

## BİR ÜRETİM SÜRECİNİN SİMÜLASYON YAKLAŞIMI İLE ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Ahmet KAYA<sup>(\*)</sup>

### ÖZET

*Stok kontrolde stokastik ihtiyaç durumundaki stok seviyesi değişiminin düzensiz olması durumunda, stoksuz kalma problemini ortadan kaldırmaya yönelik istatistiksel modeli kurmak genelde çok güçtür. Buna rağmen kurulan modellerle arzu edilen sonuçlara ulaşmak mümkün olmamaktadır. Deterministik veya stokastik yöntemlerle çözümün mümkün olmadığı durumlarda simülasyon yöntemleri kullanmak kaçınılmazdır. Bu çalışmada, benzer özelliğe sahip, uygulamada karşılaşılabilecek muhtemel hipotetik bir problemin çözümüne yönelik modelleme yapılmış, şans sayıları türetim yöntemiyle sistem simüle edilmiş, elde edilen sonuçlara ilişkin çıkarsamalar yapılmıştır.*

*Anahtar Kelimeler: Simülasyon, Stok Kontrol, Sistem Simülasyonu.*

### 1. Giriş

Gerçekleştirilmesi öngörülen araştırmaların bir çoğunda araştırmaya konu olabilecek verilerin elde edilip işlenmesi, genelde büyük sorun ve zaman kayıplarına neden olmaktadır. Hatta bazen verilerin elde edilmesi mümkün olmayabilmektedir. Sonuçlarda düşünülen genelleştirmenin gerçekleştirilmesiyle toplanan verilerin yeterli olmadığı durumlar denemenin tekrarlanmasını gerektirmektedir. Ayrıca yeter sayıda verinin toplanması araştırmacıyı bazı zorluk ve zaman kayıpları ile karşı karşıya bırakabilmektedir. Çeşitli nedenlerle araştırma yaparak veri toplamanın mümkün olmadığı durumlarda bu konuda yapılmış denemelerden sağlanan verilerin özelliklerine uyan veya belli bir matematiksel modele uyan şans sayıları türetim yöntemi ile çözüme ulaşılabilmektedir. Şans sayıları ile probleme yaklaşım, uzun çalışma ve araştırmaların gerektirdiği güçlüğü ve zaman kaybını ortadan kaldırmaktadır.

### 2. Stok Kontrol

Hangi türden olursa olsun üretim ve tüketim hizmetleri gören birimlerde stokta bulundurulması gereken malzeme, mal ve hizmetlerin miktarlarının belirlenmesi işlemi stok kontrol olarak bilinmektedir. Stok, aslında genel bir terim olup, günlük hayatta, hammadde, satım ve dağıtım için bekleyen mallar şeklinde çıkmaktadır. Stok düzeyinin iyi kontrol edilmesi şirketlerin gelir düzeyini ve etkinliğini artırdığı gibi müşteriler toptancılar ve taşımacılarla ilişkilerin iyi yönde gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Aksi

<sup>(\*)</sup>Yrd. Doç. Dr., Ege Üniv. Tire Kutsan Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Bölümü, Tire-İZMİR

taktirde şirketin bütün faaliyetlerinde genel bir başarısızlığa neden olunabilmektedir. Stok kontrolde belirli bir malzemeden ne kadar ısmarlanması gerektiği ve bu ısmarlamaların hangi sıklıkta yapılmasının daha iyi olacağı konusunda ilgilenebilmektedir. Stok kontrol uygulamalarında bazı problemlerin sonucu kesin olarak hesap edilmektedir. Bu uygulamalar, ihtiyaç olarak bir fabrikanın gereksinim duyduğu hammadde olabileceği gibi işletmenin kesin taleplere verdiği cevap olarak ta düşünülebilmektedir. Üretici veya alıcı durumunda bulunan kurumlar ihtiyaç duydukları veya sunmaya hazır bulunduracakları maddelerin ne oranda olması gerektiği hususunda kesin fikir sahibi olabilirler. Bu tür talep veya ihtiyaçlar deterministik talep veya ihtiyaç olarak isimlendirilmektedir. Bu durumda belli bir süre içerisinde işletmenin nasıl davranacağı matematiksel hesaplarla bilinebilmektedir. Bazen talep ve ihtiyaç zamana göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu durumda hangi mala, ne kadar, ne zaman ihtiyaç duyulacağı kesin olarak kestirilememektedir. Bu durumda istatistiksel yöntemlerle probleme çözüm arama gereği ortaya çıkmaktadır. Bu durum, yönelem araştırmasında stokastik talep veya ihtiyaç olarak ifade edilmektedir. Stokastik ihtiyaç durumundaki stok seviyesi değişiminin düzensiz bir hal alması ve bu nedenle zaman zaman stokuz kalma durumları ortaya çıkabilmektedir. Bu durumlarda uygun istatistiksel dağılımlarla probleme yaklaşım bir fikir verebilmektedir. Bazı problemler ise ne deterministik ne de stokastik yöntemlerle çözümlenebilirler. Deterministik ve stokastik yöntemlerin yetersiz kalması durumunda simülasyon yöntemiyle çözüm kaçınılmaz olmaktadır. Simülasyon yöntemleri genelde sayısal şekle dönüştürülemezler. Dönüştürülseler bile uygun matematiksel yöntemle çözümlenemezler. Bu gibi durumlarda sistemi simüle etmekten başka çare yoktur.

