+b)}} \right) \\
& + \frac{D^2}{(1-p)} \frac{Y(F - q_{1k}^{1+b})}{(1+b)k^e} \left(\frac{Y(F - q_{1k}^{1+b})}{2(1+b)k^e F^{2/(1+b)}} - \frac{Y F^{(b-1)/(1+b)}}{k^e} \right) \\
& + \frac{2 \left((1-p)F^{1/(1+b)} - B - \frac{DYF}{(1+b)k^e} \right) \left((1-p) - \frac{DYF^{b/(1+b)}}{k^e} \right) (2(1-p)F^{1/(1+b)})}{(2(1-p)F^{1/(1+b)})^2} \\
& - \frac{\left((1-p)F^{1/(1+b)} - B - \frac{DYF}{(1+b)k^e} \right)^2 2(1-p)}{(2(1-p)F^{1/(1+b)})^2} = 0 \tag{3.25}
\end{aligned}$$

elde edilir. Böylece; herhangi bir tek boyutlu arama metodu kullanılarak (3.25) eşitliği çözülebilir.

3.2. Modelin Optimal Çözüm Sonuçları

Modelin bir örnek ile çözümlenebilmesi için modelde yer alan parametrelere aşağıdaki değerler verilmiştir.

K: 40 (hazırlık maliyeti)

C: 100 (birim üretim ve muayene maliyeti)

C_s : 70 (ıskarta ürünler için elden çıkarma, yok etme maliyeti)

D: 20 (birim zamandaki talep hızı)

Y: 0,04 (ilk birimi üretme süresi)

e: 0,07 (öğrenme muhafaza oranı)

b: -0,1 (üretim için öğrenme katsayısı)

p: 0,02 (kusurlu oran)

h: 1 (depolama maliyeti)

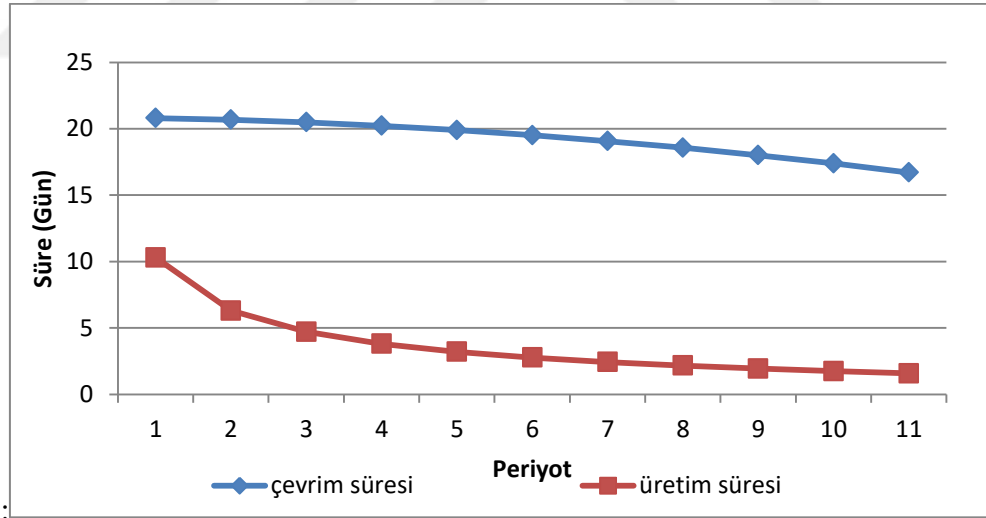
π : 1,5 (elde bulundurmama maliyeti)

Yukarıdaki verilere göre; (3.25) eşitliğinden, optimal q_{1k} değerleri Newton-Raphson arama metodu ile elde edilir. Daha sonra (3.22) eşitliğinden q_k değerleri, (3.12) eşitliğinden I_k değerleri, (3.4) eşitliğinden B değerleri, (3.3) ve (3.8) eşitliklerinin toplamından üretim süreleri, (3.9) eşitliğinden periyot süreleri, (3.20) eşitliğinden TCU, (3.25) eşitliğinden $f'(q_{1k})$ elde edilir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.1 ile verilmektedir.

Tablo 3.1'den; periyot numarası artarken, optimal üretim miktarı (q_k), üretim süresi, çevrim süresi ve birim zamandaki toplam maliyet azalmaktadır. Bunlara karşılık maksimum stok ve stoksuzluk miktarları artmaktadır. Bu sonuçlarla ilgili grafikler; Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4 ile verilmektedir. Bu sonuçlar; öğrenmenin, maliyet, süre ve miktarlar üzerindeki olumlu etkilerini açıkça göstermektedir.

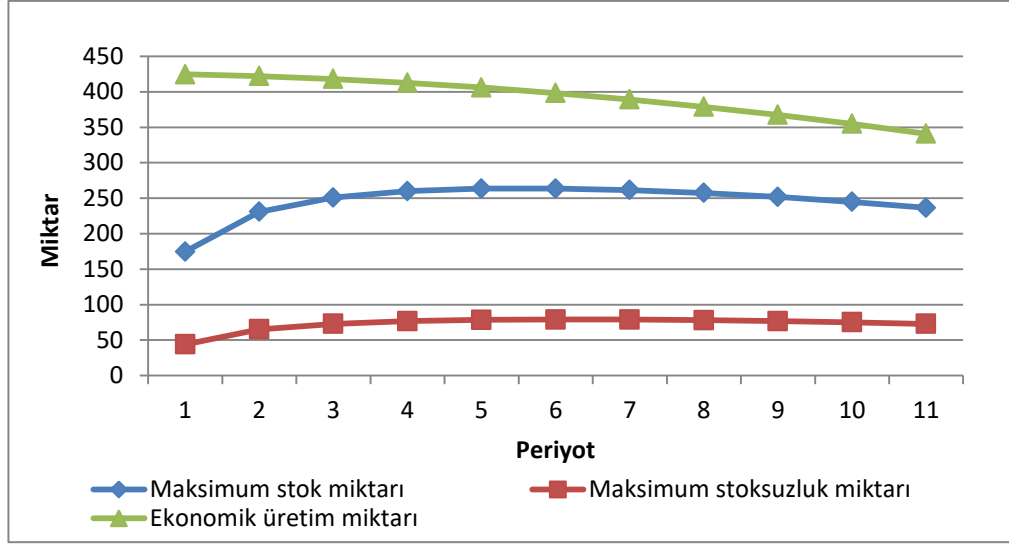
Tablo 3.1: Optimal Çözüm Sonuçları

q_k	q_{1k}	TCU	$f'(q_{1k})$	I_k	B	çevrim süresi	üretim süresi
424,6186	100	54183273	100344203	174,6186	43,9149	20,80631	10,30425
422,1409	99,46003	32790971	37223569	230,8436	65,10342	20,6849	6,309692
418,1011	98,57911	24006583	20376079	250,9904	72,91838	20,48696	4,709619
412,7029	97,40093	18898666	12992864	259,9399	76,64643	20,22244	3,805829
406,0458	95,94639	15417508	8961400,1	263,4506	78,43203	19,89625	3,20816
398,1827	94,22595	12818467	6466526,2	263,6334	79,05911	19,51095	2,774506
389,1375	92,24367	10761857	4793951	261,4566	78,88628	19,06774	2,439729
378,9134	89,99879	9069618	3609929,5	257,4252	78,10015	18,56676	2,169404
367,496	87,48638	7639259	2739136,3	251,8217	76,80508	18,0073	1,943458
354,8536	84,69745	6407742	2081227,9	244,8071	75,0607	17,38783	1,74929
340,9371	81,61863	5334388	1574869,4	236,4674	72,8993	16,70592	1,578518
325,6767	78,23143	4392031	1180549,2	226,8368	70,3344	15,95816	1,425275



