SPOR TESİSLERİNDE KUYRUK MODELİNİN BENZETİM YÖNTEMİYLE ÇÖZÜMÜ

Betül ŞAHİN

Osmangazi Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eskişehir
Ocak, 2007

Eskişehir
Ocak, 2007

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma, jürimiz tarafından İşletme Ana-bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan ----------
Yard. Doç. Dr. Servet HASGÜL

Üye ----------
Yard. Doç. Dr. Nuray GİRGİNER
(Danışman)

Üye ----------
Yard. Doç. Dr. Özlem UZUN

Üye ----------
Yard. Doç. Dr. Nurullah UÇKUN

Üye ----------
Yard. Doç. Dr. Birol YILDIZ

ONAY

... / ... / 200....

İÇİNDEKİLER

Özet.....iv
Abstract.....v
Şekiller Listesi.....vi
Tablolar Listesi.....viii
Ekler Listesi.....x
Önsöz.....xi

1. GİRİŞ.....1
2. SPOR TESİSİ İŞLETMECİLİĞİ.....3
2.1. TANIMI.....4
2.2. GELİŞİMİ.....4
2.3. HİZMET SEKTÖRÜNDEKİ YERİ VE ÖNEMİ.....6
2.4. SPOR TESİSLERİNDE KAPASİTE SORUNU.....9
2.5. KUYRUK SİSTEMLERİ VE SPOR TESİSİ İŞLETMECİLİĞİNDEKİ ÖNEMİ.....10
2.5.1. Kuyruk Tanımı ve Kuyruk Modelleri….....10
2.5.2. Kuyruk Sistemi Temel Kavramları…….....13
2.5.3. Kuyruk Modellerinin Sınıflandırılması….....19
2.5.4. Kuyruk Sistemlerinde Maliyetler……...……...21
2.5.5. Kuyruk Sistemlerinin Gösterimi ve Terimler….....25
2.5.6. Kuyruk Karar Modelleri 28
3. SPOR TESİSİ İŞLETMESİNDE KUYRUK SİSTEMİ VE KAPASİTE SORUNUNUN BENZETİMLE İLCELENMESİ.....31
3.1. SPOR TESİSİNİN TANITIMI VE SİSTEMİN İNCELENMESİ.....32
3.2. DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....37
3.3. KUYRUK SİSTEMLERİNİN BENZETİM YÖNTEMİYLE ANALİZİ.....43
3.3.1. Benzetimin Tanımı ve Gelişimi.....45
3.3.2. Benzetimin Fayda ve Sakıncaları.....48

3.3.3. Benzetim Çeşitleri.....50
3.3.4. Verilerin Toplanması ve Veri Kaynakları.....53
3.3.5. Değişkenlerin Tahmini, Dağılımların Belirlenmesi ve Test Edilmesi.....54
3.3.6. Benzetim Modelinin Belirlenmesi.....66
3.4. MODELİN SONUÇLARI.....68
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....77

KAYNAKÇA.....79
EKLER……85

(imza)

Prof. Dr. F. Münevver YILANCI
Enstitü Müdürü

ÖZET

SPOR TESİSLERİNDE KUYRUK MODELİNİN BENZETİM YÖNTEMİYLE ÇÖZÜMÜ

ŞAHİN, BETÜL
Yüksek Lisans-2007
Spor Tesisleri, Kuyruk, Benzetim

Danışman: Yard. Doç. Dr. Nuray Girginer

Çalışmanın amacı, spor tesisi işletmelerinde, spor aletleri kullanımı sırasında oluşan kuyruk problemini benzetim yöntemiyle araştırmaktır. Çalışmada, spor tesislerindeki sistem simüle edilerek kapasite sorununa etki eden faktörler belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın verileri, özel bir spor tesisinden 45 gün süre ile toplanmıştır. Kuyruk modelinin çözümü için benzetim yöntemi kullanılmıştır. Benzetim Arena Paket Programı ile gerçekleştirilmiştir.

Spor tesislerinde kapasite planlamasında kullanılmak üzere geliştirilen benzetim modelinden; spor tesislerinin spor aleti sayısının yeterli olup olmadığı hesaplanabilecektir. Spor tesislerinin spor aleti sayısını değiştirmeden bazı pazarlama stratejileriyle, oluşacak kuyruğu engelleyebilecekleri sonucuna ulaşılmıştır. Tez, tesis sahipleri ve araştırmacılar için öneriler içermektedir.

ABSTRACT

SOLVING QUEUEING MODELWITH SIMULATION METHOD IN THE FITNESS CENTERS

ŞAHİN, BETÜL
Master Thesis-2007
Fitness Centers, Queue, Simulation

Advisor: Nuray Girginer, Assistant Professor

The purpose of the study is researching the queue issues which occur in the fitness center during usage of sporting equipment with simulation method. It was tried to detect the factors that influence the capacity problems using simulating the system which exists in fitness center.

The data set of this study was collected from a private fitness center during 45 days. The simulation method was used to resolve queue model. The simulation has been performed with Arena software.

With the improved simulation method that is used for capacity planning in fitness centers, the quantity of sporting equipment in fitness centers can be calculated if enough or not. It has been determined that, with some marketing strategies, fitness centers can prevent the queue issues that should occur without changing the quantity of this sporting equipments.The thesis includes suggestions for fitness center owners and researchers.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kuyruk Sistemi.....13

Şekil 2 : Kanal Biçimlerine Göre Çeşitli Kuyruk Sistemleri.....16

Şekil 3 : Servis Düzeyi İle Servis Sağlama Maliyeti Arasındaki İlişki.....22

Şekil 4 : Servis Düzeyi İle Bekleme Zamanı Maliyeti Arasındaki İlişki.....23

Şekil 5: Servis Sağlamanın Toplam İşletim Maliyeti.....24

Şekil 6 : Hedef Düzeyi Modelleri.....31

Şekil 7 : Spor Salonu Sisteminin Şematik Gösterimi.....32

Şekil 8: Müşterilerin Cinsiyete Göre Dağılımı.....33

Şekil 9: Müşterilerin Yaşa Göre Dağılımı 34

Şekil 10: Müşterilerin Geliş Sebebine Göre Dağılımı.....34

Şekil 11: Gelişler Arası Sürenin Dağılım Dağılımı.....61

Şekil 12: Servis Süresinin Dağılımı.....63

Şekil 13 : Mevcut Sistemin Benzetimi.....67

Şekil 14 : Alternatif Sistemin Benzetimi.....71

Şekil 15 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Bekleme Sürüleri Karşılaştırması.....74

Şekil 16 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Kuyruktaki Kişi Sayısı Karşılaştırması.....75

Şekil 17 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Bekleme Maliyeti Karşılaştırması....75

Şekil 18 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Müşteri Başına Toplam Sürelerin Karşılaştırması.....76

Şekil 19 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Müşteri Başına Toplam Maliyetin Karşılaştırması.....76

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo1: Kuyruk Modellerinin Sınıflandırılması.....20

Tablo 2 : Spor Salonundaki Aletler.....35

Tablo 3: Gelişler Arası Sürenin Ki-Kare Hataları.....60

Tablo 4: Gelişler Arası Süreler.....61

Tablo 5 : Servis Süresinin Ki-Kare Hataları.....65

Tablo 6: Servis Süreleri.....65

Tablo 7: Spor Aletlerine Göre Kuyrukta Bekleme Süreleri ve Kuyruk Uzunluğu.....68

Tablo 8: Müşterilerin Sistemde Geçirdikleri Süreler.....68

Tablo 9 : Müşteri Başına Maliyetler.....69

Tablo 10: Birim Müşterinin Spor Aletlerinde Geçirdiği Süre.....69

Tablo 11: Müşteri Başına Spor Aletlerinin Maliyetleri.....69

Tablo 12: Spor Aletlerinin Kullanım Oranları.....70

Tablo 13: Spor Aletlerine Göre Kuyrukta Bekleme Süreleri ve Kuyruk Uzunluğu (Alternatif Sistem).....72

Tablo 14: Müşterilerin Sistemde Geçirdikleri Süreler (Alternatif Sistem).....72

Tablo 15 : Müşteri Başına Maliyetler (Alternatif Sistem).....72

Tablo 16: Birim Müşterinin Spor Aletlerinde Geçirdiği Süre (Alternatif Sistem).....73

Tablo 17: Müşteri Başına Spor Aletlerinin Maliyetleri (Alternatif Sistem).....73

Tablo 18: Spor Aletlerinin Kullanım Oranları (Alternatif Sistem).....74

EKLER LİSTESİ

Ek 1: Spor Salonundaki Spor Aletleri

Ek 2: Mevcut Sistemin Benzetim Çıktıları

Ek 3: Alternatif Sistemin Benzetim Çıktıları

ÖNSÖZ

Bu tez çerçevesinde spor tesislerindeki kuyruk problemi incelenmiş ve işletmecilikte yararlanılabilecek bir benzetim modeli oluşturulmuştur.

Tez çalışmam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Sayın Yard. Doç. Dr. Nuray Girginer ve Yard. Doç. Dr. Servet HASGÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Kıt ve değerli olan doğal kaynakların öneminin yanısıra günümüzde "zaman" kavramı da değer kazanmıştır. Bu nedenle, zaman yönetimi üzerinde birçok çalışma yapılmış ve zamanın iyi değerlendirilmesinin çözüm yolları araştırılmıştır. Evlerde kullanılan ev aletleri (çamaşır, bulaşık makineleri, mutfak robotları), ulaşımı hızlandırmak için kullanılan uçaklar, eve servis veya self servis yemek hizmeti, randevulu çalışan hizmet sektörleri, bankacılık hizmetlerinin internet veya telefon ile yapılması gibi pek çok örnek gelişme insan için zamanın ne kadar değerli olduğunun kanıtıdır.

Rekabetin en şiddetli olduğu hizmet sektöründe de zaman yönetimi, hizmet veren işletmeler için giderek önem kazanmaktadır. Zamanı bu kadar değerli olan insanlara hizmet veren işletmeler müşteri memnuniyetini ancak beklemeyi azaltarak ve daha hızlı hizmet sunarak yaratabilir konuma gelmişlerdir.

Hizmet sektöründe son zamanlarda önem kazanmaya başlayan spor tesisleri de müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için çeşitli stratejiler geliştirmek zorundadır. İnsanlar değerli ve kıt olan zamanlarını bekleyerek geçirmek istemezler. Spor tesislerinin ihtiyaç haline gelmeye başlaması ülkemiz için yeni bir durumdur. Bu sebeple spor tesisleri ile ilgili tüketici bilinci henüz gelişmemiştir. Müşteriler spor yaparken zamanlarının bir bölümünde diğer spor yapan müşterilerle sohbet ederek geçirmekte, bu sebeple bekleme ile ilgili şikayette bulunmamaktadırlar. Fakat çok yakın bir gelecekte bilinçli müşteriler oluşacaktır. Müşteri spor tesisine spor yapmaya gittiğinde beklemek istemediğini tepki göstererek bildirecektir. İşte o zaman alternatifi varsa, hizmet alırken beklemek zorunda kaldıkları spor tesisini tercih etmeyeceklerdir. Bu da spor tesisi için müşteri kaybı demektir. Gelecekte oluşabilecek böylesi bir durumla ilgili, önceden alınacak tedbirler, müşteri kaybını azaltarak karlılığı artıracaktır. Ekonomik denge başka bir ifadeyle müşterilere en iyi ve etkin hizmet sunma, kuyruk modelleri ile gerçekleşmektedir.

İnsanlar beklemek istemedikleri ve zaman değerli olduğundan bu çalışmada sınırlı sürelerde sağlıklı yaşam için spor yapmak isteyenlerin hizmet aldığı spor tesislerinde meydana gelen kuyruk problemini benzetim yöntemiyle incelemek amaçlanmıştır. Bu inceleme yapılırken kapasite ve maliyet karşılaştırması yapılması planlanmıştır.