### **3. Sistem Simülasyonu ve Modelleme**

Gerçek hayat problemleri bilimsel bazda modeller ile tasarlanır. Bilimsel faaliyetlerde sebep-sonuç ilişkileri belirli bir model dahilinde belirlenir. Belirli üretim faaliyetlerinde beklenen sonuç sabit değer alıyorsa stokastik model olarak ifade edilmektedir. Talep miktarının belirli bir olasılık dağılımı ile açıklanabildiği stokastik model ile genel talep modelinin söz konusu olduğu durumlarda yeniden üretim seviyesi veya yeniden ısmarlama seviyesi olarak tanımlanan ve kaynaklarda Re Order Level (ROL) olarak bilinen sistem kullanılır (Cohen, 1985).

Simülasyon yapılabilmesi için gerekli sayılar, rasgele karakterde şans sayıları olarak bilinmektedir. Şansa bağlılık özelliği şu şekilde açıklanır : "Her ne yolla olursa olsun N tane bağımsız sayının türetilmesi sonucunda her bir sayının 1/N olasılıkla türeyebilmesi ve kendinden önce türemiş olan sayıdan bağımsız olması şeklinde izah edilmektedir." (Atıl, 1980).

*D.E.Ü.İ.B.F.Dergisi*  
*Cilt:15, Sayı:1, Yıl:2000, ss:115-123*

Şans sayısı kullanılarak, çözümü yapılacak problemden en iyi sonucun alınabilmesi için, şans sayısı türeticisi aşağıda açıklanan özelliklere sahip olmalıdır :

- . Üniiform dağılış göstermeli ,
- . Bağımsız şans sayıları türetebilmeli,
- . Tekrarlı olmalı,
- . Peryodik tekrarlı olmamalı,

#### 4. Uygulama(\*)

Bir unlu mamül üreticisi firma iki tip (A ve B) ekmek üretimi yapmaktadır. Yapılan uzun dönem gözlemlere göre bu iki tip ekmek ürününe olan talep aşağıda verilen Tablo-1 ve Tablo-2'de belirtildiği gibi tespit edilmiştir.

Tablo 1: A Tipi Ekmek İçin Yapılan Gözlemler				
Talep Edilen Ekmek Adedi	51-80	81-110	111-140	141-170
Yüzde Talep Oranı	5	25	60	10

Tablo 2: B Tipi Ekmek İçin Yapılan Gözlemler					
Talep Edilen Ekmek Adedi	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70
Yüzde Talep Oranı	25	28	20	15	12

Farklı fırınlarda üretilmesi gerekli ekmeklerden; A tipi ekmeğin üretildiği fırının kapasitesi günde 600, B tipi ekmeğin üretildiği fırının kapasitesi ise günde 200 ekmektir. A tipi fırının maliyeti 50.000 birim TL. B tipi fırının üretim maliyeti ise 29.000 birim TL'dir. Üretimler farklı olmakla birlikte bu iki tip ekmek gerektiğinde Tablo-3'te belirtildiği şekliyle özellikli bir depoda muhafaza edilmektedir.

