



## BULANIK ÇEVRE ORTAMINDA MONTE CARLO SİMÜLASYONU İLE DENİZYOLU LOJİSTİĞİ FİYATLANDIRMA SÜREÇ ANALİZİ

Sibel BAYAR<sup>1\*</sup>

Ercan AKAN<sup>2</sup>

### Öz

Günümüzde artan rekabet koşulları tüm sektörlerde olduğu gibi lojistik sektöründe de etkisini göstermektedir. Lojistik süreçleri fiyatlandırma dahil olmak üzere pek çok aktiviteyi barındırmaktadır. Lojistik şirketlerinde rekabet sadece fiyat odaklı bir süreç olmamakla beraber bütüncül bir yaklaşım sergilendiğinde işletmeler daha rekabetçi bir ortamda müşteri memnuniyeti sağlayacaklardır. Fiyatlandırmanın en önemli fonksiyonlarından biri satış departmanının fiyat taleplerine en kısa sürede, en uygun fiyat ve en uygun servis hizmetinin tedarikidir. Bunun yanında bir hizmet sektörü olarak lojistik sektörü dikkate alındığında, lojistikte fiyatlandırmanın önemini daha da arttırmaktadır. Bununla birlikte tedarik zincirinin en önemli halkası ulaşımdır. Bu çalışmada, uluslararası yük taşımacılığının önemli bir kısmının deniz yolu ile yapılması nedeniyle deniz lojistiğinde fiyatlandırma sürecinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada bulanık süre ortamında Monte Carlo simülasyonu uygulanarak deniz lojistiğinde fiyatlandırma sürecinin analizi yapılmıştır. Öncelikle fiyatlandırma süreci faaliyetlere ayrıştırılarak bu faaliyetlere bulanık süreler atanmış ve bulanık süreler durulaştırılarak Monte Carlo simülasyonu ile analizi yapılmıştır. Çalışma, simülasyon ile bir olasılık bakışı sağlanması ve bulanık mantık ile bu süreçlerin sürelerinin tahminin bilinmezliğin arttığı durumlarda daha geniş çözümlerin sunmakta olup; çalışmanın uygulama alanı özgünlüğü ve model yaklaşımının entegrasyonu ile literatüre katkı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Denizyolu Lojistiği, Fiyatlandırma Süreci, Monte Carlo Simülasyonu, Bulanık Küme

**JEL Kodları:** F23, M10

## PROCESS ANALYSIS IN MARITIME LOGISTIC PRICING ACTIVITIES WITH MONTE CARLO SIMULATION IN FUZZY ENVIRONMENT

### Abstract

Nowadays, increasing competition conditions show their effect in logistics sector as in all sectors. Logistics processes contain many activities, including pricing. Although competition is not only a price-oriented process in logistics companies, when a holistic approach is taken, businesses will provide customer satisfaction in a more competitive environment. One of the most important functions of pricing is the supply of the most affordable price and the most suitable service to the sales department's price requests in the shortest time. However, the most important link in the supply chain is transportation. In this study, it was aimed to analyse the pricing process in maritime logistics since a significant part of international freight transportation is carried out by sea. In this study, the analysis of the pricing process in maritime logistics was performed by applying Monte Carlo simulation in the fuzzy time environment. Firstly, the pricing process was broken down into activities, and fuzzy times were assigned to these activities, and fuzzy times were defuzzied and analysed with the Monte Carlo simulation. The study provides a probability view with simulation and offers wider solutions in cases where the uncertainty increases, with fuzzy logic to estimate the duration of these processes; it contributes to the literature with the integration of the field of application of the study and the model approach.

**Keywords:** Maritime Logistics, Pricing Process, Monte Carlo Simulation, Fuzzy Set

**JEL Codes:** F23, M10

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği, ORCID 0000-0002-9169-935X

\* **Sorumlu Yazar (Corresponding Author):** sibelb@istanbul.edu.tr

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, İskenderun Teknik Üniversitesi Barbaros Hayrettin Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği, ORCID 0000-0003-0383-8290, ercan.akan@iste.edu.tr.

**Başvuru Tarihi (Received):** 24.02.2020 **Kabul Tarihi (Accepted):** 16.10.2020

## Giriş

Günümüzde lojistik faaliyetler açısından gerek yapılan iş süreçlerinin karmaşıklığı gerekse mümkün olan en düşük süre ve maliyetle iş süreçlerinin yönetilme gerekliliği nedenleriyle iş süreçlerinin etkin ve verimli bir şekilde planlanması önem arz etmektedir. Bu kapsamda süreçlerin en uygun sürede tamamlanabilecek şekilde iş süreçlerinin planlanması, firmalar için önemli bir konudur. Bu bağlamda süreç analizi ile birlikte süreçteki iş tanımlamaları ve süreleri gözden geçirilir, problemlerin neler olduğu belirlenir ve en uygun şekilde süreç yeniden tanımlanır. Dolayısıyla süreç analizi mevcut durumda sistemde işlemeyen, yanlış olan süreçler tespit edilerek daha etkin bir süreç planlamasının yapılmasına olanak vermekte ve süreç analiziyle süreçler esnek hale gelmektedir (Erten, 2010:40-41.). Etkin bir süreç yönetimi ve analizi ile iş sürecindeki faaliyetler sistematik bir hale getirilmekle birlikte, gereksiz tekrar ve hatalar eleneceğinden verimlilik artar, iş yükü azalır, iş sürecinde asıl hedefe odaklanılır, performans ölçüm sistemlerinin geliştirilmesine yardımcı olur (Kılıç & Aydın, 2015:151). Bu nedenle günümüzde firmalar için iş süreçlerinin analizinin yapılması verimli ve etkin bir yönetim için kaçınılmazdır.

Bilindiği gibi lojistik ürünün hammadde halinden ürünün tüketildiği son noktaya kadar somut ve soyut her türlü akışın her iki yönde nakliyesinin ve depolanmasının planlanması sürecini gerektirmektedir. Dolayısıyla lojistik birçok faaliyeti içeren karışık bir sistemdir. Bu faaliyetlerden biri de hiç kuşkusuz çok önemli olan fiyatlandırma aşamasıdır. Fiyatlandırmanın önemine istinaden günümüzde lojistik şirketlerinde fiyatlandırma departmanları bu talebi karşılamaktadır. Günümüzde fiyat, bir firmanın rekabet edilebilirliğini belirlemede önemli bir faktördür. Bu nedenle pazardaki büyük şirketler fiyatlandırma politika ve prosedürleri üzerinde ciddi bir şekilde durmaktadırlar. Dünya pazarlarında genellikle fiyatlandırma firmanın pazarlama hedeflerine ulaşma aracı olarak kullanılmaktadır (Seyoum, 2009:153). Fiyat, müşterilerin bir ürün ya da hizmetten fayda elde etmek için vazgeçtiği bütün değerlerin toplamıdır (Kotler ve Armstrong, 2018:308–309). Fiyatlandırma ise şirketlerin ürün veya hizmetlerinin ederini veya Pazar değerini belirleme işlemi olarak ifade edilmektedir (Akbulak, 2006:8; Yıldırım, 2015:12).

Çalışmada denizyolu taşımacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir lojistik firmasının denizyolu ihracat konteyner taşımacılığı fiyatlandırma sürecine ait aktiviteler tespit edilmiş, daha sonra bulanık süre ortamında Monte Carlo simülasyonu kullanılarak fiyatlandırma operasyonlarının süresinin analizi yapılmıştır. Bu çalışmada, bir fiyatlandırma talebi prosesi faaliyetleri ve faaliyet sürelerinin belirlenmiş, proses akışı ve prosesin tamamlanma süresinin bulunması amaçlanmıştır. Bunun yanında deterministik yaklaşımların aksine, belirsizliğin olduğu durumlarda ise bulanık mantık daha geniş bir kümede karar vermede imkân sunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada bulanık sayıların kullanılmasının amacı, denizyolu lojistiğinde faaliyetlerin süresinin belirsiz olduğunun düşünülmesidir. Ayrıca Monte Carlo simülasyon yöntemi ile daha geniş bir perspektif ile problem çözümü amaçlanmıştır. Faaliyetlerde kullanılan bulanık süreler, durulaştırma ile Monte Carlo simülasyonundaki olasılık dağılım fonksiyonlarının (*probability distribution function – pdf*) girdileri olarak dikkate alınmıştır. Dolayısıyla amaç fonksiyonu ile toplam faaliyetlerin süreleri hesaplanarak sonuçların analizi yapılmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde denizyolu lojistiğindeki fiyatlandırma, simülasyon ve bulanık mantık ile ilgili literatür çalışması yapılmıştır. Ardından denizyolu lojistiğinde fiyatlandırma konusu, metodoloji başlığı altında Bulanık Sayılar, Monte Carlo simülasyonu, lojistik denizyolu ihracat konteyner fiyatlandırma süreci uygulaması anlatılmaktadır.