Analitik kuyruk modelleri, çeşitli varsayımların geçerli olduğu kuyruk sistemlerinin tesadüfi olarak ortaya çıkan talebe hizmet sunarken gösterdikleri davranışları tahmin etmekte kullanılmaktadır. Buna karşılık, benzetim genel amaçlı ve esnek bir teknik olduğundan her sisteme uygulanabilir. Dolayısı ile kuyruk teorisi modellerinin varsayımlarına uygunluk göstermeyen bir sistemi, yanlış varsayımlarla analitik modeller çerçevesine zorlamak yerine, gerçek sistem için bir benzetim modeli geliştirmek en iyi çözüm olacaktır. Ayrıca karmaşık kuyruk sistemlerini analitik olarak modelleştirmenin oldukça güç olması sebebiyle, karmaşık sistemlerde benzetim temel bir yaklaşım olarak görülmektedir. Bu çalışmada incelenen sistem de teorik kuyruk teorisi modellerine uymayan ve karmaşık bir sistem olduğundan çözüm yolu olarak benzetim seçilmiştir.

Uygulama bölümü spor tesisinin tanıtılması ile başlamakta, model belirlendikten sonra, özel amaçlı benzetim dillerinden ARENA kullanılarak benzetim tamamlanmaktadır. Günümüzde sistemlerin işleyişinin bilgisayara aktarılmasında genel amaçlı bilgisayar dillerinin kullanılması giderek azalmaktadır. Özel amaçlı benzetim dillerinin programlanmasının kolay olması ve yazılımının gerçeklenmesi ile modelin doğrulanmasında sağladığı üstünlükler, özel amaçlı dillere tercih edilme üstünlüğü sağlamaktadır. Bu sebeple çalışmada ARENA özel amaçlı benzetim yazılımı kullanımı tercih edilmiştir.

Uygulamanın yapıldığı spor tesisinde özellikle bütün müşteriler tarafından yoğun kullanılan bazı spor aletlerinde kuyruk problemi gözlenmiş olup, model bu spor aletlerinin üzerine kurulmuştur. Spor tesisinde yönetimsel bir problem gözlenmekte müşterilerin spor aletleri konusunda yönlendirilmeleri yeterince

yapılamadığından kuyruk sorunuyla karşılaşılmaktadır. Bu çalışmada spor tesisinde kapasite sorunu olup olmadığı araştırılmış, kuyruk probleminin kanal sayısını arttırmadan nasıl çözülebileceği üzerinde durulmuştur.

Türkiye'de sağlık ve bakım-onarım sistemleri başta olmak üzere birçok alanda kuyruk modelleri kullanılmış olmasına rağmen spor tesisleri için böyle bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Kar kaygısı taşıyan bu tür işletmeler için bu çalışma örnek teşkil edecektir.

2. SPOR TESİSİ İŞLETMECİLİĞİ

Hızlı değişim yeni bir yüzyılı yaşamaya başlayan günümüz dünyasının en önemli özelliklerinden biridir. Her gün karşılaşılan yenilikler toplumun yapısını ve yaşam koşullarını aynı hızla değiştirmektedir. Özellikle yirminci yüzyılın sonlarında gelişen teknoloji, kitle iletişim araçlarındaki yenileşme, dünyada oluşan yenilikleri ve gelişmeleri en kısa sürede insanlara ulaştırdığı için hayatın bir çok alanını da etkilemiştir.

İlk önceleri bireysel bir olgu olarak belirlenen spor daha sonraları toplumsal bir nitelik kazanmasıyla daha geniş kitlelere yayılmıştır.

Yadsınamayacak bir gerçek olarak karşımıza çıkan spor birçok toplum-bilimsel incelemelere de konu olmuştur (Kılcıgil, 1998). Spor dünyadaki bütün toplumlar için önemli alanlardan biridir. Sporun bu kadar ilgi görmesi gelişimini de yanında getirmiştir (Argan, 2001). Hatta spor bir çok ülkede kendi başına çok büyük ve karmaşık bir endüstriyi oluşturmakta ve çok sayıda tüketicisi olan bir ürün olarak kabul edilmektedir (Argan ve Katırcı, 2002). Spor faaliyetlerinin yapıldığı spor tesisleri de spor hizmetleri içinde önemli bir unsur olarak yer almaktadır.

2.1. TANIMI

Spor tesisi, her yaşta insanın sağlıklı yaşayabilmesi için kamu ve özel kuruluşlar tarafından her türlü branşa hizmet vermek için kullanıma sunulan aktivite yerleridir. Çok çeşitli spor tesisleri mevcuttur. Ülkemizdeki bu tesislere örnek vermemiz gerekirse; semt sahası, stadyum, kapalı spor salonu, yüzme havuzu (açık-kapalı), kayak evi, telesiej, teleksi, kayıkhane, tenis kortu, atış poligonu, atletizm sahası, manej (açık - kapalı) binicilik, veledrom - bisiklet pisti, açık saha (basketbol - voleybol) ve fitness salonları olarak örneklendirebiliriz.

Spor tesislerine her gün yenileri eklenerek hizmete sunulmaktadır. Elbette ki bu tesisleri bir standarda oturtmak için bazı şartlar vardır. Ülkemizde de tüm devletlerde olduğu gibi- bir spor tesisi politikası vardır. Devlet her yaştaki vatandaşlara spor yaptırmayı amaç edinirken, bunların gerçekleşebilmesi için gerekli olan spor tesislerinin mevcudiyetini ve rolünü dikkate almak zorundadır. Doğal olarak tesisin, devlet politikasına uyması temel esası olmalıdır. Bu da Gençlik ve Spor Genel Müdürlükleri'nin belirlediği şartların yerine getirilmesiyle gerçekleşir. Genel Müdürlükler açılan tesisleri denetleme görevini Gençlik ve Spor İl Müdürlüklerine vermiştir (Argan, 2001).

2.2. GELİŞİMİ

1970'li yıllarda tüm dünyada tüketiciye sunulan spor, fitness ve rekreasyon etkinliklerinin hem çeşidinde hem de sayısında önemli artışlar meydana gelmiştir. Örneğin; 1970'li yılların sonunda müzik eşliğinde egzersiz yapmak olarak ifade edilen aerobik anlayışı gelişmeye başlamıştır. Günümüzde ise hafif aerobik, sert aerobik, ileri yaşlarda aerobik veya hamile aerobiği gibi yüzlerce farklı aerobik çeşidi vardır ve bu etkinlikler spor endüstrisi içerisinde tüketiciye sunulmaktadır Akdeniz, 2004).

1970'li yıllarda tüm dünyada bireylerin serbest zamanlarının ve sportif etkinliklere ayırdıkları zamanın artması fitness patlaması olarak ifade edilen yeni bir oluşumun doğmasına neden olmuştur. Özellikle sağlıklı bir yaşam için fiziksel etkinliğin öneminin anlaşılmasına bağlı olarak fitness ve sağlıkla ilişkili etkinliklere katılım artmıştır. Bunun doğal sonucu olarak da bu etkinliklerin yapılabileceği spor merkezleri fitness merkezleri ve sağlık kulüpleri gibi tesislerin sayılarında da bir artış meydana gelmiştir.

Fitness patlaması devamlı bir etkiye sahiptir. Bu genel nüfusun fitness, sağlık ve kendini iyi hissetme farkındalığını yükseltmektedir. Bu sayede nüfusun bir çok farklı kesiminden fitness ve spor ile ilişkili etkinliklere katılım oranı artmaktadır.

Spor, fitness ve rekreasyon etkinliklerine duyulan ilginin artması hem sportif etkinlikleri ve sportif olanakları fazlalaştırmış hem de sportif etkinliklere katılımı arttırmıştır. Bir çok spor ve fitness etkinliği toplum yaşamı içerisinde yerini almıştır. Örneğin, 1980'li yılların sonunda ve 1990'lı yılların başında Amerika Birleşik Devletleri'nde bir çok golf kursu açılmıştır. Bu kursların büyük bir çoğunluğu kamuya tahsis edilmiştir. Bu nedenden dolayı golf tüketiciye daha çok ulaşabilen bir ürün haline gelmiştir (Akdeniz, 2004).

Genellikle yeni bir spor, etkinlik olarak oluştuktan bir süre sonra profesyonel olarak yapılmaya başlanmaktadır. Profesyonellik spor katılımcısına bir kariyer imkanı sunmaktadır. Profesyonel faaliyetlerinin artması, bu faaliyetlerin organizasyonu ve tüketiciye sunulması açısından hem spor yönetimi hem de spor pazarlaması kapsamında yeni olanaklar yaratmaktadır. Buna ek olarak profesyonel spor ve katılım için gerekli olan sportif araç gereçlerin tasarlanması ihtiyacı da artmaktadır.

Önceleri spor, bireysel veya tek amaçlı etkinlik olarak görülmekteydi, Günümüzde ise, spor çok amaçlı bir hareket alanı şekline dönüşmüştür. Günümüzdeki fitness merkezlerinin bir çoğu, ağırlık salonlarından saunalara kadar

farklı bölümlerle tüketicilere hizmet sunan merkezler olarak karşımıza çıkmaktadır. Başka bir ifadeyle bu merkezler tüketicilerine, sadece sportif etkinlik sunmamaktadır. Bir çok farklı amacın spor içerisinde değerlendirilmesi, spor pazarında yeni oluşumları meydana getirmiştir (Argan, 2001).

Tüm dünyada sporun toplumun farklı bölümleri tarafından tüketiminin artması iki temel nedene dayanmaktadır. Bu nedenlerden birincisi, toplumların organizasyonları ve hizmetleri tüketme ihtiyacı içinde olmalarıdır. İkinci neden ise, toplumun tüm bölümlerinde spor, fitness ve rekreasyonel etkinliklere katılım için fırsat eşitliğinin artmasıdır. Bir çok toplum için spor olanaklarının artması, bu toplumların yaşadıkları toplumlardaki medeni hakları için savaşmalarıyla paralellik gösterir (Akdeniz, 2004).

2.3. HİZMET SEKTÖRÜNDEKİ YERİ VE ÖNEMİ

Çağımızın önemli özelliklerinden biri de, hızlı değişmedir. Zamanla yöntemler eskiyor, kavramlar geçerliliğini yitiriyor. Baş döndürücü bu değişim, yaşam koşullarını da etkiliyor ve toplumsal bir ivmeye yeni boyutlar kazandırıyor (Karasüleymanoğlu, 1992). Spor artık günümüzde bir bilim dalı olarak kabul edilmektedir. Bu gelişmeye paralel olarak spor biliminin önemli bir kolu olan spor yönetimi bilimsel bir anlayış içinde ele alınıp değerlendirilmelidir. Her alanda olduğu gibi spor alanında da hizmet ve faaliyetlerin sevk ve idaresinin sağlamanın yolu olan spor yönetimi en iyi şekilde incelenmelidir. Spor yöneticilerine çok iş düşmektedir.

Geçmişte olduğu gibi günümüzde de spor, eğlence aracı olarak işlevini sürdürmekte ve yediden yetmişe kadın-erkek herkesin ilgisini çekmektedir. Kişi yaşamıyla özdeşleşen ve toplumsal dinamizmin kaynağı olan sporun yeni boyutlar kazanmasının sebebi herkesin ilgisini çekebilmesidir. Bu da işletmelerin müşteri memnuniyetini birinci sırada tutmak zorunda olmalarını zorunlu kılmıştır. Günümüzde spor merkezleri müşteri merkezli örgütlerdir. Önemli olan verilen

hizmet, ürün ve sunulan programlardır. Eğer müşteriler katılımlarıyla memnun olurlarsa tekrar gelirler. Bu yüzden hizmetin, ürünlerin ve aktivitelerin sunuluşu önemlidir. Spor hizmetlerini farklı yapan üç ana özellik vardır (Memiş, 2002).

- Elle tutulur başka bir ifadeyle somut değillerdir.
- Spor hizmetleri çabuk bozulur, dayanıksızdır (Ayakkabı, şort vb. gibi spor ürünleri depolanabilir ve daha sonra satılabilirken aerobik, fitness vb. gibi spor hizmetleri depolanamaz).
- Spor ürünleri tahmin edilemez. Kişinin katılım deneyimlerine bağlıdır ve değişiklik gösterebilir.

Son 40 yıldaki bilimsel çalışmalar, spor etkinliklerinin uluslararası düzeyde çok süratli gelişen bir endüstri olduğunu bize göstermiştir. Amerika değişik tipte programlar sunan 33.000'in üzerinde sağlık - spor tesisi vardır. Avrupa'da ise tesis sayısı bu kadar çok değildir. Ancak fiziksel aktiviteler, fitness ve sağlık her geçen gün Avrupalıların yaşamının çok önemli bir parçası oluyor. Tesis sayıları da her geçen gün artış gösteriyor (Akdeniz, 2004).