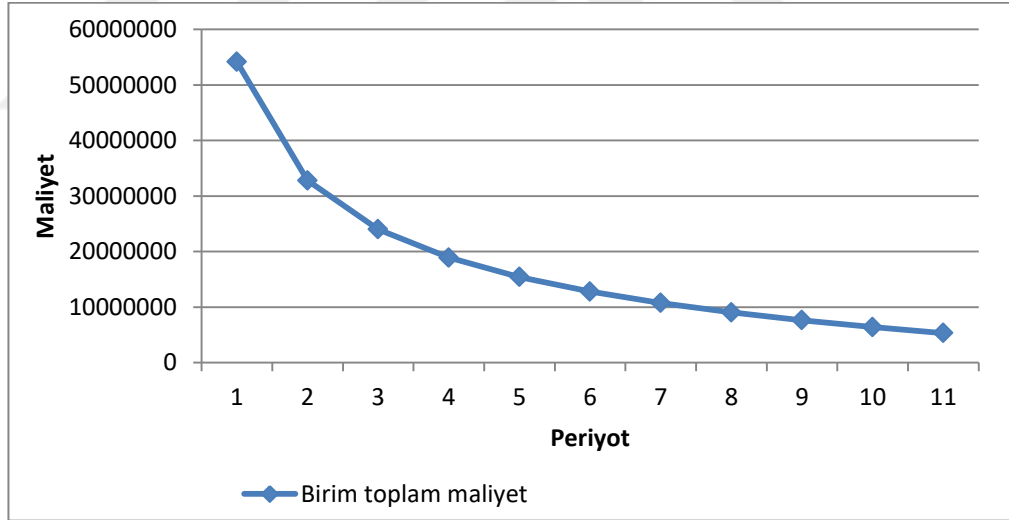
Şekil 3.2: Çevrim ve Üretim Süreleri (gün)

Şekil 3.2'de periyot numarası artarken üretim ve çevrim süreleri azalmaktadır.



Şekil 3.3: Ekonomik Üretim, Maksimum Stok ve Maksimum Stoksuzluk Miktarları

Şekil 3.3'te periyot numarası artarken optimal üretim miktarı azalmakta, maksimum stok ve maksimum stoksuzluk miktarları artmaktadır.



Şekil 3.4: Birim Zamandaki Ortalama Toplam Maliyet

Şekil 3.4'te periyot numarası artarken birim zamandaki toplam maliyet azalmaktadır.

3.3. Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizlerinde; diğer tüm parametre değerleri sabit iken parametrelerin her hangi birinde meydana gelen etki ve değişiklikler incelenir. Bu çalışmada özellikle p (kusurlu oran), b (üretim için öğrenme katsayısı), e (öğrenme muhafaza oranı) gibi

parametreler deđiřtiđinde çevrim süresi, üretim süresi, ekonomik üretim miktarı ve toplam maliyetler üzerindeki etkileri incelenecektir.

3.3.1. Kusurlu oranındaki değişimlerin etkisi

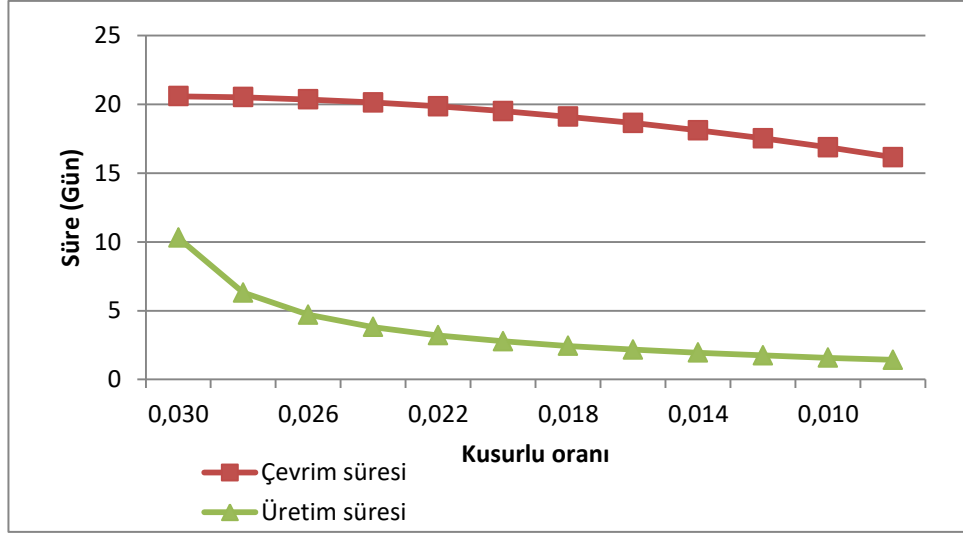
Kusurlu oranı, p , değerindeki değişmelerin periyodik optimal üretim miktarları, maksimum stok ve stoksuzluk seviyeleri, birim zamandaki toplam maliyet, periyot ve çevrim süreleri üzerine olan etkileri Tablo 3.2 ile verilmektedir.

Tablo 3.2: Kusurlu Oranındaki Değişimlerin Optimal Çözüm Sonuçları Üzerine Etkisi

p	q_k	TCU	I_k	B	Çevrim süresi	Üretim süresi
0,030	424,6185971	54741842	174,6185971	43,91490271	20,59400196	10,3042549
0,028	422,1408934	33060822	230,8436267	65,10342465	20,51604753	6,30969213
0,026	418,1011332	24154439	250,9903685	72,91837629	20,36152576	4,70961954
0,024	412,7028836	18976100	259,9398806	76,64642828	20,13990208	3,80582897
0,022	406,0458198	15449028	263,4505946	78,43202545	19,85564288	3,20816032
0,020	398,1826261	12818470	263,6333968	79,05910747	19,51095181	2,77450649
0,018	389,1374211	10739951	261,4565757	78,88626966	19,10665093	2,4397292
0,016	378,9133824	9032770	257,4251645	78,10013752	18,64254155	2,16940435
0,014	367,4959474	7592799	251,8217243	76,80507521	18,11755159	1,94345753
0,012	354,8536262	6355888	244,8071297	75,06069727	17,52976681	1,74928976
0,010	340,9371156	5280538	236,4674532	72,89930836	16,87637848	1,57851697
0,008	325,6768073	4338933	226,8368719	70,33442948	16,15355087	1,42527381

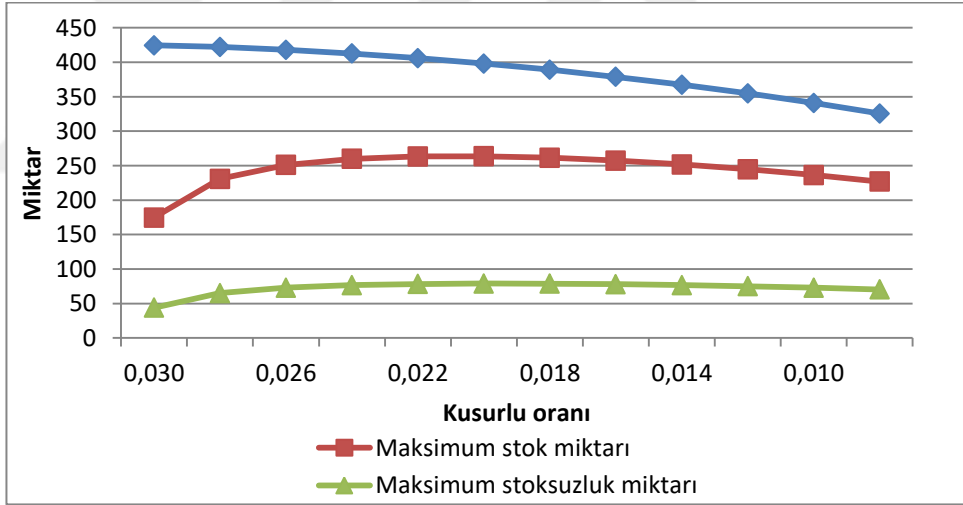
Tablo 3.2’de yer alan değerler incelendiğinde, kusurlu ürün oranı azaldıkça optimal üretim miktarı, çevrim ve üretim süreleri düşmektedir. Optimal üretim miktarı ve üretim süresinin azalma yönünde göstermiş olduğu değişimler birim zamandaki toplam maliyeti de düşürmektedir. Bunlara karşılık maksimum stok ve stoksuzluk seviyeleri de artış göstermiştir. Bu da beklenen bir durumdur.