## 1. Literatür

Yapılan çalışmalar incelendiğinde Monte Carlo Simülasyonu süreç belirleme problemlerinde belirsizlik durumlarının çözümünde birçok makalede kullanılmıştır. Monte Carlo simülasyonu,

üst düzey yönetim gerçekçi olmayan proje beklentileri için baskı yaparken proje yöneticilerinin argümanlarını daha iyi ayarlamasına ve iletmesine izin veren nicelikli veriler kullanılmaktadır. Bu bağlamda Kwak ve Ingall (2007) Monte Carlo simülasyonunun proje risklerini ve belirsizliklerini yönetmek için uygulamalarını araştırmıştır. Avlijas (2019) Monte Carlo simülasyonunun proje süresini etkileyen risklerin analizi için uygulanabilir bir yöntem olarak yaygın bir şekilde kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaktadır. Monte Carlo'nun proje süresini tahmin etmede ayrıntılı bir uygulaması sağlanmış ve yöntemin uygulanabilirliği ve uygulanabilirliği bir vaka gösterimi ile kanıtlanmıştır. Bununla birlikte Tysiak ve Sereseanu (2009) projelerdeki risk yönetimi problemlerine Monte Carlo simülasyonu uygulanmış olup, Williams (2004) ise Monte Carlo simülasyonu ile proje ağlarının modellenmesinde ihmallerin önemini göstermektedir. Bir başka çalışmada ise Kong vd. (2015) bir uluslararası havaalanı projesinin kargo alanındaki inşaat ve kurulum mühendisliği, pratik planlamadaki riski değerlendirmek için Monte Carlo simülasyonunu kullanmanın faydalarını açıkça göstermek için incelemiştir. Prakash ve Jokhan (2017) ise risk yanıtı stratejisi seçim problemi için bir Monte Carlo yaklaşımı uygulamaktadır. Proje yöneticilerinin Monte Carlo simülasyon sonuçları elde edildikten sonra uygulanacak risk stratejileri kombinasyonları hakkındaki kararlarını kolaylaştırmak için kullanabileceği bir fayda-maliyet oranı yaklaşımı da önerilmektedir. Bununla birlikte Traynor ve Mahmoodian (2019), hem zaman hem de maliyet olasılık yönetimi için önerilen bir metodolojinin bir parçası olarak bir Monte Carlo simülasyon yaklaşımı önermektedirler. Bileşenlere, hem tamamlanma süresi hem de gelecekteki maliyetler konusunda bir miktar belirsizlik içeren, hem gün hem de dolar cinsinden bir zaman ve maliyet olasılık bütçesi atanmaktadır. Guyonnet vd. (2003) insanların kirletici maddelere maruz kalma riskini tahmin etmek için bir belirsizlik ortamlarında tahmin modeli geliştirmişlerdir. Modelin parametre belirsizliğini gidermek için Monte Carlo yöntemi kullanılmıştır.

Ayrıca kimi zaman Monte Carlo Simülasyon modeli başka modellerle entegre olarak geliştirilmiş çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır. Bonato vd. (2019) her bir özel vaka çalışmasında model ve projelerin performanslarını değerlendiren üç detaylı mühendislik projesinin toplam maliyetlerinin tahmini için Monte Carlo Simülasyonu ile Kazanılan Değer Yönetimini (EVM) entegre etmeyi ve uygulamayı amaçlamıştır. Rui-Mei (2015) ise, proje yönetimi problemlerinde Delphi yöntemi ile Monte Carlo simülasyonunun kullanılmasına odaklanmıştır. Bir başka çalışmada ise Wyrozebski ve Wyrozebska (2013) Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT) ve Monte Carlo simülasyonunun yanı sıra Monte Carlo simülasyonunun Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniğine (PERT) entegre edilmesini amaçlamışlardır. PERT, Monte Carlo simülasyonu ile birlikte kullanıldığında daha iyi proje tahminleri sağlamıştır.

Belirsiz ortamlarda Monte Carlo Simülasyon yönteminin bulanıklaştırılmasının daha net sonuçlara ulaştırdığı yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Bu kapsamda Gouri ve Srinivas (2017) bir yağmur suyu drenaj (SWD) ağındaki kanalların bulanık güvenilirliğini tahmin etmek için önerilen bulanık Monte Carlo simülasyonu (FMCS) yönteminin kullanılmasını; önerilen yönergeler kullanılarak ağ (sistem) için bir güvenilirlik blok diyagramının (RBD) oluşturulmasını ve önerilen bir prosedüre göre sistem güvenilirliğini hesaplamak için ağdaki kanalların RBD ve güvenilirlik tahminlerinin kullanılmasını içermektedir. Khalafi vd. (2015) belirsizlik varlığında OR ve LODD endekslerini hesaplamak için bulanık bir Monte Carlo Simülasyon yaklaşımı önermektedir. Önerilen yöntem, çoklu optimal çözümler arasında en güvenilir PMU yerleşimini belirlemek için kullanılabilir. IEEE 14-bus sistemi, önerilen yöntemin etkinliğini değerlendirmek için kullanılır. Ayrıca Sadeghi vd. (2010) mevcut yöntemlerin eksikliklerini tartışmakta ve inşaat projelerinin risk analizi için bir Bulanık Monte Carlo Simülasyonu (FMCS) çerçevesi önermektedir. Bu çerçevede bir maliyet aralığı tahmin

simülasyon şablonu geliştirmişlerdir. Bu şablon, bir otoyol üst geçidi projesinin maliyetini tahmin etmek için kullanılmıştır.

Bununla birlikte daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde Monte Carlo Simülasyonunun dışında da pek çok farklı yöntem ile süreç analizi ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin, Rokseth vd. (2018) gemide denizcilik sistemlerinin doğrulanması sürecinde liman operatörleri, bilgisayar sistemleri ve elektromekanik arasında ortaya çıkan karmaşıklığı doğru bir şekilde hesaba katmayı sağlayacak yeni bir sistem teorik süreç analizi (STPA) metodu önermiştir. Doğrulama hedefleri ile ilgili tehlike senaryolarını oluşturmak için kullanılmaktadır. Elbert vd. (2017) ise çoklu yöntem simülasyon yaklaşımı kullanarak sipariş süreç verimliliğinde (süreçlerin süreleri ve maliyetleri) sipariş iletiminin zamanlanmasını ifade eden farklı sipariş çıkış sürelerinin etkisini analiz etmiştir. Vaka çalışmasında iki tanesi ulaştırma planlaması iki tanesi ise operasyonel ulaştırma yürütmesi ile ilgili olmak üzere toplam 4 kriter üzerine odaklanmıştır. Bununla birlikte Kaya ve Kahraman (2010) proses kabiliyeti analizinde bulanık küme teorisini kullanarak analize daha fazla esneklik ve hassaslık sağlamaktadırlar. Bulanık tahminlerin, net vakalarla karşılaştırıldığında süreci değerlendirmek açısından daha faydalı olduğu görülmüştür.

Fiyatlandırma süreçlerinde süreç analizinin dışında fiyatlandırma yöntemlerinin geliştirilmesi önemli bir konu olup bununla ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Yin vd. (2019) konteyner hattı gelir yönetim sistemleri için genetik algoritma kullanarak değişken bir fiyatlandırma yöntemi geliştirmişlerdir. Demir vd. (2015) öncelikle dışsallıkları nicel olarak gözden geçirmiş ve daha sonra en son tahminlerle taşınan yük birimi başına maliyetlerin fiyatlandırma modelini geliştirmişlerdir. Bununla birlikte çalışmada ilişkili negatif dışsallıklar ulaşım modlarına göre yapılandırılmıştır. Coşgun vd. (2014) bir ulaştırma hizmeti sağlayıcı şirketin fiyatlandırma sorununu olasılıklı dinamik programlama modeli kullanarak en uygun fiyatları bulmak için ele almış olup, farklı fiyatlar ve yolculuktaki diğer özelliklerin talep seviyelerini belirlemek için bir bulanık tabanlı sistem kullanmışlardır. Uğurlu vd. (2012) bir deniz ulaştırma hizmet sağlayıcısı firma için satılmayan koltuğun her seviyesi için olasılıklı dinamik programlama kullanarak her yolculuk için en uygun fiyatı bulmak amacıyla bir dinamik fiyatlandırma optimizasyon modeli geliştirmişlerdir.