Müşteri beklentilerini karşılamak için kaliteli hizmet sunma şartı, spor tesisi yöneticilerini devamlı bir iyileşme çabasına mecbur bırakır. Çünkü müşteriler artan kalite standartları beklentisindedirler. Kaliteli hizmetin sunulmaması büyük ihtimalle kötü deneyimler yaşayan pek çok müşterinin kaybıyla sonuçlanır.

Müşterileri sadakat derecesine dek memnun etmek ek vasıflar ve farklı bir yaklaşım gerektirir. Bu sorunların yok edilmesine odaklanıldığı kadar yenilik, kişileştirme ve esneklik üzerine odaklanılması da gerekecektir. Müşteri gereksinimlerini karşılamak ya da bir sonraki yılın ihtiyaçlarını önceden tahmin etmekten çok daha fazlasını yapılmasını gerektirecektir. Başarılı olmak için en iyi hizmeti vermek, müşterilerin bireysel ihtiyaçlarına daha etkili çözümler bulmak gerekir. Hiçbir iş kolu müşterilerinin yeterli memnuniyeti olmadan ayakta duramaz.

Bir bakıma stratejik bir yönetimin, mükemmeliyet için bir pazarlama fonksiyonu olduğu söylenebilir. Bu nedenle işletmeler;

- Müşteri ihtiyaç ve isteklerini tatmin etmek için tasarlanan hedefleri tanımlar.
- Onlara ulaşmak için bir program (strateji) oluşturur.
- Stratejiyi desteklemek için kaynak ayrılmasını sağlar.
- Müşteri hizmetlerine tesis çalışanlarının bağlılığını sağlamak için uğraşır.
- Planların başarılması için - gözden geçirme ve geri besleme mekanizmaları oluşturur.
- Müşterilerin değişen gereksinimlerinin takibi ve yerine getirilmesini sağlar (Akdeniz, 2004).

Bunların tam gerçekleştiği işletmelerde müşteri hizmetleri devamlılığı sağlanmış olur. Bu uygulamalar spor tesislerinde mevcut müşterilerin kullanım sıklığını arttırmak ve yeni katılımcıları da kullandıkları tesise çekmek amacıyla yapılmaktadır. Tesislerin üç türlü kullanıcısı vardır. Hafif, orta ve ağır kullanıcılar.

Hafif kullanıcılar bir spor merkezini 1 ay ile 3 ay arası üyelik yapıp kullanan müşterilerdir.

Orta kullanıcılar 3 aydan 9 aya kadar kullanan müşterilerdir ki bunlar üyeliklerini 3 aylık yaparlar.

Ağır kullanıcılar yıllık üyelik yapar ve 1 yıldan 3 yıla kadar katılırlar.

Bu kullanıcıların başka bir ifadeyle müşterilerin hepsinin farklı ihtiyaçları ve istekleri vardır. Bu yüzden tesislerin yönetimleri, müşterileri memnun etmek ve sadık

müşteriler olarak kazanmak için farklı yaklaşımlar kullanmalıdır. Fakat tesis sahipleri ve yöneticileri için amaç müşterilerine uzun süreli kayıtlar yapmaktır.

Her müşterinin beklentileri ve katılım sebepleri farklıdır. Kimi müşteri sağlıklı yaşam, kimi müşteri stres atmak, kimi ise tamamen zayıflamak için programlara katılmak amaçlı spor müşterisi konumundadırlar. Bu bağlamda başta tesisin yönetimi daha sonra çalışan personelin her müşterinin isteklerini karşılayabilecek nitelikte olması gerekir. Hizmetin sınırsızlığının önemli olduğu günümüz toplumunda beklentilerin hiç bitmeyecek olmasına rağmen bunların en kısa zamanda çözüme kavuşturulması da müşterinin o tesisi seçmesinde önemli bir etken olacaktır (Akdeniz, 2004).

2.4. SPOR TESİSLERİNDE KAPASİTE SORUNU

Spor Tesislerinin diğer tüm işletmeler gibi yatırım maliyetleri oldukça yüksektir. Kapalı bir alan ihtiyacıyla başlayan maliyetler, alınan kondüsyon aletleri ve diğer fitness aletleri ile uzayıp gider. Ayrıca yetişmiş spor eğitmeni ihtiyacı, aletlerin bakım masrafları ve diğer sabit giderler de işletme maliyetleri olarak sıralanabilirler. Bütün bu maliyetleri karşılayarak işletmeyi karlı hale getirebilmek de yöneticinin başarısını gösteren en iyi parametre olacaktır. Bu da ancak iyi bir kapasite planlaması, yüksek müşteri memnuniyeti ile mümkündür. Kapasite planlaması, spor tesisinin aynı anda kaç kişiye hizmet vereceğinin tespiti, müşterilerin beklemeden spor aletlerini kullanmalarının sağlanması ile gerçekleşir (Akdeniz, 2004).

Bekleme ne kadar az olursa müşteri memnuniyeti o kadar yüksek olacaktır. Öte yandan müşterileri bekletmemek için gereğinden fazla spor aleti satın alınırsa veya belli sayıdan sonra müşterilerin kaydı yapılmazsa karlılık azalacaktır. Bu dengenin kurulması spor işletmeciliğinin en büyük sorunlarından birisidir. Bu problemi çözmek için zamanla çeşitli strejiler geliştirilmiştir: Sınırlı üyelik (ayda

belli sayıda spor tesisini kullanabilme), günde sınırlama (hafta içi/haftasonu), aletsel sınırlama (kardio aletleri için ayrı üyelik ve ücret) olarak sıralanabilir.

2.5. KUYRUK SİSTEMLERİ VE SPOR TESİSİ İŞLETMECİLİĞİNDEKİ ÖNEMİ

Bekleme sorunu, işletmelerde müşteri memnuniyetini azaltan bir unsur olduğundan, konu araştırmacılar tarafından çok ilgi görmüş ve kuyruk sistemlerinin incelenmesi için çeşitli modeller geliştirilmiştir. Spor tesisleri işletmecilerinin yaşanan kuyruk sorununu bazı yöntemlerle çözmeye çalıştıkları gözlenmektedir. Bunlar yukarıda bahsedilen sınırlı üyelik, gelinen saat ve günlere göre çeşitlendirilmesi vb. yöntemlerdir. Fakat spor işletmelerindeki kuyruk sorunu bilimsel bir çalışmanın konusu olmamıştır. Hizmet veren bir sektör olması sebebiyle spor tesislerindeki kuyruk problemi, işletmecilik açısından çözülmesi gereken bir sorundur. Diğer hizmet sektörlerinden farkı; müşterilerin belli kurallar çerçevesinde hareket etmemeleridir. Örneğin bankalarda, yapılacak işleme göre hangi gişede sıraya girileceği bilinir. Müşteri istediği şekilde diğer gişeleri meşgul edemez. Fakat spor tesislerinde müşteri kendi isteğine göre spor aletlerini kullanmaktadır. Yani prosesi müşteri o anda kendi belirlemektedir. Varolan bir kurallar sistemine uymamaktadır. Müşterinin kuralları kendi koyması ve seçimini bağımsız yapabilmesi spor tesislerindeki kuyruk sistemini diğer kuyruk sistemlerinden ayıran en önemli özelliktir.

2.5.1. Kuyruk Tanımı ve Kuyruk Modelleri

Kuyruk kelimesinin sözlük anlamı, “sırasını bekleyen kişiler veya araçlar dizisi”dir. Yöneylem Araştırması yönünden “kuyruk” kelimesi, sınırlı bir hizmet nedeniyle geciken bir bekleme dizisi sürümü” (Akalın, 1979) , “hizmet sunan bir veya daha dazla sayıdaki olanağa müşterilerin akmasıyla oluşan diziler” (Taha, 1976)

veya “bir hizmete olan talebin, o hizmetin kapasitesini aşması nedeniyle, bekleyen müşteriler” (Hillier, 1974) şeklinde tanımlanabilmektedir.

Kuyruk oluşumunun görüldüğü sistemleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

“*Ticaret hizmet sunan sistemler*” : Banka gişeleri, berber dükkanları, lokantalar, benzin istasyonları, araç yıkama istasyonları, spor tesislerinde bekleyen müşteriler.

“*Ulaşım hizmeti sunan sistemler*” : Trafik ışığından bekleyen arabalar, yüklenmeyi veya boşaltılmayı bekleyen gemiler, araçlar, park etmek için bekleyen otomobiller veya asansöre, taksiye, otobüse binmek için bekleyen insanlar.

“*İş ve endüstri alanında hizmet sunan sistemler*” : Malzeme akış sistemleri, bakım-onarım sistemleri, kalite kontrol sistemleri, imza bekleyen evraklar, bilgisayara girmek için bekleyen programlar.

“*Sosyal hizmet sunan sistemler*” : Mahkemeler, hastaneler, ambulanslar, röntgen cihazları, muayene veya tedavi için bekleyen hastalar, kamu kuruluşlarındaki yemekhane kuyrukları.

Kuyruk modelleri, belirsizlik koşulları altında stokastik faaliyet gösteren kuyruk sistemlerini incelemeyi hedef alırlar. Böylece bu modellerin tümünü kapsayan kuyruk teorisi de rassal (tesadüfi) olarak ortaya çıkan talebe hizmet sunmak için çalışan bir sistemin davranışını tahmin etmek amacı ile bir model kurmak için geliştirilmiştir (Sarıaslan, 1986).

Kuyruk modelleri, kuyruk problemlerini doğrudan çözüme ulaştırmamakta, sistemdeki karakteristikleri ortaya koyarak, problemin çözümü için bir araç görevi görmektedir.

Günümüzde Yöneylem Araştırması ve Sistem Analizi disiplinlerinin en önemli yöntemlerinden biri olan bu teorinin ortaya çıkışı, her iki disiplinden çok daha öncelere gider. Kuyruk teorisi ile ilgili ilk önemli çalışmanın Danimarkalı mühendis Karl Erlang'a ait olduğu bir çok yerde rastlanan bir bilgi olmasına rağmen bu alanda yayınlanan ilk eser, Johannsen'in 1907'de yazdığı "Bekleme Süreleri ve Telefon Çağrı Sayısı (Waiting Times and Number of Calls)" başlığını taşıyan makalesidir. Danimarkalı telefon mühendisi olan Erlang'ın 1909'da başlayan dizi makaleleri, kuyruk teorisi alanındaki çalışmaları hızlandıran ve etkileyen ilk eserlerdir. Daha sonraları C. Molina'nın 1927'de ve C. Fry'nın 1928'de yayınlanan eserleri bu alandaki ilk görülen diğer önemli çalışmalardır. Ancak bu dönemdeki çalışmalar, Erlang'ın telefon sistemlerindeki kuyruk modellerini inceleyen araştırmalarının değerlendirildiği çalışmalar olmaktan ileri gidememiştir(Sarıaslan, 1986).

1930 ve 1950 arasındaki dönemde Crommelin, Pollaczek, Khinthine, Kolomogorow ve Palm gibi bilim adamları kuyruk teorisinin gelişimine önemli katkılarda bulunmuşlardır. Crommelin telefon sistemlerinde bekletilen telefonlarla ilgili olarak olasılık formülleri geliştirmiştir. Pollaczek ve Khintchine Poisson gelişli, değişken ve sabit zaman servisli tek kanallı kuyruk sistemleri için Pollaczek-Khintchine formülünü geliştirmişlerdir. Palm değişen trafik yoğunluklarının etkilerini ve bekleme zamanlarının momentlerini incelemiştir (Sarıaslan, 1986).

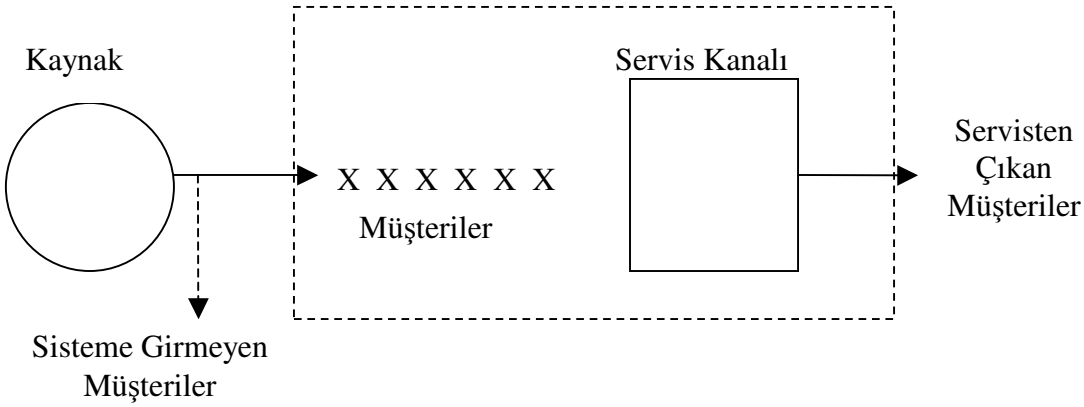
1950'lerle birlikte kuramsal çalışmalar iş yerlerinde, stoklamada, hastanelerde ve benzeri yerlerde her türlü fiziksel akışların oluşturulduğu yığılma olaylarına hızla uygulanmaya başlanmıştır (Kosten, 1973).