Ayrıca kusurlu oranı ile süre, miktar ve maliyetler arasındaki ilişkiler Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7’de grafikler yardımıyla gösterilmiştir.



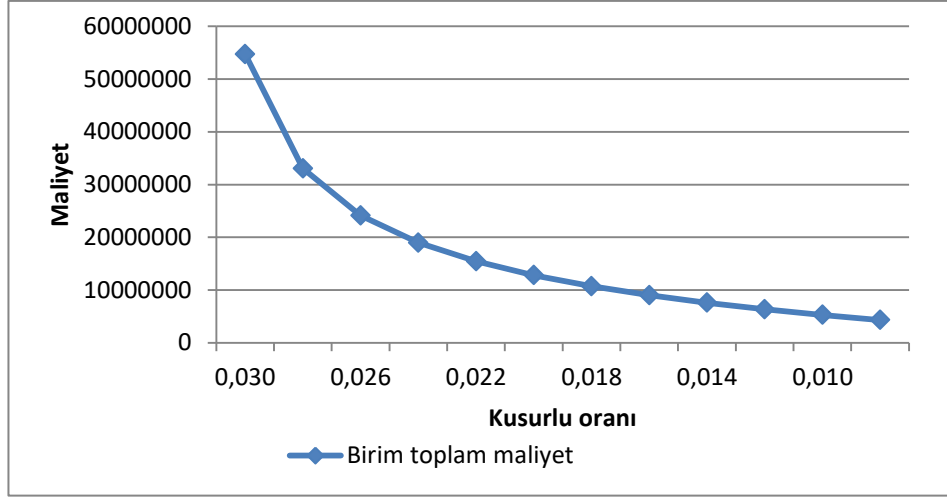
Şekil 3.5: Kusurlu Oranın Çevrim ve Üretim Sürelerine Etkisi

Şekil 3.5'te kusurlu oranı azaldıkça çevrim ve üretim sürelerinde azalma gözlemlenmektedir.



Şekil 3.6: Kusurlu Oranın Ekonomik Üretim Miktarı, Maksimum Stok Miktarı ve Maksimum Stoksuzluk Miktarlarına Etkisi

Şekil 3.6'da kusurlu ürün oranı azaldıkça ekonomik ürün miktarında azalış, maksimum stok ve maksimum stoksuzluk miktarlarında ise artış gözlemlenmektedir.



Şekil 3.7: Kusurlu Oranın Birim Zamandaki Ortalama Toplam Maliyete Etkisi

Şekil 3.7’de kusurlu oranı azaldıkça birim zamandaki toplam maliyette azalma gözlemlenmektedir.

3.3.2. Üretimde Öğrenme Oranındaki Değişimlerin Etkisi

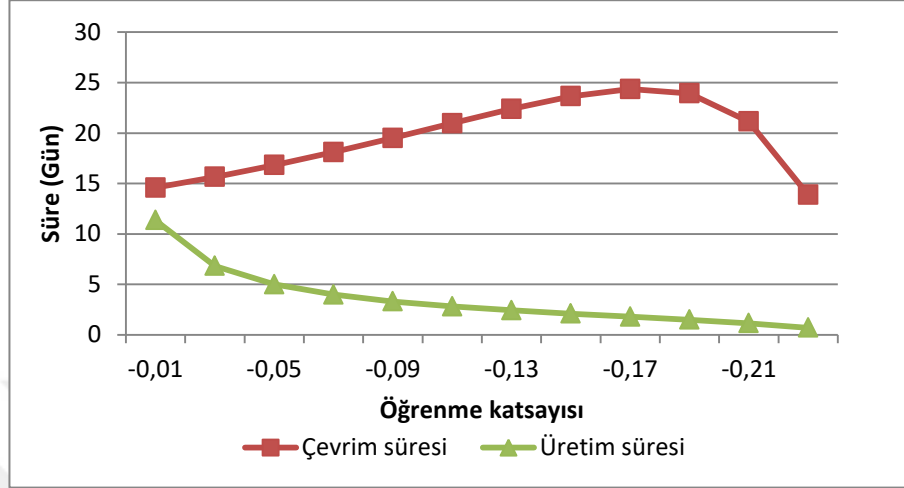
Üretimde öğrenme katsayısı, b , değerindeki değişmelerin periyodik optimal üretim miktarları, maksimum stok ve stoksuzluk seviyeleri, birim zamandaki toplam maliyet, üretim ve çevrim süreleri üzerine olan etkileri Tablo 3.3 ile verilmektedir.

Tablo 3.3: Üretimde Öğrenme Katsayısındaki Değişimlerin Optimal Çözüm Sonuçları Üzerine Etkisi

b	q_k	TCU	I_k	B	Çevrim süresi	Üretim süresi
-0,01	297,6012	39146457	47,601194	22,82888194	14,58245852	11,3585559
-0,03	319,2929	25407562	127,24416	55,69694048	15,64535154	6,81758919
-0,05	343,2809	20064414	174,55548	68,66814878	16,82076401	5,00286362
-0,07	369,5815	17094815	214,3588	75,58191894	18,10949419	3,98203958
-0,09	397,9495	15107446	252,2303	79,55652202	19,49952503	3,30813354
-0,11	427,6393	13580717	289,71102	81,60955052	20,95432793	2,81593888
-0,13	456,9567	12258272	326,38965	82,02772493	22,39087618	2,42696419
-0,15	482,4227	10987068	359,81067	80,69200242	23,63871268	2,09600182
-0,17	497,2179	9662860	384,27891	77,11481424	24,36367608	1,79120764
-0,19	488,3006	8212768	388,30583	70,31625051	23,92672708	1,48392386
-0,21	431,2903	6597024	350,00041	58,48877611	21,13322459	1,14005571
-0,23	283,2515	4826682	230,98498	38,16238552	13,87932114	0,70520429

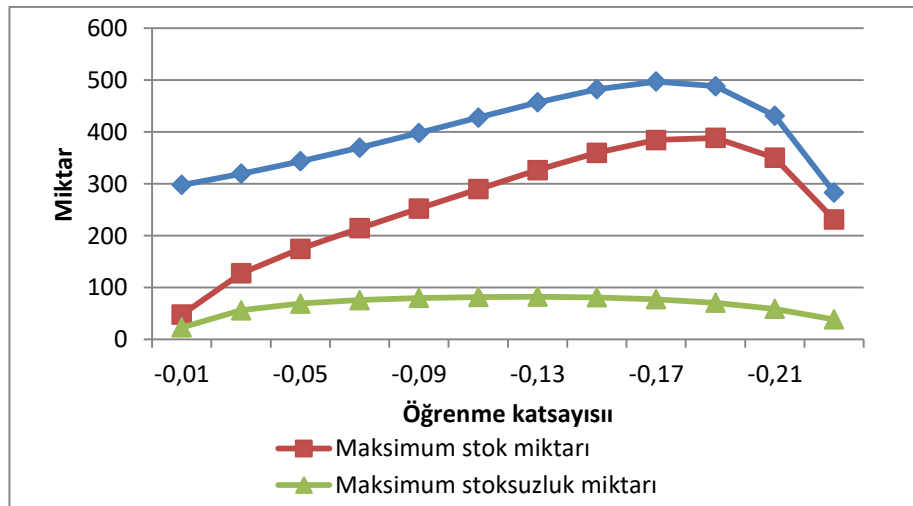
Tablo 3.3’te yer alan değerler incelendiğinde; öğrenme katsayısı yani öğrenme oranı azalırken optimal üretim miktarında önce artış sonra azalış gözlemlenmektedir. Çevrim ve üretim sürelerinde ise azalma vardır. Bu durum birim zamandaki maliyet

değerini düşürmektedir. Maksimum stok ve stoksuzluk miktarlarında da genel olarak bir artış olmakla beraber sırayla 11. ve 8. satır itibari ile artışta bir azalma gözlemlenmektedir.



