

# TALEP TAHMİNİNDE MONTE-CARLO SİMÜLASYON TEKNİĞİNİN KULLANILMASI

Osman DEMİRDÖĞEN\*

**Özet:** Sistemlerin incelenmesinde genellikle, bunlara uyan stokastik veya deterministik modeller kullanılmaktadır. İşletme içerisinde yer alan çeşitli alt sistemlerin modeller aracılığıyla incelenmesi zaman, para, insan gücü gibi kaynakların daha etkin kullanımını sağlamaktadır. Bu amaçla, bir işletmenin talep yapısı Monte Carlo simülasyon yöntemiyle incelenmiş ve hem işletmenin 1998 yılı satışları tahmin edilmiş hem de kullanılan yöntem hakkında bazı sonuçlar elde edilmiştir. Ele alınan işletmenin talebinin rassal özellik göstermesi nedeniyle Monte Carlo simülasyonu tekniği tercih edilmiş, ancak uygulamada bu tekniğin ele alınan sisteme göre dikkatli bir şekilde kullanılması gerektiği, özellikle uzun ve mevsimsel dalgalanma gösteren verilerde uygun sonuçlar vermediği görülmüştür. Ayrıca bu teknikte elde edilen sonuçların test edilmesi de oldukça zordur.

## I. Giriş

İşletme faaliyetlerinin geleceğe yönelik olarak planlanması için işletmelerin bazı tahminler yapmaları gerekir. Yapılan tahminlerden faydalanarak işletme kendini içinde bulunduğu çevrede meydana gelen değişikliklere karşı koruma olanağı bulabilir.

Sistemler üzerinde yapılacak çalışmaların, sistemi temsil eden bir model üzerinde yapılması zaman, maliyet, risk azaltma, birçok alternatifi aynı anda aynı koşullarda sınama açısından önemli avantajlar sağlar. İşletme ile ilgili konularda da modeller oluşturularak, uygun sonuçlar elde etmek mümkündür. Talep tahmini konusu da bu çerçevede ele alınmış ve satışların rassal özellik göstermesinden faydalanılarak Monte-Carlo simülasyonu uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla Aşkale Çimento Fabrikasının 1996 yılı satışları esas alınarak 1997 yılı tahmini yapılmış ve elde edilen sonuçlar 1997 gerçek satış rakamları ile karşılaştırılarak anlamlı sonuçlar elde edilip edilmediği saptanmaya çalışılmıştır. Daha sonra çimento satışlarının inşaat dönemlerinde diğer dönemlere göre farklı seyrettiği görülerek eldeki veriler mevsimler itibarıyla ele alınarak simule edilmiştir. Daha sağlıklı sonuçlar elde etmek için başka alternatifler de denemiş ve aylık, günlük, ortalama ve beklenen değerler üzerinden de tahminler yapılmıştır.

\* Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü.

## II. Talep Tahmini

İşletme bilimiyle ilgili faaliyetlerin amacı piyasa talebini karşılamak üzere mal ve hizmet üretmek ve talebe uygun bir üretim sistemi oluşturmaktır(Tekin,s:210). Bu nedenle talebin tahmin edilmesi gerekmektedir. Talep, tüketicilerin bir mal veya hizmeti belirli bir fiyat seviyesinde almaya hazır oldukları miktar olarak tanımlanmaktadır. Talep tahmini ise çeşitli yöntemler kullanarak gelecekte mal ve hizmetlerin talebinin ne olacağını kestirme işlemi olarak bilinmektedir. Tahminleme yöntemleri sayısal ve sayısal olmayan yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır. Sayısal yöntemler arasında zaman serileri analizleri ve nedensel modeller yer almaktadır; sayısal olmayan yöntemler grubu içerisinde ise geçmişini canlandırma, senaryo yazma, piyasa araştırması, delfi/ konferans tekniği, beyin fırtınası ve subjektif yargılar bulunmaktadır. Belirli bir duruma uygun yöntemin seçimi işletmenin yapısına, üretilen ürünlere, mevcut olanaklara, kullanılan bilgi sistemine ve yönetim felsefesine bağlıdır. Bilgisayar alanında meydana gelen hızlı gelişmeler simülasyon tekniğinin de talep tahminlerinde kullanılmasını sağlamıştır (Pidd, s:5).