## 2. Lojistik Şirketlerinde Fiyatlandırma Süreci

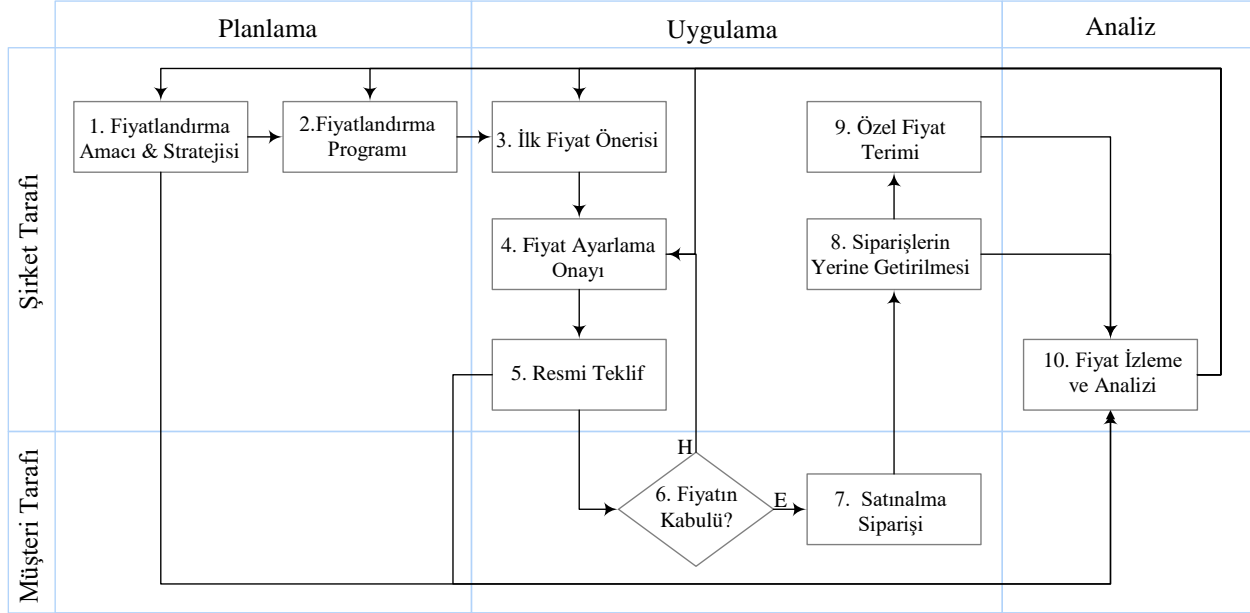
Lojistik açısından fiyatlandırma lojistik şirketinin verdiği her bir hizmet için müşteriden alınacak hizmetin maddi bedelinin belirlenmesidir. Lojistik firmaları karlarını artıracak bir fiyat politikası belirlemeyi amaçlamaktadırlar. (Chopra ve Meindl, 2016:468-505). Bunu amaca ulaşabilmek için ise elde bulunan para, zaman, personel vb. kaynakları en etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Fiyatlandırma yönetimi süreci, kurumsal iş planı geliştirme ile başlar. Bu plan, satış geliri, kar marjı, hisse başına kazanç ve özkaynak getirisi gibi kurumsal finansal hedeflerin yanı sıra, fiyatlandırma, kapasite, ürün geliştirme, müşteri segmentasyonu vb. için uygulama planlarını içermektedir. Planlama aşamasında bir fiyatlandırma planı belirlendikten sonra, çok sayıda ticari işlem ve ilgili fiyatlandırma kararları, uygulama aşamasında saha satış temsilcileri ve diğer destek ekipleri tarafından yürütülür. Analiz aşamasında, şirketler fiyatlandırma performansını izler ve fiyatlandırma eğilimini tahmin eder. Ek olarak, fiyatlandırma analizi, hem planlama hem de uygulama aşamalarında dikkate alınacak fiyatlandırma fırsatlarının yanı sıra olası sorunları ortaya çıkarabilir. *Şekill*'de, fiyatlandırma yönetim süreçlerinin akışı gösterilmiştir (Hwang vd., 2011:234).

Lojistik fiyatlandırmaya hizmet maliyeti ve hizmet değeri olmak üzere iki şekilde bakılabilir. Hizmet maliyetlerinin fiyatlandırılması sabit ve değişken maliyetler ile bunlara bir miktar kar marjı konularak belirlenen fiyatlarından meydana gelmektedir. Ulaştırma maliyetlerinin fiyatlandırılması mesafe ve hacim değerlerinden büyük oranda etkilenmektedir. Hizmet değerinin

fiyatlandırılması ise piyasanın durumuna, ulaşım hizmetleri talebine ve arzına göre değişmektedir. Çoğu durumda rekabet tahsis edilen fiyatı belirlemektedir (Lambert vd., 1998:252). Piyasa fiyatı, belirli bir süre içerisinde ilgili piyasadaki ödenen tüm fiyatların ortalamasıdır. Lojistik hizmet sağlayıcılar genellikle fiyatı belirleme sürecinde değer liderliği stratejisini takip etmektedirler (Gudehus ve Kotzab, 2012:158).

**Şekil 1:** Fiyatlandırma Yönetim Süreçleri



**Kaynak:** (Hwang vd., 2011, s.234)

Lojistik şirketleri taşıyıcı şirketler ile birlikte daha çok iş sürecine yoğunlaşmakta ve büyük ölçüde pazarlıklı fiyatlandırmaya vurgu yapmaktadır. (Lambert vd., 1998:249). Lojistik şirketleri ile taşıyıcılar arasında bir müzakere olmasının amacı, karşılıklı olarak faydalı ve her iki tarafın ihtiyaçlarını karşılayacak olan bir anlaşma geliştirmek ve gerçekleştirmektir. Bu bağlamda müzakerelerin çoğu hizmet bedeli maliyetine dayandığından dolayı taşıyıcıların maliyetlerini kesin olarak ölçmeleri gerekmektedir (Gudehus ve Kotzab, 2012:427).

Müşteri açısından hizmet bedelinin fiyatının belirlenmesinin yanı sıra fiyat talebinin en kısa ve uygun bir şekilde müşteriye ulaşması da etkin zaman yönetimi açısından önemlidir. Dolayısıyla mümkün olan en kısa sürede, müşterinin navlun fiyat talebine cevap vermesi gerekmektedir. Bu nedenle fiyatlandırma sürecinin faaliyetleri tanımlanıp, her bir faaliyetin zamanlamasının belirlenmesi ile etkin bir zaman planlamasıyla sürecin yönetilmesi sağlanabilir. Bu kapsamda çalışmada denizyolu ihracat konteyner taşımacılığı için lojistik firmanın fiyatlandırma sürecinin süreleri bulanık Monte Carlo Simülasyonu yaklaşımı ile belirlenmektedir.

### 3. Metodoloji

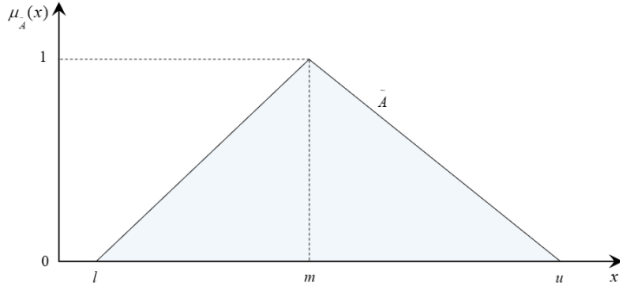
Çalışmada denizyolu lojistik fiyatlandırma süreçlerinin analizinin yapılması amaçlanmış olup yöntem olarak bulanık Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır. Bu bakımdan bu bölümde kullanılan Bulanık Küme kavramı, Bulanık Sayılar ve Monte Carlo simülasyon konularına değinilmiştir.

#### 3.1. Bulanık Küme ve Bulanık Sayılar

Zadeh (1965:340-345) tarafından getirilen ve önerilen bulanık küme teorisi, bulanık kümeyi sıfır ve bir arasında değişen üyelik işlevlerini ve belirsiz verileri yararlı verilere dönüştürmek için

bulanık sayıları içeren üç ana faktörden oluşur. Şekil 2’de üçgen bulanık sayılar  $\tilde{A} = (l, m, u)$  gösterilmiştir.

**Şekil 2:** Üçgen Bulanık Sayı Üyelik Fonksiyonu



*Tanım 1.*  $A \in F(R)$  bulanık sayı olarak,  $\mu_A(x_0) = 1$  gibi ve herhangi  $\alpha \in [0, 1]$  var olan  $x_0 \in R$  için aşağıdaki şartları sağlıyorsa.  $A_\alpha = [x, \mu_{A_\alpha}(x) \geq \alpha], [0, 1]$  kapalı aralıktadır. Burada  $F(R)$  tüm bulanık kümeleri ifade etmektedir ve  $R$  reel sayılardır.

*Tanım 2.* Bulanık sayılar  $R$ ’de  $\tilde{A}$  olarak tanımlanır. Eğer üyelik fonksiyonu  $\mu_A(x) : R \rightarrow [0, 1]$  ise  $\tilde{A}$  bulanık kümesinin üçgen üyelik fonksiyonu *Denklem (1)* gibidir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u. \end{cases} \quad (1)$$

$\tilde{A}$  bulanık kümesinde  $l \leq m \leq u$  olarak tanımlanan,  $l$  en küçük değerli,  $u$  en büyük değerli ve  $m$  iki değer arasında eleman olarak ifade edilmektedir. Ancak  $l = m = u$  olduğunda,  $\tilde{A}$  bir bulanık küme değildir. Üçgen bulanık sayılar  $(l, m, u)$  olarak gösterilir.  $\tilde{A}$  bulanık kümesinin elemanları  $\{x \in R \mid l < x < u\}$  şeklindedir.