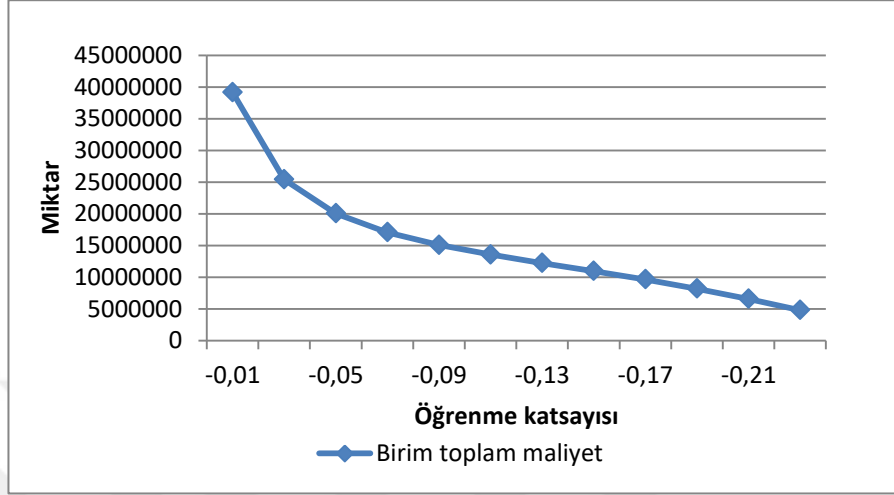
Şekil 3.8: Üretimde Öğrenme Katsayısının Çevrim Süresi ve Üretim Süresi Üzerine Etkisi

Şekil 3.8’de öğrenme oranının azalmasıyla birlikte çevrim ve üretim sürelerinde azalma meydana gelmektedir.



Şekil 3.9: Üretimde Öğrenme Katsayısının Ekonomik Üretim Miktarı, Maksimum Stok Miktarı ve Maksimum Stoksuzluk Miktarları Üzerine Etkisi

Şekil 3.9’da öğrenme oranı azaldıkça ekonomik üretim miktarında artışın ardından bir azalma, maksimum stok ve stoksuzluk miktarında ise neticesinde bir artış olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 3.10: Üretimde Öğrenme Katsayısının Birim Zamandaki Toplam Maliyet Üzerine Etkisi

Şekil 3.10’da öğrenme oranı azaldıkça birim zamandaki toplam maliyette beklenen bir şekilde azalma gözlemlenir.

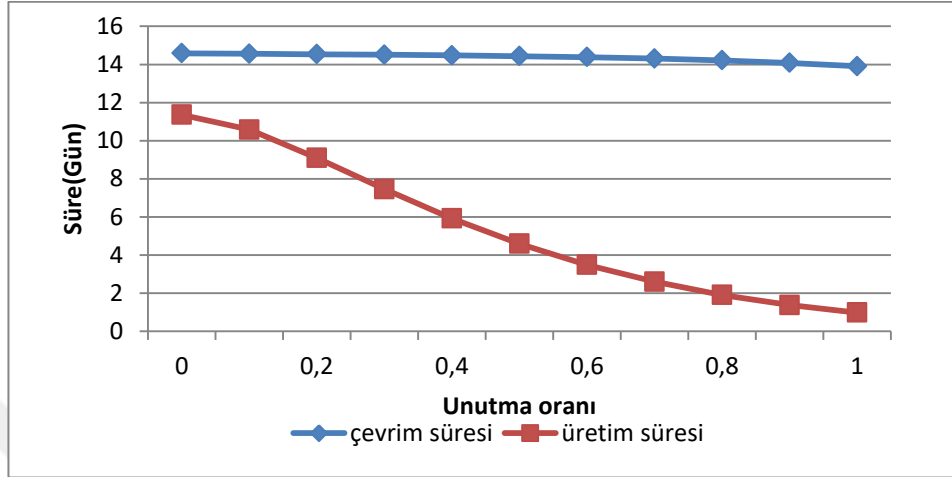
3.3.3. Öğrenme Muhafaza Oranındaki Değişimlerin Etkisi

Öğrenme muhafaza oranındaki değişimlerin optimal çözüm sonuçları; Tablo 3.4 ile gösterilmektedir.

Tablo 3.4: Öğrenme Muhafaza Oranındaki Değişimlerin Optimal Çözüm Sonuçları Üzerine Etkisi

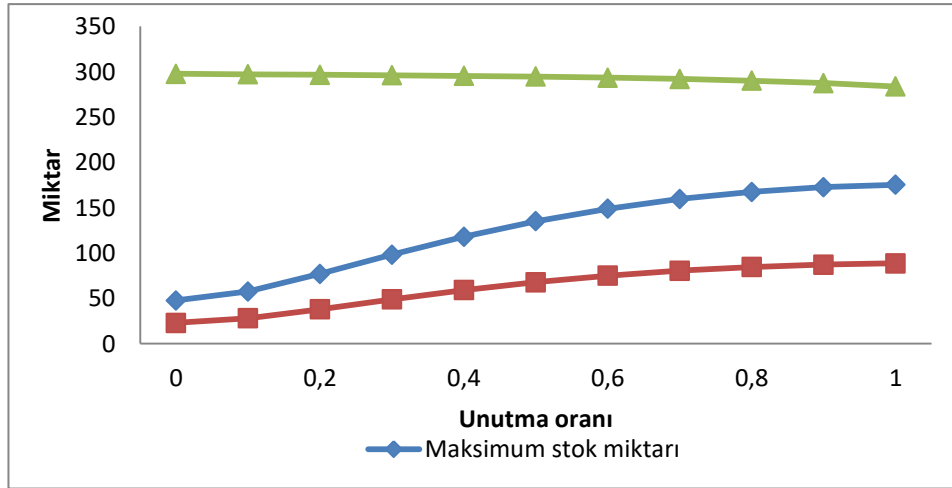
e	q_k	TCU	l_k	B	çevrim süresi	üretim süresi
0	297,6012	31276371	47,60119	22,82888	14,58246	11,35856
0,1	297,154	29051071	57,55723	27,95393	14,56055	10,58214
0,2	296,674	24874103	76,94493	37,93185	14,53703	9,089861
0,3	296,1152	20328963	98,13901	48,84005	14,50965	7,456807
0,4	295,4341	16075674	117,9316	59,02852	14,47627	5,923696
0,5	294,5766	12385921	134,9673	67,80033	14,43426	4,590453
0,6	293,4702	9334448	148,8233	74,93863	14,38004	3,485414
0,7	292,013	6895472	159,5424	80,46625	14,30864	2,60022
0,8	290,0598	4996677	167,3643	84,50779	14,21293	1,909385
0,9	287,3999	3549816	172,5646	87,20682	14,0826	1,381423
1	283,7234	2467378	175,3519	88,67326	13,90245	0,984914

Tablo 3.4'te verilen değerlere göre; öğrenme muhafaza oranı artarken optimal üretim miktarında, birim zamandaki toplam maliyette, çevrim ve üretim sürelerinde azalma meydana gelmektedir. Yine öğrenme muhafaza oranı artarken maksimum stok ve stoksuzluk miktarlarında artış gözlemlenmektedir.