İşletmelerin faaliyet konusuna göre tahminlerin niteliği de değişir. Örneğin, hizmet işletmeleri, hizmeti sunmak için kaç tane personele gereksinim olduğunu ve bu hizmet için ne kadar malzeme gerektiğini belirlemek isterler. İmalat sektöründe de ne kadar ürün üretileceğine karar verebilmek için üretilen ürünlerin satış tahminlerinin bilinmesi gerekir (Garrett and Silver, s:387). Bu tahminler işgücü gereksinimlerini, işletmenin satınalma kararlarını ve stokla (Browne ve diğerleri,s: 61) ilgili konuları etkiler. İşletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için ne kadar hammadde veya parça stoklanacağını ve ne kadar tamamlanmış ürün elde tutacağına karar vermesi gerekir (Burley ve Sullivan, s:189).

## III. Monte-Carlo Simülasyonu

Genel olarak simülasyon, gerçeği temsil eden modeller üzerinde yapılan ve bu işlemlerden doğacak sonuçları izleyen bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Daha genel bir ifade ile simülasyon, yöneticilere karar vermede yardımcı olan bir yönelem araştırması tekniğidir (Erimçağ, s:132).

Simülasyon modelleri matematiksel modellerde karşılaşılan yapısal sırayı izler. Ancak, model matematiksel denklemlere değil denemelere dayanır.

Ayrıca simülasyon modelleri matematiksel modellerde olduğu gibi optimum sonuçlar ortaya çıkarmaz.

Simülasyon modellerini iki grupta ele alabiliriz. Bunlar:

- Deterministik Simülasyon Modelleri

Bu modellerde, model öğeleri arasındaki ilişkiler açık ve tam olarak belirlenmiştir. Herhangi bir risk veya belirsizlik sözkonusu değildir. Olasılık dağılımlarına gerek yoktur.

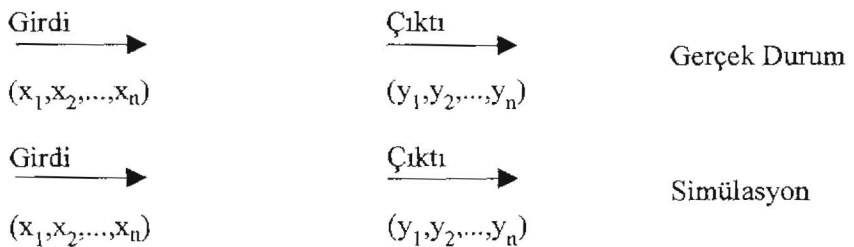
- Rassel Simülasyon Modelleri

Sistem çıktısının ne olacağını tam olarak bilinemediği bu modellerde, çıktılar olasılık dağılımlarıyla gösterilebilir. Bu nedenle değişkenler, beklenen değerler yerine olasılık dağılımları yoluyla gösterilmektedir. Bu modellerde genellikle Monte-Carlo simülasyon tekniği kullanılmaktadır (Çöl ve Gökkuş, s:475). Değişkenlerin olasılık dağılımları herhangi bir dağılıma (normal, üssel, Poisson, vs.) uymadığında bir simülasyon prosedürü uygulanmalıdır. Monte-Carlo simülasyonu, değişkenin dağılımına herhangi bir yöntemle yaklaşımdan ziyade değişkenin gerçek dağılımını esas alır (Wild, s:639).

Simülasyonun üç temel amacı vardır (Burley ve Sullivan, s:122).

- fiili sistemi tanımlamak,
- hayali sistemleri açıklamaya çalışmak,
- gelişmiş bir sistem tasarlamak.