İki üçgen bulanık sayı kümeleri arasındaki işlemler için  $\tilde{A}_1$  ve  $\tilde{A}_2$ ,  $\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$  tanımlı olsun. Buna göre bulanık kümelerdeki aritmetik işlem kuralları aşağıdaki *Denklem (2-7)* gibidir (Kaufmann ve Gupta, 1988:50-80; Kaufmann ve Gupta, 1991:34-78):

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (2)$$

$$\tilde{A}_1 \ominus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \ominus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (3)$$

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, m_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) \approx (l_1 x l_2, m_1 x m_2, u_1 x u_2) \quad (4)$$

$$\frac{\tilde{A}_1}{\tilde{A}_2} = \frac{(l_1, m_1, m_1)}{(l_2, m_2, u_2)} \approx \left( \frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \quad (5)$$

$$k \otimes \tilde{A}_1 = k \otimes (l_1, m_1, u_1) = (kx.l_1, kxm_1, kxu_1), \forall k > 0, k \in R \quad (6)$$

$$\left( \tilde{A}_1 \right)^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} \approx (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad (7)$$

### 3.2. Best Nonfuzzy Performance (BNP) Durulaştırma

Literatürde pek çok bulanık küme sayılarını durulaştırma yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışma için ağırlık merkezi durulaştırma metodu Center of Area (COA olan Best Nonfuzzy Performance (BNP) yöntemi önerilmiştir (Bellman ve Zadeh, 1970:157; Opricovic ve Tzeng, 2003:646; Hsieh vd., 2004:577). Üçgen bulanık sayıları  $\tilde{A} = (l, m, u)$  olarak tanımlandığında, bu durumda durulaştırma *Denklem (8)* gibidir.

$$BNP_i = l_i + \left[ \frac{(u_i - l_i) + (m_i - l_i)}{3} \right], \forall i \quad (8)$$

### 3.3. Monte Carlo Simülasyonu

Monte Carlo Simülasyon tekniği, zor integral değerlendirmek ve karmaşık olasılık yoğunluk fonksiyonlarını rasgele değişkenlerle örneklenmesi için sıklıkla kullanılan pratik bir yöntemdir. Stokastik optimizasyon yöntemleri birçok çalışmada uygulanmış olup, Monte Carlo Simülasyon yaklaşımı da çok popüler yöntemlerden biridir. Monte Carlo simülasyona sigorta, spor, sermaye bütçeleme, proje yönetimi, pazarlama araştırmaları, stratejik planlama gibi birçok alandaki problemlerin çözümünde faydalı sonuçlar vermekle birlikte finans alanında da sıklıkla kullanılmaktadır.

Literatürde pek çok olasılık dağılım fonksiyonu (*pdf*) olmasına karşın bu çalışmada, verilere ve verilen türüne bağlı olarak olasılık dağılım fonksiyonu (*pdf*) kullanılmıştır.

#### 3.3.1. Normal Dağılım

Normal dağılım  $x \in (-\infty, \infty)$  ve  $\sigma > 0$  aralığında tanımlanan sürekli bir dağılım göstermekte olup olasılık dağılım fonksiyonu *Denklem (9)* aşağıda gösterilmektedir (Ueberhuber, 1997:124-125).

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (9)$$

Burada

$x$  : rasgele değişken

$\mu$  : rasgele durum beklentisi

$\sigma$  : rasgele durumun varyansı

### 3.3.2. Üçgen Dağılım

Üçgen dağılım  $x \in (-\infty, \infty)$  aralığında tanımlanan sürekli bir dağılım göstermekte olup olasılık dağılım fonksiyonu *Denklem (10)* aşağıda gösterilmektedir (Ueberhuber, 1997:132-138).

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(c-a)(b-a)}, & a \leq x \leq b \\ \frac{2(c-x)}{(c-a)(c-b)}, & b < x \leq c \\ 0, & x < a, x > c \end{cases} \quad (10)$$

Üçgen dağılım  $a$  minimum değer,  $b$  en olası değer ve  $c$  maksimum değer ile ifade edilmektedir.

### 3.3.3. Uniform Dağılım

Uniform dağılım, bir değer aralığında ve kapalı aralık  $[a, b]$  de olasılık dağılım fonksiyonu (pdf) ile tanımlanan bir sürekli dağılım olup aşağıda *Denklem (11)*'deki gibidir (Ueberhuber, 1997:124-138).

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{1}{(b-a)}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x > b \end{cases} \quad (11)$$

Bir  $f$  fonksiyonunun integralini belirlemek için çok boyutlu bir hacimden  $V$   $N$  tane rasgele dağıtım noktalarını  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$  seçmek için bir sonuç vermektedir. Bu temel problem *Denklem (12-14)*'da belirtildiği gibi çok boyutlu integral ile tahmin edilmesidir (Ueberhuber, 1997:124-138).

$$I = \int f dV \approx V(f) \pm V \sqrt{\frac{(f^2) - (f)^2}{N}} \quad (12)$$

Burada;

$$(f) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N f(x_i) \quad (13)$$

$$(f^2) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N f^2(x_i) \quad (14)$$

Bununla birlikte aşağıda belirtilen *Denklem (9-11)*'deki olasılık dağılım fonksiyonlarını hesaplamak için üçgen sayılardan önce, üyelik fonksiyonunun üçgen bulanık sayılarını veren bulanık ağırlık merkezi durulaştırma metodu için *Denklem (8)* uygulanır.  $f_a(x)$ ,  $f_b(x)$  ve  $f_c(x)$  üçgen üyelik bulanık sayılardan durulaştırma ile hesaplanır ve simülasyonda üçgen olasılık dağılım fonksiyonunu girdilerini hesaplayan üçgen sayılara hazır hale gelir. Bu durum uniform dağılım ve normal dağılım içinde benzer şekilde hesaplanmıştır. Bu çalışmada, lojistik faaliyetlerin tamamında durulaştırma yapıldıktan sonra olasılık dağılım fonksiyonları (*pdf*) simülasyon öncesinde bulanık sayılar dikkate alınmıştır.



### 3.3.4. Simülasyonda Tekrar Sayısının bulunması

Simülasyon belirsiz durumlar altında rastgele sayılar kullanılarak bir hesaplamalar yapma mantığına sahip olup net bir çözüm olası değildir. Bu nedenle tek bir iterasyon ile bulunan sonucu doğru kabul edilemez. Bu nedenle, belli bir hata payı gözeterek ancak belli bir güven aralığında en az kaç tekrarda doğru sonuca ulaşabileceği tahmin edilebilir. Bu bakımdan en uygun sonuca ulaşmak için en az *Denklem (15)* ile bulunan sayı kadar tekrar yapmak gerekmektedir. Bu bakımdan gerekli tekrar (deneme) sayısı *Denklem (15)* ile hesaplanabilir (Hahn, 1972:679).

$$n = \left( \frac{z_{(1+\gamma)/2} \sigma'}{E} \right)^2 \quad (15)$$

Burada;

- $n$  : deneme sayısı
- $\sigma'$  : başlangıç tahmini popülasyonun standart sapması
- $E$  : maksimum tolere edilebilir hata payı
- $z_{(1+\gamma)/2}$  : güven aralığının normal dağılım tablosundaki değeri

olarak ifade edilir.  $z_{(1+\gamma)/2}$  bu çalışma için güven aralığı  $\gamma = 0.95$  (%95 güvenilirlikle) uygulandığında  $\frac{(1+\gamma)}{2} = 0.975$  normal dağılım tablosundan  $z = 1.96$  bulunur.

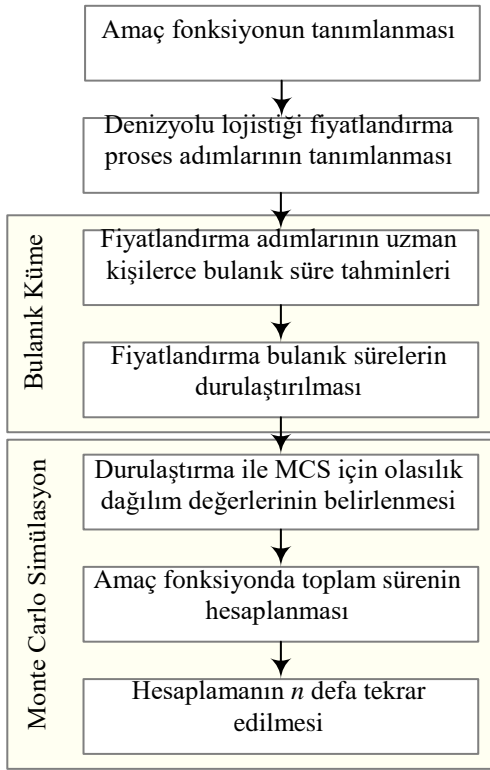
## 4. Lojistik Denizyolu İhracat Konteyner Fiyatlandırma Süreci Uygulama