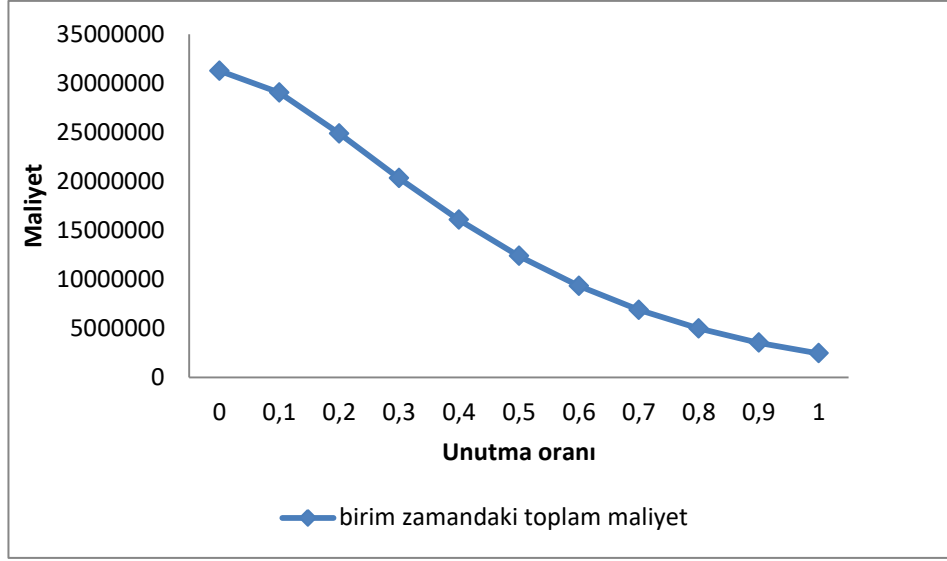
Şekil 3.11: Üretimde Öğrenme Muhafaza Oranının Çevrim Süresi ve Üretim Süresi Üzerine Etkisi

Şekil 3.11'de öğrenme muhafaza oranı artarken çevrim ve üretim sürelerinde azalma gözlemlenmektedir.



Şekil 3.12: Üretimde Öğrenme Muhafaza Oranının Ekonomik Üretim Miktarı, Maksimum Stok Miktarı ve Maksimum Stoksuzluk Miktarları Üzerine Etkisi

Şekil 3.12'de öğrenme muhafaza oranı artarken optimal üretim miktarında azalma, maksimum stok ve stoksuzluk miktarlarında ise artış gözlemlenmektedir.



Şekil 3.13: Üretimde Öğrenme Muhafaza Oranının Birim Zamandaki Toplam Maliyet Üzerine Etkisi

Şekil 3.13'te öğrenme muhafaza oranı artarken birim zamandaki toplam maliyet azalmaktadır.

Ayrıca (3.26) denklemlerinden ortalama birim üretim maliyeti (ACU_n) ve ortalama birim üretim süresi (ATU_n) hesaplanarak, öğrenme muhafaza oranı ile ilişkisi de Tablo 3.5 ile verilmektedir. ACU_n ve ATU_n ;

$$ACU_n = \frac{\sum_{k=1}^n TC_k}{\sum_{k=1}^n q_k}, \quad ATU_n = \frac{\sum_{k=1}^n (T_2 + T_3)}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (3.26)$$

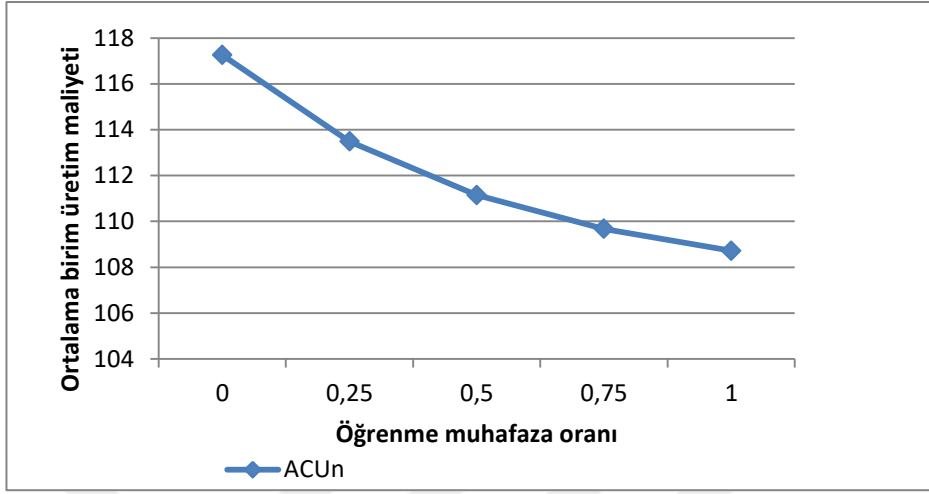
şeklindedir.

Tablo 3.5: Öğrenme Muhafaza Oranının Ortalama Birim Üretim Maliyeti (ACU_n) ve Ortalama Birim Üretim Sürelerine (ATU_n) Etkisi

e	ACU_n	ATU_n
0	117,2562093	0,03817
0,25	113,4847018	0,025646
0,5	111,1504329	0,017928
0,75	109,6769565	0,013113
1	108,7211572	0,010082

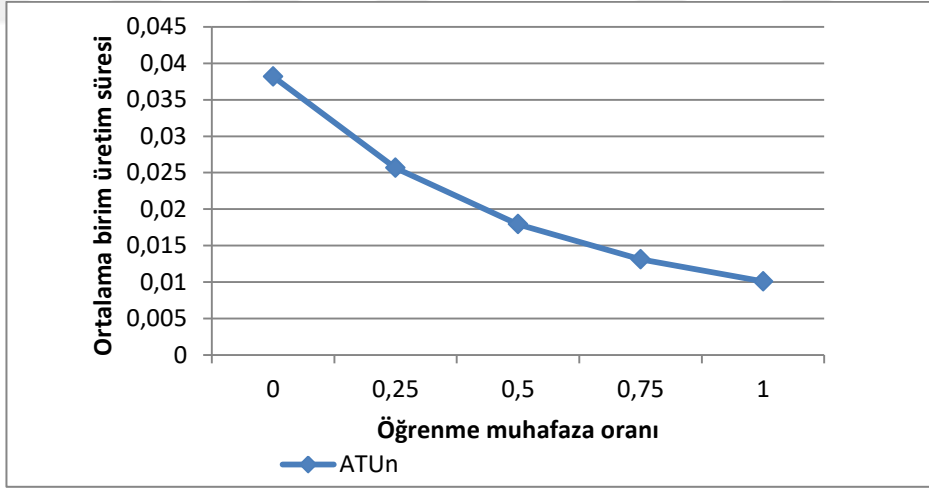
Öğrenme muhafaza oranı artarken; ortalama birim üretim maliyeti ve ortalama birim üretim süresi azalmaktadır. Bu sonuçlar ile ilgili grafikler Şekil 3.14 ve Şekil 3.15

ile verilmektedir. Öğrenme muhafaza oranı artarken; ortalama birim üretim maliyeti ve süresinin azalması anlamlı bir sonuç olarak kabul edilir.



Şekil 3.14: Öğrenme Muhafaza Oranının Ortalama Birim Üretim Maliyeti Üzerine Etkisi

Şekil 3.14'te öğrenme muhafaza oranı artarken ortalama birim üretim maliyeti azalmaktadır.



Şekil 3.15: Öğrenme Muhafaza Oranının Ortalama Birim Üretim Süresi Üzerine Etkisi

Şekil 3.15'te öğrenme muhafaza oranı artarken ortalama birim üretim süresi azalmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada klasik envanter modellerinde kullanılan bazı varsayımlar gevşetilerek günümüz işletmelerinin sorunlarına daha gerçekçi çözümler bulmak amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışma teorik bir çalışma olup, matematiksel analizler ile desteklenmiştir. Teorik çalışmaların asıl amacı gerçek hayattaki sorunları tam anlamıyla tespit ederek bunlara kâğıt üzerinde kalmayan, işe yarar ve anlamlı çözümler bulabilmektir. Bunları yaparken tabii ki işletmelerin yapılan bu çalışmalarını tercih etmesi için kurulan modellerin sade ve gerçek çözümler sunması modellerin kullanılabilirliğini ve tercih edilirliliğini artırmaktadır. Her ne kadar durum böyle olsa da her zaman için birçok varsayımı içerisinde barındıran bir modeli kurmak matematiksel açıdan zor hatta zaman zaman mümkün olmayabilir. Cebirsel olarak uzun ve karmaşık denklemlere sahip bir denklem gerçek hayatta kullanışlı olmayacağı için işletmeler tercih etmeyebilir. Yine aynı şekilde sade ama gerçek hayat ile uyumlu olmayan bir model de pek tercih edilmeyecektir. Ancak bu ve benzeri çalışmalar her durumda bilim dünyasına katkı sağlamak, konuyu canlı tutmak ve yeni uygulamaları teoriyle birleştirmek gibi imkanlar sunduğu için her zaman önemlidir.