Simülasyonun yaygın olarak kullanıldığı işletme konuları arasında tamir-bakım programları, stok kontrolü, kapasite planlama, kaynak ihtiyaçlarını planlama ve süreç planlama yer almaktadır (Chase ve Aquilano, s:388). Bir karar verme tekniği olarak geniş bir uygulama alanı bulan simülasyon ile gerçek durum arasındaki ilişki aşağıdaki gibi gösterilebilir:



Gerçek durumda girdiler sistemin kendisinde, simülasyonda ise sistemin modelinde işlem gördükleri için çıktılar arasında fark olabilir. Monte Carlo simülasyonunda girdi olarak seçilen değişkenlerin geçmişteki davranışları, gerçekleşen değerlerine bakılarak birer olasılık dağılımına dönüştürülür. Daha sonra, rassal sayılar kullanılarak sistemin modeli işletilir ve sonuca gidilir (Halaç, s:336).

#### *A. Monte-Carlo Simülasyonu Uygulaması*

Uygulamanın yapıldığı Aşkale Çimento Fabrikası 17 Haziran 1993 yılında Özelleştirilen ve Er-çim-san A.Ş. bünyesinde faaliyet gösteren bir firmadır. Özelleştirme sonucu işgücü sayısını azaltan firmada şu anda 153 kişi çalışmaktadır. Saatte 80 ton çimento, 50 ton klinker üretme kapasitesine sahip olan işletmenin 10 000 ton çimento stok yapma olanağı vardır. Yıllık 410 bin ton çimento, 305 bin ton klinker üretme kapasitesine sahip olan işletme 24 saat üretim yapabilmekte, çimento tüketiminin az olduğu kış ayları da revizyona gitmektedir. Çimento satışları inşaat mevsimine göre farklılık göstermekle birlikte ne kadar satış yapılacağı bilinmemekte yani satışlar rassal özellik göstermektedir.

Bu çalışmada, Aşkale Çimento Fabrikasında talep tahmini için Monte-Carlo simülasyonu uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla Firmanın 1996 yılı satışları esas alınarak 1997 yılı tahmini yapılmış ve elde edilen sonuçlar 1997 gerçek satış rakamları ile karşılaştırılarak anlamlı sonuçlar elde edilip edilemediği saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla önce bir yıllık talep simule edilmiş elde edilen sonuçlar bir yıllık verilerle karşılaştırılmıştır. Daha sonra çimento satışlarının inşaat dönemlerinde diğer dönemlere göre farklı seyrettiği görülerek elde edilen veriler mevsimler itibariyle ele alınarak simule edilmiştir. Daha sağlıklı sonuçlar elde etmek için başka alternatifler de denemiş ve aylık, günlük, ortalama ve beklenen değerler üzerinden de tahminler yapılmıştır.

Simülasyon yöntemiyle talep tahmini yapılırken izlenen aşamalar aşağıda özetlenmiştir.

1- Gerçekleşen (fiili) satış rakamlarından hareketle, seçilen zaman aralığında (gün, ay veya yıl) satış olasılık dağılımının belirlenmesi.

2- Birikimli (kümülatif) olasılık dağılımının bulunması ve Monte-Carlo sayı planının oluşturulması.

3- Rassal sayıların çekilerek her birim zaman (gün, ay, yıl) için tahmini satış miktarının ve sonuçta simülasyon dönemi itibariyle toplam satışların tahmin edilmesi.

