

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

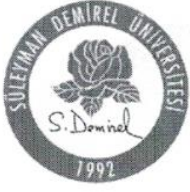
KUSURLU ÜRÜNLER İÇEREN ÜRETİM SİSTEMLERİ İÇİN
BULANIK MODELLER

Genco ŞAHİNOĞLU
1030201332

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖZTÜRK

ISPARTA – 2019



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin Adı Soyadı	GENCO ŞAHİNOĞLU
Anabilim Dalı	İŞLETME
Tez Başlığı	KUSURLU ÜRÜNLER İÇEREN ÜRETİM SİSTEMLERİ İÇİN BULANIK MODELLER
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 07/08/2019 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	Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖZTÜRK	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Sami ÖZTÜRK	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Sema SARI	<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 “**KUSURLU ÜRÜNLER İÇEREN ÜRETİM SİSTEMLERİ İÇİN BULANIK MODELLER**” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadar ki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.

Genco ŞAHİNOĞLU
07.08.2019

(ŞAHİNOĞLU, Genco, *Kusurlu Ürün İçeren Üretim Sistemleri İçin Bulanık Modeller*, Y.L.Tezi, Isparta, 2019)

ÖZET

Klasik ekonomik sipariş/üretim miktarı (EOQ/EPQ) modelinin en önemli varsayımlarından bir tanesi sipariş verilen/üretilecek partideki ürünlerin tamamının kusursuz olmasıdır. Ancak bu varsayım gerçek hayatta, taşıma problemleri, üretimdeki aksaklıklar ve personel yetersizliği gibi sebepler dolayısıyla mümkün olmamaktadır. Günümüz küreselleşen rekabet ortamında bu varsayım büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, üretim süreçlerinin kusurlu ürünler içerdiği ve kusurlu ürün oranının bilinen bir olasılık yoğunluk fonksiyonu ile tanımlandığı bir stok kontrol modeli üzerinde çalışılmıştır. Bu modelde, teslim alınan ya da üretilen her bir parti ürün kusurlu parça içerdiğinden kalite kontrol sürecinden geçirilmektedir. İnceleme sonucunda belirlenen kusurlu ürünler, yerel bir firma tarafından tekrar işlenerek stoktaki ürünlere eklenmektedir.

Bu çalışmada, konu edinilen ekonomik sipariş miktarı modeli bulanık ortamda tekrar ele alınmıştır. Birim zamandaki toplam kâr fonksiyonunun durulaştırılmış tahmini, Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi ve işaretli uzaklık yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Optimal sipariş miktarını veren eşitliklerin tespiti için birinci türev kullanılmıştır. Ayrıca, sayısal örnekler ile geliştirilen bulanık modeller için optimal çözüm sonuçları belirlenmiştir. Duyarlılık analizleri yardımıyla bazı model parametrelerinin optimal çözüm üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Bulanık toplam kâr fonksiyonu, uygulamada oldukça sık rastlanan hem işaretli uzaklık hem de Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi gibi iki farklı yöntemle elde edilerek, karar vermede karşılaşılan problemlere alternatif çözümler sağlanmıştır.

Ulaşılan sonuçlar karşılaştırıldığında, bulanık modeller için bulunan optimal çözüm sonuçlarının, klasik modele göre gerçeğe daha yakın olduğu görülmektedir. Sonuç olarak bulanık küme teorisini kullanmanın model parametrelerindeki belirsizliği tanımlamada etkin bir araç olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Sipariş Miktarı, Kusurlu Ürün, Yeniden İşleme, Ağırlıklı Ortalama Birleşim Sunum Yöntemi, İşaretli uzaklık yöntemi

(ŞAHİNOĞLU, Genco, *Fuzzy Models for Production Systems Including Imperfect Products*, M.Sc. Thesis, Isparta, 2019)

ABSTRACT

One of the most important assumptions of the classic economic order/production quantity (EOQ/EPQ) model is that all of the ordered products are perfect. However, this assumption is not possible in real life due to transportation problems, problems in production and personnel insufficiency. In today's globalizing competitive environment, this assumption is very important. Therefore, in this study, a stock control model in which the production processes contain imperfect products and the imperfect product ratio was defined by a known probability density function was studied.

In this model, each batch produced accepted was passed through the quality control process since the product contains defective parts. The defective products determined as a result of the inspection are reworked by a local company and added to the products in the stock. However, in real life, it is not always possible to calculate these values by probability theory, since the parameters and variables in the stock control models include uncertain values in this study. It is possible to obtain a mathematical model of this problem using fuzzy set theory. In this study, the model of the economic order quantity that is taken into consideration is reconsidered in the fuzzy environment. The clarified estimate of the total profit function at a unit of the time is obtained by using the graded average combination display and the marked distance methods. The equations giving the optimal order quantity are obtained by using the first derivative. Optimal solution results were determined for fuzzy models developed with numerical samples. Sensitivity analyzes were used to investigate the effects of some model parameters on the display of solution.

In this study, the fuzzy total profit function was obtained by two different methods such as showing both the marked distance and the graded average combination, which are quite common in practice, and alternative solutions to the problems encountered in decision making are provided. When the results obtained were compared, it was seen that the optimal solution results for the fuzzy models were closer to the reality than the conventional models. As a result, it was shown that the use of fuzzy set theory was an effective tool for defining uncertainty in model parameters

Keywords: Economic order quantity, Defective items, Rework, Graded mean integration representation method, Signed distance method



İÇİNDEKİLER

TEZ SAVUNMA TUTANAĞI.....	i
YEMİN METNİ	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

STOK KONTROL PROBLEMLERİ VE GELİŞTİRİLEN MODELLER

1. STOK KONTROL PROBLEMLERİ VE GELİŞTİRİLEN MODELLER.....	3
1.1. Klasik Stok Kontrol Modelleri.....	3
1.2. Kusurlu Ürünler İçeren Stok Kontrol Modelleri	4
1.3. Bulanık Stok Kontrol Modelleri	7

İKİNCİ BÖLÜM

KLASİK MODEL VE BULANIK ARİTMETİK İŞLEMLER

2. KLASİK MODEL VE BULANIK ARİTMETİK İŞLEMLER	14
2.1. Klasik Model.....	14
2.2. Bulanık Küme Teorisi.....	18
2.2.1. Bulanık Sayı	18
2.2.2. Bulanık Aritmetik İşlemler.....	20
2.2.3. Ağırlıklı Ortalama Birleşim Sunum Yöntemi	20

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MODEL ÖNERİLERİ

3. YENİDEN İŞLENEBİLİR KUSURLU ÜRÜNLER İÇEREN BULANIK EKONOMİK SİPARİŞ MİKTARI MODEL ÖNERİLERİ.....	22
3.1. Bulanık Ekonomik Sipariş Modeli	22
3.2. İşaretli Uzaklık Yöntemi İle Bulanık Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli	23
3.3. Ağırlıklı Ortalama Birleşim Sunum Yöntemi İle Bulanık Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli.....	25
3.4. Önerilen Modeller İle İlgili Örnek Olay İncelemesi	29
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKÇA	42
ÖZGEÇMİŞ.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yeniden İşlenebilir Kusurlu Ürünler için Siparişe Dayalı Stok Kontrol Sistemi	15
--	----



TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Bir tane Δi değeri değişirken diğerleri sabit olduğunda “y”deki ve DFTPU’deki değişim	30
Tablo 3.2. D daki değişim için “y”deki ve DFTPU’deki değişim.....	31
Tablo 3.3. K daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi.....	32
Tablo 3.4. “h”daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi	32
Tablo 3.5. “q” daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi.....	33
Tablo 3.6. h'deki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi.....	34
Tablo 3.7. hR değişim için y daki ve DFTPU daki değişime etkisi	34
Tablo 3.8. D daki değişim için “y”deki ve DFTPU’deki değişim.....	35
Tablo 3.9. “K”daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi.....	36
Tablo 3.10. “h”daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi	36
Tablo 3.11. “q”daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi.....	37
Tablo 3.12. “h’ ”deki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi.....	38
Tablo 3.13. “hR”daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi.....	39

ÖNSÖZ

Süleyman Demirel Üniversitesi'ndeki yüksek lisans tezimde bana destek veren, teşvik eden, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, danışman değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖZTÜRK'e en güzel duygularıyla çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans savunma komitesinde yer alarak, tezin en son haline gelmesinde büyük katkıda buldukları için değerli hocalarım, Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Sami ÖZTÜRK ve Dr. Öğr. Üyesi Sema SARI'ya çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmam sürecinde bana destek olan ve sabır gösteren başta sevgili eşim Buket ŞAHİNOĞLU'na ve canım kızlarım Ecenaz ve Melis'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Genco ŞAHİNOĞLU
ISPARTA-2019

GİRİŞ

Bir üretim sisteminde üretilen ürüne doğrudan veya dolaylı olarak eklenen tüm fiziksel varlıklar ve ürünün kendisi stok konseptindedir. Stoklar, sermaye yatırımı içinde olan fiziksel unsurlardır. Stoklar, genel anlamda, üretilen, satın alınan ve kullanılmak için işletmede tutulan her türlü kalemi ifade eder. Muhasebe bakımından stok, işletmelerin satmak, üretim faaliyetlerinde kullanmak veya üretim faaliyetleri esnasında kullanmak amacıyla edindikleri her türlü malzeme, yarı mamul, mamul, ticari ürün, yan ürün gibi varlıklar olarak tanımlanabilir (Öçlü, 2015).

Stoklar, üretim ve ticaret işletmelerinde, işletmelerin en önemli varlıklarıdır. Bu nedenle işletmelerde stok yönetimi önemli bir yer almaktadır. Stok yönetiminde, üretimi kesintiye uğratmamak için ihtiyaç duyulduğunda gerekli stoğun temin edilmesi gereklidir. Stokların maliyet giderlerini çok yüksek değerlere ulaşmaması için mutlak önlemler alınmalıdır. Etkili bir stok yönetimi için stok kontrol yöntemleri ile gerçekleştirilebilir (Öçlü, 2015).

Stok probleminin matematiksel modelinin bulunmasında ve çözümünde en temel gösterge, bir stok kalemine olan talebin, kesin olarak bilinen (deterministik) veya bir olasılık dağılımı ile tanımlanmış (olasılıklı) olarak nasıl olacağını bilinmesidir. Ancak, bilgilerin yeterli olmaması sebebiyle problemlerin, çözümü mümkün olmamakta ya da göreceli sonuçlar elde edilmektedir. Bu durum bazı belirsizlik durumları ortaya çıkarmaktadır. Bulanık küme teorisini ilk olarak 1965 yılında Lotfi Askerzade Zadeh tanımlamıştır. Zadeh (1965) tam ve belirsiz bilgi kaynaklarını bulanık kaynaklar olarak tanımlamış ve bulanık kelimesini literatüre kazandırmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, tek bir kusurlu ürün ve kusurlu ürünlerin tümü içerisinde dönüştürülebilir ürünlerin varolması varsayımları ile ilgili stok kontrol modelleri üzerine kaynak araştırması yapılmıştır. Bu çalışmada yerli ve yabancı kaynaklarda daha önceki çalışmalarda bulunmayan ve çalışmanın ana çatısını oluşturan stok kontrol modeli üzerinde durulmaktadır.

İkinci bölümde ise bulanık küme teorisinin stok kontrol modelleri üzerinde uygulanabilirliğini belirlemek amacıyla bulanık stok kontrol modelleri üzerinde detaylı bir kaynak araştırması yapılmıştır. Bu tez çalışması ile ilgili diğer araştırmalarda

uygulanan durulaştırma yöntemi ve ilgili yöntemlerin en uygun çözüm sonuçları üzerindeki etkisinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bununla beraber bu bölümde, bulanık aritmetik işlemler, durulaştırma yöntemlerinden olan ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi hakkında bilgi verilmektedir.

Üçüncü bölümde, yeniden işlenebilir ürünler için kusurlu ürünler içeren bulanık sipariş miktarı model önerileri ele alınmıştır. Bu bölümde işaretli uzaklık yöntemi, bulanık ekonomik sipariş miktarı modeli, bulanık ekonomik sipariş miktarı modelinin matematiksel olarak formüle ediliş ve optimal çözüm sonuçları hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca, karar değişkenlerinin ve sadece girdi parametrelerinin bulanık olma durumları için ayrı bulanık modeller elde edilmiştir. Ek olarak, bulanık ekonomik sipariş miktarı ve gelişmiş ekonomik sipariş miktarı modellerinin ne derecede geçerli olduğunu belirlemek için iki örnek olay çalışması yapılmıştır. Model parametrelerinin en uygun sonuçlara etkisini belirlemek için duyarlılık analizleri tartışılmıştır. Örnek olay çalışmaları sonuçlarına bakıldığında, optimal çözüm sonuçlarının bulguları ve önerileri özet halinde verilmiştir.

Sonuç bölümünde, bu tezde elde edilen sonuçların, gelecekteki çalışmalar için de yön gösterici olarak kullanılabilirliği ele alınmıştır. Bu çalışmada kusurlu ürünlerin yeniden işlenebilirliğini içeren bulanık stok kontrol modelleri ve ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirilmiştir. Araştırma bulguları stoksuzluk durumunun kısmen karşılanması, fazla ürün olması, tedarik etme süresinin dikkate alınması, incelemelerde birinci ve ikinci tip hataların olması ve diğer belirsizlik durumlarını içeren gelecek çalışmalara yön gösterecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1 STOK KONTROL PROBLEMLERİ VE GELİŞTİRİLEN MODELLER

1.1 Klasik Stok Kontrol Modelleri

İşletmelerin faaliyetlerini sektörlerini kesintiye uğratmadan yürütmeleri gereken en önemli şart yeterli stoklara sahip olmaktır. Stoklardaki yatırımlar doğrudan iç ve dış faaliyetleri etkilediğinden, stok miktarının gerekenden daha az olması üretim kesintilerine ve müşteri kayıplarına neden olmakta ve fazla miktar kullanılmayan kapasitelere neden olmaktadır. Bu durumda, karşılaşılan envanter problemleri en uygun stok seviyesine ulaşmayı amaçlamaktadır (Taha, 2000; Özkan, 2011)(Özkan, 2012: 273; Taha, 2007: 433).

Talep yapısına bağlı olarak stok problemlerinin matematiksel modelinin elde edilmesi ve çözülmesi değişkenlik gösterir, stok kontrol modellerinin deterministik ve olasılıksal modeller olarak sınıflandırılmasının temelini oluşturur. Talep, yani tüketim oranının deterministik olduğu bilinirse, talep zaman içinde sabit kalırsa deterministik modeller deterministik statik modeller, talebin zaman zaman değişmesi durumunda deterministik dinamik modeller olarak sınıflandırılır. Eğer talep oranı bir olasılık yoğunluğu işlevine uyuyorsa, olasılık modelleri, olasılık yoğunluğu işlevinin zaman içinde değişmemesine ve değişip değişmemesine bağlı olarak sırasıyla sabit ve sabit olmayan modeller olarak sınıflandırılır (Eroğlu, 2002; Özkan, 2011) (Eroğlu, 2002: 5-6; Özkan, 2011: 279-280).