1960'larda çok kanallı kuyruk sistemlerinin genel geliş ve servis zamanlarını analitik olarak incelenmiş ve modeller geliştirilmiştir. Telefon sistemlerinde kuyruk sorununu inceleyen 1930'lardan önceki çalışmalarda karşılık, yukarıda adı geçen ve genellikle teorisyen olan bilim adamları bir çok karmaşık stokastik faaliyetleri kapsayacak genel modeller geliştirmeyi amaçlamışlardır (Sarıaslan, 1986).

Kuyruk sistemleri ile ilgili stokastik faaliyetleri analitik olarak araştırma ve inceleme eğilimi günümüzde de hızlı bir biçimde artmış ve literatürde bu alanda çok sayıda eser yer almıştır. Türkiye'de de kuyruk teorisi ile ilgili eserler her geçen gün hız kazanmaktadır. Kuşkusuz kuyruk teorisi ile ilgili literatürün hızla zenginleşmesi kuyruk sorununun genelde işletmelerin özelde ise bireylerin günlük yaşamının hemen her kesiminde görülmesinden kaynaklanmaktadır (Sarıaslan, 1986).

2.5.2. Kuyruk Sisteminin Temel Kavramları

Bir kuyruk sistemi; bir veya birden çok sayıda servis olanağının bulunduğu bir servis sistemi etrafında oluşmaktadır. Servise ihtiyaç duyan müşteriler topluluk adı verilen bir kaynaktan değişik zamanlarda servis sistemine gelmekte ve kuyruk koşullarına göre sisteme girmekte veya girmemektedirler. Sisteme giren müşteri ilk olarak sıfır uzunluluğunda da olsa bir kuyruğa girmekte ve daha sonra servisi almaktadır. Servisi gören müşteri ise sistemi terk etmektedir (Erdin, 1989).



Şekil:1. Kuyruk Sistemi

Bu açıklamalara göre en genel anlamda bir kuyruk sistemi Şekil 1'de görüldüğü gibidir.

Kuyruk sistemlerinin dört temel özelliği vardır. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Geliş Özellikleri

İş veya hizmet isteminde bulunan "müşterilerin" sisteme geliş akışını belirtmektedir. Burada müşteri sözcüğü, kuyruk teorisinin genel bir terimi olup sisteme hizmet almak üzere gelen birimleri kapsamaktadır. Böylece, "müşteri" bir insan olabileceği gibi tamir için gelen bir araç ya da makina, piste iniş için bekleyen bir uçak, işlem için gelen bir sipariş de olabilmektedir. Müşterilerin oluşturduğu topluluğa da müşteriler kaynağı veya topluluk denmektedir (Ackoff ve Wsasieni, 1968).

Sistemin girdi sürecinin belirlenmesi için gelişlerin zaman aralıklarının, sayısının ve kaynağının bilinmesi gerekmektedir. Gelişlerin zaman aralıklarının dağılımı sistemden sisteme göre değişmekle beraber ya bilinen standart istatistiksel dağılımlara uymakta ya da sistemin kendisine özel bir ampirik dağılım olmaktadır. Gelişlerin sayısı da sisteme göre değişmektedir. Müşteriler ya tek tek gelmekte ya da guruplar halinde yığın halinde gelmektedirler. Belli bir zaman birimi içinde sisteme gelen ortalama müşteri sayısına "geliş oranı" (arrival rate) denmektedir. Aynı şekilde, girdi sürecini belirleyen geliş kaynağı (müşterilerin geldiği ana kütle) ise iki biçimde sınıflandırılmaktadır. Eğer ana kütlenin mevcudu küçükse (genellikle 30 ya da 50 den küçük) girdi süreci "sonlu kaynaklı", eğer daha büyük ise "sonsuz kaynaklı" dolarak adlandırılır. Ancak geliş kaynağının kesin olarak belirlenmesinde ölçü, geliş oranının ana kütleye oranına göre belirlenmelidir. Eğer bu oran çok küçükse ya da ana kütleden ayrılan müşteriler gelişlerin olasılığını önemli derecede etkilemiyorsa geliş kaynağı sonsuz aksi durumda sonlu olarak tanımlanmalıdır (Sarıaslan, 1986).

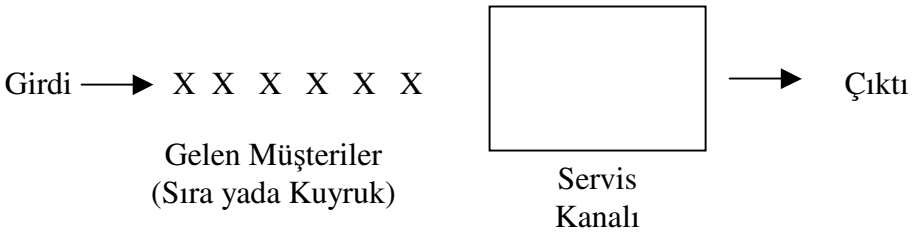
Matematiksel modellerde en yaygın olarak kullanılan geliş türleri tamamen rassal ve düzenli geliş türleri olup ancak bu şekilde modeller açısından genellemeye gidilebilmiştir (Erşen, 2000).

Servis Süreci

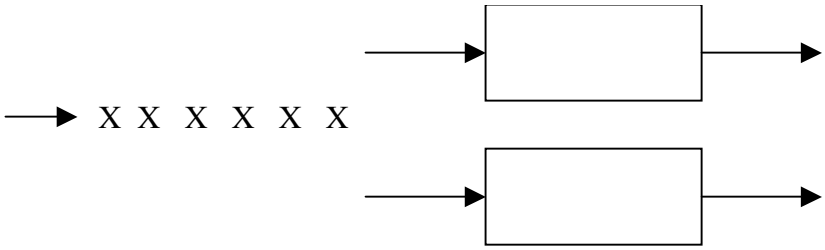
Sisteme gelen müşterilerin istedikleri faaliyetleri belirtmektedir. Faaliyetlerin niteliği sisteme göre değişmektedir. Servis sürecinin belirlenmesi için müşterilere servis sunulan noktaların ve yerlerin, aynı anda servis edilen müşteri sayısının, sunulan servis zaman aralıklarının (sürelerinin) ve belli bir zaman biriminde hizmet edilen ortalama müşteri sayısının (servis oranı) bilinmesi gerekmektedir.

Müşterilere hizmetin sunulduğu nokta ya da yerlere "servis kanalı" denmektedir. Bir kanalın bulunduğu sistemler "tek kanallı", birden fazla kanalın bulunduğu sistemler ise "çok kanalı" sistemler olarak adlandırılmaktadırlar. Çok kanallı sistemlerde kanal tasarımı, hizmeti sunan "paralel kanallar" ya da birbirini tamamlayan ve farklı hizmet sunan "seri kanallar" biçiminde olabilmektedir. Seri kanal düzenli sistemlere "istasyondan istasyona" ya da çok aşamalı sistemler adı da verilmektedir. Şekil 2'de kanal biçimine göre çeşitli sistemler gösterilmiştir (Sarıaslan, 1986).

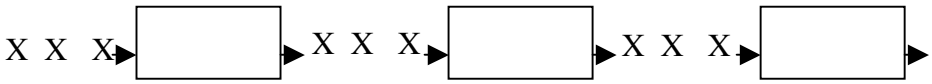
Tanımlanan bir zaman biriminde servise alınıp istemi karşılanabilen en fazla müşteri sayısına "servis kapasitesi" denir. Sistemin amacına göre sistem değişken kapasiteli veya sabit kapasiteli olmaktadır. Sabit kapasiteli sistemler, birim zamanda servis yapılan müşteri sayısı hiçbir zaman değiştirilmeyen sistemlerdir. Değişken kapasiteli sistemler ise birim zamanda servisi yapılan müşteri sayısının alt ve üst kapasite sınırları arasında değiştiği sistemlerdir.



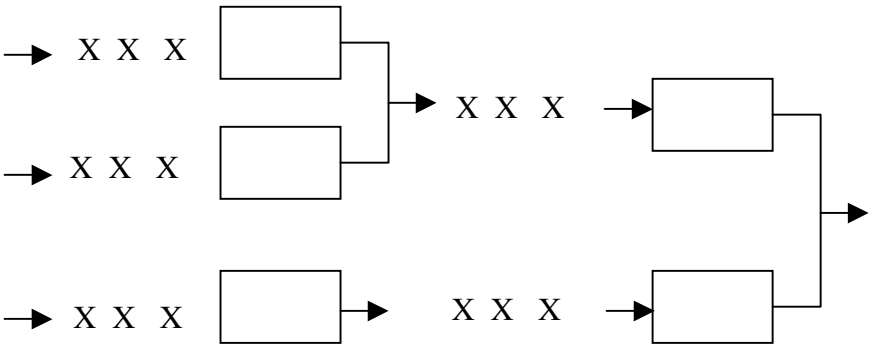
Şekil 2a : Tek Kanallı (Tek Sıralı) Kuyruk Sistemi



Şekil 2b: Paralel Düzenli Çok Kanallı (Tek Sıralı) Kuyruk Sistemi



Şekil 2c : Seri Düzenli Çok Kanallı (Tek Sıralı) Kuyruk Sistemi



Şekil 2d : Karışık Düzenli Çok Kanallı (Çok Sıralı) Kuyruk Sistemi

Şekil 2 : Kanal Biçimlerine Göre Çeşitli Kuyruk Sistemleri

(Sarıaslan, 1986)

Kuyruk sistemine gelen müşterilerden birine servis vermek için ayrılan zamana "servis süresi" denir. Kuyruk sistemlerinde servis süresinin değişimi ve dağılımına göre farklı modeller geliştirilmiştir. Örneğin; Sabit servis süresi, üstel servis süresi vs. (Erşan, 2000).

Kuyruk Disiplini

Herhangi bir kuyruk sisteminde hizmet istemi hizmet kapasitesinden büyük ise sistemde müşterilerin beklediği bir kuyruk oluşmaktadır. Oluşan kuyruklar kanal düzenine göre değişiklik göstermektedir.

Eğer servis kanalı tek ise bir tek kuyruk söz konusudur. Böyle sistemlere "tek kuyruk-tek kanallı" sistemler denilmektedir. Çok kanal bulunma durumunda ise, eğer kanallar seri olarak düzenlenmişse aynı şekilde tek kuyruk oluşmaktadır. Aksi durumda başka bir ifadeyle kanallar paralel olarak düzenlenmiş ise, oluşacak kuyruk sayısı müşterilerin servise alınma durumuna göre değişmektedir.

Eğer müşteriler doğrudan hizmet sunan kanallara geliyorsa her kanal önünde bir kuyruk oluşur ki böyle sistemlere "çok kuyruk-çok kanallı" sistemler denir. Ancak müşteriler paralel kanallara bir tek noktadan alınıyorsa bu durumda tek kuyruk söz konusu olmakta ve bu sistemlere de "tek kuyruk- çok kanallı" sistemler adı verilmektedir.