Tablo 3: Günlük Depolama Maliyetleri					
Depolanan Miktar (Adet)	1-150	151-300	301-450	451-600	601-750
Maliyet (Birim TL)	2000	4000	5000	5500	5750

50, 100, 150, 200 yeniden ısmarlama seviyeleri (ROL) için 100, 200, 300, 400, 500 gün için simülasyonlar yaparak toplam maliyeti minimum yapma amacına yönelik olarak ;

. Ortalama günlük stoklama maliyetini

. Her bir ekmek türü için ayrı ayrı stoksuz kalınan ve dolayısıyla üretimin talebi karşılamadığı gün oranı elde edilmeye çalışılsın.

(\*) Problem, düzensiz stok yapısına uygun, hipotetik olarak yaratılmıştır.

#### **4.1 Değişkenlerin Modellenmesi(\*)**

##### **Değişken-1, Günün başındaki stok seviyesi;**

Bu seviye, bir gün önceden kalan stok miktarı ile pişirilen ekmeklerden oluşan toplamdır. Bu değişkenin birinci gün değeri, simülasyonun uzun dönemdeki davranışını etkilemez. Bu nedenle başlangıç değeri örneğin A türü ekmek için 300, B türü ekmek için 150 olarak alınabilir.

##### **Değişken-2, Gün boyunca ortaya çıkan ihtiyaç;**

Bu ihtiyaç başlangıçta verilen A ve B türü ekmek ihtiyaçlarının dağılışımdan simüle edilir. Bunun için ihtiyaçlar aynı olasılığa sahip şans sayıları sınırları gözönünde bulundurularak O gün için belirlenmiş olur.

##### **Değişken-3, Gün sonundaki stok seviyesi**

Bu değişkenin değeri Değişken-1, ve Değişken-2 ile belirlenir. Yani her bir ekmek türüne duyulan ihtiyacı karşılayacak ekmek adedinin stoktan çıkarılması sonucu arta kalan durumu ifade eden değişkendir. Eğer bu değer sıfır veya negatif ise, stokta mal kalmadığı anlaşılmalıdır.

##### **Değişken-4, Depolama Maliyeti**

Bu değişkenin değeri, 3 nolu değişkende bulunan değere göre tablodan bakılmak suretiyle elde edilir.

##### **Değişken-5, Üretim Maliyeti**

Ekmek pişirme işlemi stok seviyesi ROL (**Re Order Level**)'e eşit veya daha küçük stoğu herhangi bir günün akşamında yapılmaktadır. Buna göre bu değişkenin en son stok seviyesine bakılarak A türü ekmek için 0 veya 50.000 birim TL, B türü ekmek için yine 0 veya 29.000 birim TL olmaktadır.

#### **4.2. Tabloların Elde Edilmesi**

Aşağıda verilen Tablo-4 ve Tablo-5 , EK-1'de geliştirilmiş yukarıda tanımlı değişkenlerin simüle edilmesi ile elde edilmiştir. Tablo-4, yeniden ısmarlama seviyesi, stoklama maliyeti, stoksuz kalma oranı ve farklı düzeylerde simülasyon tekrar sayılarını ifade etmektedir. Burada simülasyon tekrar sayılarının farklı düzeylerde incelenmesi, kısa ve uzun dönemde stoklama maliyeti ve stoksuzluk oranının gözlenmesi bakımından önemlidir. Tablo-5, Tablo-4'ün karmaşık yapısını basite indirgeyen 500 günlük tekrar (uzun dönem) seviyesi ile fikir vermek üzere hazırlanmış özet tablodur.

Ahmet Kaya

(\*) (Kaya ve İkiz, 1999 : 3).

Tablo 4: Simülasyon Sonuçlar Tablosu

		100 Günlük	200 Günlük	300 Günlük	400 Günlük	500 Günlük
50 ROL	Stok. Maliyeti	21.102 br. TL	20.944 br. TL	20.781 br. TL	20.706 br. TL	20.845 br. TL
	A Stoksuzluk	0.100	0.095	0.080	0.0875	0.068
	B Stoksuzluk	0.010	0.020	0.010	0.0225	0.024
100 ROL	Stok. Maliyeti	21.600 br. TL	21.203 br. TL	21.227 br. TL	21.602 br. TL	21.143 br. TL
	A Stoksuzluk	0.020	0.030	0.027	0.010	0.022
	B Stoksuzluk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150 ROL	Stok. Maliyeti	22.033 br. TL	21.455 br. TL	21.495 br. TL	21.531 br. TL	22.378 br. TL
	A Stoksuzluk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	B Stoksuzluk	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
200 ROL	Stok. Maliyeti	22.378 br. TL	21.540 br. TL	21.725 br. TL	21.418 br. TL	21.553 br. TL
	A Stoksuzluk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	B Stoksuzluk	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000