Yukarıda sıralanan aşamalar izlenerek Ağustos 1997 satışları aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

Tablo1: *Olasılık Dağılımı ve Monte-Carlo Sayı Planının Oluşturulması*

Talep (ton)	Frekans (gün)	Olasılık	Birikimli Olasılıklar	Monte-Carlo Sayı Planı
1600	1	0.04	0.04	1-4
1700	4	0.15	0.19	5-19
1800	1	0.04	0.23	20-23
1900	5	0.19	0.42	24-42
2000	2	0.07	0.49	43-49
2100	1	0.04	0.53	50-53
2200	4	0.15	0.68	54-68
2300	4	0.15	0.83	69-83
2400	1	0.04	0.87	84-87
2500	2	0.07	0.94	88-94
2600	2	0.07	1.01	95-100

Ağustos ayı içerisinde satış yapılan 27 gün için RATS paket programında üretilen rassal sayılar ise sırasıyla 82, 47, 11, 46, 13, 55, 83, 3, 39, 41, 69, 65, 93, 71, 74, 19, 65, 9, 69, 15, 23, 86, 63, 100, 74, 1, 45'tir. Birinci gün için çekilen rassal sayıya (82) Monte-Carlo sayı planında karşılık gelen miktar 2300 ton/gün'dür. Diğer rassal sayılar da aynı şekilde eşleştirilerek Şekil 1'deki tahmin elde edilmiştir.

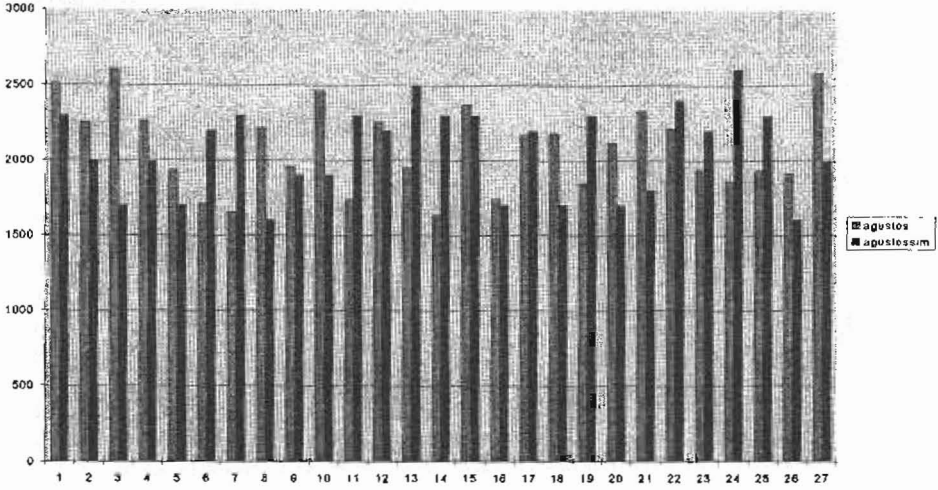
Yapılan hesaplamalar sonucu beklenen talep: 2104 ton/gün olarak bulunmuştur. Mevcut verilerden elde edilen gerçek talep ise, 2088.8 ton/gün'dür.

Yapılan simülasyon sonucunda :

Simule edilen talep: 2063 ton/gün

olarak hesaplanmıştır. 1996 yılının Ağustos ayında toplam aylık talep 56398 ton olarak gerçekleşmiştir. Gerçek rakamların simülasyonu sonucu 1997 Ağustos ayı için elde edilen değer 55701 ton'dur. 1997 yılı Ağustos ayı gerçekleşen

satışlar ise 60244 ton'dur. Görüldüğü gibi gerçek değerler ile simule edilen değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. İşletmenin 10000 ton stok bulundurma kapasitesi gözönüne alındığında herhangi bir satış kaybı olmayacağı söylenebilir.



