

Kuyruk Teorisi

Ek Okuma / Ek Çalışma Ekonomik Analiz

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Kuyruk Sistemlerinin Ekonomik Analizi

Servis Sistemlerinde Maliyetler

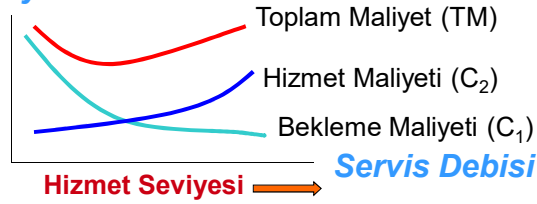
- Servis süreci yatırım maliyeti
- Sistemin İşletim maliyeti

İşletim Maliyeti = Bekleme Maliyeti + Servis Maliyeti

Bekleme Maliyeti = f (Servis debisi, Geliş debisi)

Servis Maliyeti = h (Servis debisi)

Maliyetler



2

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Optimal Hizmet Hızı

TM \rightarrow *Rassal Değişken ise; $TM =$ Bekleme Maliyeti + Servis Maliyeti*

$$B(TM) = C_1 \frac{\lambda}{\mu - \lambda} + C_2 \mu$$

$$\mu^* = \lambda + \sqrt{\frac{C_1 \lambda}{C_2}}$$

μ^* = Servis hızının optimum değeri

λ = Ortalama varış hızı

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

3

Optimal Hizmet Hızı

Örnek:

Bir depoya araçların gelişi Poisson olup, saatte ortalama 10 araç gelmektedir.

6 kişilik bir boşaltım ekibi bir aracı ortalama 5 dakikada boşaltabilmektedir.

Boşaltım süresinin üssel dağılım sergilemektedir.

Bir aracın bir saat bekleme maliyeti 25.000 birimdir.

Ekipteki kişilere saat başı 5.000 birim ödenmektedir. Bu veriler ışığında, en iyi ekip sayısını bulunuz.

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

4

Optimal Hizmet Süresi

$$\lambda = 10 \text{ araç/saat}$$

$$C_1 = 25.000 \text{ birim}$$

$$C_2 = ?$$

$$C_2 = 6 \times 5.000 / 12 = 2.500 \text{ birim}$$

x : Ekipteki kişi sayısı (*ortalama debiden bulunacaktır*)

1 saatte 6 kişi 12 araç

1 saatte x kişi μx araç (*lineer ilişki olsun*)

$$\mu x = 12x / 6 = 2x$$

$\mu^*x = 20$ araç / saat (*formülden bulunur*)

$$20 = 2x \text{ ise; } x = 10 \text{ kişilik ekip}$$

Not: μx kesikli değişken ise, farklı μx 'ler bulunarak en düşük toplam maliyetlisi seçilir.

5

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Kuyruk Sistemlerinin Ekonomik Analizi

Daha önceki bölümlerde açıkladığımız performans ölçütlerinin tanıtılmasındaki temel amaç, söz konusu ölçütlerin "**minimal maliyetli**" kuyruk sistemlerinin geliştirilebilmesidir.

Bu kapsamda, aşağıda sunulan maliyetlerin tahmini gerekmektedir :

Sunucu başına saatlik maliyet

Müşterinin bekletilmesine yönelik maliyet (şerefiye)

Müşteriye bekleme hattında hizmet sunulmasının maliyeti

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

6

Örnek – Gıda Şirketinin Müşteri Hattı

Bir gıda şirketi, müşterilerinin sorularına cevap verebilmek için 800 numaradan hizmet vermektedir.

Veriler

Saatte ortalama 225 çağrı alınmaktadır.

Her görüşme ortalama 1.5 dk. sürmektedir.

Müşterinin hatta bekleme süresi 3 dk.'dır.

Müşteri hizmetleri temsilcisi saatte 16 \$ kazanmaktadır.

Gıda şirketi, telefon operatörüne müşteriler hatta kaldığında veya hizmet verildiğinde dakkada 0.18 \$ ödemektedir.