Lojistik, müşteri gereksinimlerine uymak amacıyla, malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin üretim noktasından tüketim noktasına kadar verimli, etkili akışını ve depolanmasını planlama, uygulama ve kontrol etme süreci olarak Lojistik Yönetimi Konseyi (*Council of Logistics Management*) tarafından tanımlanmakta olup, tedarik zincirindeki her bir halkanın etkin bir şekilde lojistik yönetiminin yapılması önem kazanmaktadır (Lourenco, 2006:332). Tanımından da anlaşılacağı üzere lojistikte birçok lojistik faaliyet bulunmaktadır. Bunlardan biri de son yıllarda ayrı bir departman özelliği göstermekte olan fiyatlandırma departmanıdır. Bununla birlikte Tedarik zincirinin en önemli halkalarından biri de ulaşımdır. Uluslararası yük taşımacılığının önemli bir kısmı denizyolu ile taşınmaktadır. Bu nedenle çalışmada denizyolu ihracat konteynerleri için fiyatlandırma süreci ele alınmıştır. Bu kapsamda deniz lojistiği, denizyolu taşımacılığına dahil olan malların ve bilgilerin hareketini planlama, uygulama ve yönetme süreci olarak adlandırılır. Deniz lojistiği, yalnızca deniz taşımacılığına ilişkin bireysel işlevlerle değil, aynı zamanda lojistik entegrasyon sisteminin sistematik bir varlığı olarak etkili bir lojistik akışıyla da ilgilidir. Denizcilik lojistiğinin değeri, denizcilik operatörlerinin sorunsuz lojistik akışı için ne kadar verimli ve etkili hizmet sağlayabildiklerine yansımaktadır (Panayides, 2006:5). Bu bakımdan lojistik akış içindeki her bir sürecin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda çalışmada günümüzde lojistik şirketlerinde denizyolu ihracat konteyner taşımaları için ayrı bir departman özelliği göstermeye başlayan fiyatlandırma sürecindeki işler detaylı bir şekilde ortaya konmuş ve mevcut durumu görebilmek amacıyla fiyatlandırma sürecinin analizi yapılmıştır.

Dolayısıyla fiyatlandırma (pricing) özetle, işletmenin bünyesindeki, işletme organizasyonu çerçevesinde denizaşırı ofislerden ya da işletme dışından müşterilerden gelen denizyolu navlun talepleriyle ilgili olarak, mevcut durumlar dikkate alınarak, en optimal tedarikçiden en optimal

fiyat oluşturmak ve bu fiyatları taleplerin yapıldığı mercie iletmek ve verilen fiyat tekliflerin akıbetini izleyerek ilgili tedarikçilere de geri bildirim sağlamaktır. İşletme yapısının özelliklerine bağlı olarak fiyatlandırma (pricing) farklılıklar gösterebilmektedir. Hiç kuşkusuz, başarılı bir fiyatlandırma sistemi olan bir işletmede, işletmenin rakiplerine oranla bir adımda önde olmasını sağlayacaktır. Çalışmada kullanılan yaklaşımın akış diyagramı Şekil 3.'de verilmiş olup, uygulama aşığıda adım adım anlatılmaktadır.

**Şekil 2: Model Akış Diyagramı**



Çalışmayı toplam 7 adımda aşağıdaki gibi ifade edebiliriz:

**1.Adım:** Bu çalışmada uluslararası bir denizyolu lojistik fiyatlandırma için denizyolu konteyner taşımacılığındaki fiyatlandırma sürecine ait aktiviteler tespit edilerek, bulanık süreler çerçevesinde Monte Carlo simülasyonu analizi ile fiyatlandırma operasyon sürecinin ve süresinin analizi amaçlanmıştır. Bir örnek üzerinde uygulanmıştır.

*Denklem (16)* ve *Denklem (17)*, çalışmada önerilen operasyonunu tamamlanma süresinin hesaplanması için önerilmiştir.  $t$  toplam deniz lojistik sürecinin tamamlanması süresini ifade etmektedir. Bu hesaplamada  $i$  1. Faaliyetten  $n$ . faaliyete kadar olan faaliyetlerin numarasını belirtmektedir ve  $\mathbb{N}$  kümesinin elamanıdır.  $F_i$ ,  $i$ . deniz lojistik faaliyetin süresini ifade etmektedir.

$$t = \sum_{i=1}^n F_i \quad (i=1, 2, \dots, n), \forall i > 0, i \in \mathbb{N} \quad (16)$$

$$t = \sum_{i=1}^n F_i \quad (i=1, 2, \dots, n), \forall i > 0, i \in \mathbb{N} \quad (17)$$

Burada;

$F_i$  :  $i$ . lojistik faaliyetin tamamlanma süresi.

$t$  : Lojistik faaliyetlerin tamamlanma süresi.

**2.Adım:** Bu aşamada, denizyolu lojistik fiyatlandırmadaki tüm süreçler tespit edilmiş ve fiyatlandırmadaki faaliyetler ayrıştırılarak tanımlanmıştır. *Tablo 1*'de, denizyolu fiyatlandırma operasyonu süreci ayrıştırılmış olarak açıklanmıştır.

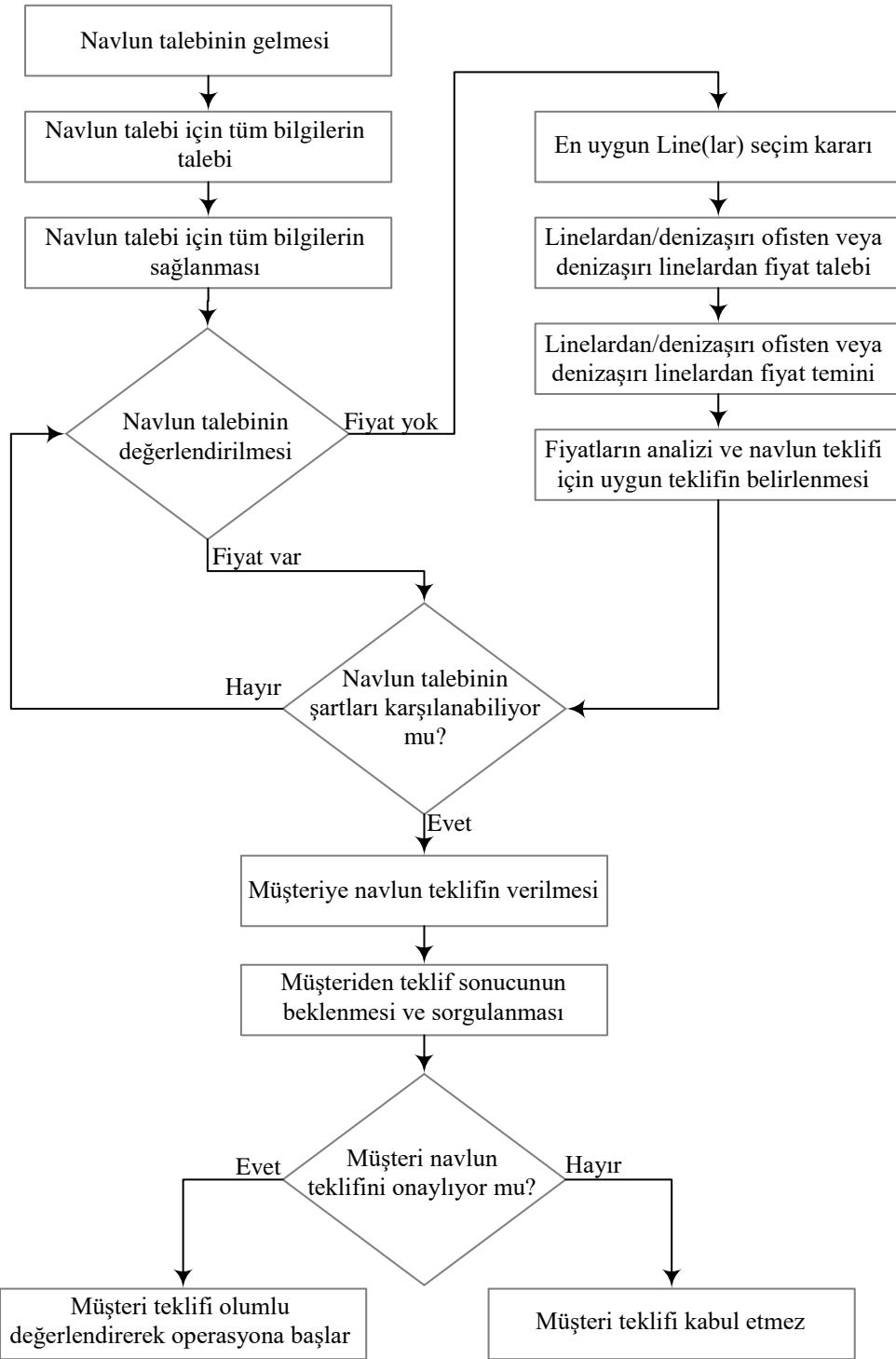
**Tablo 1:** *Denizyolu Lojistiğinde Fiyatlandırma Faaliyetleri*