Öte yandan kanal önlerinde meydana gelecek sıranın uzunluğu ve sırada bekleme zamanı, sistemin trafik yoğunluk oranına bağlıdır. "Trafik yoğunluk oranı" geliş oranının servis oranına olan oranıdır. Başka bir ifadeyle,

"Trafik Oranı = Geliş Oranı / Servis Oranı"

Kuramsal olarak trafik yoğunluk oranının 1'den büyük olma durumunda sıranın sınırsız biçimde uzayacağı düşünülür. Gittikçe uzayan bir sıraya müşteri girmek istemeyebilir ve kendi isteği ile ayrılacağından gerçekte böyle bir durum söz konusu değildir. Örneğin, başka yere gitmek ya da başka zaman gelmek gibi ya da müşteri sırada bekledikten sonra zaman sınırlılığı nedeni ile servis görmeden geliş kaynağına dönebilir ki buna "geri dönüş (reneging)" denir. Müşteri kendi sıradan ayrılabileceği gibi hizmet ünitesi de müşteriyi sıradan ayırabilmektedir. Başka bir ifadeyle, hizmet ünitesi kuyrukta belli sayıdan fazla sayıdaki müşteriye hizmet verilemeyeceğini bildirebilir. Bu, hizmet biriminin belli bir anda sistemde tutabileceği müşteri sayısına göre değişir. Sıranın böylece fazla uzamadan durdurulmasına "sıranın kesilmesi (truncation)" denilmektedir.

Servis Disiplini

"Servis Disiplini", müşterilerin hizmet birimine hangi kurallara göre alınacağını belirtmektedir. Kuyruk sistemlerinde müşterilere nasıl servis verileceğini belirleyen kurallar çeşitli olup en çok bilinenler aşağıda belirtilmiştir.

İlk Giren İlk Çıkar-FIFO (First in first out), ilk gelen müşteriye önce hizmet edilir.

Rassal Biçiminde Servis SIRO (Service in random order), hangi müşteri rast gelirse ona hizmet edilir.

Son Gelen İlk Çıkar-LIFO (Last in first out), en son gelen müşteriye önce hizmet edilir.

Öncelikli Servis Disiplini

Öncelikli servis disiplini iki biçimde uygulanmaktadır. Birincisi, öncelikli bir müşteri gelmekte ve kanalda hizmet sunulan bir müşteri varsa kanaldaki müşteri çıkartılarak, yerine gelen müşteri alınmaktadır. Buna "tam öncelikli servis

(preemptive service priority order-PSPO) disiplini" adı verilmektedir. Eğer kanaldaki müşterinin hizmeti bitirilir ve öncelikli müşteri sırada bekleyenlerden önce alınırsa buna da "tam öncelikli olmayan servis (non –preemptive priority service-NPPS) disiplini" denilmektedir (Sarıaslan, 1986).

Servis disiplini çeşitli biçimlerde uygulanmasına rağmen sistemin genel işleyişini etkilemez. Çünkü sistemde olması beklenen ortalama müşteri sayısı, sırada bekleyen ortalama müşteri sayısı ve bekleme zamanı gibi sistem göstergeleri disipline bakılmaksızın aynıdır (Morse, 1958). Servis sürelerine göre öncelik verilen disiplinlerde bu kural geçerli değildir. Servis disiplininin farklılığı bekleme olasılıklarının dağılımını etkiler. Ortalamalar aynı olsa da dağılımın varyansı LIFO disiplininde FIFO disiplindekinden daha büyüktür (Griffin, 1978).

Yukarıda dört temel madde içinde belirtilen kuyruk sistemlerinin özellikle çok farklı biçimler almaktadır. Bu özelliklere dayalı olarak bu sistemleri sınıflandırmak oldukça güçtür. Çünkü çoğu sistemler bu özelliklerin çoğuna aynı anda sahip olmaktadırlar.

2.5.3. Kuyruk Modellerinin Sınıflandırılması

Kuyruk modellerini yukarıda bahsedilen pek çok özellik bakımından sınıflandırmak mümkündür. Bu sınıflandırmalar, ortak özelliği olan kuyruk modellerinin çözümünde kolaylık sağladığı için literatürde önemli bir yer tutar.

Tablo1: Kuyruk Modellerinin Sınıflandırılması

<table>
<tr><td colspan="3">Müşteri Topluluğuna Bağlı</td></tr>
<tr><td>Sonlu</td><td colspan="2">Sonsuz</td></tr>
<tr><td colspan="3">Gelişler ve Gelişlerin Dağılımı</td></tr>
<tr><td><u>Gelişler</u>
Düzgün Gelişler
Rassal Gelişler
Tek Gelişler
Toplu Gelişler
Karmaşık Gelişler
Zamana Bağlı Gelişler
Sürekli Gelişler
Diğer Yönlere Bağlı Gelişler</td><td colspan="2"><u>Gelişlerin Dağılımı</u>
Erlang Dağılımı
Poisson Dağılımı
Üstel Dağılıın
Gamma Dağılım
Hipergeometrik Dapılım
Negatif Binom Dağılımı
Normal Dağılım
Düzgün Dağılım</td></tr>
<tr><td colspan="3">Kuyruk Disiplini ve Servis Disiplini</td></tr>
<tr><td><u>Kuyruk Disiplini</u>
Tek Kuyruk
Birden Fazla Kuyruk
Öznelleştirilmiş Kuyruk
Sabit Uzunluklu Kuyruk</td><td colspan="2"><u>Servis Disiplini</u>
İlk Gelen İlk Çıkar
Son Gelen İlk Çıkar
Rassal Biçimde Servis
Öncelikli Servis Disiplini</td></tr>
<tr><td colspan="3">Servis Süreci</td></tr>
<tr><td><u>Servis Olanakları</u>
Paralel Kanallar
Seri Kanallar
Paralel ve Seri Kanalların Birleşimi</td><td><u>Servis Süresi Dağılımı</u>
Düzgün Dağılım
Üstel Dağılım
Gamma Dağılımı
Erlang Dağılımı
Binom Dağılımı
Normal Dağılım</td><td><u>Servis Kapasitesi</u>
Sabit Kapasiteli
Değişken Kapasiteli</td></tr>
</table>

2.5.4. Kuyruk Sistemlerinde Maliyetler

Kuyruk sisteminin kendine özgü maliyetleri söz konusudur.

Bazı işletmeler hızlı ve rahat hizmet verebilmek amacıyla ekonomik kanal sayısından daha fazla kanal sayısına sahip olmak istemektedirler. Bu ayrıcalık onlara rakipleri karşısından üstünlük sağlama imkanı vermekle birlikte ekonomik bir çözüm olamamaktadır.

Sistemler için bazı amaçlar söz konusudur:

Kar en çoklama amacı

Gelir en çoklama amacı

Masraf en azlama amacı

Geliş ve ayrılışların denge amacı

Verilen bir normu doldurma amacı.

Görüldüğü gibi amaçlar arasında maliyet unsuru önem kazanmaktadır. Bu sebeple kuyruk sistemlerinde temel amaç servis talebini en az maliyetle karşılamaktır (İzgi, 1984).

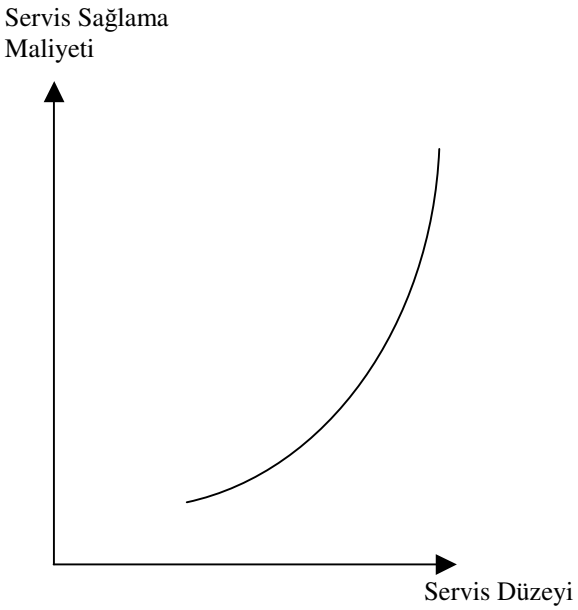
Kuyruk modelinde iki maliyet vardır. Birincisi müşteri servisini sağlama maliyetidir. İkincisi ise müşterilerin servis için bekledikleri zaman kaybının maliyetidir. Buna bekleme zamanı maliyeti adı verilir

Servis Sağlama Maliyeti

Sisteme gelen birimlerin büyük bir oranına servis verilmek istenirse, dalgalanmaları göz önüne almak için servis kapasitesini umulandan fazla tutmak gerekmektedir. Bu yöntem bazen servis olanaklarının boş kalmasına sebep olmaktadır. Servis olanaklarının boş kalması, müşterileri gelişlerinin zaman içinde farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır (İzgi, 1984).

Kuyruk sistemlerinin her kanalı bir sermaye yatırımını ve bir de işletme ve bakım masraflarını gerektirmektedir. Ayrıca sistem için gerekli genel masrafları ve hizmet veren personel ücretlerini de göz önüne almak gerekmektedir.

Servis kanalının servise ihtiyaç gösteren müşterilere servis yapma kapasitesi, kanaldaki servis araçlarının bir fonksiyonudur. Servis düzeyinin artırılması bekleme maliyetinde bir azalmaya sebep olacağından, servis düzeyi bütün sistemin bekleme ve servis sağlama maliyetleri toplamını minimum yapacak şekilde tayin edilmelidir (Erşen, 2000).

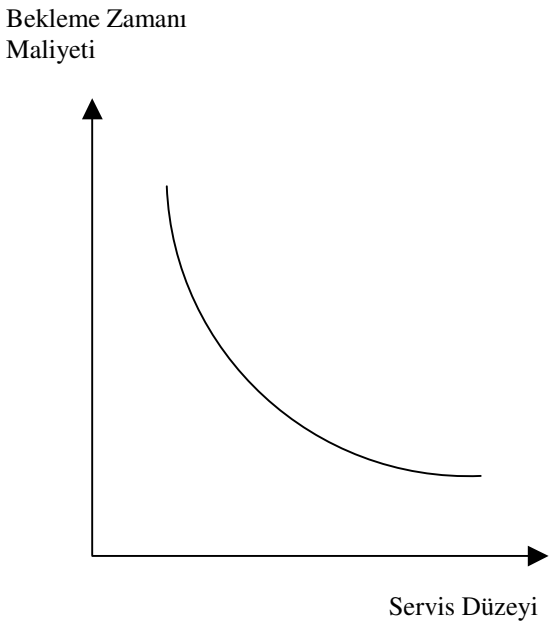


Şekil 3: Servis Düzeyi İle Servis Sağlama Maliyeti Arasındaki İlişki

Bekleme Maliyeti

Servis istemi arttığında sistemde kuyruk oluşmaktadır. sisteme gelen müşterilerin kuyruktaki geçirdikleri sürenin maliyeti, bekleme zaman maliyetini oluşturmaktadır. Bir kuyruk sisteminde kanal sayısı arttıkça bekleme zaman maliyeti azalmaktadır (Öztürk, 2004).

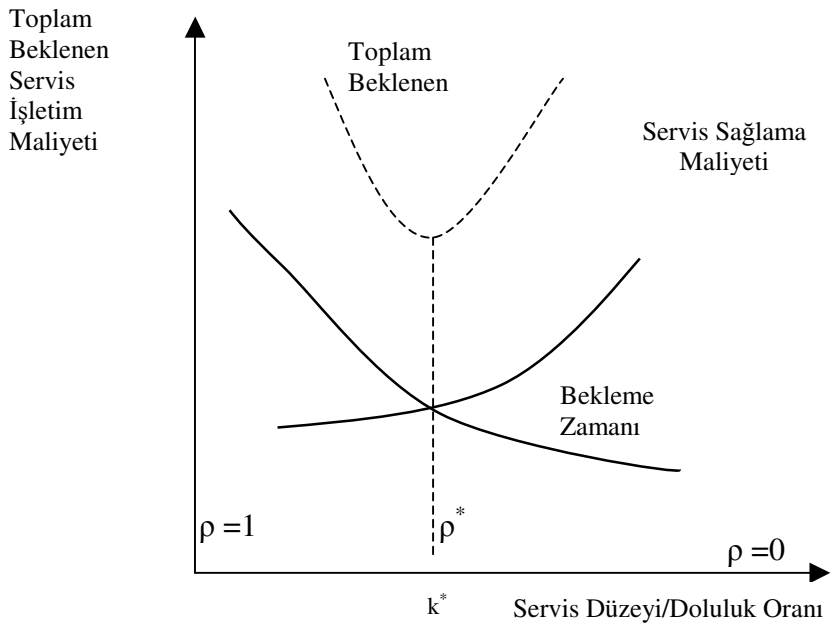
Kısacası servis düzeyi artarken, bekleme maliyeti azalır. Fakat servis sağlama maliyeti artar. Şekil 3 ve Şekil 4 bu ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 4: Servis Düzeyi İle Bekleme Zamanı Maliyeti Arasındaki İlişki

Toplam Maliyet ve Kuyruk Sistemlerinde Optimizasyon

Yönetici servis düzeyini arttırırken bekleme zamanı maliyetini en düşük düzeyde tutmayı amaçlar. Bu iki maliyetin toplamının en az olduğu noktada servis düzeyi işletme için en iyi miktar olmaktadır. Toplam beklenen servis işletim maliyetinin en düşük olduğu noktadaki servis düzeyini Şekil 5'de gösterebiliriz. Şekilde görüldüğü üzere toplam servis işletim maliyetini en düşük kılan servis düzeyi k^* noktasıdır (Öztürk, 2004).