Stok kontrol modellerinin en kolay şekli olan ekonomik üretim miktarı modelleri deterministik statik stok kontrol modelleri ve klasik ekonomik sipariş miktarı içindedir (Taha, 2000)(Taha, 2007: 434). Bu modeller, sipariş edilen veya üretilen tüm ürünlerin kaliteli ürünler içerdiğini (kusurlu ürünler hariç) varsayarak stok tutma maliyetleri, sipariş maliyetleri ve/veya hazırlık maliyetlerini oluşturan toplam stok maliyetlerini en aza indirmeyi amaçlar.

Yeniden işleme, muayene süresine bağlı olarak üreticiler veya distribütör tarafından yapılabilir. Bu çalışmada, yeni varsayımlar göz önünde bulundurularak, distribütörün ürünleri toplu olarak sipariş ettiği, sipariş sonucu alınan her bir ürün grubunun kusurlu ürünler içerdiği, kusurlu ürünlerin tekrardan işlenebilir ürünlerden olduğu ve stoksuzluk ile oluştuğu bir ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirilmiştir.

1.2 Kusurlu Ürünler İçeren Stok Kontrol Modelleri

Stok kontrol modellerinden ilki, 1913'te Harris tarafından geliştirilmiş ekonomik sipariş miktarı modelidir. Daha sonra Taft (1918) ekonomik üretim miktarı modelini geliştirmiştir.

Porteus (1986) çalışmasında, üretim sürecinin kontrolden çıkabileceğini ve kusurlu ürünlerin üretimi ve yatırım farklılıklarının, kalite iyileştirme ve hazırlık maliyetinin azaltılması konusunu incelemiştir.

Rosenblatt ve Lee (1986), üretim sisteminin hatalı ürünler içerdiği bir ekonomik üretim miktarı modeli geliştirmiştir. Ayrıca geliştirilen bu modelde kusurlu ürünlerin aynı üretim sisteminde belli bir maliyet ile yeniden işlenebilir olduğu varsayılmaktadır.

Zhang ve Gerchak (1990), sipariş edilen ürünlerin rassal bir oranının hatalı olduğu ekonomik sipariş miktarı modelinde siparişin büyüklüğünü ve araştırma işlemini ele almıştır.

Bununla birlikte, Cheng (1991), Lin (1999), ile Chen ve Lo (2006), gibi araştırmacılar, çeşitli varsayımlar ile kusurlu ürünlerle bir ekonomik üretim miktarı modeli geliştirmişlerdir.

Schwaller (1988), klasik ekonomik sipariş miktarı modelini, hatalı ürünlerin bir partideki oranını bilme varsayımıyla genişletmiştir. Geliştirilen modelde, sabit ve değişken denetim maliyetleri, ilgili kusurlu ürünlerin ancak yüksek maliyetli denetim işlemlerinden sonra tespit edilebileceği varsayımına dahil edilmiştir.

Kim ve Hong (1999), Rosenblatt ve Lee (1986) tarafından geliştirilen modele, üretim sisteminin kontrolden çıkana kadar geçen sürenin genel rassal dağılıma uygun olduğunu varsayarak yeni bir model getirmiştir.

Otuz yıl içinde, üretilen veya sipariş edilen ürünlerdeki kusurlu ürünlerin varsayımı farklı bir çalışma konusu olmuştur.

Salameh ve Jaber (2000), sipariş edilen her partinin belirli bir oranda kusurlu ürün içerdiği ve hatalı ürünlerin oranının bilinen bir olasılık dağılımına uyduğu bir ekonomik sipariş miktarı modeli için toplam kârı maksimize eden optimal sipariş miktarını veren bir sipariş modeli geliştirmiştir.

Son yirmi yıl boyunca, birçok araştırmacı, örneğin Hayek ve Salameh (2001), Chiu (2003), Chan vd. (2003), Flapper ve Teunter (2004), Jamal vd. (2004), Ojha vd.

(2007), Eroglu vd. (2008), Cárdenas-Barrón (2009), Pal vd. (2014) ve Jaber vd. (2014) farklı varsayımlarla çalışmalar yürütmüştür.

Hayek ve Salameh (2001), kusurlu ürünleri ve stoksuzluğa sahip bir ekonomik üretim miktarı modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen modelde, tüm kusurlu ürünlerin yeniden işlendiği ve hatalı ürünler oranının tekdüze dağılımı gösterdiği varsayılmaktadır.

Goyal ve Cárdenas-Barrón (2002), Salameh ve Jaber (2000) farklı bir bakış açısı ile en uygun sipariş miktarını veren bir eşitliği yeniden ele almışlardır.

Chiu (2003), bazı kusurlu ürünlerin yeniden işleneceği ve geri kalanının indirimli bir fiyata satılacağı varsayımını ekleyerek Hayek ve Salameh (2001) modeline yeni bir yaklaşım sağlamıştır.

Chan vd. (2003), indirimli fiyat, yeniden işleme ve gözden çıkarılmış ürünler içeren yeni bir ekonomik üretim miktarı modeli geliştirmişlerdir. Modelde stoksuzluk durumu bulunmamaktadır.

Chung ve Hou (2003), Kim ve Hong (1999) modelini yeniden değerlendirerek, stoksuzluk durumunu ekleyerek tekrardan incelemiştir.

Flapper ve Teunter (2004), üretim sürecinde yeniden işleme için stokta kalan ve sonunda değerini yitirmiş duruma gelen hatalı ürünler için farklı stratejiler önermişlerdir.

Jamal vd. (2004), tek işlemlik bir üretim sisteminde en uygun üretim miktarını belirlemek için iki üretim modeli geliştirmişlerdir. İlk durumda, kusurlu ürünler, üretimin yapıldığı aynı döngüde yeniden işlenmektedir. İkinci durumda ise kusurlu ürünler N döngüsü sonunda yeniden işlenmektedir.

Papachristos ve Konstantaras (2006), Salameh ve Jaber (2000) modelinde stoksuzluk durumuna izin verilmeme durumu için yeterli şartları tekrar ele alarak başka bir çözüm önermişlerdir.

Konstantaras vd. (2007), sipariş edilen her ürün grubunun belirli miktarda kusurlu ürün içerdiği ve talebi karşılamak için hatalı ürünlerin kullanılmadığı ekonomik sipariş miktarı modelini geliştirmiştir. Bununla birlikte, bu ürünleri mükemmel hale getirmek ve talebi karşılamak için yeniden kullanılabilir yada indirimli bir fiyatla tek bir partide satılabilirliği incelenmiştir.

Eroglu ve Ozdemir (2007), kusurlu ürünleri içeren ve stoksuzluğa izin veren bir ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmiştir. Kusurlu ürünlerin düşük kaliteli olduğunu

ve atılan ürünler olduğunu varsayımlardır. İnceleme işlemi tamamlandığında, atıl ürünler stoktan kaldırılır ve düşük kaliteli ürünler tek bir partide indirimli bir fiyata satılır.

Ojha vd. (2007), kusurlu ürünlerin yeniden işlenebildiği bir üretim sistemini, Eroglu vd. (2008), Chan vd. (2003)'de stoksuzluk durumuna izin verme modelini geliştirmişlerdir.

Wee vd. (2007), Salameh ve Jaber (2000) modelinin varsayımını ekleyerek stoksuzluk azami ekonomik sipariş miktarını elde etmelerine olanak tanıyarak maksimum kâr elde etmişlerdir. Bu çalışmada, alınan siparişin gelen talebin önceki dönemden karşılanamayacağı ve hemen karşılanacağı varsayılmıştır. Önceki dönemde karşılanamayan talebin, siparişin tesliminden hemen sonra karşılanabileceği varsayımından kaynaklanan mantıksal hata, Eroglu ve Ozdemir (2007) tarafından çalışmalarında, ele alınan ürünlerin incelendiği ve hatasız ürünlerden karşılandığı varsayımıyla düzeltilmiştir.

Maddah ve Jaber (2008), Salameh ve Jaber (2000) modelinde birim zaman başına beklenen toplam kârı, yenileme ödül teoremini (Ross vd., 1996) kullanarak ekonomik sipariş miktarı eşitliğini elde etmişlerdir.

Eroğlu ve Demir (2008), kusurlu ürünlerin, atıl (hurda), düşük kaliteli ve tekrar işlenebildiği ekonomik sipariş miktarı modeli için en uygun sipariş miktarını veren denklemleri elde etmişlerdir.

Cárdenas-Barrón (2009), kusurlu ürün üreten üretim sistemi için ekonomik bir üretim miktarı modeli geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, Jamal vd. (2004) stoksuzluk durumunu da bu modele eklemişlerdir.

Khan vd. (2011), Salameh ve Jaber (2000) modelinde, çalışmada öğrenmenin etkisinin durumunu incelemiş ve bunun sonucunda inceleme oranının öğrenme ile fazlaştığını göstermişlerdir.

Khan vd. (2011), Salameh ve Jaber modelini, incelemede hataların olduğu varsayımını da ekleyerek genişletmişlerdir. Bu modelde kusurlu ürün oranı, birinci tip ve ikinci tip kontrol hataları bilinen olasılık dağılımlarına uygundur. Yine, Khan vd. (2011), Salameh ve Jaber modelini baz alan çalışmalara yer vermişlerdir.

Yakın zamanda, Hsu ve Hsu (2016), tüm partideki hatalı ürünlerin oranının sıradan dağılımlı rassal bir değişken olduğu veya sabit olduğu, stoksuzluğa izin veren bir ekonomik üretim miktarı modelini geliştirmişlerdir.

Jaber vd. (2014), yeniden işleme ve satın alma varsayımlarını dahil ederek, iki ayrı ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir. İlk modelde, kusurlu ürünler stoktan kaldırılır ve ikinci modelde, yeniden işleme için farklı bir firmaya gönderilirken, ikinci modelde, Jaber vd. (2014), satın alma ve yeniden işleme varsayımları dahil olmak üzere iki farklı ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir.

Sharifi vd. (2015), muayenede oluşan hataların kısmi erteleme olduğu ekonomik sipariş miktarı üzerindeki etkisini inceleyerek kısmi erteleme ve optimal sipariş miktarı seviyesini belirlemişlerdir.

Alamri vd. (2016), değişken talep ve kusurlu ürün varlığında öğrenme etkisinin ekonomik sipariş miktarına etkisini incelemişlerdir.

Chang vd. (2016), ödemelerde gecikme, kusurlu ürün ve muayene hatalarını dikkate alan bir ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir.

Taleizadeh vd. (2016), kusurlu maddelerin yerel bir onarım deposuna gönderildiği bir ekonomik sipariş modeli sunmuştur. Jaber vd. (2014) tarafından yapılan ekonomik sipariş miktarı modelinin geliştirilmiş bir modeli olarak kabul edilmiştir.

Pal vd. (2014), üç seviyeli tedarik zinciri için kusurlu ürünler ile bir envanter modeli geliştirmişler ve arızalı ürünler ile ilgili üç farklı yolu kendi modellerinde tartışmışlardır.

Cunha vd. (2018), kusurlu kalitedeki ürünler için kısmi geri sipariş ve indirim içeren en uygun değerleri veren bir algoritma önermektedir.

Shah vd. (2018), fiyatlara duyarlılığı olan stok durumuna bağlı talep altında kusurlu üretim sürecinde iade edilen ve elden geçirilmiş stoklar için ekonomik bir sipariş modeli ele almışlardır.

Najafi vd. (2018), kısmi geri sıralamalı, hurdaları yeniden işleme ile ilgili ekonomik üretim miktarı modeli geliştirmişlerdir.

Ruidas vd. (2018), gelen partinin hurda ve tekrar işlenebilir kusurlu kaliteli ürünlerden oluşan bir ekonomik sipariş miktarı modeli ele almışlardır.

1.3 Bulanık Stok Kontrol Modelleri

Yukarıda belirtilen çalışmaların çoğunda, girdi parametreleri adı verilen kusurlu ürünlerin oranı, üretim veya talep oranı, çeşitli maliyetler (satın alma ve üretim, stokta tutma, stok eksikliği, sipariş ve üretim hazırlığı), birlikte sipariş değişkenleri, sipariş

miktarı ve stok eksikliği sabit değerler aldığı veya bilinen bir olasılık dağılımına uyan rassal değişkenler olarak kabul edilen envanter kontrol sistemlerini ele almaktadır. Bu nedenle, optimum sipariş miktarı ve maksimum stoksuzluk miktarını belirlemek için bu varsayımlar altında toplam maliyetler en aza indirilir.

Ancak, gerçek hayatta, bilinen olasılık teorisi ile olasılık dağılımlarını hesaplamak her zaman mümkün olmadığı için bu çeşit varsayımları kabul etmek çoğu zaman karar vermede yanlış sonuçlar doğurur. Bu nedenle, gerçek hayatta karşılaşılan problemleri matematiksel olarak modellemek için kabul gören varsayımlar üzerindeki belirsizlikleri dikkate almak gerekir. Karar vericiler, stok kontrol sorunlarını gerçek hayatta belirsizlikler içermesi nedeniyle kesin değer almak yerine, belirli parametrelerin belirli bir aralıkta değer almasına izin verebilirler. 1965 yılında Lotfi Askerzade Zadeh, tam ve belirsiz bilginin kaynağını bulanık kaynaklar olarak adlandırmış ve bulanık kelimesini literatüre kazandırmıştır. Bulanık küme teorisi, o tarihten beri birçok karar verme probleminde kullanılmıştır.

Bellman ve Zadeh (1970) literatürde gerçek hayattaki belirsizlikleri stok kontrol modellerine uyarlamak için 1980'li yıllardan bu yana, yaygın olarak kullanılan bulanık küme teorisi üzerine birçok çalışma yapmışlardır. Sommer (1981), bir üretim planlama problemini çözmek için bulanık dinamik programlama kullanmıştır. Kacprzyk ve Stanieski (1982), bulanık ortamdaki stok kontrol sorunu için en uygun çözüm sonuçlarını bulmuşlardır.

Park (1987), sipariş verme ve stokta tutma maliyetinin yamuk bulanık sayı olarak kabul edip klasik sipariş miktarı modelini bulanık ortamda yeniden değerlendirerek en iyi sipariş miktarını elde etmiştir.