No	Faaliyet	Faaliyet Açıklama
F1	Başlamak	Faaliyetlere başlamak.
F2	Müşteriden (satış, denizaşırı ofisten) navlun talebi gelmesi	Satış Departmanı tarafından (ya da nadiren direkt müşteriden) Fiyatlandırma (Pricing) Departmanına fiyat talebinin ulaşması faaliyetini içerir.
F3	Müşteriden, navlun talebi için tüm bilgilerin talebi	Müşteriden gelen talep kontrol edilir ve navlun tedariki yapılabilmesi ve fiyatlandırma için gerekli tüm bilgilerin temin edilmesi için tekrardan müşteriden talep edilir.
F4	Müşteriden, navlun talebi için tüm bilgilerin sağlanması	Müşteriden talep için tüm bilgilerin temin edildiği faaliyettir. Bu faaliyet, talebin içeriği ve bu bilgilerin temin edilebilmesi süresinin değişkenliği de düşünülmelidir.
F5	Talebin değerlendirilmesi	a) Satınalma departmanında uygun navlun fiyatları olduğu zaman, müşteriye hizmetin uygunluğu, rekabetçi fiyatlar, navlun fiyatlarının geçerliliği ve gerekli koşullar ile birlikte dikkate alınarak satış departmanına müşteriye teklif vermesi için denizyolu navlun fiyatlarının iletilmesi, b) Elde ne navlun fiyatları ne de ilgili teklif için uygun navlun fiyatları olmadığı zaman, satınalma departmanı ilgili talebe ilişkin ilgili tedarikçilerden uygun denizyolu navlunlarının tedarik edilmesinin sağlanması,
F6	En uygun Linelerin seçim kararı	Navlun talebine ait tüm bilgiler gelmiştir. Talep edilen güzergâh için en uygun armatör değerlendirilmesi yapılır ve karar verilir.
F7	Linelerden/denizaşırı ofisten veya denizaşırı linelerden fiyat talebi	Müşteriden alınan detaylardan, armatörlerden sorgulamak için bilgiler düzenlenir ve karar verilen armatörlere/denizaşırı ofisinden veya denizaşırı armatörden talep edilir.
F8	Linelerden/denizaşırı ofisten veya denizaşırı linelerden fiyat temini	Linelerden/Denizaşırı ofis veya denizaşırı armatörden fiyat talebi yapılmıştır ve bu taleplerin temini faaliyettir. Bu güzergâhların fazlalığı, hedef fiyat, müşteri, yükleme hacmi ve ekipman vb. konularından dolayı zaman alan bir süreç olabilir. Bazen Linedan talep edildiğinde bu navlun teklifi tarafımıza hemen ulaşır ancak zaman zaman gönderilen e-mail üzerinden birkaç kez hatırlatma da istenir ayrıca birkaç kez telefonda da ulaşılmaya çalışılır. Bu süreç zaman alıcı bir süreçtir ve dikkate alınır.
F9	Fiyatların analizi ve navlun teklifi için uygun teklifin belirlenmesi kararı	Linedan veya denizaşırından talep edilen navlun teklifleri temin edilmiştir. Eğer elimizde önceden bu güzergâhlar için teklif varsa tüm navlun teklifleri değerlendirilir. Müşterinin talepleri doğrultusunda en uygun olan navlun teklifi üzerinde karar kılınır.
F10	Müşteriye navlun teklifin verilmesi	Müşterinin talep etmiş olduğu kriterler üzerinden, karar verilen navlun teklifi e-mail/telefon yoluyla sunulur.

F11	Müşteriden teklif sonucunun beklenmesi ve sorgulanması	Müşteriye sunulan navlun teklifi üzerinden, yüklemenin teyidi konusunda müşteriden bilgi beklenir. Ayrıca teklifin akıbetini sorgulamak ve gelecek süreç için olumlu çıkarımlar yapmak, line bilgi vermek. Zaman zaman gönderilen e-mail üzerinden birkaç kez hatırlatma da istenir ayrıca birkaç kez telefonda da ulaşılmaya çalışılır.
F12	Bitirmek	Faaliyetleri bitirmek.

Şekil 4’de fiyatlandırma sürecine ilişkin akış diyagramı verilmiştir. Burada fiyatlandırma departmanına navlun talebinin gelmesinden, müşteriye teklif sunulmasına ve müşterinin kabul edip etmemesine kadar olan süreçler gösterilmiştir.

**Şekil 3:** Fiyatlandırma (Pricing) Süreci



**3.Adım:** Bu aşama, bulanık sayılar ile ilgili olan aşamadır. Denizyolu lojistik sektöründe fiyatlandırma ile ilgili görev yapan 3 kişinin uzman görüşüne baş vurulmuştur. Her bir uzman kişinin fiyatlandırma süre tahminleri, Monte Carlo simülasyonun olasılık dağılım fonksiyonunda girdi olacak şekilde, faaliyetlere üçgen bulanık  $(l_k, m_k, u_k)$  süre tahminleri yapılmıştır.  $l_k$  karar vericinin fiyatlandırma faaliyetleri ile ilgili *minimum* süresini,  $m_k$  karar vericinin fiyatlandırma faaliyetleri ile ilgili *büyük olasılıkla* süresini ve  $u_k$  karar vericinin fiyatlandırma faaliyetleri ile

ilgili *maksimum* süresini ifade etmektedir.  $k$  burada, karar vericiyi ifade etmekte olup ( $k=1, 2, \dots, n$ ),  $\forall k > 0, k \in \mathbb{N}$  şeklinde tanımlanır.

*Tablo 2*'de fiyatlandırma (pricing) süre tahminlerinin bulanık sayıları, her bir faaliyet için verilmiştir. Ayrıca bu faaliyetlere ait Monte Carlo simülasyonu için kullanılacak olan olasılık dağılım fonksiyonları da belirtilmiştir. Çalışmada denizyolu ihracat fiyatlandırma sürecinin analizinde faaliyet süreleri üçgen bulanık sayılar olarak verilmiştir. Toplam üç farklı kategorideki bu bulanık sayıların her bir grubu durulaştırma yapıldıktan sonra Monte Carlo simülasyonunda girdi olarak yer alacaktır. simülasyona ait olasılık dağılım fonksiyonları çeşitleri, uzman görüşleri tarafınca verilere dayanarak belirlenmiştir.

**Tablo 2:** *Fiyatlandırma Faaliyet Sürelerinin Olasılık Fonksiyon Dağılımları*

No	Faaliyet	Minimum ( $l_1, m_1, u_1$ )	Büyük Olasılıkla ( $l_2, m_2, u_2$ )	Maksimum ( $l_3, m_3, u_3$ )	Pdf
1	F1	(0, 1, 2)	-	(1, 1,5, 2)	Uniform
2	F2	(1, 2, 3)	(3, 4, 5)	(5, 6, 7)	Üçgen
3	F3	(1, 2, 3)	(3, 4, 5)	(5, 6, 7)	Üçgen
4	F4	(4, 5, 6)	(9, 12, 15)	(16, 20, 24)	Üçgen
5	F5	(10, 15, 20)	(3, 5, 7)*	-	Normal
6	F6	(4, 5, 6)	(8, 10, 12)	(12, 15, 18)	Üçgen
7	F7	(4, 5, 6)	(8, 10, 12)	(12, 15, 18)	Üçgen
8	F8	(7, 10, 13)	(16, 20, 24)	(22, 30, 38)	Üçgen
9	F9	(4, 5, 6)	(7, 10, 13)	(11, 15, 19)	Üçgen
10	F10	(4, 5, 6)	(7, 10, 13)	(12, 15, 18)	Üçgen
11	F11	(7, 9, 14)	(15, 20, 25)	(22, 30, 38)	Üçgen
12	F12	(0, 1, 2)	-	(1, 1,5, 2)	Uniform

\*standart sapma değeri

**4.Adım:** Bu aşama da, bulanık sayılar ile ilgili olan aşamadır. *Tablo 3*'de, *Tablo 2*'den *Denklem (8)* ile fiyatlandırma (pricing) faaliyetlerine ilişkin her bir süre tahminlerinin bulanık sayılarının durulaştırılması sonucu Monte Carlo simülasyonun girdileri olan olasılık dağılım fonksiyonların için hesaplanması için oluşturulmuştur. *Tablo 3*'de, Monte Carlo simülasyonunda dikkate alınacak olan olasılık dağılım fonksiyonlarının ile *minimum*, *büyük olasılıkla* ve *maksimum* süreler verilmiştir. Ayrıca olasılık dağılım fonksiyonların türleri verilmiştir.

**Tablo 3:** Fiyatlandırma Faaliyet Sürelerinin Durulaştırma Sorası Olasılık Fonksiyon Dağılımları

No	Faaliyet	Minimum	Büyük Olasılıkla	Maksimum	Pdf
1	F1	1,0	-	1,5	Uniform
2	F2	2,0	4,0	6,0	Üçgen
3	F3	2,0	4,0	6,0	Üçgen
4	F4	5,0	12,0	20,0	Üçgen
5	F5	15,0	5,0*	-	Normal
6	F6	5,0	10,0	15,0	Üçgen
7	F7	5,0	10,0	15,0	Üçgen
8	F8	10,0	20,0	30,0	Üçgen
9	F9	5,0	10,0	15,0	Üçgen
10	F10	5,0	10,0	15,0	Üçgen
11	F11	10,0	20,0	30,0	Üçgen
12	F12	1,0	-	1,5	Uniform

\*standart sapma değeri

**5.Adım:** Monte Carlo simülasyon uygulama ile ilgili olan aşamadır. *Tablo 3*'de, simülasyon girdileri olan olasılık dağılım fonksiyonların değerleri bulunmuş ve bunların türleri belirlenmiştir. Bununla birlikte simülasyonun kaç döngü olmasının belirlenmesi için ilk 10 deneme için *Denklem (15)*'de yerine koyacak olursak %95 güvenilirlik ve 0.59 (ortalama sürenin

%0.5'i) hata payı ile en az tekrarlanması gereken döngü sayısı;  $n = \left( \frac{1.96 \times 0.59}{0.59} \right)^2 = 927$  bulunur.