Şekil 5: Servis Sağlamanın Toplam İşletim Maliyeti

Servis düzeyi ile ters orantılı bir diğer karam da doluluk oranıdır (ρ). Servis düzeyi arttıkça birimlerin doluluk oranı düşecektir. Düşük doluluk oranı düzeyleri, daha iyi hizmet, daha esnek yapı ve daha düşük bekleme maliyeti sağlamaktadır. Öte yandan servis düzeyi düştükçe birimlerin doluluk oranı artacaktır. Yüksek doluluk oranı düzeyleri, daha iyi malzeme ve personel kullanımı, daha az atıl zaman ve düşük servis maliyeti sağlamaktadır (Ulucan, 2004).

Kuyruk modellerini maliyet en azlama amacını esas alarak kurmak idealdir. Fakat, özellikle bekleme süresine bağlı maliyet parametrelerinin kestirilmesi genellikle zordur, hatta bazen imkansızdır.

Eğer kar amacı güden bir servis sistemi (ticari servis sistemi) söz konusuysa ve müşteriler sistemin bünyesi dışındansa, müşterilerin bekleme maliyeti "işin kaybından doğan kar kaybı" şeklinde düşünülebilir. Eğer kar amacı gütmeyen bir

servis sistemi söz konusuysa ve müşteriler sistemin bünyesinden değilse, bu durumda müşterilerin bekleme maliyeti "sosyal maliyet" olarak düşünülebilir.

Eğer servis sisteminin müşterileri bünyesinde ise (firmanın makineleri, işçileri, daktilo edilecek yazılar gibi) bekleme maliyeti, bu müşterilerin boş kalışları ile direk olarak ilişkilendirilebilir (İzgi, 1984).

2.5.5. Kuyruk Sistemlerinin Gösterimi ve Terimler

Kuyruk sistemlerini birbirinden ayırt etmek için, önce Kendall tarafından 3 özellik olan; gelişler ve servis sürelerinin dağılımları, paralel servis kanalı sayısı kullanılarak bir gösterim geliştirilmiştir. Daha sonra Lee bu gösterime servis disiplinini ve sistemde bulunabilecek maksimum müşteri sayısını da eklemiştir. Son olarak Taha kuyruk modelinin gösterimine müşteri kaynağını tanımlayan altıncı bir karakteristik ilave etmiştir. .Bu gösterim biçimi kuyruk sistemlerini tanımlamakta sık sık kullanılmaktadır (Erdin, 1989).

(a/b/c) : (d/e/f)

Burada;

a : Gelişler ya da gelişler arası zaman dağılımını,

b : Servis zamanı dağılımını,

c: Sistemdeki servis kanallarının sayısını,

d : Servis disiplinini,

e : Sisteme alınabilecek en fazla müşteri sayısı ve

f : Geliş kaynağının büyüklüğünü

ifade etmektedir (Sarıaslan, 1986).

Yukarıda açıklanan a ve b simgeleri yerine;

M: Poisson gelişli ve ayrılış dağılımları veya bunun gerektirmesi olarak üstel gelişler arası ve servis süresi dağılımı.

D: Düzgün gelişler arası veya servis süresi sağılımı.

E_k: Erlang ve Gama gelişler arası veya servis süresi dağılımı.

G_i :Genel bağımsız gelişler arası dağılımı

G : Genel servis süresi dağılımı

kullanılabilir (Erdin, 1989).

Örneğin,

$M/E_k/3$: (FIFO/40/∞)

Olarak ifade edilen bir sistem; rassal gelişli (genellikle poisson dağılımlı), Erlang (gamma) servis zamanı dağılımlı, üç kanallı, ilk giren-ilk çıkar servis disiplinli, en fazla 40 müşterinin sisteme alınabileceği, sonsuz kaynaklı bir kuyruk sistemidir (Sarıaslan, 1986).

Kuyruk modelinin kurulmasında kullanılan terimler aşağıda özetlenmiştir.

n : (t) anında, kuyrukta bulunan müşteri sayısı,

λ : Ortalama geliş hızı (müşteri/birim zaman)

U : 1/ λ başka bir ifadeyle ortalama gelişler arasındaki süre

μ : Servis oranı, birim zamanda verilen servis sayısı

Pn(t) : (t) anında, kuyrukta n müşteri bulunma olasılığı

$\Delta\lambda t$: (t) den (t + Δt) anına kadar olan zaman aralığında, hatta yeni bir ünitenin girmesi olasılığı

Bu olasılık (λ) ve (Δt) ile orantılıdır ve (K) gibi bir orantı katsayısı vardır.

$\mu\Delta t$: (t) den (t + Δt) anına kadar olan zaman aralığında servisi yapılmakta olan bir ünitenin servisinin tamamlanmış olma olasılığı

Bu olasılık (μ) ve (Δt) ile orantılıdır ve (K) gibi bir orantı kat sayısı vardır (Karayalçın, 1979).

Performans Ölçütleri ise;

L : sistemde bulunan ortalama birim sayısı (kuyruktakiler ve servistekiler toplamı)

L_q : Servis için kuyrukta bekleyen ortalama birim sayısı

W : Bir birimin sistemde geçirdiği ortalama süre (kuyruktaki ve servisteki süreler toplamı)

W_q : Bir birimin kuyrukta geçirdiği ortalama süre

$\bar{c}$: Meşgul durumdaki hizmet verenlerin beklenen sayısı (Taha, 2000)

ρ: Doluluk oranı. Servis birimlerinin zamanlarının dolu geçme yüzdesi

P_o : Sistemde hiç müşteri olmama olasılığı

P_n : Sistemde n müşteri olma olasılığı

Little's kuralları olarak adlandırılan 3 eşitlik, kuyruk sistemlerinin performans göstergelerini ilişkilendirmektedir. İlk eşitlik sistemdeki birim sayısının, birimlerin geliş hızı ile sistemde ortalama bekleme sürelerinin çarpımına eşit olduğunu ifade etmektedir.

$$L = \lambda \cdot W \qquad \text{(Denklem1)}$$

İkinci eşitlik kuyruktaki birim sayısının, birimlerin geliş hızı ile kuyrukta ortalama bekleme sürelerinin çarpımına eşit olduğunu ifade etmektedir.

$$L_q = \lambda \, . \, W_q \qquad \text{(Denklem 2)}$$

Son eşitlik ise sistemdeki ortalama bekleme süresinin, kuyrukta ortalama bekleme süresi ile servis süresinin toplamı olduğunu ifade etmektedir (Ulucan, 2004).

$$W = W_q + 1/\mu \qquad \text{(Denklem 3)}$$

2.5.6. Kuyruk Karar Modelleri

Bir kuyruk hizmet yerindeki hizmet düzeyi, hizmet oranının (μ) ve paralel hizmet sayısının (c) bir fonksiyonudur. Kuyruk sistemleri için "uygun hizmet düzeylerinin belirlenebilmesi için iki karar modeli bulunmaktadır. Bunlar; maliyet modeli ve istek düzeyi modelidir. Her iki model de daha yüksek hizmet düzeylerinin sistemde bekleme süresini azalttığını veri kabul etmektedir. Modeller birbirleriyle çelişen hizmet düzeyi ve bekleme faktörleri arasında bir denge kurabilmek amacıyla, daha önce farklı kuyruk durumları için geliştirilen performans ölçütlerinden yararlanmaktadır.

Maliyet Modelleri

Maliyet modelleri, birbiriyle çelişen iki maliyeti dengelemeye çalışmaktadır:

1. Hizmet sunma maliyeti

2. Hizmet sunumundaki gecikmenin maliyet (müşteri bekleme maliyeti)

İki maliyet, birindeki artış otomatik olarak diğerinde azalmaya sebep olduğundan birbiriyle çelişmektedir.

μ : Hizmet Oranı

c : Paralel Hizmet Sayısı

x = (μ yada c) hizmet düzeyini temsil ederse maliyet modeli şu şekilde ifade edilebilir.

$$ETC(x) = EOC(x) + EWC(x)$$

Burada,

ETC : Birim zaman başına beklenen toplam maliyet

EOC : Hizmet yerini birim zamanda işletmenin maliyeti

EWC : Birim zamanda beklemenin maliyeti

EOC ve EWC'nin en basit şekilde aşağıdaki doğrusal fonksiyonlarıdır.

$$EOC(x) = C_1 x$$

$$EWC(x) = C_2 L_S$$

Burada,

C_1 : Birim zamanda birim x marjinal maliyet

C_2 : Her bekleyen müşteri için birim zamanda bekleme maliyeti

Hedef Modelleri

Maliyet modelinin uygulanabilirliği, maliyet parametrelerinin ne denli iyi hesaplanabildiğine bağlıdır. Genel olarak bu parametreleri, özellikle müşterinin bekleme süresiyle ilgili olanı hesaplamak zordur. Hedef modeli bu zorluğu, kuyruk durumunun performans ölçütlerine yoğunlaşarak hafifletmeyi amaçlamaktadır. Düşünce, çelişen performans ölçütleri için mantıklı sınırlar tanımlayarak hizmet düzeyi (μ yada c) için kabul edilebilir bir aralık belirlemektedir. Böylesi sınırlar, karar vericinin ulaşmak istediği hedef düzeyleridir.

Burada amaç "kabul edilebilir" bir hizmet veren sayısı (c^*)'na ulaşmaktır. Bunu yaparken aşağıdaki iki çelişen performans ölçütünü göz önüne almaktadır.

1. Sistemdeki ortalama bekleme süresi W

2. Hizmet verenlerin boşta kalma yüzdesi, X

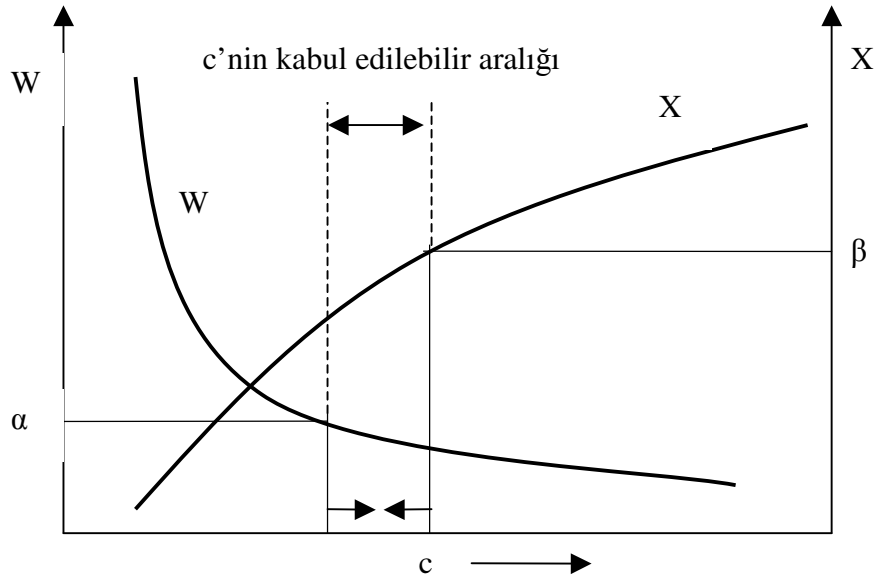
Modelde hizmet veren sayısını (c^*) belirlemeye indirgenmektedir. Öyle ki;

$$W \leq \alpha \quad \text{ve} \quad X \leq \beta$$

Burada α ve β karar verici tarafından tanımlanmış hedef düzeyleridir. Örneğin koşulları α = 3 dakika ve β = %10 olarak belirleyebiliriz.

Şekil 6'da gösterildiği gibi, W ve X'in c'nin fonksiyonu olarak işaretlenmesi ile çözüme ulaşılabilmektedir. Grafikte α ve β'nın değerlerinin belirlenmesiyle c^*

için kabul edilebilir bir aralık saptayabiliriz. Eğer iki koşul aynı anda yerine getirilemezse, bunlardan biri ya da her ikisi de , anlamlı bir aralık saptanıncaya kadar serbest bırakılmalıdır (Taha, 2000).