Müşterinin hatta kalmasının maliyeti 0.2 \$/dk.'dır.

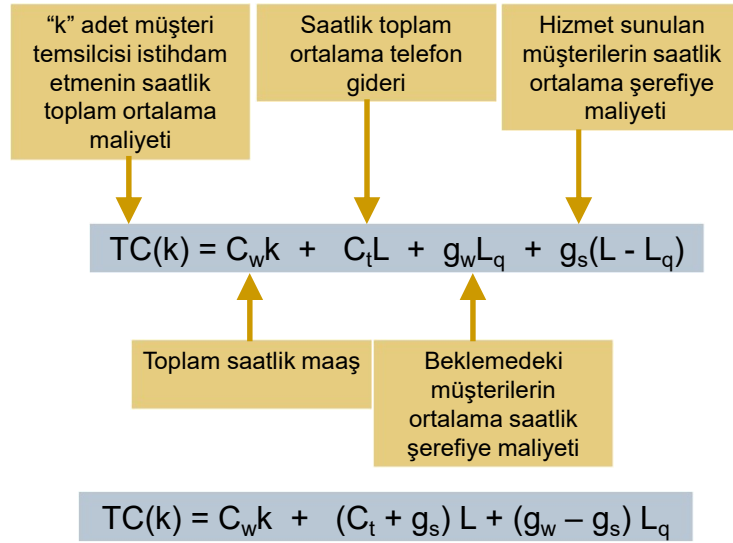
Müşterilere hizmet sunulmasının maliyeti 0.05 \$/dk.'dır

Bu kapsamda, saatlik faaliyet maliyetini minimize edebilmek için Gıda Şirketi'nin kaç adet müşteri hizmetleri temsilcisi istihdam etmesi gerektiğini bulunuz.

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

7

Çözüm - Toplam Maliyet Modeli



Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

8

Çözüm - Toplam Maliyet Modeli

Veriler

$$C_w = \$16$$

$$C_t = \$10.80 / \text{saat} \quad [0.18(60)]$$

$$g_w = \$12 / \text{saat} \quad [0.20(60)]$$

$$g_s = \$0.05 / \text{saat} \quad [0.05(60)]$$

Toplam Saat Başı Ortalama Maliyet :

$$\begin{aligned} TC(k) &= 16k + (10.8+3)L + (12 - 3)L_q \\ &= 16k + 13.8L + 9L_q \end{aligned}$$

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

9

Çözüm - Toplam Maliyet Modeli

Gelişlerin Poisson, servis zamanının ise Üssel dağılım sergilediği varsayılırsa, **M / M / k kuyruk sistemi** üzerinden gerekli hesaplamalar yapılabilir.

$$\lambda = 225 \text{ çağrı / saat}$$

$$\mu = 40 / \text{saat} (60 / 1.5)$$

Durağan durumun oluşması için ($\lambda < k\mu$) mümkün olan minimal k değeri 6 olacaktır.

L , L_q , and W_q parametreleri için gerekli işlemler yapıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

10

Değişik Müşteri Sayılarının Maliyete Etkisi

$k = 6, 7, 8, 9, 10$ için hesaplamalar yapılmalıdır.

k	L	L_q	W_q	TC(k)
6	18.1249	12.5	0.05556	458.62
7	7.6437	2.0187	0.00897	235.62
8	6.2777	0.6527	0.0029	220.50
9	5.8661	0.2411	0.00107	227.12
10	5.7166	0.916	0.00041	239.70

Sonuç : bu veriler ışığında 8 adet müşteri temsilcisinin istihdamı önerilebilir.

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

11

Atlamalı Kuyruk Sistemleri

Atlamalı kuyruk sisteminde, müşteri belirli bir hizmet sunucusunda hizmetini temin ettikten sonra diğer sunucuları da ziyaret etmektedir.