Petrovic ve Sweeney (1994), talep, teslim süresi ve stok seviyesinin üçgen bulanık sayılar olduğu bulanık bir stok modeli geliştirmişlerdir.

Chen vd. (1996), stoksuzluğa izin veren klasik ekonomik sipariş miktarı modelinde, yıllık talep miktarını, stokta tutma ve maksimum stok miktarınının yamuk bulanık sayılar olduğu varsayımıyla bir model önermişlerdir.

Vujošević vd. (1996) “Klasik Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli”nde bulanık ortamlarda sipariş ve stokta bulundurma maliyetini karşılaştırmışlardır.

Roy ve Maiti (1997), talebin birim değişken maliyetine, sipariş miktarına ve depolama alanlarının sınırlandırılmasına dayalı hazırlık maliyetine bağlı olduğu varsayımına

dayanarak, bulanık ekonomik sipariş miktar modellerini geliştirmişlerdir. Geliştirilen modellerde, optimal olmayan sipariş miktarını belli etmek için bulanık geometrik programlama yöntemleri ve bulanık doğrusal olmayan programlama kullanmışlardır. Roy ve Maiti (1998), bulanık yöntemle bulanık doğrusal olmayan programlama ve hedef programlama kullanarak girdi parametrelerinin üçgen bulanık sayılar olduğunu, stoklamayan ve talebe bağlı durum için fazla ünlü ve çok amaçlı bulanık stok modellerinin geliştirildiğini varsaymışlardır. Bu çalışmanın amacı, atık ürün maliyetini düşürürken toplam kârı en yüksek değerine çıkarmaktır.

Chang vd. (1998), stoksuzluk durumuna izin verdiği klasik ekonomik sipariş miktarı modelinde, maksimum stoksuzluk miktarının üçgen bulanık sayı olması durumunu konu almışlardır.

Lee ve Yao (1998), klasik ekonomik üretim miktar modelinde, talep ve üretim miktarının üçgen bulanık sayılar olması durumunda en iyi üretim miktarını bulmak için merkezi yöntemi kullanmışlardır.

Lee ve Yao (1999), stoksuzluk durumuna izin veren klasik ekonomik sipariş miktarı modeli bulanık ortamda tekrar ele alınmıştır. Merkezi yöntem kullanılarak sipariş miktarını elde etmişlerdir.

Chang (1999), klasik ekonomik üretim miktar modelinde, üretim miktarını üçgen bulanık bir sayı olarak tanımlamıştır.

Lin ve Yao (2000), klasik ekonomik üretim miktar modelinde, üretim miktarının yamuk bulanık sayı olduğu varsayımı ile merkezi yöntemi kullanarak üretim miktarını bulmuşlardır.

Yao vd. (2000), stoksuzluk durumuna izin vermeyen klasik ekonomik üretim miktar modelinde, talep miktarını üçgen bulanık sayı olarak tanımlamışlardır.

Kao ve Hsu (2002a), talebin bulanıklaştığında, tek dönemlik bir stok kontrol modeli için en uygun çözüm sonuçlarını sağlayan denklemleri bulmuşlardır.

Kao ve Hsu (2002b), stoksuzluk varsayımı ile yeniden sipariş noktalarının farklı durumlarına göre bir stok kontrol modeli geliştirmişlerdir.

Hsieh (2002), klasik ekonomik üretim miktar modelini bulanık ortamda yeniden değerlendirerek iki model elde etmiştir. İlk modelde, yıllık talep miktarı, hazırlık maliyetleri, stok tutma, talep oranları ve günlük üretim gibi girdi parametreleri, yamuk bulanık sayılar olarak tanımlamasını yaparken, ikinci modelde, hem girdi parametreleri

hem de üretim miktarı yamuk bulanık sayılar olarak kabul edilmektedir. Toplam üretim maliyeti ve optimum üretim miktarını elde etmek için, ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi ve fonksiyon prensibi yöntemi kullanılmıştır.

Wu ve Yao (2003), klasik ekonomik sipariş miktarı modelinde stoksuzluk durumuna izin veren, stoksuzluk miktarını ve sipariş miktarını üçgen bulanık sayılar olarak tanımlamışlardır.

Chen vd. (2007), üretim miktarının yamuk bulanık sayı olarak tanımlandığı yeniden işlenebilir ürünleri içeren üretim miktarı modelleri geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, optimum üretim miktarı, fonksiyon prensibi ve ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemleri ile elde edilmiştir.

Yao ve Chiang (2003) talep ve stok tutma maliyetlerinin üçgen bulanık sayılar olduğu, stoklamaya izin vermeyen ekonomik sipariş miktarı modelini elde etmişlerdir. Bu çalışmada, toplam maliyet fonksiyonunu işaretli uzaklık yöntemi ile durulaştırılarak optimal sipariş miktarını elde etmişlerdir.

Kusurlu ürünlerle ilgili ekonomik sipariş miktarı modelinde, ilk olarak Chang (2004) tarafından bulanıklık kavramı tartışılmıştır. Bu araştırmada, kusurlu ürün oranı ve talep, üçgen bulanık sayılar şeklinde ifade edilmiş ve işaretli uzaklık metodu kullanılarak en iyi sipariş miktarı belirlenmiştir.

Mandal vd. (2005), Roy ve Maiti (1997) çalışmasını, stoksuzluk durumuna izin verildiği varsayımıyla geliştirmişlerdir.

Syed ve Aziz (2007), stok kontrol modelinde stoksuzluk durumuna izin verilmeyen, stokta tutma ve sipariş verme maliyetlerinin üçgen bulanık sayı olması durumunda optimal sipariş miktarını elde etmek için işaretli uzaklık yönteminden yararlanmışlardır. Vijayan ve Kumaran (2008), satış kaybına ve stoksuzluğa izin veren varsayımlar altında, maliyet parametrelerinin, stok kontrol modellerinin sürekli ve periyodik olarak gözden geçirilmesini yamuk bulanık sayılar olarak tanımlamışlardır. Bulanık toplam maliyet fonksiyonlarının işaretli uzaklık metodu kullanılarak durulaştırılmasıyla optimum çözüm sonuçları elde edilmektedir.

Halim vd. (2009), üretim sürecinin kontrolden çıktığı arızalı bir üretim sistemi için iki çeşit bulanık üretim miktarı modeli geliştirmişlerdir. İlk modelde, sistemin kontrol dışı olduğu andan itibaren üretilen hatalı ürünlerin oranı üçgen bulanık sayı olarak, ikinci modelde ise üssel olarak dağıtılan rassal bir değişken olarak tanımlanmıştır.

Björk (2009), talep ve arz zamanını üçgen bulanık sayılar olarak belirttiği ve stoksuzluk durumuna izin veren ekonomik bir sipariş miktarı modeline değinerek, işaretlenmiş uzaklık yöntemini kullanarak toplam maliyet fonksiyonunu durulaştırmıştır.

Hu vd. (2010), Eroglu ve Ozdemir (2007) modelinde kusurlu ürünleri ve talep oranını yamuk bulanık sayılar olarak tanımlamış ve toplam kâr fonksiyonunu işaretli uzaklık yöntemini kullanarak durulaştırmışlardır.

Behret (2011), hem talep hem de stok maliyetlerinin bulanık olduğu tek dönemlik envanter kontrol modelleri için farklı varsayımlar ele almıştır. Jaggi vd. (2012), zaman içinde artan talep ve stoksuzluğa izin veren varsayımlar altında bozulabilir ürünler için bulanık bir ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, talep, stok tutma, satın alma ve bozulma oranı yamuk bulanık sayılar olarak tanımlanmış ve toplam maliyet fonksiyonu, ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi, merkezi yöntem ve işaretli uzaklık kullanılarak durulaştırılmıştır.

Kumar ve Goswami (2013), kusurlu ürünleri ve talep oranının sırasıyla üçgen bulanık sayılar ve bulanık rastgele değişkenler olduğu arızalı ürünlerin varsayımları ve stoksuzluk içeren bir ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir. Ayrıca, geliştirilen modelde, bir döngüdeki toplam kârı elde etmek için bulanık rassal yenileme ödül teoremi kullanılmıştır.

Pal vd. (2014), talep oranının zamana bağlı olduğu ve stok bulunmadığı durumlarda bozulabilir ürünler için bir bulanık üretim miktarı modeli geliştirmişlerdir.

Jana vd. (2014), üretim, stok tutma ve reklam maliyetlerinin bulanıklaştığı yatırım kısıtlamaları varsayımları ve depo ile çok amaçlı bir üretim modeli geliştirmişlerdir.

Bjork (2008), döngü süresinin üçgen bulanık bir sayı olduğu ve stoksuzluğa izin verilmediği bir model geliştirmiştir.

Chen ve Chang (2008), yeniden işlenemeyen ürünleri içeren ekonomik üretim miktar modelleri geliştirmişlerdir.

Vijayan ve Kumaran (2009), döngü süresinin bulanık bir sayı olduğu ya da olmadığı durumlar için bulanık stok kontrol modelleri geliştirmişlerdir.

Öztürk (2009) üç değişik bulanık üretim miktarı modeli geliştirmiştir. İlk modelde, talep miktarının ve üretim hızının bulanık olduğu durumlarda, birim zaman başına bulanık toplam maliyet fonksiyonunu durulaştırmak için ağırlık merkezi yöntem kullanılmıştır. İkinci model ise, stok maliyetlerinin bulanık olduğu durumla ilgilidir.

Üçüncü modelde, hem stoksuzluğun hem de üretim miktarının bulanık olduğu durumlarda, optimum üretim ve stoksuzluk miktarını veren denklemler oluşturulmuştur.

Kazemi vd. (2010), bulanık bir ortamda stoksuzluğa izin veren klasik ekonomik sipariş miktarı modelini yeniden ele almışlardır. Çalışmalarında girdi parametrelerinin ve karar değişkenlerini (sipariş miktarı ve stoksuzluk miktarı) üçgen ve yamuk bulanık sayılar olduğu durumlarda, toplam maliyet fonksiyonunu ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi ile durulaştırmış, sonra Karush-Kuhn-Tucker koşullarını kullanarak optimal çözüm sonuçları elde edilmiştir.

De ve Sana (2013), sipariş miktarı ve stoksuzluk miktarının üçgen bulanık sayılar olduğu, stoksuzluk durumuna izin veren bir ekonomik sipariş miktarı modelini tartışmışlardır. Bununla birlikte, literatürde hem karar değişkenlerinin hem de girdi parametrelerinin bulanık olarak değerlendirilmesi ile ilgili iki ekonomik üretim miktarı modeli mevcuttur.

Mahata ve Goswami (2013), kusurlu ürünlere ve stoksuzluk durumuna izin veren iki bulanık sipariş miktarı modeli üzerinde çalışmışlardır. İlk modelde, bulanık ortamda sadece girdi parametreleri işleme alınırken, ikinci modelde ise karar değişkenleri ve girdi parametreleri bulanık ortamda değerlendirmiştir. Ayrıca toplam kâr fonksiyonu, ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi ile durulaştırmış ve bulanık aritmetik işlemler için fonksiyon prensibi yöntemi kullanılmıştır.

Kumar ve Goswami (2013), maliyet parametrelerinin bulanık olduğu bir ekonomik sipariş modeli önermişlerdir.

Bhaya vd. (2014), iki ekonomik sipariş miktarı modeli ele almışlardır. Kusurlu ürünleri, hurda ve yeniden işlenebilir olarak sınıflandırmışlardır.

Kazemi vd. (2015), öğrenme etkisini kullanarak bulanık bir ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir.

Bhuiya ve Chakraborty (2016), kusurlu üretim sürecinde denetleme hatalarını dikkate alarak bulanık ekonomik üretim miktarı modelini ele almışlardır.

Aghili ve Hajian-Hoseinabadi (2017), bulanık ortamda onarılabilir/tamir edilebilir öğeler üzerinde çalışmışlardır.

Gani ve Dharik (2018), kusurlu ürünlere sahip bulanık ekonomik sipariş modeli üzerinde çalışmışlardır.

Saha ve Chakrabarti (2018), sipariş edilen her ürünün bazı kusurlu ürünler içermesi durumu için bir ekonomik sipariş modeli geliştirmişlerdir.

Öztürk (2018), kusurlu ürünlerin yeniden işlendiği ve optimum üretim zamanını belirlediği bulanık tek aşamalı üretim envanter problemi ile ilgili bir matematiksel model geliştirdi.

(De ve Mahata, 2019), kusurlu kalitedeki ürünlerin indirimli fiyattan satıldığı bir bulanık ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir.

Taheri-Tolgari vd. (2019), bulanık bir ortamdaki kusurlu ürün, muayene hataları, önleyici bakım ve talebin kısmen karşılanması varsayımlarına sahip bir envanter modelini ele almışlardır.



İKİNCİ BÖLÜM

2 KLASİK MODEL VE BULANIK ARİTMETİK İŞLEMLER

2.1 Klasik Model

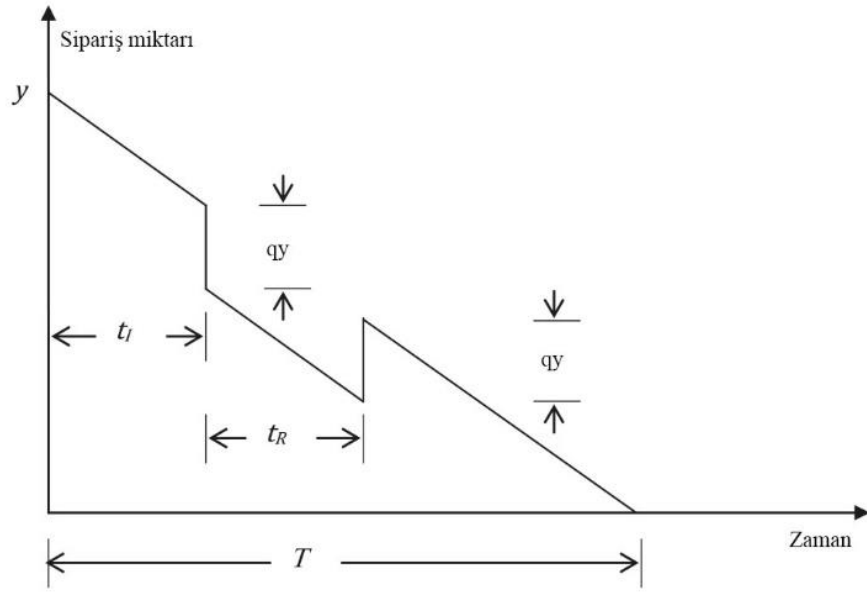
Bu model, Jaber vd. (2014) tarafından geliştirilmiş ve kusurlu ürünlerin onarıldıktan sonra tekrar eldeki stoğa dahil edilmesi varsayımını dikkate alan modeldir.