Şekil 6 : Hedef Düzeyi Modelleri

3. SPOR TESİSİ İŞLETMESİNDE KUYRUK SİSTEMİ VE KAPASİTE SORUNUNUN BENZETİMLE İLCELENMESİ

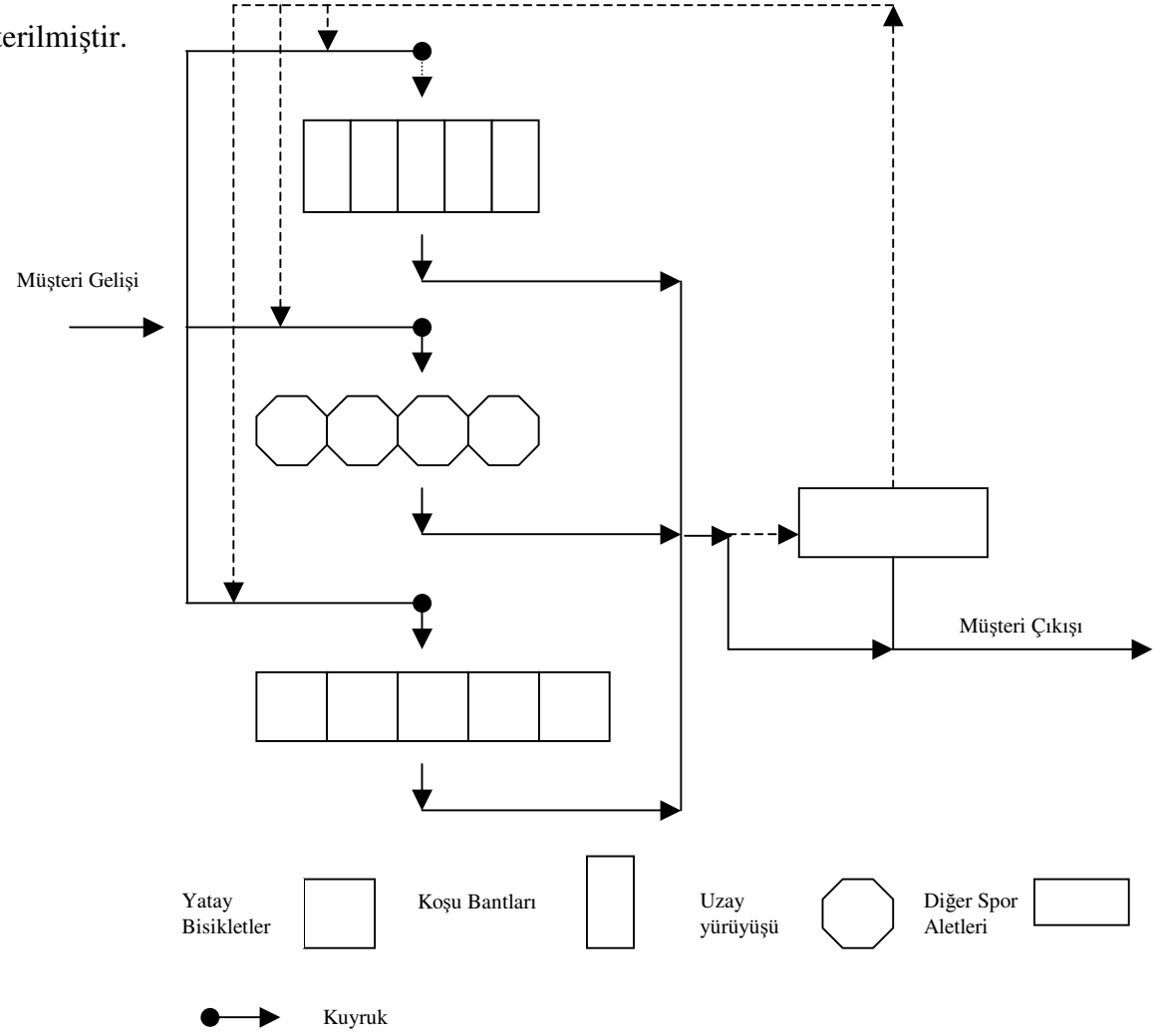
Spor tesislerinde özellikle bazı spor aletlerinde kuyruk oluştuğu gözlenmiştir. Müşterilerin beklemek istemedikleri ve beklemenin spor tesisini değiştirmek için bir sebep olduğu görülmüştür. Örnek bir spor tesisinde sistem incelenmiştir.

Analitik kuyruk modelleri, çeşitli varsayımların geçerli olduğu kuyruk sistemlerinin tesadüfi olarak ortaya çıkan talebe hizmet sunarken gösterdikleri davranışları tahmin etmekte kullanılmaktadır. Buna karşılık, benzetim genel amaçlı ve esnek bir teknik olduğundan her sisteme uygulanabilir. Dolayısı ile kuyruk teorisi modellerinin varsayımlarına uygunluk göstermeyen bir sistemi, yanlış varsayımlarla

analitik modeller çerçevesine zorlamak yerine, gerçek sistem için bir benzetim modeli geliştirmek en iyi çözüm olacaktır. Ayrıca karmaşık kuyruk sistemlerini analitik olarak modelleştirmenin oldukça güç olması sebebiyle, karmaşık sistemlerde benzetim temel bir yaklaşım olarak görülmektedir. Bu çalışmada incelenen sistem de teorik kuyruk teorisi modellerine uymayan ve karmaşık bir sistem olduğundan çözüm yolu olarak benzetim seçilmiştir.

3.1. SPOR TESİSİNİN TANITIMI VE SİSTEMİN İNCELENMESİ

Spor tesisinde bulunan spor aletleri Ek 1'de verilmiştir. Toplam 51 spor aleti ve çok sayıda ağırlık mevcuttur. Spor tesisinin şematik gösterimi de Şekil 7'de gösterilmiştir.

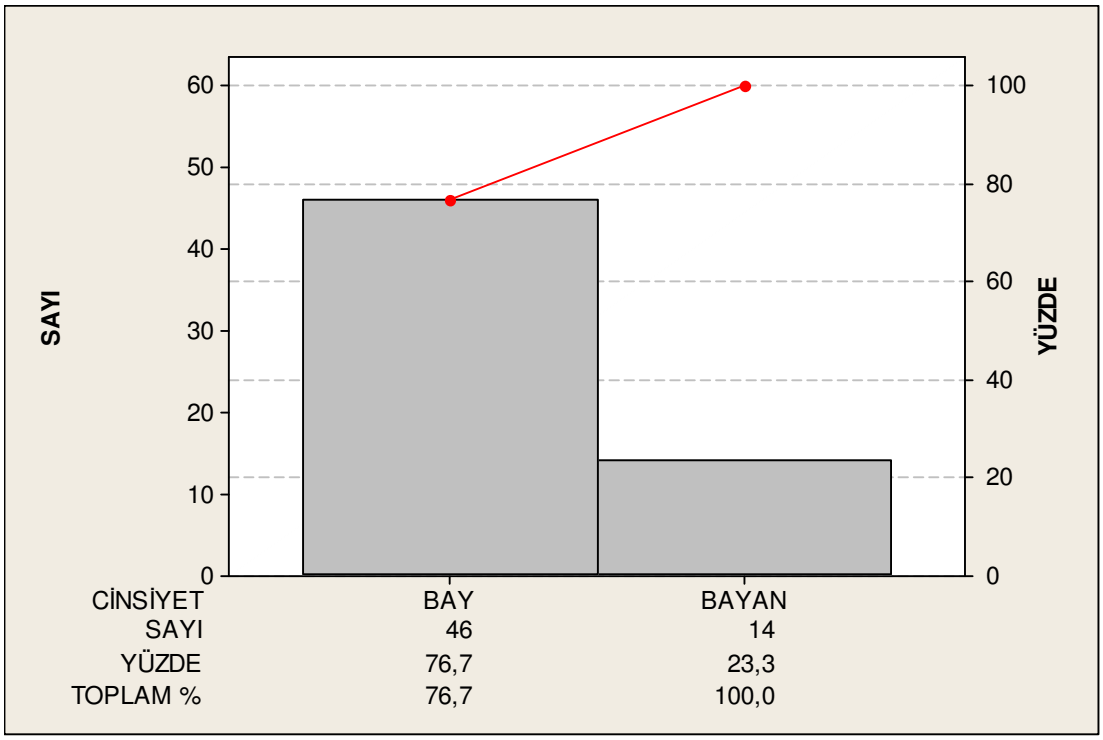


Şekil 7 : Spor Salonu Sisteminin Şematik Gösterimi

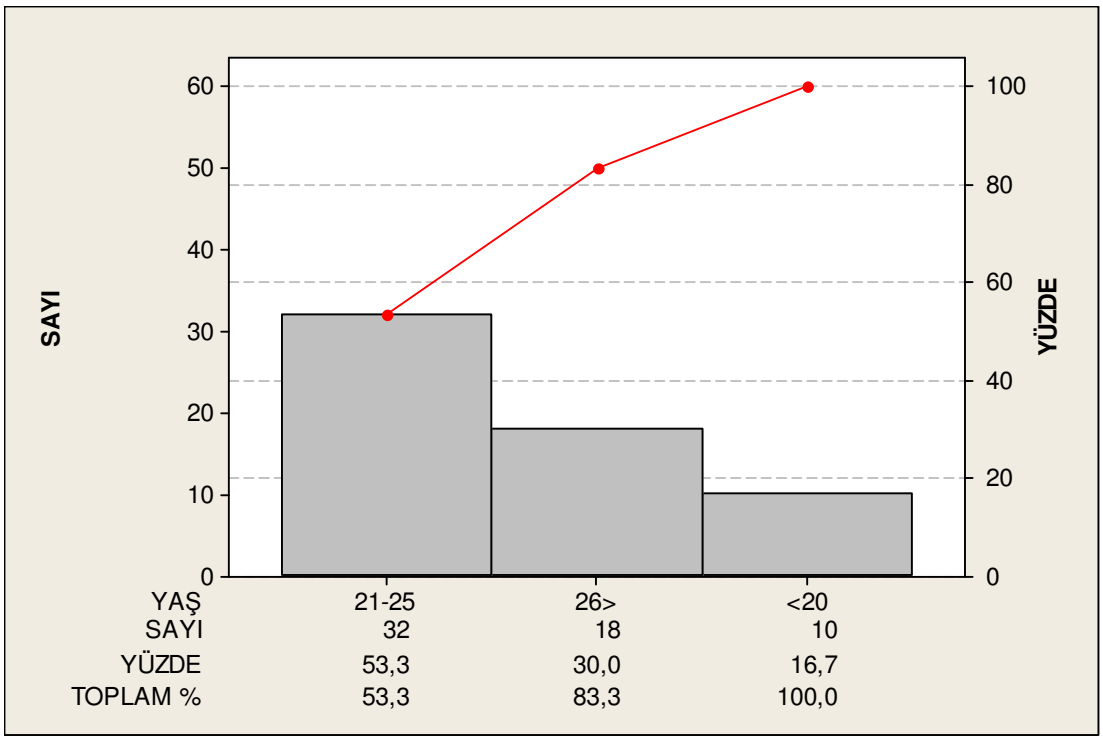
Bu kısımda sistem davranışları gözlemlenerek sistemin işleyişi hakkında bilgi edinilmiştir. İncelememiz sırasında sistemin iç işleyişine ek olarak sistemin çevresi ve çevresiyle olan ilişkileri de belirlenmiştir.

Uygulanmanın yapıldığı spor tesisi; zayıflama, vücut geliştirme, kilo alma ve sağlıklı yaşam için spor yapmaya gelenlere hizmet verebilecek bir tesistir. Araştırma esnasında kayıtlı 60 müşterisi mevcuttur.