Şekil 1: Ağustos Ayı Simule Talep ile Gerçek Talebin Karşılaştırılması

Talep ile talebin gerçekleşme olasılığı çarpılarak beklenen talep elde edilmiştir. Ağustos ayı için beklenen talep:

$$1600 \times 0.04 + 1700 \times 0.15 + 1800 \times 0.04 + \dots + 2600 \times 0.07 = 2104$$

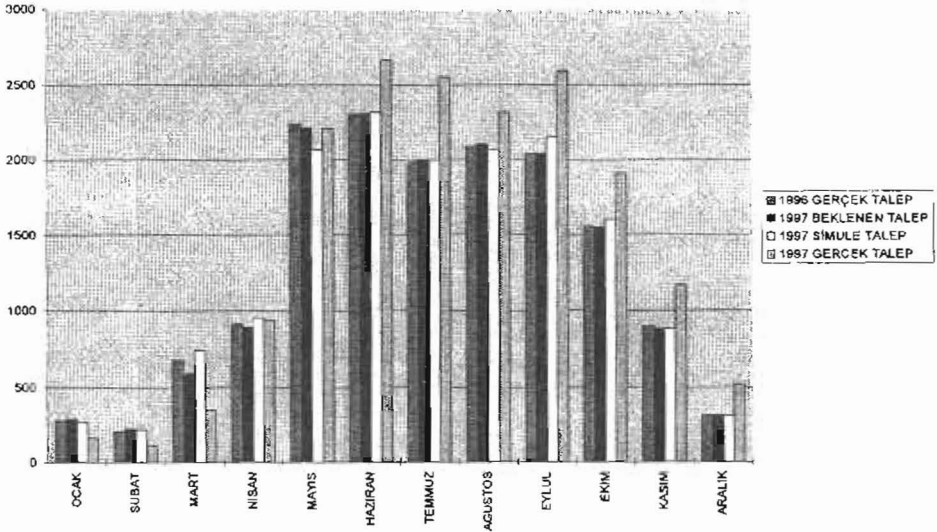
ton/gün olarak hesaplanmıştır.

Satışların mevsimlik dalgalanmalar göstermesi nedeniyle veriler mevsimler itibariyle gruplanmış ve üç veri seti elde edilmiştir. Aralık, Ocak, ve Şubat ayları mevsim1; Mart ve Nisan ayları Mevsim2; kalan aylar ise Mevsim3 olarak analiz edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Tablo 2: *Mevsimler İtibariyle Talep Tahmini*

	Mevsim 1	Mevsim 2	Mevsim 3
Gerçek Talep	266.7	788.5	1872.0
Beklenen Talep	259.0	784.0	1879.0
Simule Talep	245.0	828.0	1817.0

1996 yılındaki satış rakamlarının tamamı simule edilerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:



Şekil 2: *Simülasyon Yoluyla Bulunan Talebin 1996 Gerçek Talebi ile Karşılaştırılması*

Gerçek talep: 1292.7 ton/gün

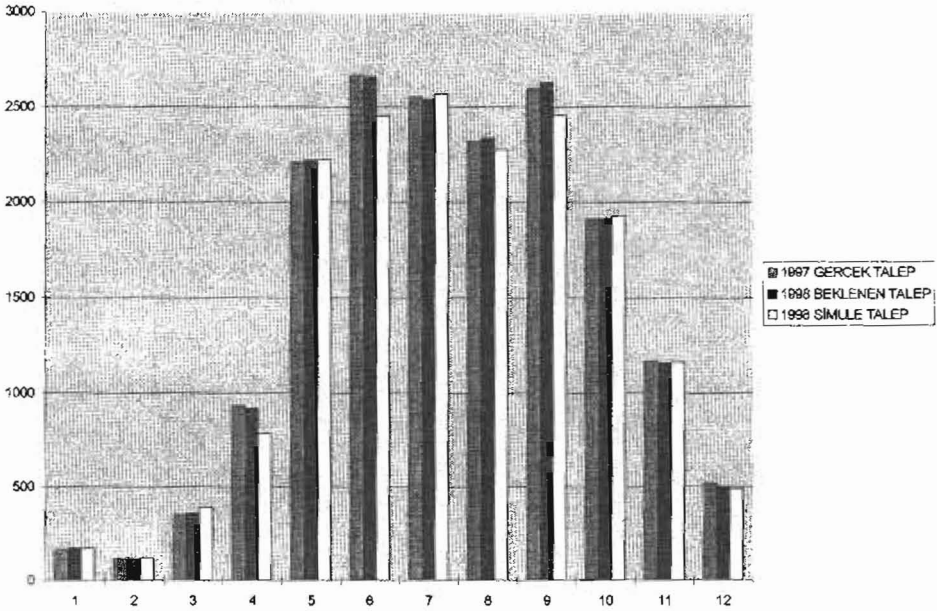
Beklenen talep: 1259 ton/ gün

Simule edilen talep: 1215 ton/gün.