Model: Onarım/Tamir etme

Yeniden işlenebilir kusurlu ürünler içeren ekonomik sipariş miktarı modelinde stok seviyesinin zamanla değişimi Şekil 2.1 de verilmektedir. Tek kalem ürün partiler halinde teslim alınmakta ve sipariş üzere teslim alınan her parti taşıma sırasında ortaya çıkabilecek fiziksel hatalar ya da üretimden kaynaklı kusurlu ürünler içermektedir. Talep sadece kusursuz (iyi kaliteli) ürünlerden karşılanacağı için, çevrim süresi “ T ”, bir çevrimdeki kusursuz ürün miktarının birim zamanda oluşan talep miktarına oranlanmasıyla bulunmaktadır. “ q ” kusurlu ürün oranı, “ p ” birim satış miktarı ve “ y ” sipariş miktarını ifade etmektedir.

Teslim alınan her partide belirli bir oranda kusurlu ürün bulunduğu için, her parti %100 tarama sürecinden geçirilmektedir. Tarama işlemi birim zamanda X miktar olup $X > D$ dir. Kusurlu ürün miktarı “ py ”, inceleme (tarama) süresinin (t_l) sonunda stoktan çıkarılmaktadır ve tamir edilmek üzere gönderilmektedir. Onarılan ürünler, nakliye ve onarım sürelerini içeren toplam taşıma zamanından (t_r) sonra teslim alınmaktadır

$$(t_l + t_r \leq T \text{ ve } T = \frac{y}{D}).$$



Şekil 2.1. Yeniden işlenebilir kusurlu ürünler için siparişe dayalı stok kontrol sistemi

Bu çalışmada, birim zaman başına toplam kârı maksimize etmek için tekrar işlenebilir kusurlu ürünler içeren siparişe dayalı bir stok kontrol sistemi göz önüne alınmaktadır. Geliştirilen ekonomik sipariş miktarı modeli, bazı kusurlu ürünlerin yeniden işleneceği ve sonucunda iyi kalitede ürünler elde edileceği varsayılmaktadır.

Bu modelde, toplam gelir; kaliteli ürünlerin normal fiyatla satılmasından, toplam maliyet; sipariş, satın alma, muayene, yeniden işleme ve stok maliyetlerinden oluşmaktadır. Bu çalışmaya konu olan stok kontrol modelindeki notasyonlar ve varsayımlar aşağıda verilmektedir.

Notasyonlar:

y	Sipariş miktarı (birim)
t_I	İnceleme süresi
t_R	Kusurlu ürünleri nakletmek, onarmak ve iade etme zamanı
D	Talep oranı (birim / yıl)
q	Kusurlu ürün oranı
$f(q)$	q ' nun olasılık yoğunluk fonksiyonu
T	Çevrim süresi,
X	İnceleme oranı (birim / yıl)
S	Yeniden işleme hazırlık maliyeti (\$)
A	Sabit taşıma maliyeti,
c_1	Bir birim ürün için gerekli malzeme ve işçilik maliyeti
c_T	Birim taşıma maliyeti
h'	Yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyeti
h	İyi kalitedeki ürünler için stokta tutma maliyeti (\$ / birim / yıl)
c_R	Birim yeniden işleme maliyeti (\$ / birim)
t_R	Kusurlu ürünlerin nakliyesi, onarımı ve iade süresi
t_T	Toplam taşıma süresi
c_I	Birim inceleme maliyeti,
R	Yeniden işleme oranı (birim / yıl)
h_R	Yeniden işlenen ürünleri stokta tutma maliyeti
m	Kar marjı (fiyat artış oranı)
K	Sipariş maliyeti
c_U	Birim satın alma maliyeti
P	Birim satış fiyatı
$E[.]$	Rassal bir değişkenin beklenen değeri

Varsayımlar

Şekil 2.1, onarım durumu için stok seviyesinin zamana göre davranışını göstermektedir.

$$\text{Toplam onarım maliyeti} = S + 2A + qy(c_1 + 2c_T + h't_R) \quad (1)$$

" qy " miktarda ürünü onarmak için tamir işlemini yapacak firma aşağıdaki maliyetlerle karşılaşacaktır. " S " üretim hazırlık maliyetidir. " A " sabit nakliye maliyeti (tamir edilebilir malların nakliyesinin tamirciye yüklendiği varsayılır)," c_1 " bir öğeyi onarmak için birleştirilmiş malzeme ve işçilik maliyeti, " c_T " stok sisteminden tamirhaneye ve tekrar stok sistemine taşıma maliyetidir, " h " onarım tesisinde bekletme maliyetidir. Bu nedenle her bir tamir edilen malın maliyeti, " c_R ", aşağıdaki denklem ile bulunmaktadır.

$$c_R(y) = (1 + m)\left(\frac{S+2A}{qy} + c_1 + 2c_T + h't_R\right) \quad (2)$$

Burada, " m ", onarım atölyesinin kâr oranıdır.

$$\text{Toplam taşıma süresini veren denklem } t_R = \frac{qy}{R} + t_T$$

" t_T ", kusurlu ürünleri tamirhaneye ve stoğa taşıma maliyetidir. Burada ki R tamir oranı olarak ifade edilmektedir ($R > D$). Bu maliyet bileşenleri tamir işlemini yapacak fabrika tarafından karşılanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında her onarılan parça için firma tarafından ödenen $c_R(y)$ kullanılacaktır. Çevrim başına toplam maliyet Şekil 2.1'de şu şekilde belirtilmiştir.

$$HC = h\left(\frac{y^2(1-q)^2}{2D} + q\frac{y^2}{X}\right) + h_R\left(q\frac{y^2}{D} - qy\left(\frac{y}{X} + q\frac{y}{R} + t_T\right) - q^2\frac{y^2}{2D}\right) \quad (3)$$

Burada, h_R , onarılan malın stokta tutulma maliyetidir. Her bir çevrim süresi için toplam maliyet olan $TC(y)$ şu şekilde hesaplanacaktır:

$$TC(y) = K + c_U y + c_I y + c_R(y)qy + h\left(\frac{y^2(1-q)^2}{2D} + q\frac{y^2}{X}\right) + h_R\left(q\frac{y^2}{D} - qy\left(\frac{y}{X} + q\frac{y}{R} + t_T\right) - q^2\frac{y^2}{2D}\right) \quad (4)$$

K sipariş maliyetidir. c_U birim satın alma maliyeti ve c_I birim inceleme maliyeti; döngü başına toplam gelir Py ise P malın satış fiyatıdır. Birim zaman başına toplam kâr, çevrim başına toplam gelirin çevrim süresine bölünmesiyle elde edilmektedir.

$$TPU(y) = PD - \frac{KD}{y} - c_U D - c_I D - c_R(y)qD - h\left(\frac{y(1-q)^2}{2} + q\frac{yD}{X}\right) - h_R\left(qy - qD\left(\frac{y}{X} + q\frac{y}{R} + t_T\right) - q^2\frac{y^2}{2}\right) = PD - \frac{KD}{y} - c_U D - c_I D - (1 + m)\left(\frac{S+2A}{qy}\right) - (1 +$$

$$m) \left(c_1 + 2c_T + h' \frac{qy}{R} + h' t_T \right) qD - h \left(\frac{y(1-q)^2}{2} + q \frac{yD}{X} \right) - h_R \left(qy - qD \left(\frac{y}{X} + q \frac{y}{R} + t_T \right) - q^2 \frac{y}{2} \right) \quad (5)$$

Eşitlik (5)'teki denklemin birinci türevinin alınarak sıfıra eşitlenerek, aşağıdaki ifade bulunmuştur.

$$y^* = \sqrt{\frac{(K+(1+m)(S+2A))D}{h \left(\frac{(1-q)^2}{2} + q \frac{D}{X} \right) + (1+m)h' \frac{q^2 D}{R} + h_R \left(q - q \left(\frac{D}{X} + \frac{qD}{R} \right) - \frac{q^2}{2} \right)}} \quad (6)$$

Eşitlik (5)'teki birim zamandaki toplam karın beklenen değeri aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{ETPU}(y) = & PD - \frac{(KD+(1+m)(S+2A)D)}{y} c_U D - c_I D - (1+m) \left(c_1 E[q] + 2c_T E[q] + \right. \\ & \left. h' \frac{E[q^2]y}{R} + h' t_T E[q] \right) D - h \left(\frac{y(1-2E[q]+E[q^2])}{2} + E[q] \frac{yD}{X} \right) - h_R \left(E[q]y - D \left(\frac{y}{X} E[q] + \right. \right. \\ & \left. \left. \frac{y}{R} E[q^2] + t_T E[q] \right) - E[q^2] \frac{y}{2} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

Denklemin çözümü aşağıdaki gibidir.

$$y^* = \sqrt{\frac{2(K+(1+m)(S+2A))D}{h \left(1 + E[q^2] + 2E[q] + \left(\frac{D}{X} - 1 \right) \right) + 2(1+m)h' \frac{E[q^2]D}{R} + h_R \left(2E[q] \left(1 - \frac{D}{X} \right) - E[q^2] \left(\frac{2D}{R} + 1 \right) \right)}} \quad (8)$$

2.2 Bulanık Küme Teorisi

Çalışmanın bu bölümünde, bulanık küme teorisi ile ilgili bazı aritmetik işlemler ve kavramlar hakkında bilgilendirilmektedir.

2.2.1 Bulanık Sayı

Mizumoto ve Tanaka (1979), bulanık sayılarla ilgili özellikleri ve tanımları aşağıdaki gibi vermektedirler:

Tanım 1. R reel sayılar kümesi üzerinde tanımlı bir \tilde{A} bulanık sayısı, $\mu_{\tilde{A}}$ üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi karakterize edilen bir bulanık kümedir.

$$\mu_{\tilde{A}}: R \rightarrow [0,1]. \quad (9)$$

Tanım 2. R reel sayılar kümesi içinde tanımlı bir \tilde{A} bulanık sayısı, aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$\tilde{A} = \int \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)}{x}. \quad (10)$$

Burada, $\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0,1]$ olup, herhangi x reel sayısının \tilde{A} alt kümesine aidiyet (üyelik) derecesi ise, $\int, \mu_{\tilde{A}}(x)/x$ oranlarının toplamını ifade etmektedir.

Tanım 3. R reel sayılar kümesi üzerinde tanımlı bir \tilde{A} bulanık sayısının bulanık dışbükey olması için gerekli ve yeterli şart, $x \leq y \leq z$ eşitsizliklerini sağlayan herhangi $x, y, z \in R$ için,

$$\mu_{\tilde{A}}(y) > \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{A}}(z), \quad (11)$$

eşitsizliğin sağlanmasıdır. Burada, \wedge , enküçükleme operatörüdür.

Tanım 4. R üzerinde tanımlı bir \tilde{A} bulanık sayısı için, $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$ koşulunu sağlayan en az bir $x_0 \in R$ elemanı varsa, \tilde{A} bulanık sayısına normaldir denir.

Normal ve dışbükey olan bir bulanık sayı, normal dışbükey bulanık sayı olarak ifade edilmektedir. Genellikle, \tilde{A} bulanık sayısının üyelik fonksiyonu, $\mu_{\tilde{A}}(x)$, aşağıdaki koşulları sağlamaktadır;

1. $\mu_{\tilde{A}}(x)$, R reel sayılar kümesinden $[0,1]$ kapalı reel sayılar aralığına sürekli bir fonksiyon,
2. $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0, -\infty \leq x \leq a,$
3. $\mu_{\tilde{A}}(x) = L(x), [a, b]$ kapalı reel sayılar aralığında sürekli artan bir fonksiyon,
4. $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1, b \leq x \leq c,$ (12)
5. $\mu_{\tilde{A}}(x) = R(x), [b, c]$ kapalı reel sayılar aralığında sürekli azalan bir fonksiyon,
6. $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0, d \leq x \leq +\infty.$

Burada a, b, c ve $d, -\infty < a < b < c < d < \infty$ koşulunu sağlayan reel sayılardır.

Tanım 5. R üzerinde tanımlı $a < b < c < d$ sayıları için $\tilde{A} = (a, b, c, d)$ bulanık kümesi, yamuk bulanık sayı olarak adlandırılmaktadır. Bu küme için üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ 1, & b \leq x \leq c, \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d, \\ 0, & d. d.. \end{cases} \quad (13)$$

Eğer, $b = c$ ise, yamuk bulanık sayı, üçgen bulanık sayı olarak adlandırılmaktadır.

2.2.2 Bulanık Aritmetik İşlemler

Chen (1985) tarafından geliştirilen, fonksiyon prensibi ile ilgili bulanık sayılar üzerindeki bazı aritmetik işlemler aşağıdaki gibidir:

$\tilde{A} = (j_1, j_2, j_3, j_4)$ ve $\tilde{B} = (k_1, k_2, k_3, k_4)$ iki yamuk bulanık sayılar olmak üzere aşağıdaki işlemler tanımlanabilir;

1. \tilde{A} ve \tilde{B} için toplama işlemi:

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (j_1 + k_1, j_2 + k_2, j_3 + k_3, j_4 + k_4).$$

Burada, $i = 1, 2, 3, 4$ için $a_i, b_i \in R$ dir.

2. \tilde{A} ve \tilde{B} için çarpma işlemi:

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (j_1 k_1, j_2 k_2, j_3 k_3, j_4 k_4).$$

Burada, $i = 1, 2, 3, 4$ için $j_i, k_i > 0$ dir.