Önerilen modelde stoksuzluğa izin verilerek öğrenme etkisi altındaki kusurlu bir üretim sürecinin optimum üretim döngüsü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu varsayımlardan yola çıkılarak öncelikle birinci bölümde işletme envanteri, envanter kavramı, envanter yönetimi ve envanter ile ilgili olası belirsizliklerden bahsedilmiş ve klasik envanter modelleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Daha sonra klasik envanter modellerine yapılan çeşitli açılımlardan bahsedilmiş ve bu çalışmada önerilen modelde ki yeni açılımlar olarak geçen stoksuzluk, öğrenme etkisi ve kusurlu ürün durumu ayrıca incelenerek literatür taramaları yapılmıştır.

İkinci bölümde üretim ve öğrenme ilişkisi başlığı altında üretim ve öğrenme kavramları açıklanarak detaylandırılmıştır. Özellikle emek yoğun işletmelerde öğrenme kavramı rekabet gücünü artırabilen stratejik bir kavram haline gelmiştir. Çünkü öğrenmenin etkisi ile birim üretim sürelerinde ve maliyetlerde düşüş gözlemlenmektedir. Bu sayede de işletmeler daha cazip fiyat politikaları ile rekabet piyasasında öne çıkma avantajı yakalamaktadırlar. Bu bölümde ayrıca önerilen modelin yapıtaşları olan Wright öğrenme eğrilerinin mantığı ve işleyişi de anlatılmaktadır.

Son bölümde ise önerilen model; işleyişi, aşamaları ve cebirsel ifadeleri ile birlikte detaylı bir şekilde verilmiştir. Bu çalışmada, üretim miktarının, kusurlu ürün oranının ve öğrenme etkisinin ortak optimizasyonu için entegre bir ekonomik model sunulmaktadır. Stoksuzluğa izin verilmektedir. Bu şartlar altında modelin stok, stoksuzluk ve son olarak toplam maliyet denklemleri elde edilmiştir. Amaç birim zamandaki toplam maliyeti minimum kılan üretim miktarının (parti hacminin) belirlenmesidir. Ancak bu çalışmadaki modelde birim zamandaki toplam maliyet (TCU) q_k ve q_{1k} gibi parametrelere bağlı olarak iki boyutludur. Bu nedenle önce TCU tek boyutlu denklem haline getirilmiştir. Daha sonra modelin optimal çözüm sonuçları verilmiştir. Modelde kabul edilen kusurlu ürün durumu ve öğrenme etkisi durumu ve de modelde kullanılan Wright eğrisi denkleminde bulunan öğrenme muhafaza oranının optimalliği ne kadar etkilediğini anlayabilmek için duyarlılık analizi altında bu üç tip oran analiz edilmiştir. Kusurlu ürün oranı azaldıkça optimal üretim miktarında, çevrim ve üretim süresinde de azalma meydana gelmektedir. Bu durumlar maliyet ile bağlantılı olarak maliyette de işletme açısından olumlu bir azalma gözlemlenmektedir. Yani kusurlu oranı azaldıkça sürede ve maliyette azalma; stok ve stoksuzluk miktarlarında artış gözlenmektedir. Öğrenme katsayısı yani öğrenme oranı azalırken optimal üretim miktarında önce artış sonra azalış gözlemlenmektedir. Çevrim ve üretim sürelerinin ise daha kısa sürede tamamlandığı görülmektedir. Bu durum birim zamandaki maliyet değerini düşürmektedir. Maksimum stok ve stoksuzluk miktarlarında da genel olarak bir artış gözlemlenmektedir. Öğrenme muhafaza oranı artarken optimal üretim miktarında, birim zamandaki toplam maliyette, çevrim ve üretim sürelerinde azalma meydana gelmektedir. Maksimum stok ve stoksuzluk miktarlarında ise artış gözlemlenmektedir. Ortalama birim üretim maliyeti ve ortalama birim üretim süreleri ise azalmaktadır. Genel olarak bakıldığında duyarlılık analizi neticesindeki bu değişimler beklenen durumlardır, anlamlı birer sonuç olarak kabul edilebilirler.

KAYNAKÇA

- Abad, Prakash L. (2000). Optimal Lot Size for a Perishable Good under Conditions of Finite Production and Partial Backordering and Lost Sale. *Computers & Industrial Engineering* 38(4): 457–465.
- Abad, Prakash L. (2003). Optimal Pricing and Lot-Sizing under Conditions of Perishability, Finite Production and Partial Backordering and Lost Sale. *European Journal of Operational Research* 144(3): 677–685.
- Abad, Prakash L. (2001). Optimal Price and Order Size for a Reseller under Partial Backordering. *Computers & Operations Research* 28(1): 53–65.
- Adler, G. L.- Nanda R. (1974a). The Effects of Learning on Optimal Lot Size Determination-Single Product Case. *A I I E Transactions* 6(1): 14–20.
- Adler, G. L.- Nanda R. (1974b). The Effects of Learning on Optimal Lot Size Determination-Multiple Product Case. *A I I E Transactions* 6(1): 21–27.
- Aktan, Coşkun Can. (2012). Sinerjik Yönetim: Organizasyonlarda Sinerji Etkisi. *Organizasyon Ve Yönetim Bilimleri Dergisi Cilt 4, Sayı 1, 4: 1309–8039.*
- Alamri, A. A.- Balkhi Z.T. (2007). The Effects of Learning and Forgetting on the Optimal Production Lot Size for Deteriorating Items with Time Varying Demand and Deterioration Rates. *International Journal of Production Economics* 107(1). Special Section on Building Core-Competence through Operational Excellence: 125–138.
- Axsater, S.- Elmaghraby S.E. (1981). A Note on EMQ Under Learning and Forgetting. *IIE Transactions* 13(No 1): 86–90.
- Aydemir, Erdal. (2015). Envanter Yönetimi ve Uzantıları: Ekonomik Üretim Miktarı Modelleri Üzerine Bir Bilimsel Yazın Araştırması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 15(3). 2017.
- Aydın, M. K.- Aksoy Ö. (2014). Öğrenme'nin 'Kısa Dönem' Koşulları Altında Maliyetleri Azaltıcı Etkisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*(2): 1–15.
- Badiru, A.B. (1992). Computational Survey of Univariate and Multivariate Learning Curve Models. *IEEE Transactions on Engineering Management* 39(2): 176–188.
- Ben-Daya. (1999). Integrated Production Maintenance and Quality Model for Imperfect Processes.
- Ben-Daya, M.- Makhdoum M.A. (1998). Integrated Production and Quality Model under Various Preventive Maintenance Policies. *Journal of the Operational Research Society* 49(8): 840–853.

Ben-Daya, Mohamed. (2002). The Economic Production Lot-Sizing Problem with Imperfect Production Processes and Imperfect Maintenance.

Berg, M.- Posner M. J. M.- Zhao H. (1994). Production-Inventory Systems with Unreliable Machines. *Operations Research* 42(1): 111–118.

Buffa-Spencer E.- Taubert W.H. (1974). *Production-Inventory Systems: Planning and Control*. Rev. ed.; second printing. Homewood, III: R.D. Irwin.

Can, H.- Güney, S. (2015). *Genel işletme*. İstanbul: Siyasal Kitabevi.

Cardenas-Barron, L. E. (2001) The Economic Production Quantity (EPQ) with Shortage Derived Algebraically. *International Journal of Production Economics* 70(3): 289–292.

Kondu, Cemal, (2017). *Öğrenmeyi Öğrenme*. Az Kitap

Chakraborty T.- Giri .B.C.- Chaudhuri K. S. (2008). Production Lot Sizing with Process Deterioration and Machine Breakdown. *European Journal of Operational Research* 185(2): 606–618.

Chand, Suresh. (1989). Lot Sizes and Setup Frequency with Learning in Setups and Process Quality. *European Journal of Operational Research* 42(2): 190–202.

Cheng, T. C. E. (1994). An Economic Manufacturing Quantity Model with Learning Effects. *International Journal of Production Economics* 33(1). Special Issue on Pacific Manufacturing: 257–264.