Satışların aylar ve mevsimler itibariyle dalgalanmalar göstermesi nedeniyle yıllık veriden elde edilen sonucun kullanılmasının mantıklı olmadığı anlaşılmıştır. Bu tahmin sonucunun önerilmesi durumunda bazı aylarda aşırı

stok bazı aylarda ise eksik stok olacak ve firma sıkıntı içerisine düşebilecektir. İşletmenin 1996 yılı gerçek satışları toplamı 366639 tondur. Simule edilen yıllık satışlar toplamı ise 376650 tondur. Toplam satışlar arasında önemli bir fark olmamasına rağmen bazı aylarda (Aralık, Ocak, Şubat) satışların 100 -200 ton civarında seyretmesi nedeniyle bu tahmin firmaya önerilmemiştir.

İşletmenin 1996 satışları aylık, mevsimlik ve yıllık olarak simule edilmiş ve 1997 tahminleri elde edilmiştir. Daha sonra bu tahminler 1997 gerçek satışları ile karşılaştırılmış ve en gerçekçi sonuçların aylar itibariyle yapılan tahminler olduğu görülmüş ve 1998 satışları aylar itibariyle tahmin edilmiş günlük ortalama talepler hesaplanmıştır.



Şekil 3: 1998 Yılı Simule Talebi

1998 yılı simule talebi Tablo 3'de günlük ortalama talep olarak verilmiş ve Tablo 4'de aylar itibariyle yıllık simule talep hesaplanmıştır.



Tablo 3: *Günlük Ortalama Talep*

	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM
1996 Gerçek	278.1	207.3	675	911.5	2238.0	2305.0	1980.2	2088.8	2039	1553.0	896.0
1997 Beklenen	290.0	224.0	592	891.0	2215.0	2308.0	1999.0	2104.0	2044	1548.0	882.0
1997 Simule talep	269.2	220.0	744	954.0	2065.0	2316.0	2000.0	2063.0	2152	1600.0	885.0

Simüle edilen günlük talebin aylar itibariyle dağılımı Tablo 4'de verilmiştir. Her bir ay içerisinde satış yapılan gün sayısı ile ortalama günlük simüle talep miktarları çarpılarak aylık toplam simüle talepler hesaplanmıştır.

Tablo 4: *Aylar İtibariyle Toplam Yıllık Simüle Talep*

Aylar	Simüle Edilen Aylık Talep (ton)
Ocak	4200.0
Şubat	2098.8
Mart	10140.0
Nisan	18009.0
Mayıs	59999.4
Haziran	61250.0
Temmuz	69390.0
Ağustos	59176.0
Eylül	63778.0
Ekim	48200.0
Kasım	29100.0
Aralık	13200.3
TOPLAM	438541.5

#### IV. Sonuç

Simülasyon yöntemi ile yapılan tahminlerdeki varsayım, gelecek dönemlerde yapılacak satışların, eldeki verilerden hesaplanan olasılıklara uygun olarak gerçekleşeceğidir. Bu nedenle tahmin yapılırken mevsimsel dalgalanmalar dikkate alınmalı ve mümkünse seri mevsimlere ayrılarak simüle edilmelidir. Bu araştırmada ortaya çıkan bir başka husus ise simülasyon yönteminin kısa dönemli verilerle daha iyi sonuçlar verebileceğidir. Aylık periyodlar itibariyle yapılan tahminlerden ortalama günlük miktarlar elde edilerek daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Diğer taraftan, simülasyon ile satış tahmini yapılırken serideki trend dikkate alınmamaktadır. Satışları artma durumunda olan bir firma ile satışları azalma durumunda olan bir başka işletmenin satış verileri tasnif edildiğinde aynı frekanslara sahip olabilirler. Bu iki firma için simülasyonla yapılacak bir tahminlemede aynı sistematığı uygulamak yanlış sonuç verebilir. Çünkü, tahminleme mantığının esasını oluşturan '**geçmişteki eğilimlerin gelecekte de devam edeceği**' varsayımına göre satışları artmakta olan bir firmanın