Müşterilerin Poisson dağılımına uygun olarak varış yaptıkları ve sunulan hizmetin zamanının ise üssel dağılım sergilediği dikkate alındığında;

$$\text{Sistemdeki Toplam Ortalama Zaman} = \text{Her Sunucu İstasyonundaki Ortalama Hizmet Sürelerinin Toplamı}$$

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

12

Ödev 8 – Müzik Aletleri Satıcısı Bölüm - 1

Müzik ekipmanları satışı gerçekleştiren bir şirketin satış süreci aşağıdaki gibidir :

- Müşteriler siparişlerini satış temsilcisi kanalıyla vermektedir.
- Müşteri daha sonra kasaya giderek siparişinin ödemesini gerçekleştirir.
- Ödemeyi müteakiben, müşteri ürünü alabilmek için teslimat masasına yönlendirilmektedir.

Normal bir Cumartesi günü için veriler:

a) Personel:

8 satış görevlisi, 3 kasiyer, 2 işçi teslimat alanında görevlidir.

b) Ortalama Hizmet Süreleri :

Satış görevlisinin bir müşteri için beklediği ortalama süre 10 dk.

Ödeme süreci için gereken ortalama süre 3 dk.

Teslimat işlemi için gereken ortalama süre 2 dk.

c) İstatistiksel Dağılımlar :

Tüm hizmet birimlerinde hizmet süreleri Üssel dağılım sergiler

Müşterilerin sisteme varışları Poisson dağılımında olup, varış hızı 40 müşteri/saat'tir.

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

13

Ödev 8 – Müzik Aletleri Satıcısı Bölüm - 1

Varış yapan müşterilerin %75'i satın alma gerçekleştiriliyor ise;

- 1) Verileri dikkate alarak soruya uygun olan kuyruk sisteminin türünü belirleyiniz.
- 2) Müzik aletleri satış merkezinde bir müşterinin satın alma işlemi için harcadığı ortalama süreyi bulunuz.
- 3) Hizmet istasyonlarına ilişkin akım şemasını çizin ve ilgili kuyruk sistemi notasyonlarını da belirterek tüm sonuçlarınızı gösteriniz. Bu kapsamda gerekli açıklama ve yorumları yapınız.

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

14

Ödev 8 – Bölüm - 2

$$B (TM) = C_1 \frac{\lambda}{\mu - \lambda} + C_2 \mu \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$\mu^* = \lambda + \sqrt{\frac{C_1 \lambda}{C_2}} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

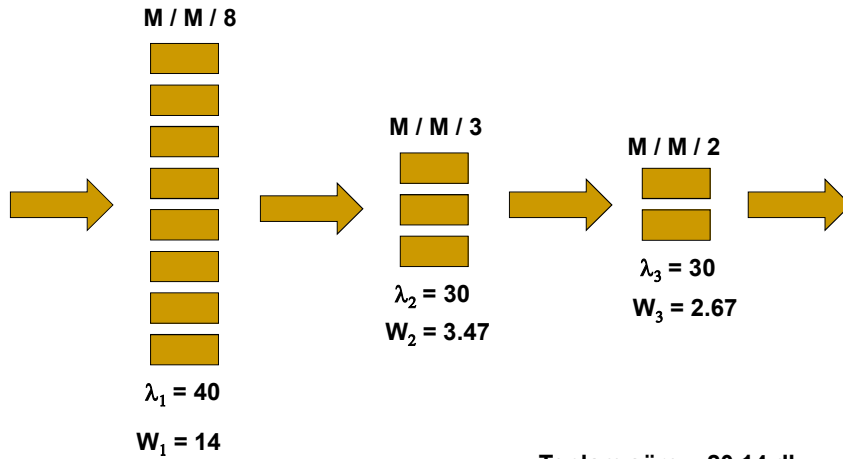
Toplam maliyet fonksiyonu (Eşitlik 1) dikkate alarak, optimal hizmet debisinine ilişkin Eşitlik 2'nin nasıl elde edilebileceğini gerekli matematiksel işlemleri yaparak açıklamalar ile gösteriniz.

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

15

Çözüm

Bu sorudaki veriler üç istasyonlu atlamalı kuyruk sistemidir.



Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

16