Cherrington, J. E.- Lippert S.- Towill D.R. (1987). The Effect of Prior Experience on Learning Curve Parameters. *International Journal of Production Research* 25(3): 399–411.

Chung, Kun-Jen. (1997). Bounds for Production Lot Sizing with Machine Breakdowns. *Computers & Industrial Engineering* 32(1): 139–144.

Değirmenci, Serdar. (2018). Türkiye’de Bor Madeni Üretiminin Ülke Ekonomisine Katkısı. Egezegen. <https://egezegen.com>.

Deming, W. E. vd. (2014). *Krizden çıkış*. İstanbul: KalDer.

Demir, M. H., ve Gümüšoğlu Ş. (2003). *Üretim Yönetimi: İşlemler Yönetimi*. İstanbul: Beta.

Duman, Bilal. (2007). *Neden Beyin Temelli Öğrenme?* Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Dye, Chung-Yuan. (2007). Joint Pricing and Ordering Policy for a Deteriorating Inventory with Partial Backlogging. *Omega* 35(2): 184–189.

- Efil, İsmail. (2010). Toplam Kalite Yönetimi. Bursa: Dora Basım Yayın.
- Elmaghraby, SALAH E. (1990). Economic Manufacturing Quantities under Conditions of Learning and Forgetting (EMQ). *Production Planning & Control* 1(4): 196–208.
- Elsayed, E. A.- Teresı C. (1983). Analysis of Inventory Systems with Deteriorating Items. *International Journal of Production Research* 21(4): 449–460.
- Eroğlu, Abdullah. (2002). Deterministik envanter modelleri. Isparta: Fakülte Kitabevi.
- Eroğlu, A.- Özdemir, G. (2007). An Economic Order Quantity Model with Defective Items and Shortages.
- Eroğlu, A.- Özdemir, G. (2007). An Economic Order Quantity Model with Defective Items and Shortages. *Special Section on Organizational Structure, Culture and Operations Management: An Empirical Missing Link*: 544–549.
- Eroğlu, A.- Karaatlı, M.- Kılıç Y. (2004). Kusurlu Ürünler İçin Bir Ekonomik Üretim Miktarı Modeli. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 9(2).
- Fisk, J. C.- Ballou D.P. (1982). Production Lot Sizing Under A Learning Effect. *AIIE Transactions* 14(4): 257–264.
- Giri, B. C.- Jalan A. K.- Chaudhuri K. S. (2005). An Economic Production Lot Size Model with Increasing Demand, Shortages and Partial Backlogging. *International Transactions in Operational Research* 12(2): 235–245.
- Globerson, S.- Levin. (1987). Incorporating Forgetting into Learning Curves. *International Journal of Operations & Production Management*. World.
- Globerson, S.-Levin N.- Shtub A. (1989). The Impact of Breaks on Forgetting When Performing A Repetitive Task. *IIE Transactions* 21(4): 376–381.
- Globerson, S.-Seidmann A. (1988). The Effects of Imposed Learning Curves on Performance Improvements. *IIE Transactions* 20: 317–324.
- Goyal, S. K.- Cardenas-Barron L.E. (2002). Note on: Economic Production Quantity Model for Items with Imperfect Quality—a Practical Approach. *International Journal of Production Economics* 77(1): 85–87.
- Groenevelt, H.- Pintelon L.- Seidmann A., (1992a). Production Batching with Machine Breakdowns and Safety Stocks. *Operations Research* 40(5): 959–971.
- Groenevelt, H.- Pintelon L.- Seidmann A. (1992b). Production Lot Sizing with Machine Breakdown. *Management Science* 38: 104–123.

Grubbström, R.W.-Erdem A. (1999) The EOQ with Backlogging Derived without Derivatives. *International Journal of Production Economics* 59(1): 529–530.

Güler, İ.- Tuna, M. (2012). *Kalite Yönetim Sistemleri*. Detay Yayınları, Ankara: Detay Yayıncılık.

Ivancevich, J.M.- Lorenzi P.- Skinner S.J. (1997). *Management: Quality and Competitiveness*. 2nd edition. Chicago: Irwin.

Jaber, M. Y., Bonney M. - Moualek I. (2009). Lot Sizing with Learning, Forgetting and Entropy Cost. *International Journal of Production Economics* 118(1). Special Section on Problems and Models of Inventories Selected Papers of the Fourteenth International Symposium on Inventories: 19–25.

Jaber, M.Y.- Bonney M. (1996). Production Breaks and the Learning Curve: The Forgetting Phenomenon. *Applied Mathematical Modelling* 20(2): 162–169.

Jaber, M. Y.- Bonney M. (1997). The Effect of Learning and Forgetting on the Economic Manufactured Quantity (EMQ) with the Consideration of Intracycle Backorders. *International Journal of Production Economics* 53(1): 1–11.

Jaber, M. Y.- Bonney M. (1998). The Effects of Learning and Forgetting on the Optimal Lot Size Quantity of Intermittent Production Runs. *Production Planning & Control* 9(1): 20–27.

Jaber, M. Y.- Bonney M. (1999). The Economic Manufacture/Order Quantity (EMQ/EOQ) and the Learning Curve: Past, Present, and Future. *International Journal of Production Economics* 59(1–3): 93–102.

Jaber, M. Y.- Bonney M. (2003). Lot Sizing with Learning and Forgetting in Set-Ups and in Product Quality. *International Journal of Production Economics* 83(1): 95–111.

Jaber, M. Y.- Salameh M.K. (1995). Optimal Lot Sizing under Learning Considerations: Shortages Allowed and Backordered. *Applied Mathematical Modelling* 19(5): 307–310.

Jordan S.F.- Daoud K- Srour Issam M. (2016). Learning Curves in Construction: A Critical Review and New Model. *Journal of Construction Engineering and Management* 142(4): 06015004.

Juran. (1998). *Juran's Quality Handbook*.

Kaygusuz, S.- Eryılmaz, M.- Efil, İ. (2015). *İşletme : Kuram ve Pratik*. Ekin basım yayın.

Kaygusuz, S.Y.- Dokur Ş. (2009). *Maliyet muhasebesi*. Bursa: Dora.

Keachie, E.C.-Fontana R.J. (1966). Effects of Learning on Optimal Lot Size. *Management Science* 13(2): B-102.

Kobu, Bülent. (2014). *Üretim yönetimi*. İstanbul: Beta.

Kovancı, Ahmet. (2003). *Toplam Kalite Yönetimi: Fakat Nasıl?: Her Seviyedeki Yöneticiler İçin Toplam Kalite Yönetimi Uygulama Rehberi*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Krajewski, L. J.vd. (2013). *Üretim yönetimi: süreçler ve tedarik zincirleri*. Ankara: Nobel Akademik.

Lam, K. K.- Rahim M. A. (2004). Joint Determination of Economic Design of Control Charts, Economic Production Quantity, and Production Run Length for a Deteriorating Production System.

Lee, H.L.-Rosenblatt M.J. (1989). A Production and Maintenance Planning Model with Restoration Cost Dependent on Detection Delay. *IIE Transactions* 21(4): 368–375.

Lee, J.S.- Park K.S. (1991). Joint Determination of Production Cycle and Inspection Intervals in a Deteriorating Production System. *Journal of the Operational Research Society* 42(9): 775–783.

Levin, Richard I. vd. (1972). *Production Operations Management :Contemporary Policy for Managing Operating Systems*. McGraw-Hill Series in Management. New York: McGraw-Hill.

Li, G.-Rajagopalan S. (1998). A Learning Curve Model with Knowledge Depreciation. *European Journal of Operational Research* 105(1): 143–154.

Lin, Chen-Sin- Chen C.H.- Kroll D.E. (2003). Integrated Production-Inventory Models for Imperfect Production Processes under Inspection Schedules. *Computers & Industrial Engineering* 44(4): 633–650.

Liou, M.J-Tseng S.T.-Lin T.M. (1994). The Effects of Inspection Errors to the Imperfect Emq Model. *IIE Transactions* 26(2): 42–51.