3. \tilde{A} ve \tilde{B} için çıkarma işlemi:

$$\ominus \tilde{B} = (-k_4, -k_3, -k_2, -k_1) \text{ için,}$$

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (j_1 - k_4, j_2 - k_3, j_3 - k_2, j_4 - k_1),$$

4. \tilde{A} ve \tilde{B} için bölme işlemi:

$$1 \oslash \tilde{B} = \tilde{B}^{-1} = \left(\frac{1}{k_4}, \frac{1}{k_3}, \frac{1}{k_2}, \frac{1}{k_1} \right), i = 1, 2, 3, 4 \text{ için } k_i > 0 \text{ dir.}$$

Eğer, $i = 1, 2, 3, 4$ için $a_i, b_i > 0$ olmak üzere, \tilde{A} bulanık sayısının \tilde{B} bulanık sayısına oranı aşağıdaki gibidir,

$$\tilde{A} \oslash \tilde{B} = \left(\frac{j_1}{k_4}, \frac{j_2}{k_3}, \frac{j_3}{k_2}, \frac{j_4}{k_1} \right),$$

5. $\ell \in R$ olmak üzere, bir sabit ile çarpma işlemi:

$$\ell \odot \tilde{A} = \ell \otimes \tilde{A} = \begin{cases} (\ell j_1, \ell j_2, \ell j_3, \ell j_4) & \ell \geq 0, \\ (\ell j_4, \ell j_3, \ell j_2, \ell j_1) & \ell < 0. \end{cases}$$

2.2.3 Ağırlıklı Ortalama Birleşim Sunum Yöntemi

Chen ve Hsieh (1999) tarafından bulanık sayıların durulaşması için geliştirilen Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yönteminin anaçatısı, bir bulanık sayının α - seviye ağırlıklı ortalama birleşim sunum integral değeri ile ölçülmektedir. L^{-1} ve R^{-1} sırasıyla L ve R fonksiyonlarının tersini gösterdiği üzere, Tanım 4'te ki \tilde{A} bulanık sayısı için, α -seviye ağırlıklı ortalama birleşim sunum değeri aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

$$\frac{\alpha ((L^{-1}(\alpha) + R^{-1}(\alpha))}{2} . \tag{14}$$

\tilde{A} bulanık sayısı için gösterimi aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır;

$$GM(\tilde{A}) = \int_0^1 \alpha \left(\frac{L^{-1}(\alpha) + R^{-1}(\alpha)}{2} \right) d\alpha / \int_0^1 \alpha d\alpha . \quad (15)$$

Burada, $0 < \alpha < 1$ dir.

Tanım 5'teki $\tilde{A} = (j_1, j_2, j_3, j_4)$ yamuk bulanık sayısı için ağırlıklı ortalama birleşim sunum gösterimi aşağıdaki gibidir;

$$\begin{aligned} GM(\tilde{A}) &= \int_0^1 \alpha \left(\frac{L^{-1}(\alpha) + R^{-1}(\alpha)}{2} \right) d\alpha / \int_0^1 \alpha d\alpha = \int_0^1 \alpha (L^{-1}(\alpha) + R^{-1}(\alpha)) d\alpha \\ &= \frac{j_1 + 2j_2 + 2j_3 + j_4}{6}. \end{aligned} \quad (16)$$

Burada, $L^{-1}(\alpha) = j_1 - (j_1 - j_2)\alpha$ ve $R^{-1}(\alpha) = j_4 + (j_3 - j_4)\alpha$ şeklindedir.

Eğer, $j_2 = j_3 = j$ ise, $\tilde{A} = (j_1, j, j_4)$ üçgen bulanık sayısı elde edilmektedir.

Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi yöntemi kullanılarak, \tilde{A} üçgen bulanık sayısı için $GM(\tilde{A})$ aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$GM(\tilde{A}) = \frac{j_1 + 4j + j_4}{6}. \quad (17)$$

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3 YENİDEN İŞLENEBİLİR KUSURLU ÜRÜNLER İÇEREN BULANIK EKONOMİK SİPARİŞ MİKTARI MODEL ÖNERİLERİ

Bu bölümde iki bulanık ekonomik sipariş miktarı modeli önerilmektedir.

3.1 Bulanık Ekonomik Sipariş Modeli

Bu bölümde, (4) eşitliğindeki klasik modele alternatif olarak yeni bir Bulanık Ekonomik sipariş modeli geliştirilmektedir. Talep miktarı D bir yamuk bulanık sayı olarak ifade edip, $\tilde{D} = (D - \Delta_3, D - \Delta_1, D + \Delta_2, D +)$, $\Delta_3 \geq \Delta_1$, $\Delta_4 \geq \Delta_2$, $\Delta_3 > D$, birim zamandaki toplam kârı, bulanık veriler altında tekrar değerlendirdikten sonra, aşağıdaki eşitliği elde ederiz,

$$TPU(y) = PD - \frac{KD}{y} - c_U D - c_I D - (1+m) \frac{(S+2A)D}{y} - (1+m) \left(c_1 + 2c_T + h' \frac{qy}{R} + h't_T \right) qD - hy \left((1-q)^2 + \frac{hy}{X} qD \right) - h_R \left(qy - qD \frac{y}{X} + q^2 \frac{y}{R} D + t_T qD - q^2 \frac{y}{2} \right) \quad (18)$$

$$TPU(y) = (P - c_U - c_I)D - D \left(\frac{K}{y} + (1+m) \frac{(S+2A)}{y} \right) - (1+m)(c_1 + 2c_T + h't_T)qD - (1+m) \frac{yh'}{R} q^2 D - \frac{hy}{2} (1 - 2q + q^2) - \frac{hy}{X} qD - h_R yq + h_R qD \left(\frac{y}{X} + t_T \right) + h_R \frac{y}{R} q^2 D + h_R \frac{y}{2} q^2 \quad (19)$$

$$TPU(y) = \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y} (K + (1+m)(S+2A)) \right) D + q^2 D \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) + qD \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1+m)(c_1 + 2c_T + h't_T)qD - \frac{hy}{2} \quad (20)$$

$$T\tilde{P}U(y) = \left(P - c_U - c_I - \frac{(1+m)(S+2A)}{y} \right) \tilde{D} - \frac{K}{y} \tilde{D} + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) \tilde{D} \text{ ifadeye V diyelim} \quad (21)$$

$$+ y \left((h_R - h) \left(\frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right) - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T)qD \quad (22)$$

ifadesine B diyelim.

Diğer ifadeye G diyelim

Birim zamandaki toplam karı bulanık veriler altında hesaplamak için işaretli uzaklık ve ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemleri kullanılarak durulaştırma işlemi yapılacaktır.

3.2 İşaretli Uzaklık Yöntemi İle Bulanık Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli

$T\tilde{P}U(y)$ fonksiyonunu yöntemi kullanarak durulaştıralım. Bunun için Özellik 2' den,

$$d(T\tilde{P}U, \tilde{0}_1) = d\left(\left(P - c_U - c_I - \frac{(1+m)(S+2A)}{y}\right)\tilde{D}t_T, \tilde{0}_1\right) - d\left(\frac{K}{y}\tilde{D}, \tilde{0}_1\right) + d(V\tilde{D}, \tilde{0}_1) + d(\tilde{G}\tilde{D}, \tilde{0}_1) + d(\tilde{B}, \tilde{0}_1) \quad (23)$$

Üstteki V'yi düzenleyelim;

$$\left\{y\left(q^2\left(\frac{h_R}{R} - (1+m)\frac{h'}{R}\right) + q\left(\frac{h_R}{R} - \frac{h}{X}\right) + qh_Rt_T\right)\right\} \text{ diyebiliriz.} \quad (24)$$

O halde üstteki eşitlik aşağıdaki gibi indirgenir;

$$d(T\tilde{P}U, \tilde{0}_1) = \left(P - c_U - c_I - \frac{(1+m)(S+2A)}{y}\right)d(\tilde{D}, \tilde{0}_1) - \frac{K}{y}d(\tilde{D}, \tilde{0}_1) + vd(\tilde{D}, \tilde{0}_1) + B \quad (25)$$

eşitliği elde edilir. Son eşitlikteki $d(1/\hat{q}, \hat{0}_1)$ ve $d(\hat{q}, \hat{0}_1)$ değerler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

\tilde{D}' 'nin α kesmesinin ($0 \leq \alpha \leq 1$) sol ve sağ ucu sırasıyla,

$$D_L(\alpha) = D - \Delta_3 - (\Delta_1 - \Delta_3)\alpha \quad (26)$$

$$D_U(\alpha) = D + \Delta_4 + (\Delta_2 - \Delta_4)\alpha \quad (27)$$

şeklindedir. Buna göre Özellik 1' den,

$$d(\tilde{D}, \tilde{0}_1) = \frac{1}{2} \int_0^1 (D - \Delta_3 - (\Delta_1 - \Delta_3)\alpha + D + \Delta_4 + (\Delta_2 - \Delta_4)\alpha) d\alpha \quad (28)$$

$$d(\tilde{D}, \tilde{0}_1) = \frac{1}{2} \left[D - \Delta_3 - (\Delta_1 - \Delta_3)\alpha + (\Delta_2 - \Delta_4) - (\Delta_1 - \Delta_3) \frac{\alpha^2}{2} \right] \quad (29)$$

$$d(\tilde{D}, \tilde{0}_1) = \frac{1}{2} \left[D - \Delta_3 + D + \Delta_4 + (\Delta_2 - \Delta_4 - \Delta_1 + \Delta_3) \frac{1}{2} \right] \quad (30)$$

$$d(\tilde{D}, \tilde{0}_1) = \frac{1}{4} [4D + \Delta_4 - \Delta_3 + \Delta_2 - \Delta_1] \quad (31)$$

$$d(\tilde{D}, \tilde{\theta}_1) = D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \quad (32)$$

elde edilir.

Son elde edilen eşitlikleri $d(T\tilde{P}U, \tilde{\theta}_1)$ eşitliğinde yerine yazarsak,

$$d(T\tilde{P}U, \tilde{\theta}_1) = \left(P - c_U - c_I - \frac{(1+m)(S+2A)}{y} \right) \cdot \left(D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \right) - \frac{K}{y} \left(D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \right) + V \left(D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \right) + B \quad (33)$$

eşitliği elde edilir. Bu fonksiyonun birinci ve 2. Mertebeden türevlerini alalım

$$M = D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \text{ dersek,} \quad (34)$$

$$\frac{dTPU^*(y)}{dy} = \frac{K}{y^2} \left(D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \right) + \frac{1}{y^2} (1+m)(S+2A) \cdot M + \left(D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \right) \cdot \left(\frac{q^2}{R} (h_R - (1+m)h') + \frac{q}{x} (h_R - h) + (h_R - h) \left(\frac{q^2}{2} - q \right) \right) - \frac{h}{2} \quad (35)$$

$$M = D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \text{ dersek,} \quad (36)$$

$$\frac{d^2TPU^*(y)}{dy} = -\frac{2K}{y^3} \left(D + \frac{\Delta_4 + \Delta_2 - \Delta_3 - \Delta_1}{4} \right) < 0 \quad (37)$$

$\frac{d^2TPU^*(y)}{dy} < 0$ olduğundan $TPU^*(y)$ fonksiyonu konkavdır. Yani bir tek y^* maksimum

değeri vardır ki birinci türev sifıra eşitlenerek bulunur.

$$0 = \frac{dTPU^*(y)}{dy} = \frac{KM}{y^2} + \frac{M(1+m)(S+2A)}{y^2} + M \left(\frac{q^2}{R} (h_R - (1+m)h') + \frac{q}{x} (h_R - h) (h_R - h) \left(\frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right) \quad (38)$$

$$\frac{M[K+(1+m)(S+2A)]}{y^2} = \frac{h}{2} (h_R - h) \left(\frac{q^2}{2} - q \right) - M \left(\frac{q^2}{R} (h_R - (1+m)h') + \frac{q}{x} (h_R - h) \right) \quad (39)$$

$$y^* = \sqrt{\frac{M[K+(1+m)(S+2A)]}{\frac{h}{2} (h_R - h) \left(\frac{q^2}{2} - q \right) - M \left(\frac{q^2}{R} (h_R - (1+m)h') + \frac{q}{x} (h_R - h) \right)}} \quad (40)$$

3.3 Ağırlıklı Ortalama Birleşim Sunum Yöntemi İle Bulanık Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli

Bu alt bölümde, ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi ile durulaştırma yapılarak model değişimi gözlemlenecektir.

Birim zamandaki toplam kâr fonksiyonunun bulanık ortamda değerlendirilmesinin yapılması için, karar değişkenleri ve girdi parametreleri, aşağıdaki gibi yamuk bulanık sayılar olarak gösterilmektedir.

$$\begin{aligned}
 T\tilde{P}U(y) = & (P \ominus c_U \ominus c_I \ominus (1 \otimes y) \otimes) [K \oplus [(1 \oplus m) \otimes (S \oplus 2 \otimes A)]] \otimes \tilde{D} \oplus \\
 & (q \otimes q) \otimes [h_R \otimes (y \otimes R) \ominus (1 \oplus m) \otimes h' \otimes y \otimes R] \otimes \tilde{D} \oplus q \otimes [h_R \otimes (y \otimes \\
 & X \oplus t_T) \ominus h \otimes y \otimes X] \otimes \tilde{D} \oplus (q \otimes q) [h_R \otimes (y \otimes 2) \ominus h \otimes y \otimes] \oplus q \otimes [(h \otimes \\
 & y) \ominus (h_R \otimes y)] \ominus (1 \oplus m) \otimes [c_1 \oplus (2 \otimes c_T) \ominus h' \otimes t_T] \ominus [(h \otimes y) \otimes 2]
 \end{aligned} \tag{41}$$

$\tilde{D} = (D_1, D_2, D_3, D_4)$ yamuk bulanık sayı olmak üzere aşağıdaki ifadeler elde edilir.

$$\begin{aligned}
 T\tilde{P}U(y) = & \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1 + m)(S + 2A)) \right) D_1 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1 + \right. \\
 & m) \frac{yh'}{R} \left. \right) D_1 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_1 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1 + \\
 & m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2}
 \end{aligned} \tag{42}$$

$$\begin{aligned}
 T\tilde{P}U(y) = & \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1 + m)(S + 2A)) \right) D_2 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1 + \right. \\
 & m) \frac{yh'}{R} \left. \right) D_2 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_2 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1 + \\
 & m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2}
 \end{aligned} \tag{43}$$

$$\begin{aligned}
 T\tilde{P}U(y) = & \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1 + m)(S + 2A)) \right) D_3 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1 + \right. \\
 & m) \frac{yh'}{R} \left. \right) D_3 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_3 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1 + \\
 & m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2}
 \end{aligned} \tag{44}$$

$$T\tilde{P}U(y) = \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_4 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) D_4 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_4 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2} \quad (45)$$

Bu ifadeleri $T\tilde{P}U(y)$ da yerine yazarsak, bulanık toplam kâr fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılır:

$$TPU(y) = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4), \quad (46)$$

burada

$$\varphi_1 = \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_1 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) D_1 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_1 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2}, \quad (47)$$

$$\varphi_2 = \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_2 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) D_2 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_2 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2}, \quad (48)$$

$$\varphi_3 = \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_3 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) D_3 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_3 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2}, \quad (49)$$

$$\varphi_4 = \left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_4 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) D_4 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_4 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2}, \quad (50)$$

$T\tilde{P}U(y)$ yamuk bulanık sayısının, ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi ile durulaştırılma denklemi aşağıdaki gibidir.