En az 927 deneme yapmak gerekmektedir. Bu nedenle yuvarlak bir rakam olarak simülasyon döngüsü 1000 olarak alınmıştır.

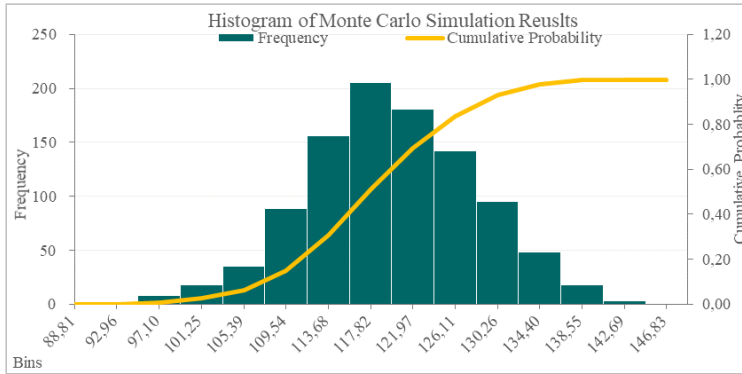
**6.Adım:** Bu aşama da, Monte Carlo simülasyonu ile ilgilidir. *Denklem (15)* ve *Denklem (16)*, amaç fonksiyonu olan toplam faaliyetlerin süresinin hesaplanmasını ifade eden denklemler ile, sürecin toplam süresi bulunur. Bu döngü  $n = 1.000$ 'e kadar devam eder.

**7.Adım:** Bu aşama da, Monte Carlo simülasyonu ile ilgilidir. *Tablo 4*'de, Monte Carlo simülasyon sonuçları analizi verilmiştir. Bu sonuçlara göre, toplam simülasyon döngüsü 1.000'dir. Fiyatlandırma sürecinin simülasyon ortalaması 117.82 dk, standart sapma 8.29 dk, minimum 85.13 dk ve maksimum 147.43 dk sonucu bulunmuştur.

**Tablo 4:** Monte Carlo Simülasyon Sonuçları

Simülasyon Sonuçları	t (zaman)
Simülasyon Döngüsü	1.000
Ortalama	117,82
Standart sapma	8,29
Minimum	85,13
Maksimum	147,43
Medyan	117,65
Çarpıklık	-0,06
Basıklık	0,15

Şekil 5’de Monte Carlo simülasyon histogram sonuçları bulunmaktadır. Bu sonuçlara göre, 200 frekans ile en yüksek değerde 117,42 dakika sonucu bulunmuştur. Bu durum, fiyatlandırma (pricing) faaliyetinin ortalama sürecinin sonucu olarak değerlendirilir. Önerilen yaklaşımda bulunan süre, denizyolu lojistiğinde fiyatlandırma süreci talebin türüne göre, lojistik şirketinin faaliyet alanı ve büyüklüğüne göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu çalışmadaki fiyatlandırma süre sonucu aynı zamanda buradaki karar vericiler ile doğrudan ilişkilidir. Fiyatlandırma süre sonuçları ayrıca teslim şekline ya da diğer özel niteliklere bağlı olarak da değişebilmektedir. Dolayısıyla fiyatlandırma prosesinin ortalama 117.42 dk. olması sürecin denizyolu lojistiği için kendi karakteristiğinden dolayı özel çalışma alanı olarak göze çarpmaktadır.

**Şekil 5:** Monte Carlo Simülasyon Histogram Değerleri Sonuçları

## 5. Tartışma

Bu çalışmada; bir fiyatlandırma talebi prosesini faaliyetlerinin belirlenmesi, faaliyetlerini sürelerinin belirlenmesi, proses akışı ve bu fiyatlandırma prosesi ne kadar bir süre almakta olduğu araştırılmıştır. Model açısından değerlendirildiğinde, deterministik yaklaşımlar denizyolu lojistiğinde fiyatlandırma sürecinin tamamlanma süresini deterministik olarak tahmin edilmesine yardımcı olabilir, bunun yanında belirsizliğin olduğu durumlarda bulanık mantık ve simülasyonla bu süreç daha geniş bir perspektif ile problem çözümü sağlanabilir.

Önerilen yaklaşım, denizyolu lojistiğinde fiyatlandırma süreci talebin türüne göre, lojistik şirketinin faaliyet alanı ve büyüklüğüne göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu çalışmadaki fiyatlandırma süre sonucu aynı zamanda buradaki karar vericiler ile doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmadaki karar vericiler uluslararası lojistik firmasında çalışanlardır. Dolayısıyla faaliyetlerin dikkate alınmasında kendi işletmelerinin fiyatlandırma özelliklerine göre değerlendirmelerde bulunulmuştur. Dolayısıyla yerel lojistik işletmesi olsaydı, sonuçlar muhtemelen daha farklı olacaktı. Fiyatlandırma süre sonuçları ayrıca, teslim şekilleri ya da özel yük, proje yük ve özel ekipman gibi niteliklere bağlı olarak da değişebilmektedir. Bunun yanında fiyatlandırmada; birkaç tedarikçiden fiyat talebi yapılmakta, bu durum bazen deniz aşırı ofislerden olabilmektedir. Yine fiyatlandırmada teklif kalemleri tek bir toplamdan oluşmamakta ve içinde pek çok navlun



ve diğer bileşenler de olabilmektedir. Dolayısıyla fiyatlandırma prosesinin ortalama 117.42 dk. olması sürecin denizyolu lojistiği için kendi karakteristiğinden dolayı özel çalışma alanı olarak göze çarpmaktadır. Son yıllarda lojistik şirketlerinde fiyatlandırma departmanı kurulmakta olup sadece müşteriye, ulusal ve/veya uluslararası ihaleler ile lojistik şirketinin satış departmanına fiyatlandırma talepleri üzerine bu çalışmaları yapmaktadır. Bu fiyatlandırma taleplerinin en çok zaman alanı ise uluslararası ihaleler olmakta, bazen onlarca güzergah için ekipman farklılığından yüzlerce farklı fiyat teklifleri olabilmektedir.

Diğer lojistik faaliyetlerinden havayolu, demiryolu ve karayolu olarak, denizyolu lojistiği daha kapsamlı bir operasyon sürecine sahip olduğundan bunun fiyatlandırması da göreceli olarak daha kapsamlı ve daha uzun olmaktadır. Bu çalışmada yapılan fiyatlandırma süreç analizi, diğer taşıma modlarındaki fiyatlandırma süreçlerinin analizinde de rahatlıkla kullanılabilmesi gibi, yine denizyolu lojistiğindeki diğer faaliyetler ve diğer lojistik modlarındaki faaliyetler için rahatlıkla kullanılabilir.

Fiyatlandırma, işletmenin ve satış departmanının amaç ve stratejisi ile doğrudan ilişkidir. Fiyatlandırma sürecinde, bazen fiyat olmadan fiyat vermek, bazen de en iyi fiyat için gerekli mücadeleyi verebilmek gerekir. Bunun için de doğru bir zaman yönetimi gerekmektedir. Dolayısıyla bu durum fiyatlandırmanın önemini de ortaya koymaktadır. Fiyatlandırma departmanının iş yoğunluğunda doğru bir zaman yönetiminin yapılması fiyatlandırmanın daha başarılı bir şekilde yönetilmesini sağlayacaktır. Bunun için önce sürecin faaliyetlerinin belirlenmesi, faaliyetlerdeki taraflar ve faaliyetlerinin sürelerinin belirlenmesi gerekir. Bu çalışma ile bu süreçler analiz yapıldığında eğer var ise hangi faaliyette sürenin fazla olduğu ve standart sapması yüksek ise o faaliyette iyileştirme çalışmalarının yapılabilmesi pekâlâ mümkün olacaktır.

## 6. Sonuç

Günümüzde lojistik şirketlerde lojistik faaliyetlerdeki süreçlerin öneminden dolayı, lojistik işletmeler fiyatlandırma için departman kurma eğilimindedir. Bu nedenle konunun önemine istinaden fiyatlandırma sürecinin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Süreçlerin etkin bir şekilde yönetilip planlanması için öncelikle fiyatlandırma sürecinin ayrıştırılıp tüm faaliyetlerin belirlenmesi ve sonrasında tüm faaliyetler için harcanan sürelerin tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda çalışmada denizyolu ihracat fiyatlandırma operasyon sürecinin belirlenmesi amacıyla her bir süreç ayrıştırılarak her bir süreç için bulanık süreler atanmıştır. Bu sürelerin analizi için uygulanan bulanık Monte Carlo Simülasyonu sonucunda 1.000 adet döngü sonunda 8,29 dk sapma ile simülasyon süresinin ortalaması 200 frekans yüksekliği ile 117,42 dk bulunmuştur. Bununla birlikte her bir faaliyet ayrı ayrı incelendiğinde en çok zaman gerektiren faaliyetin talebin değerlendirilmesi aşaması olduğu, bunu fiyatların analizi ve navlun teklifi için uygun teklifin belirlenmesi kararı ve Müşteriden teklif sonucunun beklenmesi ve sorgulanması faaliyetlerinin takip ettiği görülmüştür. En az zaman gerektiren faaliyetlerin ise Müşteriden (satış, deniz aşırı ofisten) navlun talebi gelmesi ve Müşteriden, navlun talebi için tüm bilgilerin talebi faaliyetleri olduğu tespit edilmiştir.