satışlarının gelecekte de artması beklenir. Simülasyon yönteminin eğilimleri dikkate almayı talep tahminlerinde kullanım alanını sınırlamaktadır.

Uygulamamızda ele aldığımız Aşkale Çimento Fabrikası yıllar itibariyle gerek toplam satışlarda gerekse mevsimler ve aylar itibariyle benzer eğilimler gösterdiği için anlamlı sonuçlar elde edilebilmiştir. Bu nedenle Simülasyon yönteminin yıllar itibariyle istikrarlı bir satış eğilimine sahip olan sektörlerde ve ürünlerde kullanılabilceği söylenebilir.

Yöntemin bir başka sakıncası da yapılan tahminin hata payının hesaplanamamasıdır. Bu çalışmada yapıldığı gibi, geçmiş yıl verilerinden elde edilen tahminler, tahmin yapılan yılın gerçek rakamları ile karşılaştırılarak yanılma payı belirlenebilir. Ancak elde veri olmaması durumunda yanılma payını kestirmek olanaksızdır.

Yukarıda sıralanan sakıncaları dikkate alınmak kaydıyla simülasyon uygulamasının uygun olduğuna karar verilen durumlarda, bu yöntem yardımıyla elde edilen sonuçlar karar alma sürecinde faydalı bir şekilde kullanılabilir.

**Summary:** Stochastic and deterministic models are used in analysing systems in order to have some savings from time, money and manpower. Therefore, a firm's sales demand is analysed by using Monte Carlo simulation technique and 1998 sales demand of this firm is estimated. Because of the random characteristics of sales demand, Monte-Carlo simulation technique is preferred. But, this technique have some disadvantages in practice. Long series with seasonal fluctuations do not work well with this technique. Furthermore, it is difficult to test results obtained from this analysis.

### Kaynaklar

- Browne**, Jimmie ve diğerleri, Production Management Systems, A CIM perspective, Addison-Wesley Publishing Company, Cornwall, 1988.
- Burley**, T.A. ve G. O'Sullivan, Operational Research, Macmillan College Work Out Series, Macmillan Education Ltd., London, 1986.
- Chase**, Richard B. ve Nicholas J. Aquilano, Production and Operations Management, A Life Cycle Approach, Richard D. Irwin, Inc., Fifth ed., 1989.
- Çöl**, Muhterem ve Ümit Gökkuş, Alsancak Limanı Örneğinde Monte-Carlo Simülasyonu Uygulaması, II. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Bildirileri (1-2 Haziran 1995) Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, Kasım, 1995.

- Erimçağ**, Halil Can., Satış Tahmin Metodu Olarak Monte-Carlo Simülasyonu, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt:15, Sayı:1, Kasım 1986.
- Garrett**, Leonard and Milton Silver, Production Management Analysis, 2.nd ed., Harcourt Brace Jovanovich, Inc. New York, 1973.
- Halaç**, Osman, Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması), 3. Baskı, Evrim Dağıtım, İstanbul, 1991.
- Pidd**, Michael, Computer Simulation in Management Science, Second Edt., Great Britain by Bath Press Ltd., Bath, 1988.
- Tekin**, Mahmut, Üretim Yönetimi cilt 1, Konya, 1996.
- Wild**, Ray, Production and Operations Management, Principles and Techniques, Third Edt., Great Britain by Mackays of Chatham ltd., 1984.