Liu, B.- Cao J. (1999). Analysis of a Production–Inventory System with Machine Breakdowns and Shutdowns. *Computers & Operations Research* 26(1): 73–91.

Maddah, B.-Jaber M.Y. (2008). Economic Order Quantity for Items with Imperfect Quality: Revisited. *International Journal of Production Economics* 112(2). Special Section on RFID: Technology, Applications, and Impact on Business Operations: 808–815.

Makis, V.- Fung J. (1998). An EMQ Model with Inspections and Random Machine Failures. *Journal of the Operational Research Society* 49(1): 66–76.

Makis, Viliam. (1998). Optimal Lot Sizing and Inspection Policy for an EMQ Model with Imperfect Inspections. *Naval Research Logistics* 45(2): 165–186.

Mucuk, İsmet. (2008). *Modern işletmecilik*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Yaslıoğlu M.M. (2016). *Rekabet Avantajı ve Strateji: Yöneticinin El Kitabı*.

Muth, E. J.- Spremann K. (1983). Learning Effects in Economic Lot Sizing. *Management Science* 29(2). JSTOR: 264–269.

Nahmias, Steven. (2005). *Production and Operations Analysis*. Boston: McGraw-Hill Irwin.

Çelikçapa, F.O- Şenol G. (2015). *Üretim yönetimi*. Bursa: Ekin Yayınevi.

Özkan, Şule. (2011). *Yöneylem Araştırması: Nicel Karar Teknikleri*. Ankara: Nobel Yayın.

Özyurt, S.- Girgin N. (2000). *Gelişim Süreçleri: İnsan Nasıl Öğrenir*. Adapazarı: Değişim Yayıncılık.

Padmanabhan, G.-Vrat P. (1990). Inventory Model with a Mixture of Back Orders and Lost Sales. *International Journal of Systems Science* 21(8): 1721–1726.

Papachristos, S.- Konstantaras I. (2006). Economic Ordering Quantity Models for Items with Imperfect Quality. *International Journal of Production Economics* 100(1): 148–154.

Papatya, Gürcan. (2015). *Temel işletmecilik bilgisi: teorik düzenlemeler, entelektüel birikim ve notlar*. Isparta: Beyazıt Kitabevi.

Plossl, G. W.- Wight O.W. (1967). *Production and Inventory Control: Principles and Techniques*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.

Rachamadugu, R.- Tan C.L. (1997). Policies for Lot Sizing with Setup Learning. *International Journal of Production Economics* 48(2): 157–165.

Rahım, M. A. (1994). Joint Determination of Production Quantity, Inspection Schedule, and Control Chart Design. *IIE Transactions* 26(6): 2–11.

Replogle S.H. (1988). The Strategic Use Of Smaller Lot Sizes Through A New EOQ Model.

Rosenblatt, M.J.- Lee H.L. (2007). Economic Production Cycles with Imperfect Production Processes. *IIE Transactions*.

Salameh, M. K.- Jaber M. Y. (2000). Economic Production Quantity Model for Items with Imperfect Quality. *International Journal of Production Economics* 64(1–3): 59–64.

Salameh, M. K.- Abdul-Malak M.A.U- Jaber M.J. (1993). Mathematical Modelling of the Effect of Human Learning in the Finite Production Inventory Model. *Applied Mathematical Modelling* 17(11): 613–615.

San José, L. A.- J. Sicilia- García-Laguna J. (2005). An Inventory System with Partial Backlogging Modeled According to a Linear Function. *Asia-Pacific Journal of Operational Research* 22(02): 189–209.

Sandbothe, R. A.- Thompson G.L. (1990). A Forward Algorithm for the Capacitated Lot Size Model with Stockouts. *Operations Research* 38(3): 474–486.

Sandbothe, R. A.- Thompson G.L (1993). Decision Horizons for the Capacitated Lot Size Model with Inventory Bounds and Stockouts. *Computers & Operations Research* 20(5): 455–465.

Schwaller, Richard Leo. (1988). *Eoq Under Inspection Costs*.

Selçuk, Ziya. (2008). *Eğitim psikolojisi*. Ankara: Nobel.

Sezen, Bülent. (2011). *Üretim yönetiminde yeni yaklaşımlar ve uygulamalar*. Ankara: Efil.

Sheu, S.H.- Chen J.A. (2004). Optimal Lot-Sizing Problem with Imperfect Maintenance and Imperfect Production. *International Journal of Systems Science* - 35: 69–77.

Şimşek, Hasan. (2013). *Toplam kalite yönetimi: Kuram, ilkeler, uygulamalar*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Skouri, K.- Papachristos S. (2002). A Continuous Review Inventory Model, with Deteriorating Items, Time-Varying Demand, Linear Replenishment Cost, Partially Time-Varying Backlogging. *Applied Mathematical Modelling* 26(5): 603–617.

Srinivasan, M. M.- Lee H.S. (1996). Production-Inventory Systems with Preventive Maintenance. *IIE Transactions* 28(11): 879–890.

Steedman I. (2007). Some Improvement Curve Theory: *International Journal Of Production Research: Vol 8, No 3*.

Stevenson, William J. (1996). *Production/ Operations Management*. Chicago.

Sulak, H.- Eroğlu A. (2009). *Ekonomik Sipariş ve Üretim Miktarı Modellerinde Yeni Açılımlar*.

Sule D.R. (2007). The Effect of Alternate Periods of Learning and Forgetting on Economic Manufacturing Quantity: *A I I E Transactions: Vol 10, No 3*.

Top, Aykut. (2001). Üretim Sistemleri: Analiz ve Planlaması. İstanbul: Alfa.

Towill, D. R. (1985). The Use of Learning Curve Models for Prediction of Batch Production Performance. International Journal of Operations & Production Management. World.

Tseng, Sheng-Tsaing.(1996). Optimal Preventive Maintenance Policy for Deteriorating Production Systems. IIE Transactions 28(8): 687–694.

Türk Dil Kurumu <http://www.tdk.gov.tr>, (02.04.2019)

Türk Dil Kurumu <http://www.tdk.gov.tr>, (02.04.2019)

Türk Dil Kurumu <http://www.tdk.gov.tr>, (02.04.2019)

Türkiye İstatistik Kurumu, İşgücü İstatistikleri, 2018. <http://www.tuik.gov.tr>, (24.07.2019)

Wee, H. M.- Yu J.- Chen M. C. (2007). Optimal Inventory Model for Items with Imperfect Quality and Shortage Backordering. Omega 35(1): 7–11.

Wee, Hui-Ming. (1999). Deteriorating Inventory Model with Quantity Discount, Pricing and Partial Backordering. International Journal of Production Economics 59(1): 511–518.

Wortham, A.W.- Mayasi A.M. (2007). Learning Considerations with Economic Order Quantity: A I I E Transactions: Vol 4, No 1.

Wright, T. P. (1936). Factors Affecting the Cost of Airplanes. Journal of the Aeronautical Sciences 3(4): 122–128.

Yenersoy, Gönül. (2011). Üretim Planlama ve Kontrol. İstanbul: Papatya yayıncılık.

Capital . “Yetenekli İnsanlar Şirket Değerini Artırır”. <https://www.capital.com.tr>, (10.06.2019).

Yılmaz, Malik. (2009). Öğrenme ve Bilgi İlişkisi: 18.

Zhang, X.- Gerchak Y. (1990). Joint Lot Sizing and Inspection Policy in an EOQ Model with Random Yield. IIE Transactions 22(1): 41–47.

Zhou, Y.- W.-. Lau H.-S. (1998). Optimal Production Lot-Sizing Model Considering the Bounded Learning Case and Shortages Backordered. Journal of the Operational Research Society 49(11): 1206–1211.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad ve Soyad: Gamze KILINÇ

Doğum Yeri ve Yılı: Isparta, 1991

Medeni Hali: Bekâr

Eğitim Bilgileri

2014-2019, Yüksek Lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı

2009-2014, Lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü

2005-2009, Lise, Burdur Anadolu Lisesi/Burdur

Yabancı Dil ve Düzeyi:

1. İngilizce YÖKDİL 2017: 81,25