Dolayısıyla iyi planlanmış bir fiyatlandırma süreci, fiyatlandırma departmanının faaliyetlerini ve iş yükünün analizi daha verimli ve yönetilir bir süreç açısından düşünüldüğünde, verimsizliği ve başarısızlığın önlenmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın literatüre olan katkısı, iki husus ile öne çıkmaktadır. Öncelikle denizyolu lojistiğinde fiyatlandırma süreç analizi ve bu analizin bulanık mantık ve simülasyon yöntemi ile olan analizidir. Model yaklaşımıyla ele alındığında, olasılık temelli bir bakışın yanında bulanık

mantık entegreli bir yaklaşım ile belirsizliğin daha da arttığı durumlar için güçlü çözümlere yardımcı olmaktadır.

Önerilen model denizyolu lojistik süreçlerindeki her bir faaliyet için uygulanabilecek bir yöntem olup, gelecek çalışmalar herhangi bir lojistik faaliyetin süreç analizine de bulanık Monte Carlo Simülasyon yöntemi uygulanabilir. Bununla birlikte Fiyatlandırma süreç analizi gerek süre gerekse maliyet açısından ele alınarak model geliştirilebilir. Ayrıca fiyatlandırma süreçlerinin analizi için PERT, CPM, Sistematik Teorik Süreç analizi gibi analizler de kullanılabilir.

#### **Kaynakça**

- Akbudak, K. (2006). *Tekstil sektöründe fiyatlandırma yöntemleri ve bir uygulama*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Avlijas, G. (2019). Examining the value of Monte Carlo simulation for project time management. *Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies*, 24(1), 11-21.
- Bellman. R. E., & Zadeh. L. A. (1970). Decision- making in a fuzzy environment. *Management Science*, 17(4),141–164.
- Bonato, F. K., Albuquerque, A. A., & Paixao, M. A. S. (2019). An application of Earned Value Management (EVM) with Monte Carlo simulation in engineering project management. *Gest. Prod.*, 26 (3), 1-15.
- Chopra S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management strategy, planning, and operation* (6 ed). London: Pearson Education Limited.
- Coşgun, Ö., Ekinci Y., & Yanık, S. (2014). Fuzzy rule-based demand forecasting for dynamic pricing of a maritime company. *Knowledge- Based Systems*, 70 (2014), 88-96.
- Demir, E., Huang, Y., Scholts, S., & Woensel T. V. (2015). A selected review on the negative externalities of the freight transportation: Modeling and pricing. *Transportation Research Part E*, 77 (2015), 95-114.
- Elbert, R., Scharf, K., & Reinhardt, D. (2017). Simulation of the order process in maritime hinterland transportation: the impact of order realese times. *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference*, 3471 -3482.
- Erten, S. (2010). *Lojistik süreç yönetimi bir kamu kurumu analizi*. Yüksek lisans tezi ,T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler ve Yönetim Bilimi Programı, İzmir.
- Gouri, R. L., & Srinivas, V. V. (2017). A fuzzy approach to reliability based design of storm water drain network. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 31(5), 1091-1106.
- Gudehus, T., & Kotzab, H. (2012). *Comprehensive logistics*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- Guyonnet, D., Bourguine, B., Dubois, D., Fargier, H., Come, B., & Chilès, J. P. (2003). Hybrid approach for addressing uncertainty in risk assessments. *Journal of Environmental Engineering*, 129(1), 68-78.
- Hahn, G. J. (1972). Sample sizes for Monte Carlo simulation. *I.E.E.E. Trans. Syst. Man Cybern.*, 2(5), 678-680.

- Hsieh, T. Y., Lu, S. T., & Tzeng, G. H. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tender's selection in public office buildings. *International Journal of Project Management*, 22(7), 573–584.
- Hwang, B. N., Tsai, J., Yu, H. C., & Chang, S. C. (2011). An effective pricing framework in a competitive industry: Management processes and implementation guidelines. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 10(3), 231-243.
- Kaufmann, A., & Gupta, M. M. (1988). *Fuzzy mathematical models in engineering and management science*. New York: Elsevier Science Inc.
- Kaufman, A., & Gupta, M. M. (1991). *Introduction to fuzzy arithmetic*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Kaya, İ., & Kahraman, C. (2010). Fuzzy process capability analyses with fuzzy normal distribution. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 5390-5403.
- Khalafi, Z., Dehghani, M., Goel L., & Li, W. (2015). Observability evaluation in power systems considering data uncertainty. *Proceeding of IEEE Eindhoven PowerTech*, 1-5.
- Kılıç, Ş., & Aydınli, C. (2015). Sağlık kurumlarında süreç yönetimi uygulamaları. *Journal of Business Research Turk*, 7(3), 143-172.
- Kotler, P. T., & Armstrong, G. (2018). *Principles of marketing* (17th Edition). New York: Pearson Education.
- Kong, Z., Zhang, J., Li, C., Zheng, X., & Guan, Q. (2015). Risk assessment of plan schedule by Monte Carlo simulation. *Proceeding of International Conference on Information Technology and Management Innovation (ICITMI 2015)*, 509-513.
- Kwak, Y. H., & Ingall, L. (2007). Exploring Monte Carlo Simulation applications for project management. *Risk Management*, 9 (1), 44-57.
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*, Burr Ridge, IL: Irwin-McGraw Hill.
- Lourenco, H. R. (2006). Logistics Management An Opportunity for Metaheuristics. In C. Rego and B. Alidaee (Eds.) *Metaheuristic Optimization via Memory and Evolution: Tabu Search and Scatter Search*, 30, 329-356.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11(05), 635-652.
- Panayides, P. M. (2006). Maritime logistics and global supply chains: towards a research agenda. *Maritime Economics & Logistics*, 8(1), 3-18.
- Prakash, S., & Jokhan, A. (2017 November). Monte Carlo for selecting risk response strategies. Paper presented at Australasian Transport Research Forum 2017 Retrieved from [https://www.australasiantransportresearchforum.org.au/sites/default/files/ATRF2017\\_037.pdf](https://www.australasiantransportresearchforum.org.au/sites/default/files/ATRF2017_037.pdf)
- Rokseth, B., Utne, I. B., & Vinnem, J. E., (2018). Deriving verification objectives and scenarios for maritime systems using the systems- theoretic process analysis. *Reliability Engineering & System Safety*, 169,18-31.
- Rui-mei, L. (2015). Properties of Monte Carlo and its application to risk management, *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, 8(9), 381-390.

- Sadeghi, N., Fayek, A. R., & Pedrycz, W. (2010). Fuzzy Monte Carlo simulation and risk assessment in construction. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 25, 238–252.
- Seyoum, B. (2009). *Export-Import theory, practices, and procedures*, Second Edition, New York and London: Routledge Taylor & Francis Group.
- Traynor B. A., & Mahmoodian, M. (2019). Time and cost contingency management using Monte Carlo simulation. *Australian Journal of Civil Engineering*, 17(1), 11–18.
- Tysiak, W., & Sereseanu, A. (2009, September). *Monte Carlo simulation in risk management in projects using excel*. Paper presented at IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5342913>.
- Ueberhuber, C. W. (1997), Monte Carlo techniques. *Numerical Computation 2: Methods, Software, and Analysis*. Berlin: Springer Science Business Media.
- Uğurlu, S., Coşgun, Ö., & Ekinci, Y. (2012). A Dynamic pricing model for a maritime transportation service provider. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 5(6), 1109-1119.
- Williams, T. (2004). Why Monte Carlo simulations of project networks can mislead. *Project Management Journal*, 35(3), 53-61.
- Wyrozębski, P., & Wyrozębska, A., (2013, September). *Benefits of Monte Carlo simulation as the extension to the programme evaluation and review technique*. Paper presented at Electronic International Interdisciplinary Conference. Retrieved from <https://depot.ceon.pl/bitstream/handle/123456789/2659/Pawe%20c5%82%20Wyroz%20c4%99bski%20Benefits%20of%20Monte%20Carlo%20simulation%20as%20the%20extension%20to%20the%20Programe%20Evaluation%20and%20Review%20Technique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Yin, M., Wan, Z., Kim, K. H., & Zheng, S. Y. (2019). An optimal variable pricing model for container line revenue management systems. *Maritime Economics & Logistics*, 21(2), 173-191.
- Yıldırım, N. (2015). Fiyatlandırma ve internet ortamında fiyatlandırma stratejileri. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5 (8), 10-29.
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8 (3), 338–353.