Buradan;

$$DF(T\tilde{P}U(y)) = \frac{1}{6}[\varphi_1 + 2\varphi_2 + 2\varphi_3 + \varphi_4] \quad (51)$$

$$\begin{aligned} DF(T\tilde{P}U(y)) &= \frac{1}{6} \left\{ \left[\left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_1 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - \right. \right. \right. \\ &(1+m) \frac{yh'}{R} \left. \left. \left. D_1 + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_1 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2} \right] \right. \\ &+ 2 \left[\left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_2 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) D_2 \right. \\ &\quad \left. + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_2 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) \right. \\ &\quad \left. - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2} \right] \\ &+ 2 \left[\left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_3 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) D_3 \right. \\ &\quad \left. + q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_3 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) \right. \\ &\quad \left. - (1+m)(c_1 + 2c_T - h't_T) - \frac{hy}{2} \right] \\ &+ 2 \left[\left(P - c_U - c_I - \frac{1}{y}(K + (1+m)(S + 2A)) \right) D_4 + q^2 \left(h_R \frac{y}{R} - (1+m) \frac{yh'}{R} \right) D_4 + \right. \\ &q \left(h_R \left(\frac{y}{X} + t_T \right) - \frac{hy}{X} \right) D_4 + q^2 \left(h_R \frac{y}{2} - \frac{hy}{2} \right) + q(hy - h_R y) - (1+m)(c_1 + 2c_T - \\ &\left. h't_T) - \frac{hy}{2} \right] \end{aligned} \quad (52)$$

Üstteki eşitlik düzenlenirse, optimal sipariş miktarı veren eşitlik aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} \frac{dDF(T\tilde{P}U)(y)}{y} &= \frac{1}{6} \left[\frac{1}{y^2} (K + (1+m)(S + 2A)) D_1 + q^2 \left(\frac{h_R}{R} - (1+m) \frac{h'}{R} \right) D_1 \right. \\ &\quad \left. + q \left(\frac{h_R}{X} - \frac{h}{X} \right) D_1 + q^2 \left(\frac{h_R}{2} - \frac{h}{2} \right) + q(h - h_R) - \frac{h}{2} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{2}{6} \left[\frac{1}{y^2} (K + (1+m)(S+2A)) D_2 + q^2 \left(\frac{h_R}{R} - (1+m) \frac{h'}{R} \right) D_2 + q \left(\frac{h_R}{X} - \frac{h}{X} \right) D_2 \right. \\
& \quad \left. + q^2 \left(\frac{h_R}{2} - \frac{h}{2} \right) + q(h - h_R) - \frac{h}{2} \right] \\
& + \frac{2}{6} \left[\frac{1}{y^2} (K + (1+m)(S+2A)) D_3 + q^2 \left(\frac{h_R}{R} - (1+m) \frac{h'}{R} \right) D_3 + q \left(\frac{h_R}{X} - \frac{h}{X} \right) D_3 \right. \\
& \quad \left. + q^2 \left(\frac{h_R}{2} - \frac{h}{2} \right) + q(h - h_R) - \frac{h}{2} \right] \\
& + \frac{1}{6} \left[\frac{1}{y^2} (K + (1+m)(S+2A)) D_4 + q^2 \left(\frac{h_R}{R} - (1+m) \frac{h'}{R} \right) D_4 + q \left(\frac{h_R}{X} - \frac{h}{X} \right) D_4 + \right. \\
& \quad \left. q^2 \left(\frac{h_R}{2} - \frac{h}{2} \right) + q(h - h_R) - \frac{h}{2} \right] \tag{53}
\end{aligned}$$

$h_R > h$ için $q \left(\frac{h_R}{X} - \frac{h}{X} \right) D_1 + q^2 \left(\frac{h_R}{2} - \frac{h}{2} \right) + q(h - h_R)$ ifadesi $h_R - h$ parantezine alınırsa,

$(h - h_R) \left[\frac{qD_1}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right]$ elde edilir. O halde;

$$\frac{dDF(T\bar{P}U)(y)}{dy} = 0 \text{ için ;} \tag{54}$$

$$\begin{aligned}
& = \frac{1}{6y^2} \left[(K + (1+m)(S+2A)) D_1 + \frac{2}{6y^2} (K + (1+m)(S+2A)) D_2 \right. \\
& \quad \left. + \frac{2}{6y^2} (K + (1+m)(S+2A)) D_3 + \frac{1}{6y^2} (K + (1+m)(S+2A)) D_4 \right] \\
& = - \left\{ \frac{1}{6} \left[\frac{q^2}{R} (h_R - (1+m)h') D_1 + (h_R - h) \left(\frac{qD_1}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right] + \frac{2}{6} \left[\frac{q^2}{R} (h_R - (1+m)h') D_2 \right. \right. \\
& \quad \left. \left. + (h_R - h) \left(\frac{qD_2}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right] + \frac{2}{6} \left[\frac{q^2}{R} (h_R - (1+m)h') D_3 + (h_R - h) \left(\frac{qD_3}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right] \right\} \\
& \quad \left. + \frac{1}{6} \left[\frac{q^2}{R} (h_R - (1+m)h') D_4 + (h_R - h) \left(\frac{qD_4}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right] \right\} \tag{55}
\end{aligned}$$

Buradan üstteki eşitlik aşağıdaki gibi düzenlenir:

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{6y^2} \left\{ [(K + (1+m)(S+2A)) D_1] + 2[(K + (1+m)(S+2A)) D_2] \right. \\
& \quad \left. + 2[(K + (1+m)(S+2A)) D_3 + [(K + (1+m)(S+2A)) D_4]] \right\} \tag{56}
\end{aligned}$$

$$= -\frac{1}{6} A_1 - \frac{2}{6} A_2 - \frac{2}{6} A_3 - \frac{1}{6} A_4 \tag{57}$$

Son eşitliği tekrar düzenlersek,

$$= \frac{1}{6y^2} [(K + (1 + m)(S + 2A))] [D_1 + 2D_2 + 2D_3 + D_4] \quad (58)$$

$$= -\frac{1}{6} [A_1 + 2A_2 + 2A_3 + A_4] \quad (59)$$

Burada,

$$A_1 = \frac{1}{6} \left[\frac{q^2}{R} (h_R - (1 + m)h') D_1 + (h_R - h) \left(\frac{qD_1}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right] \quad (60)$$

$$A_2 = \frac{2}{6} \left[\frac{q^2}{R} (h_R - (1 + m)h') D_2 + (h_R - h) \left(\frac{qD_2}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right] \quad (61)$$

$$A_3 = \frac{2}{6} \left[\frac{q^2}{R} (h_R - (1 + m)h') D_3 + (h_R - h) \left(\frac{qD_3}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right] \quad (62)$$

$$A_4 = \frac{1}{6} \left[\frac{q^2}{R} (h_R - (1 + m)h') D_4 + (h_R - h) \left(\frac{qD_4}{X} + \frac{q^2}{2} - q \right) - \frac{h}{2} \right] \quad (63)$$

Eşitlik den y'yi çekersek,

$$y^2 = \frac{[(K+(1+m)(S+2A))[D_1+2D_2+2D_3+D_4]}{-[A_1+2A_2+2A_3+A_4]} \quad (64)$$

$$y = \sqrt{\frac{[(K+(1+m)(S+2A))[D_1+2D_2+2D_3+D_4]}{-[A_1+2A_2+2A_3+A_4]}} \quad (65)$$

elde edilir.

3.4 Önerilen Modeller İle İlgili Örnek Olay İncelemesi

Tezin bu kısmında, geliştirilen modelin bulanık ve ekonomik sipariş miktarı modellerinin işleyişini ve geçerliliğini göstermek için örnek olaylara yer verilmektedir. sistem parametreleri ve duyarlılık analizleri ile optimal çözüm üzerindeki etkileri incelenmektedir. Girdi parametrelerinin net değerler olarak bir örnek ile bulanıklığın farklı seviyelerini bulanık ortamda değerlendirilen on üç örneğe yer verilmektedir.

İşaretsiz uzaklık yöntemi için elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Tablo 3.1. Bir tane Δ_i değeri değişirken diğerleri sabit olduğunda “ y”deki ve DFTPU’ daki değişim

Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	\tilde{D}	y	DFTPU
500	500	1000	500	49875	3726,833554	1192439,638
500	500	1000	1000	50000	3731,512331	1195451,759
500	500	1000	1500	50125	3736,185307	1198463,91
500	500	500	1000	50125	3736,185307	1198463,91
500	500	1000	1000	50000	3731,512331	1195451,759
500	500	1500	1000	49875	3726,833554	1192439,638
500	250	1000	1000	49937,5	3729,173669	1193945,695
500	500	1000	1000	50000	3731,512331	1195451,759
500	750	1000	1000	50062,5	3733,849543	1196957,831
250	500	1000	1000	50062,5	3733,849543	1196957,831
500	500	1000	1000	50000	3726,833554	1192439,638
750	500	1000	1000	49937,5	3731,512331	1195451,759

Tablo 3.1’de, \tilde{D} yamuk bulanık sayısı için tanımlanan hücrelerdeki değerlerin, birinin değiştiği diğerlerinin sabit kaldığı durumlar için bulanıklık seviyesi, optimal sipariş miktarı ve bulanık toplam kâr fonksiyonu üzerindeki etkisi verilmektedir. İlgili bulanık sayıda tanımlı en üst hücredeki değer arttığında, sipariş miktarının ve bulanık toplam kârın arttığı görülmektedir. Benzer olarak, ilgili bulanık sayıda tanımlı alt hücredeki değer arttığında, sipariş miktarının ve toplam kârın arttığı görülmektedir. Tersine, yamuk bulanık sayıda tanımlı üst hücredeki değer arttığında, sipariş miktarının ve toplam kârın azaldığı görülmektedir.

Tablo 3.2. \tilde{D} daki değişim için “ y ”deki ve DFTPU’deki değişim

Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	\tilde{D}	y	DFTPU
100	30	250	160	49960	3730,015755	1194487,877
60	20	150	180	49997,5	3731,418813	1195391,516
500	500	1000	1000	50000	3731,512331	1195451,759
750	950	1100	1500	50150	3737,119208	1199066,343
1000	1250	1500	2000	50187,5	3738,519626	1199969,996
5000	6000	8000	12000	51250	3777,984554	1225574,574
7500	9000	11000	15000	51375	3782,600687	1228587,014
10000	11000	13000	18000	51500	3787,21125	1231599,481
15000	19000	23000	30000	52750	3833,014951	1261725,691
17000	21000	25000	35000	53500	3860,23898	1279802,729
22000	24000	27000	40000	53750	3869,271535	1285828,622
25000	26000	32000	48000	54250	3887,274343	1297880,725

Bulanıklık seviyesindeki değişikliğin optimal çözüm üzerindeki etkisi Tablo 3.2’de görölmektedir. Bu tabloda, bulanıklık seviyesinin arttığı durumlarda yamuk bulanık sayılar rassal olarak seçilmiştir. Bu sonuçlara göre, toplam kârın, optimal sipariş miktarına göre bulanıklık seviyesindeki değişimden daha çok etkilendiği ve bu değişimin yaklaşık olarak iki katı kadar olduğu görölmektedir.

Tablo 3.3. K daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

K	y	DFTPU
20	3511,815618	1196556,224
40	3568,008236	1196273,731
60	3623,329492	1195995,618
80	3677,818707	1195721,689
100	3731,512331	1195451,759
120	3784,444228	1195185,658
140	3836,645925	1194923,229
160	3888,146832	1194664,322
180	3938,974438	1194408,8
200	3989,15448	1194156,534

Tablo 3.3’de, sipariş verme maliyeti K nın, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Bu sonuçlara göre, sipariş maliyeti arttığında, optimal sipariş miktarının oldukça arttığı, tersine toplam kârda ise beklenildiği üzere çok az düşüşe sebep olduğu görülmektedir. Örneğin, sipariş maliyetinin değeri 100’den 120’ye çıktıda, optimal sipariş miktarının 3731.512’den 3787.444’e yükseldiği, buna karşılık toplam kârın 1195451.759’dan 1195185.658’e düştüğü görülmektedir.

Tablo 3.4. “h”daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

h	y	DFTPU
1	7836,168417	1205277,972
2	5757,380065	1202052,601
3	4764,534374	1199519,022
4	4154,623683	1197362,211
5	3731,512331	1195451,759
6	3415,92354	1193718,647
7	3168,881354	1192121,095
8	2968,696031	1190631,533
9	2802,211121	1189230,636
10	2660,921615	1187904,234

Tablo 3.4’de, iyi kalite ürünler için stokta tutma maliyetinin, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Stokta tutma maliyeti arttığında, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu, bu düşüşün sipariş miktarında önemli ölçüde olduğu, toplam kârda ise daha az düşüşe sebep olduğu görülmektedir. Örneğin, stokta tutma maliyetinin değeri 3’den 9’a çıktığında (%200 arttığında), optimal sipariş miktarının 4764.53’den 2802.21’e düştüğü (%41 azaldığı), fakat toplam kârın 1195519.022’den 1189230.636’ya düştüğü (%0.5 azaldığı) görülmektedir.

Tablo 3.5. “q” daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

q	y	DFTPU
kj	3736,447838	1200871,084
0,02	3731,512331	1195451,759
0,03	3726,84773	1190033,734
0,04	3722,451087	1184617,004
0,05	3718,319644	1179201,565
0,06	3714,450824	1173787,411
0,07	3710,842229	1168374,54
0,08	3707,491632	1162962,946
0,09	3704,396978	1157552,628
0,1	3701,556374	1152143,581

Tablo 3.5’de kusurlu ürün oranındaki, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Kusurlu ürün oranındaki artış, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu, bu artışın sipariş miktarında toplam kârda ve önemli ölçüde olduğu görülmektedir. Örneğin, kusurlu ürün oranındaki değeri 0.01’den 0.05’e çıktığında (%400 arttığında), optimal sipariş miktarının 3736,44’den 3718,31’e düştüğü (%48 azaldığı), fakat toplam kârın 1200871,084’den 1179201,565’e düştüğü (%1.8 azaldığı) görülmektedir.

Tablo 3.6. h' değişimin için “ y ”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

h'	y	DFTPU
1	3732,581647	1195489,86
2	3732,225106	1195477,16
3	3731,868668	1195464,459
4	3731,512331	1195451,759
5	3731,156097	1195439,059
6	3730,799965	1195426,359
7	3730,443935	1195413,659
8	3730,088006	1195400,959
9	3729,73218	1195388,26
10	3729,376455	1195375,561

Tablo 3.6’da yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma tutma maliyeti, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyetindeki artış, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu, örneğin, yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyeti 1’den 5’e çıktığında optimal sipariş miktarının 3732,58’den 3731,15’e düştüğü ve toplam kârın 1195489,86’dan 1195439,059’a düştüğü görülmektedir.