Tablo 5: ROL Seviyeleri İçin Özet Maliyet ve Stoksuzluk Oranları

İsmlama Seviyesi	Parametreler	Değerler	Tekerrür
50 ROL	Stok. Maliyeti	20.845 br. TL	500 Günlük
	A Stoksuzluk	0.068	
	B Stoksuzluk	0.024	
100 ROL	Stok. Maliyeti	21.143 br. TL	500 Günlük
	A Stoksuzluk	0.022	
	B Stoksuzluk	0.000	
150 ROL	Stok. Maliyeti	22.378 br. TL	500 Günlük
	A Stoksuzluk	0.000	
	B Stoksuzluk	0.000	
200 ROL	Stok. Maliyeti	22.378 br. TL	500 Günlük
	A Stoksuzluk	0.000	
	B Stoksuzluk	0.000	

#### 4.2. Yorumlar

Problemin çözümü ile A tipi ekmek için günlük beklenen ekmek talebi ;

$$E(A) = 65 * 0.05 + 95 * 0.25 + 125 * 0.60 + 155 * 0.10 = 117.5 \text{ adet,}$$

B tipi ekmek için günlük beklenen ekmek talebi ise,

$$E(B) = 25 * 0.25 + 35 * 0.28 + 45 * 0.20 + 55 * 0.15 + 65 * 0.12 = 41.10$$

adet ekmek'tir.

Bu durumda 50 ROL (yeniden ismlama seviyesi) ile yapılacak üretim tam bir stoksuzluk sonucunu ortaya koymaktadır. Yani stokta 50 adet ekmek kalmış ise bir sonraki günü üretim yapılmadan girilecek dolayısıyla beklenen talebin oluşması durumunda % 60'a varan oranda stoksuz kalınacaktır.

### *Üretim Sürecinin Simülasyon Yaklaşımı*

B türü ekmek için günlük ortalama ekmek talebi 41.10 adet olduğundan, büyük olasılıkla stoksuzluk durumu ile karşılaşılmamaktadır. Ancak talebin 26 adet olabileceği gibi, bazı durumlarda 66 adet olarak ortaya çıkması, stokta 51 ekmeğin bulunduğu durumlar için stoksuzluk durumu oluşabilmektedir. Bu sonuçtan hareketle 50 ısmarlama seviyesi, üretime geçmek için kabul edilebilir bir üretim seviyesi olmaktan uzak gibi görülmektedir.

100 ROL değeriyle probleme yaklaşıldığında stoksuzluk durumunun nisbeten ortadan kalktığı görülmektedir, ancak ROL değerinin günlük ortalama talepten küçük olması A tipi ekmekte küçük bile olsa stoksuzluk durumu söz konusu olmaktadır. B tipi ekmek için ise stoksuzluk tamamen ortadan kalkmaktadır.

150 ROL değeriyle sonuçlar kontrol edildiğinde stoksuzluğun tamamen ortadan kalktığı görülmektedir. Günlük ortalama stoklama maliyetinde meydana gelen artış ise, önemsiz bir seviyede kalmaktadır. Dolayısıyla karar vericiler, 150 ROL seviyesi ile üretime geçişi tercih edebilirler. 200 ROL değeriyle üretim ise sadece stoklama maliyetini artıran bir üretim seviyesi olduğundan tercih edilmemelidir.

#### **4.3.Öneriler**

Satın alım veya üretim aşamasında, karşı karşıya bulunulan talebi kesin olarak hesaplayabilmek için matematiksel yöntemlere dayalı modellerle çalışılır. Belli bir dağılışa dayalı tahminleme yapılıyorsa stokastik yöntemlerle çözüm aranıyor demektir. Her iki yöntemin problemi çözmede yetersiz olması, talebin düzensizliğini ifade eder, bu durumda sistem simüle edilerek çözüm aranır. Stokastik ve deterministik yöntemlerin yetersiz olduğu bu gibi durumlarda simülasyon yöntemleri ile çözüm aramak, problemin çok iyi modellenmesine bağlıdır, aksi durumda simülasyon yöntemleri ile elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilir.