Tablo 3.7. h_R değişim için y deki ve DFTPUdeki değişime etkisi

h_R	y	DFTPU
1	3783,390558	1195663,532
2	3772,841817	1195620,892
3	3762,380823	1195578,396
4	3752,006364	1195536,042
5	3741,717255	1195493,831
6	3731,512331	1195451,759
7	3721,390452	1195409,827
8	3711,350496	1195368,032
9	3701,391365	1195326,375
10	3691,511979	1195284,853

Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi için elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Tablo 3.7’de yeniden işlenen ürünleri stokta tutma maliyeti, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Yeniden işlenen ürünler için stokta tutma maliyetindeki artış, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğunun görüldüğü, örneğin, yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyeti 1’den 5’e çıktığında, optimal sipariş miktarının 3783,39’dan - 3741,71’e düştüğü, fakat toplam kârın 1195663,532 ‘den 1195493,831 düştüğü görülmektedir.

Tablo 3.8. \tilde{D} daki değişim için “y”deki ve DFTPU’deki değişim

\tilde{D}	\tilde{D} Ağırlığa göre	y	DFTPU
(10000, 15000, 51000, 55000)	32833,33333	3022,552931	782123,9356
(12000,20000,560000,60000)	37333,33333	3223,390231	890396,0001
(9000,21000,57000,62000)	37833,33333	3244,943558	902430,0898
(15000,24000,55000,57000)	38333,33333	3266,355715	914464,8949
(11000,18000,60000,65000)	38666,66667	3280,553426	922488,4889
(17000,25000,61000,64000)	42166,66667	3426,105911	1006754,087
(20000,35000,55000,65000)	44166,66667	3506,588752	1054919,498
(26000,32000,58000,70000)	46000	3578,788515	1099079,12
(31000,35000,600000,65000)	47666,66667	3643,194235	1139230,474
(37000,39000,63000,66000)	51166,66667	3774,904028	1223566,297
(40000,45000,68000,85000)	58500	4037,092542	1400339,887
(44000,49000,75000,100000)	65333,33333	4267,084846	1565133,522

Tablo 3.8’de \tilde{D} deki, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. \tilde{D} artış, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda artışa sebep olduğunun görüldüğü, örneğin ilgili bulanık sayıda tanımlı en üst hücredeki değer arttığında, sipariş miktarının ve bulanık toplam karın arttığı görülmektedir. Benzer olarak, ilgili bulanık sayıda tanımlı alt hücredeki değer arttığında, sipariş miktarının ve toplam karın arttığı görülmektedir.

Tablo 3.9. “K”daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

K	y	DFTPU
20	3300,13465	1055957,687
40	3352,940158	1055692,146
60	3404,926826	1055430,722
80	3456,131607	1055173,23
100	3506,588752	1054919,498
120	3556,330084	1054669,365
140	3605,38523	1054422,683
160	3653,781828	1054179,313
180	3701,545709	1053939,124
200	3748,701059	1053701,996

Tablo 3.9’da, sipariş maliyetinin, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Sipariş maliyetindeki artış, optimal sipariş miktarında artmaya ve toplam karda azalmaya sebep olduğunun görüldüğü, örneğin, sipariş maliyeti 100’den 180’e çıktığında, optimal sipariş miktarının 3506,58’den 3701,54’e arttığını, fakat toplam kârın 1054919,498’den düştüğü 1053939,124’e düştüğü görülmektedir.

Tablo 3.10. “h”daki değişimin için “y”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

h	y	DFTPU
1	7343,110994	1064132,379
2	5404,16535	1061111,178
3	4475,007014	1058735,487
4	3903,421338	1056712,165
5	3506,588752	1054919,498
6	3210,453594	1053292,971
7	2978,559569	1051793,495
8	2790,601429	1050395,261
9	2634,254792	1049080,171
10	2501,548752	1047834,949

Tablo 3.10’da iyi kalite ürünler için stokta tutma maliyeti, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyetindeki artış, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu, örneğin, yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyeti 1’den 5’e çıktığında, optimal sipariş miktarının 7343,11’den 3506,58’e düştüğü ve toplam kârın da 1064132,379’dan 1054919,498’e düştüğü (%0.8 azaldığı) görülmektedir.

Tablo 3.11. “q”daki değişimin için “y” deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

q	y	DFTPU
0,01	3511,487957	1059709,282
0,02	3506,588752	1054919,498
0,03	3501,926672	1050130,841
0,04	3497,498994	1045343,306
0,05	3493,303149	1040556,89
0,06	3489,336717	1035771,587
0,07	3485,597425	1030987,395
0,08	3482,083144	1026204,309
0,09	3478,791883	1021422,327
0,1	3475,721786	1016641,445

Tablo 3.11’de kusurlu ürün oranındaki toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Kusurlu ürün oranındaki artış, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu, bu artışın sipariş miktarında toplam kârda önemli ölçüde olduğu görülmektedir. Örneğin, kusurlu ürün oranındaki değeri 0.01’den 0.05’e çıktığında, optimal sipariş miktarının 3511,48’den 3493,30’a düştüğü, ve toplam kârın da 1059709,282’den 1040556,89’ a düştüğü görülmektedir.

Tablo 3.12. “ h' ”deki değişimin için “ y ”deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

h'	y	DFTPU
1	3507,476079	1054952,868
2	3507,180228	1054941,745
3	3506,884453	1054930,621
4	3506,588752	1054919,498
5	3506,293126	1054908,375
6	3505,997574	1054897,252
7	3505,702098	1054886,129
8	3505,406696	1054875,006
9	3505,111368	1054863,884
10	3504,816116	1054852,761

Tablo 3.12’de yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyeti, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyetindeki artış, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu, örneğin, yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyeti 1’den 5’e çıktığında optimal sipariş miktarının 3507,47’den 3506,29’a düştüğü ve toplam kârın da 1054952,868’den 1054908,375’e düştüğü görülmektedir.

Tablo 3.13. “ h_R ”daki değişimin için “ y ” deki ve DFTPU’deki değişime etkisi

h_R	y	DFTPU
1	3557,917959	1055133,74
2	3547,471798	1055090,595
3	3537,11711	1055047,599
4	3526,852569	1055004,752
5	3516,676875	1054962,052
6	3506,588752	1054919,498
7	3496,586951	1054877,089
8	3486,67025	1054834,823
9	3476,837447	1054792,699
10	3467,087367	1054750,717

Tablo 3.13’de yeniden işlenen ürünleri stokta tutma maliyeti, toplam kâr ve optimal sipariş miktarı üzerindeki etkisi verilmektedir. Yeniden işlenen ürünler için stokta tutma maliyetindeki artış, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu görülmektedir. Örneğin, yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyeti 1’den 5’e çıktığında (%400 arttığında), optimal sipariş miktarının 3557,91’den 3516,67’e düştüğü (%115 azaldığı), fakat toplam karın 1055133,74’den 1054962,052’ye düştüğü (%0.01 azaldığı) görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir asırdan fazla bir süredir, stok kontrol modelleri üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışma, bulanık küme teorisinin envanter kontrol problemlerindeki belirsizlikleri modelleme ve çözmedeki etkinliğini ölçmeyi amaçlamaktadır. Buna göre, ilk olarak, gerçek hayat üretim sistemlerinde ortaya çıkabilecek varsayımlar altında kusurlu ürünleri içeren bir parti için yeniden işleme varsayımının mevcut olduğu stoksuzluk durumuna izin vermeyen bir ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirilmiştir. Daha sonra, karar değişkenleri ve bulanık girdi parametreleri (sipariş adedi ve stok dışı adedi) ve yeniden işleme varsayımları dahil olmak üzere bulanık ekonomik sipariş miktarı modelleri geliştirilmiştir.

Jaber vd. (2014), kusurlu ürünlerin farklı bir işletmede yeniden işlenmesinin yanı sıra, kusurlu ürün miktarı kadar iyi kalitede ürünlerin satın alınmasını varsayarak, bir ekonomik sipariş miktarı modeli geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada, Jaber vd. (2014) tarafından geliştirilen model bulanık ortamda tekrar ele alınmış ve iki durulaştırma yöntemi (işaretleli uzaklık ve ağırlıklı ortama birleşim sunum yöntemleri) ile matematiksel modelleri geliştirilmiştir.

Sayısal analizler sonucunda bu çalışmada kullanılan iki yöntemden çıkarılan sonuçlar şu şekildedir. İşaretleli uzaklık yöntemi ile sipariş verme maliyeti K 'nın, optimal sipariş miktarı ve toplam kâr üzerindeki etkisi sipariş maliyeti arttığında, optimal sipariş miktarının oldukça arttığı, tersine toplam kârda ise beklenildiği üzere çok az düşüşe sebep olduğu görülmektedir.

Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi ile sipariş maliyetindeki artış, optimal sipariş miktarında artmaya ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu tesbit edilmiştir.

İyi kalite ürünler için stokta tutma maliyeti arttığında, işaretleli uzaklık yöntemi dikkate alındığında optimal sipariş miktarı ve toplam kârın azaldığı, bu düşüşün sipariş miktarında önemli ölçüde olduğu, toplam kârda ise daha az düşüşe sebep olduğu görülmektedir. Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi dikkate alındığında, iyi kaliteli ürünler için stokta tutma maliyetinin artması, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda bir azalmaya sebep olmaktadır.

Yeniden işlenecek ürünler için stokta tutma maliyeti arttığında, işaretli uzaklık yöntemi kullanıldığında optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu gözlemlenmiştir. Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi kullanıldığında optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu gözlenmiştir.

Yeniden işlenen ürünleri stokta tutma maliyeti arttığında işaretli uzaklık yöntemi baz alındığında, optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu görülmektedir. Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemi baz alındığında optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu görülmektedir.

Kusurlu ürün oranındaki artış, işaretli uzaklık yöntemiyle incelendiğinde optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu, bu artışın sipariş miktarında toplam kârda ve önemli ölçüde olduğu görülmektedir. Ağırlıklı ortalama birleşim sunum yöntemiyle incelendiğinde optimal sipariş miktarı ve toplam kârda azalmaya sebep olduğu, bu artışın sipariş miktarı ve toplam kârda önemli ölçüde olduğu görülmektedir.

İşaretli uzaklık yöntemi ile bulanıklık seviyesindeki değişikliğin ilgili parametre ve girdilerle birlikte sonuçları doğrudan etkilediği gözlemlenmiştir. Diğer yöntemlere göre kârdaki belirgin artışların olduğu görülmüştür.

Bu çalışma ile bulanık mantığın stok kontrol problemlerindeki belirsizlikleri etkin olarak modelleyebildiği sonucuna ulaşılabilir. Bulanık küme teorisi, gerçek hayat problemlerinin modellenmesinde karar vericiye deterministik ve olasılıksal matematiksel araçlara ek olarak alternatif bir araç önermektedir. Stok kontrolünde bulanık küme teorisi kullanmanın avantajı, bulanık küme teorisinin ölçülemeyen belirsizlikleri sayısallaştırabilme yeteneğine sahip olmasıdır. Klasik stok kontrol modellerinde bulanık modeller, bütün durumları içeren oldukça esnek sonuçlar sunabilmektedir. Deterministik ve stokastik modeller ile çözülemeyen karmaşık ve belirsizliğin büyük olduğu stok kontrol problemlerine yön verebilmektedir. Bulanık mantık insan düşünme biçimi ile hareket ederek çözümler üretmektedir. Bu nedenle bundan sonraki araştırmalarda belirsiz durumlarının modellenmesi için bulanık mantık içeren yöntemlerin kullanılması yaygınlaşmalıdır.

KAYNAKÇA

- Aghili, S. J., ve Hajian-Hoseinabadi, H., 2017. Reliability evaluation of repairable systems using various fuzzy-based methods—A substation automation case study. *International Journal of Electrical Power Energy Systems* 85, 130-142.
- Alamri, A. A., Harris, I., ve Syntetos, A. A., 2016. Efficient inventory control for imperfect quality items. *European Journal of Operational Research* 254, 92-104.
- Behret, H., 2011. Üretim sistemlerinde bulanık tek dönemli stok kontrol modelleri. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bellman, R. E., ve Zadeh, L. A., 1970. Decision-making in a fuzzy environment. *Management science* 17, B-141-B-164.
- Bhaya, S., Pal, M., ve Nayak, P. K., 2014. Intuitionistic fuzzy optimization technique in EOQ model with two types of imperfect quality items. *Advanced Modeling Optimization* 16, 33-50.
- Bhuiya, S. K., ve Chakraborty, D., 2016. A fuzzy random EPQ model with fuzzy defective rates and fuzzy inspection errors. *Journal of Intelligent Fuzzy Systems* 30, 3527-3541.
- Bjork, K.-M. 2008. The economic production quantity problem with a finite production rate and fuzzy cycle time. *In "Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2008)", pp. 68-68. IEEE.*
- Björk, K.-M., 2009. An analytical solution to a fuzzy economic order quantity problem. *International journal of approximate reasoning* 50, 485-493.
- Cárdenas-Barrón, L. E., 2009. Economic production quantity with rework process at a single-stage manufacturing system with planned backorders. *Computers Industrial Engineering* 57, 1105-1113.
- Chan, W. M., Ibrahim, R. N., ve Lochert, P. B., 2003. A new EPQ model: integrating lower pricing, rework and reject situations. *Production Planning Control* 14, 588-595.
- Chang, C.-T., Cheng, M.-C., ve Soong, P.-Y., 2016. Impacts of inspection errors and trade credits on the economic order quantity model for items with imperfect quality. *International Journal of Systems Science: Operations Logistics* 3, 34-48.
- Chang, H.-C., 2004. An application of fuzzy sets theory to the EOQ model with imperfect quality items. *Computers Operations Research* 31, 2079-2092.
- Chang, S.-C., 1999. Fuzzy production inventory for fuzzy product quantity with triangular fuzzy number. *Fuzzy Sets Systems* 107, 37-57.
- Chang, S.-C., Yao, J.-S., ve Lee, H.-M., 1998. Economic reorder point for fuzzy backorder quantity. *European Journal of Operational Research* 109, 183-202.
- Chen, C.-K., ve Lo, C.-C., 2006. Optimal production run length for products sold with warranty in an imperfect production system with allowable shortages. *Mathematical Computer Modelling* 44, 319-331.
- Chen, S.-H., 1985. Operations on fuzzy numbers with function principal. *Tamkang Journal of Management Sciences* 6, 13-25.
- Chen, S.-H., Wang, C.-C., ve Arthur, R., 1996. Backorder fuzzy inventory model under function principle. *Information sciences* 95, 71-79.
- Chen, S. H., ve Chang, S. M., 2008. Optimization of fuzzy production inventory model with unrepairable defective products. *International Journal of Production Economics* 113, 887-894.