Talep tahmin yöntemlerinin amacı, stoksuzluk veya yok satma durumunda işletmenin karşı karşıya kalabileceği ekonomik kayıpların, stoklama maliyeti ile karşılaşılabilecek maliyetten büyük olmamasını veya en azından bunların dengelenmesini sağlamaktır. Bu durum, kar amacıyla kurulan işletmeler için önemli ve çözülmesi gerekli bir problemdir. Bu olumsuz durumlar uygulamada yaşanmadan, yani işletmenin fiilen kayıplarla karşılaşması engellenerek belirlemek, talep için uygulanması gerekli stratejinin önceden bilinmesi ile mümkündür.

**ABSTRACT**

It is difficult to construct a statistical model which in case stochastic requirement for unregular stock level. In addition to with the constructed models are not able to satisfactory when deterministic and stochastic methods are not possible to solve the problem. In this case it is possible to use simulation methods.

In this study, using simulation method with generating number, the problem has been modelled, and solved. After taking outputs, some inferences about result of simulation experiment are given.

**EK-1 : Sistemi Simüle Eden Bilgisayar Programı.**

```
FOR l = 50 TO 200 STEP 50
  FOR n = 100 TO 500 STEP 100
    stoka = 300
    stokb = 150
    stsua = 0
    stsuzb = 0
    ana = 0
    FOR d = 1 TO n
      xa = INT(100 * RND)
      talep = 66
      IF xa <= 5 THEN 100
      talep = 96
      IF xa <= 30 THEN 100
      talep = 126
      IF xa <= 90 THEN 100
      talep = 156
100  IF stoka < talep THEN
      stsua = stsua + 1
      stoka = 0
      ELSE
      stoka = stoka - talep
      END IF
    IF stoka > 1 THEN
      uretma = 0
      ELSE
      stoka = stoka + 600
      uretma = 50000
      END IF
    xb = INT(100 * RND)
    talep = 26
```

*Üretim Sürecinin Simülasyon Yaklaşımı*

```
IF xb < 26 THEN 200
talep = 36
IF xb < 52 THEN 200
talep = 46
IF xb < 72 THEN 200
talep = 56
IF xb < 87 THEN 200
talep = 66
200 IF stokb < talep THEN
      stsuzb = stsuzb + 1
      stokb = 0
      ELSE
      stokb = stokb - talep
      END IF
IF stokb > 1 THEN
      uretimb = 0
      ELSE
      stokb = stokb + 200
      uretimb = 29000
      END IF
top = stoka + stokb
sakla = 0
IF top = 0 THEN 300
sakla = 2000
IF top <= 150 THEN 300
sakla = 4000
IF top <= 300 THEN 300
sakla = 5000
IF top <= 450 THEN 300
sakla = 5500
IF top < 600 THEN 300
sakla = 5750
300 ana = ana + sakla + uretima + uretimb
      NEXT d
smal = ana / n
sika = stsuzb / n
sikb = stsuzb / n
CLS
LOCATE 10, 6: PRINT 1; " ROL değeriyle "; n; " günlük simülasyon sonuçları"
LOCATE 11, 6: PRINT "-----"
LOCATE 13, 7: PRINT "Günlük Ortalama Stoklama Maliyeti"
LOCATE 13, 50: PRINT USING "#####.#"; smal
```

*Ahmet Kaya*

```
LOCATE 15, 7: PRINT "A Türü Ekmek ~̇in Stoksuzluk Oranı "  
LOCATE 15, 50: PRINT USING "#.#####"; sika  
LOCATE 17, 7: PRINT "B türü Ekmek ~̇in Stoksuzluk Oranı "  
LOCATE 17, 50: PRINT USING "#.#####"; sikb  
a$ = INPUT$(1)  
NEXT n  
NEXT l
```

### **KAYNAKÇA**

- ATIL, Hülya (1980); "Şans Sayılarından Beklenen Özellikler" Ege Üniversitesi Hesap Bilimleri Enstitüsü, *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi*, Bornova-İZMİR.
- COHEN S. S., (1985); *Operational Research*, Edward Arnold, London.
- GORDEN, G., (1978); *IBM Corporation*.
- İKİZ, F., (1987); *Yöneylem Araştırması Ders Notları*.
- KAYA, Ahmet, İKİZ Fikret., (1999); "İstatistiksel Stok Kontrolde Simülasyon Yaklaşımı ile Problem Çözümü Üzerine Bir Çalışma, Yayınlanmamış çalışma.