- Chen, S. H., ve Hsieh, C. H., 1999. Graded mean integration representation of generalized fuzzy number. *Journal of Chinese Fuzzy Systems* 5, 1-7.
- Chen, S. H., Wang, C.-C., ve Chang, S. M., 2007. Fuzzy economic production quantity model for items with imperfect quality. *International Journal of Innovative Computing, Information Control* 3, 85-95.
- Cheng, T., 1991. An economic order quantity model with demand-dependent unit production cost and imperfect production processes. *IIE transactions* 23, 23-28.
- Chiu, Y. P., 2003. Determining the optimal lot size for the finite production model with random defective rate, the rework process, and backlogging. *Engineering optimization* 35, 427-437.
- Chung, K.-J., ve Hou, K.-L., 2003. An optimal production run time with imperfect production processes and allowable shortages. *Computers Operations Research* 30, 483-490.
- Cunha, L. R. A., Delfino, A. P. S., dos Reis, K. A., ve Leiras, A., 2018. Economic production quantity (EPQ) model with partial backordering and a discount for imperfect quality batches. *International Journal of Production Research* 56, 6279-6293.
- De, S. K., ve Mahata, G. C., 2019. A cloudy fuzzy economic order quantity model for imperfect-quality items with allowable proportionate discounts. *Journal of Industrial Engineering International*, 1-13.
- De, S. K., ve Sana, S. S., 2013. Fuzzy order quantity inventory model with fuzzy shortage quantity and fuzzy promotional index. *Economic Modelling* 31, 351-358.
- Eroglu, A., ve Ozdemir, G., 2007. An economic order quantity model with defective items and shortages. *International journal of production economics* 106, 544-549.
- Eroglu, A., Sutcu, A., ve Sulak, H., 2008. An economic production quantity model with random defective rate in imperfect production processes. *Journal of the Faculty of Engineering Architecture of Gazi University* 23, 923-929.
- Eroğlu, A., 2002. Deterministik Envanter Modelleri-Öğrenme ve Paranın Zaman Değeri Etkilerini İçeren Model Önerileri, Fakülte Kitabevi, Isparta.
- Eroğlu, A., ve Demir, H., 2008. Kusurlu ürün oranı ile bir ekonomik sipariş miktarı modeli. *Review of Social, Economic Business Studies* 9, 263-286.
- Flapper, S. D. P., ve Teunter, R. H., 2004. Logistic planning of rework with deteriorating work-in-process. *International journal of production economics* 88, 51-59.
- Gani, A. N., ve Dharik, S. R., 2018. EPQ Model with Imperfect Quality Items with Allowable Shortages using Fuzzy Numbers. *International Journal of Pure Applied Mathematics* 118, 227-234.
- Goyal, S. K., ve Cárdenas-Barrón, L. E., 2002. Note on: economic production quantity model for items with imperfect quality—a practical approach. *International Journal of Production Economics* 77, 85-87.
- Halim, K., Giri, B. C., ve Chaudhuri, K., 2009. Fuzzy EPQ models for an imperfect production system. *International Journal of Systems Science* 40, 45-52.
- Hayek, P. A., ve Salameh, M. K., 2001. Production lot sizing with the reworking of imperfect quality items produced. *Production Planning Control* 12, 584-590.
- Hsieh, C. H., 2002. Optimization of fuzzy production inventory models. *Information sciences* 146, 29-40.
- Hsu, L.-F., ve Hsu, J.-T., 2016. Economic production quantity (EPQ) models under an imperfect production process with shortages backordered. *International Journal of Systems Science* 47, 852-867.

- Hu, J., Guo, C., Xu, R., ve Ji, Y. 2010. Fuzzy economic order quantity model with imperfect quality and service level. *In "2010 Chinese Control and Decision Conference"*, pp. 4042-4047. IEEE.
- Jaber, M. Y., Zanoni, S., ve Zavanella, L. E., 2014. Economic order quantity models for imperfect items with buy and repair options. *International Journal of Production Economics* 155, 126-131.
- Jamal, A., Sarker, B. R., ve Mondal, S., 2004. Optimal manufacturing batch size with rework process at a single-stage production system. *Computers Industrial Engineering* 47, 77-89.
- Jana, D. K., Maity, K., Maiti, M., ve Roy, T. K., 2014. A multiobjective multi-item inventory control problem in fuzzy-rough environment using soft computing techniques. *Advances in Decision Sciences*, 1-13.
- Kacprzyk, J., ve Stanieski, P., 1982. Long-term inventory policy-making through fuzzy decision-making models. *Fuzzy Sets Systems* 8, 117-132.
- Kao, C., ve Hsu, W.-K., 2002a. Lot size-reorder point inventory model with fuzzy demands. *Computers Mathematics with Applications* 43, 1291-1302.
- Kao, C., ve Hsu, W.-K., 2002b. A single-period inventory model with fuzzy demand. *Computers Mathematics with Applications* 43, 841-848.
- Kazemi, N., Ehsani, E., ve Jaber, M. Y., 2010. An inventory model with backorders with fuzzy parameters and decision variables. *International Journal of Approximate Reasoning* 51, 964-972.
- Kazemi, N., Olugu, E. U., Abdul-Rashid, S. H., ve Ghazilla, R. A. B. R., 2015. Development of a fuzzy economic order quantity model for imperfect quality items using the learning effect on fuzzy parameters. *Journal of Intelligent Fuzzy Systems* 28, 2377-2389.
- Khan, M., Jaber, M., Guiffrida, A., ve Zolfaghari, S., 2011. A review of the extensions of a modified EOQ model for imperfect quality items. *International Journal of Production Economics* 132, 1-12.
- Kim, C. H., ve Hong, Y., 1999. An optimal production run length in deteriorating production processes. *International Journal of Production Economics* 58, 183-189.
- Konstantaras, I., Goyal, S., ve Papachristos, S., 2007. Economic ordering policy for an item with imperfect quality subject to the in-house inspection. *International Journal of Systems Science* 38, 473-482.
- Kumar, R., ve Goswami, A., 2013. Fuzzy stochastic EOQ inventory model for items with imperfect quality and shortages are backlogged. *Advanced Modeling Optimization* 15, 261-279.
- Lee, H.-M., ve Yao, J.-S., 1998. Economic production quantity for fuzzy demand quantity, and fuzzy production quantity. *European Journal of Operational Research* 109, 203-211.
- Lee, H.-M., ve Yao, J.-S., 1999. Economic order quantity in fuzzy sense for inventory without backorder model. *Fuzzy Sets Systems* 105, 13-31.
- Lin, C.-S., 1999. Integrated production-inventory models with imperfect production processes and a limited capacity for raw materials. *Mathematical Computer Modelling* 29, 81-89.
- Lin, D.-C., ve Yao, J.-S., 2000. Fuzzy economic production for production inventory. *Fuzzy Sets Systems* 111, 465-495.

- Maddah, B., ve Jaber, M. Y., 2008. Economic order quantity for items with imperfect quality: revisited. *International Journal of Production Economics* 112, 808-815.
- Mahata, G. C., ve Goswami, A., 2013. Fuzzy inventory models for items with imperfect quality and shortage backordering under crisp and fuzzy decision variables. *Computers Industrial Engineering* 64, 190-199.
- Mandal, N. K., Roy, T. K., ve Maiti, M., 2005. Multi-objective fuzzy inventory model with three constraints: a geometric programming approach. *Fuzzy Sets Systems* 150, 87-106.
- Mizumoto, M., ve Tanaka, J. 1979. Some properties of fuzzy numbers in: MM Gupta et al. Editors, *Advances in Fuzzy Set Theory and Applications*. North-Holland, New-York.
- Najafi, M., Ghodrathnama, A., ve Pasandideh, H. R., 2018. Solving a deterministic multi product single machine EPQ model with partial backordering, scrapped products and rework. *International Journal of Supply Operations Management* 5, 11-27.
- Ojha, D., Sarker, B., ve Biswas, P., 2007. An optimal batch size for an imperfect production system with quality assurance and rework. *International Journal of Production Research* 45, 3191-3214.
- Öçlü, B., 2015. İşletmelerde Stok Kontrol Yöntemleri. <http://www.satinalmadergisi.com/2015/04/21/>, Erişim: 12.05.2019.
- Özkan, Ş., 2011. Yöneylem Araştırması Nicel Karar Teknikleri, Nobel Yayıncılık, 273, Ankara.
- Öztürk, H., 2018. Optimization of fuzzy production inventory models for crisp or fuzzy production time. *Pakistan Journal of Statistics Operation Research* 14, 661-695.
- Öztürk, Ö., 2009. Deterministik Yoksatmalı/Yoksatmasız Üretim-Sipariş Modeline Bulanık Küme Uygulaması. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pal, S., Mahapatra, G., ve Samanta, G., 2014. An EPQ model of ramp type demand with Weibull deterioration under inflation and finite horizon in crisp and fuzzy environment. *International Journal of Production Economics* 156, 159-166.
- Papachristos, S., ve Konstantaras, I., 2006. Economic ordering quantity models for items with imperfect quality. *International Journal of Production Economics* 100, 148-154.
- Park, K. S., 1987. Fuzzy-set theoretic interpretation of economic order quantity. *IEEE Transactions on systems, Man, Cybernetics* 17, 1082-1084.
- Petrovic, D., ve Sweeney, E., 1994. Fuzzy knowledge-based approach to treating uncertainty in inventory control. *Computer Integrated Manufacturing Systems* 7, 147-152.
- Porteus, E. L., 1986. Optimal lot sizing, process quality improvement and setup cost reduction. *Operations Research* 34, 137-144.
- Rosenblatt, M. J., ve Lee, H. L., 1986. Economic production cycles with imperfect production processes. *IIE transactions* 18, 48-55.
- Ross, S. M., Kelly, J. J., Sullivan, R. J., Perry, W. J., Mercer, D., Davis, R. M., Washburn, T. D., Sager, E. V., Boyce, J. B., ve Bristow, V. L., 1996. *Stochastic processes*, Vol. 2, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Roy, T., ve Maiti, M., 1997. A fuzzy EOQ model with demand-dependent unit cost under limited storage capacity. *European Journal of Operational Research* 99, 425-432.

- Roy, T. K., ve Maiti, M., 1998. Multi-objective inventory models of deteriorating items with some constraints in a fuzzy environment. *Computers Operations Research* 25, 1085-1095.
- Ruidas, S., Rahaman Seikh, M., Nayak, P. K., ve Pal, M., 2018. Interval valued EOQ model with two types of defective items. *Journal of Statistics Management Systems* 21, 1059-1082.
- Saha, S., ve Chakrabarti, T., 2018. Imprecise Inventory Model for Items With Imperfect Quality Subject to Learning Effects Having Shortages. "Handbook of Research on Promoting Business Process Improvement Through Inventory Control Techniques", pp. 284-304. IGI Global.
- Salameh, M., ve Jaber, M., 2000. Economic production quantity model for items with imperfect quality. *International journal of production economics* 64, 59-64.
- Schwaller, R. L., 1988. EOQ under inspection costs. *Production Inventory Management Journal* 29, 22.
- Shah, N. H., Patel, D. G., ve Shah, D. B., 2018. EPQ model for returned/reworked inventories during imperfect production process under price-sensitive stock-dependent demand. *Operational Research* 18, 343-359.
- Sharifi, E., Sobhanallahi, M. A., Mirzazadeh, A., ve Shabani, S., 2015. An EOQ model for imperfect quality items with partial backordering under screening errors. *Cogent Engineering* 2, 994258.
- Sommer, G., 1981. Fuzzy inventory scheduling. *Applied Systems Cybernetics* 6.
- Syed, J., ve Aziz, L., 2007. Fuzzy inventory model without shortages using signed distance method. *Applied Mathematics Information Sciences* 1, 203-209.
- Taha, H. A., 2000. *Yöneylem araştırması: Basımdan Çeviri, Literatür Yayıncılık, İstanbul.*
- Taheri-Tolgari, J., Mohammadi, M., Naderi, B., Arshadi-Khamseh, A., ve Mirzazadeh, A., 2019. An inventory model with imperfect item, inspection errors, preventive maintenance and partial backlogging in uncertainty environment. *Journal of Industrial Management Optimization* 15, 1317-1344.
- Taleizadeh, A. A., Khanbaglo, M. P. S., ve Cárdenas-Barrón, L. E., 2016. An EOQ inventory model with partial backordering and reparation of imperfect products. *International Journal of Production Economics* 182, 418-434.
- Vijayan, T., ve Kumaran, M., 2008. Inventory models with a mixture of backorders and lost sales under fuzzy cost. *European Journal of Operational Research* 189, 105-119.
- Vijayan, T., ve Kumaran, M., 2009. Fuzzy economic order time models with random demand. *International Journal of Approximate Reasoning* 50, 529-540.
- Vujošević, M., Petrović, D., ve Petrović, R., 1996. EOQ formula when inventory cost is fuzzy. *International Journal of Production Economics* 45, 499-504.
- Wee, H. M., Yu, J., ve Chen, M. C., 2007. Optimal inventory model for items with imperfect quality and shortage backordering. *Omega* 35, 7-11.
- Wu, K., ve Yao, J.-S., 2003. Fuzzy inventory with backorder for fuzzy order quantity and fuzzy shortage quantity. *European Journal of Operational Research* 150, 320-352.
- Yao, J.-S., Chang, S.-C., ve Su, J.-S., 2000. Fuzzy inventory without backorder for fuzzy order quantity and fuzzy total demand quantity. *Computers Operations Research* 27, 935-962.

- Yao, J.-S., ve Chiang, J., 2003. Inventory without backorder with fuzzy total cost and fuzzy storing cost defuzzified by centroid and signed distance. *European Journal of Operational Research* 148, 401-409.
- Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy sets. *Information Control* 8, 338-353.
- Zhang, X., ve Gerchak, Y., 1990. Joint lot sizing and inspection policy in an EOQ model with random yield. *IIE transactions* 22, 41-47.



ÖZGEÇMİŞ

Genco Şahinoğlu

Isparta

Ted Isparta Koleji

(+90) 5052782099

Sanayi Mahallesi 104.Cadde No:89

Isparta, 32100

İŞ TECRÜBESİ

Uğur Dershanesi

2005-2008

Turuncu Eğitim Dershanesi

2008-2015

Isparta Ted Koleji

2015-

EĞİTİM

Lisans

2001 Güz-2005 Bahar

Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü

Süleyman Demirel Üniversitesi

İLGİ ALANLARI

Akıl oyunları, matematik

YAYINLAR

Makaleler:

1. Eroğlu A., Öztürk H., Şahinoğlu G., Şenol S., Yaykaşlı M., Tatlıyer A., 2014. Parçalı geometrik değişimli geri ödemelere sahip yeni borç ödeme problemleri için matematiksel modeller, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, 51(588):73-78