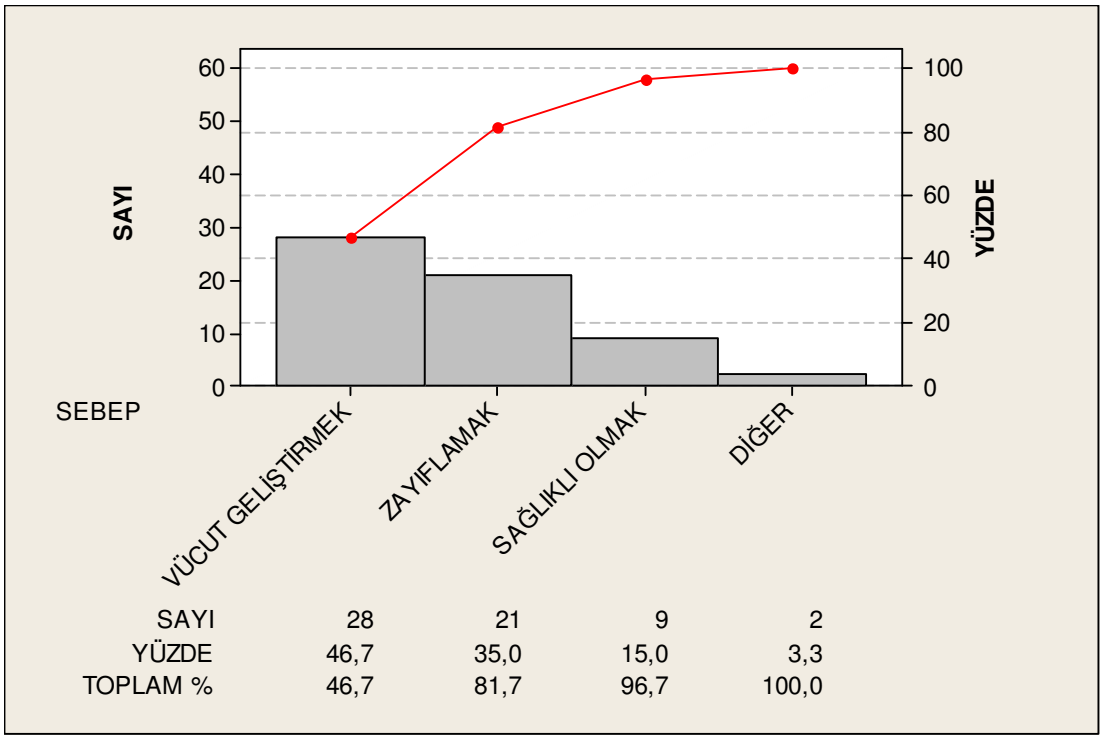
Müşterilerin % 76,7'si erkek % 23,3'ü bayandır (Bakınız Şekil 8). Müşterilerin % 53,3'ü 21-25 yaş arasında, % 30'u 26 yaşından büyük, % 16,7'si 20 yaşından küçüktür (Bakınız Şekil 9). Müşterilerden % 28'si vücut geliştirmek için, %21'si zayıflamak için, % 15'i sağlıklı olmak için, % 3,3'ü diğer sebeplerle spor tesisine gelmektedir (Bakınız Şekil 10).



Şekil 8: Müşterilerin Cinsiyete Göre Dağılımı



Şekil 9: Müşterilerin Yaşa Göre Dağılımı



Şekil 10: Müşterilerin Geliş Sebebine Göre Dağılımı

Çalışma saatleri hafta içi 10:00-23:30; cumartesi 11:00-22:00; Pazar ise 12:00-21:00 olarak tesis edilmiştir.

Araştırmamızda özellikle darboğaz olan kısımlar üzerinde yoğunlaşılmıştır. Bunlar koşu bantları, yatay bisiklet ve uzay yürüyüşü aletleridir. Sistemde 3 alet türünde toplam 14 spor aleti mevcuttur. Bu spor aletlerinin türleri Koşu Bandı (5 adet), Yatay Bisiklet (5 adet), Uzay Yürüyüşü Aleti (4 adet)'dir.

Tablo 2 : Spor Salonundaki Aletler

Spor Aletinin Adı	Sayısı
Koşu Bandı	5
Yatay Bisiklet	5
Uzay Yürüyüşü	4

Bu aletlerin dışında aşağıdaki sayı ve nitelikteki aletler de spor salonu müşterilerine hizmet vermektedir. Bunların kuyruk sistemine dahil edilmemesinin nedeni, yukarıdaki 3 alet dışındaki aletlerde kapasite sorunu olmaması, birbirlerinin yerini alabilmeleri; dolayısıyla bu aletlerde kuyruk oluşmadan sorunun giderilebilmesidir. Buna karşılık bu üç alet özellikle spora başlarken ısınma, spor salonunu terk etmeden önce soğuma amacıyla ikamesiz kullanılmakta olup darboğaz teşkil etmektedirler.

Sistemde FIFO kuralı (ilk giren ilk çıkar) geçerlidir. Müşterilerin bilgi kartları mevcuttur. Bu kartlarda kişisel bilgilerinin yanısıra hangi aletleri hangi sırayla kullanmaları gerektiği, gelme sebeplerine göre belirlenerek kaydedilmiştir. Ücretlendirme aylık bazda yapılmaktadır ve müşterilerin spor salonunu kullanma süre ve sıklığına herhangi bir sınırlama getirilmemiştir.

Sistemin incelenmesi ve ilgililerle yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen veriler ışığında aşağıdaki soruları yanıtlamayı amaçlayan bir modelin geliştirilmesi gerekli görülmektedir:

1- Müşterilerin gün içinde beklemelerinin boyutları nelerdir?

2- Spor aletlerinin iş yoğunluk (kullanım) oranları nedir?

3- Bekleme süreleri düşünülerek bir kapasite planlama yapılırsa optimum düzeydeki spor aletlerinin sayısı ne olmalıdır?

Sistemde yapılan incelemelerden sonra, kuyruk problemi mevcut olduğu görülmüştür. Kuyruk sisteminin analitik kuyruk teorisi modellerinin hiçbirisiyle incelenmesinin söz konusu olamayacağı sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni sistemin karmaşık yapısı ve araştırma amaçlarıdır. Şimdi sistemin yapısını açıklamaya çalışalım.

Sisteme gelişler tek tek olmayıp yığınsaldır. Bununla birlikte sistem içinde spor aletlerinin ikinci kullanımları da mümkündür. Gruplanan spor aletleri içlerinde aynı özelliklere sahiptir. Bu sebeple müşterilerin seri olan bu aletler içinden seçim yapması söz konusunu değildir. Tek kuyruk oluşmakta ve boşalanın yerine müşteri hizmeti almaktadır.

Ayrıca aletlerin servis süreleri de homojen değildir. Müşterinin geliş sebebine ve müşteriye verilen programa göre değişkenlik göstermektedir. Varsayılan ayar, aletlerde 20 dakika ise de müşteri isterse bunu artırıp düşürebilmektedir.

Spor aletlerinin bakımı ve arızalarıyla ilgili tesiste herhangi bir kayıt bulunmamaktadır. Bakımların spor salonunun çalışmadığı saatlerde yapıldığı öğrenilmiştir. Gözlem süresi süresince spor aletlerinde arıza oluşmamıştır. Bu

sebeple Spor Salonunun çalıştığı saatler içinde arıza ve bakımla ilgili kayıp zaman sisteme dahil edilmemiştir.

3.2. KONU İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Türkiye'deki Özel Spor Tesisleri son yıllarda hızla artmıştır. Gelişmişlik arttıkça insanları lüks olarak nitelendirdikleri özel spor tesisine üyelik gereklilik olarak görülmeye başlandı. Bu değişimle birlikte hem özel spor tesisleriyle ilgili hem de bu tesislerin işletilmesinde yaşanan sorunların çözümü ile ilgili araştırmalar yapılmaya başlandı.

Bunlardan; 2003 yılında Nusret Seven'in "Spor'a Yönelmede Sosyo-Ekonomik Seviyelerin Belirlenmesi" konulu Yüksek Lisans Tezi, yine 2003 yılında Orcan Mızrak'ın "Özel Spor İşletmelerinde İş Tatmininin İşgücü Devrine Etkisi (Ankara Örneği)" konulu Yüksek Lisans Tezini sayabiliriz (Seven, 2003; Mızrak, 2003). Ayrıca 2004 yılında Serap Akdeniz'in hazırladığı "Özel Spor Merkezlerinde Hizmet Kavramının Önemi ve Müşteri Memnuniyetine Yönelik Bir Uygulama" konulu Yüksek Lisans Tezi başı çekenlerdendir (Akdaniz, 2004).

Türkiye'de kuyruk modelleri ile ilgili Spor Tesislerine nazaran çok daha fazla araştırmaya ulaşmak mümkündür. Özellikle sağlık tesislerinde, trafik ışıklarında, limanlarda ve kafeterya/lokantalarda oluşan kuyruk sorunuyla ilgili çalışmalar yoğun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Efsane Turan'ın 1994 yılında hazırladığı "Kuyruk Teorisi Modelleri Ve Trabzon Limanı'nda Bir Uygulama" konulu çalışmasında Limanlardaki sistemin bir kuyruk sistemi olduğu ve kuyruk modellerinin limanlarda uygulanabileceği sonucuna varılmıştır (Turan, 1994).

Onur Elmas 2001 yılında "Trabzon Limanı'nın Bilgisayar Destekli Benzetim Analizi" konulu bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada Trabzon Limanının

kapasitesinin arttırılması durumunda oluşabilecek sorunlar benzetim yöntemiyle tespit edilmiştir (Elmas, 2001). Benzetim sonucunda tam kapasitede çalışıldığında yükleme-boşaltma bölümlerinin yetersiz kaldığı görülmüş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

M. Levent Ağırdır'ın 1999'da yaptığı "Kuyruk Teorisi Analizi Ve Sinyalize Kavşaklarda Yeni Bir Model Denemesi" adlı çalışmada Kuyruk Teorisi'nin bir analizi yapılarak izole sinyalize bir kavşağa uygulanabilirliği araştırılmıştır (Ağırdır, 1999).

Mahir Gökdağ 1996 yılında "Sinyalize Kavşaklarda Meydana Gelen Taşıt Gecikmelerinin Benzetim Modellemesi" adlı bir çalışma yapmıştır (Gökdağ, 1996). Bu çalışmada; sinyalize kavşak gecikme problemine ilişkin geliştirilen benzetim kavşak programı üzerinde çok sayıda denemeler yapılarak gecikmeler; benzetim, gözlem ve diğer teorik model sonuçları ile birlikte topluca karşılaştırılmıştır.

Kahraman Çatı'nın 1996 yılında yapmış olduğu "Hizmet İleten Sistemlerden Kuyruk Teorisi İle Kapasite Planlaması ve Sivas SSK Hastanesinde Bir Uygulama" çalışmada, hizmet işletmelerindeki bekleme hattı problemlerini çözerken kuyruk teorisi esas alınmıştır (Çatı, 1996). Bu teori ile ilgili uygulama, Sivas SSK.Hastanesi'nde yapılmıştır. Bu hastanede bir ay boyunca hasta geliş ve hastaya sunulan hizmet süreleri izlenmiştir. İzlemeler neticesinde elde edilen verilerle, optimum kapasite düzeyi belirlenmiştir.

Sağlık kuruluşlarındaki kuyruk sorununu inceleyen diğer çalışmalara ise; Mustafa Mete'nin 1991 yılında yaptığı "Selçuk Üniversitesi Eğitim-Araştırma Hastanesi İç Hastalıkları Ve Genel Cerrahi Servislerinde Benzetim Yaklaşımıyla Bir Kuyruk Modeli Uygulaması" ve Güngör Sevgir'in 2000 tarihli "Sıra Bekleme Sistemlerine Benzetim Tekniği Yaklaşımı Ve Hastane Uygulaması" adlı çalışmaları örnek verilebilir (Mete, 1991; Sevgir, 2000).

Bakım onarım sistemlerindeki kuyruk sorunu ile ilgili yapılan çalışmalar ise; Faruk Durmaz'ın 1997 tarihli "Bakım-Onarım Sistemi Ve Bir Uygulama" çalışması, Mert Demircioğlu'nun 2003 tarihli "Bekleme Hattı Modellerindeki Servis Kanalları İçin En Uygun Bakım Stratejileri Ve Bir Uygulama" çalışması ve Hüseyin Şahinli'nin 2003 tarihli "Bekleme Hattı Modelleri Ve Benzetim İle Bir Bakım-Onarım Sistemi Uygulaması" çalışması olarak sayılabilir (Durmaz, 1997; Demircioğlu, 2003; Şahinli, 2003).

Kuyruk probleminin benzetim ile çözüldüğü önemli bir çalışma, Servet Es'in 1994 yılında yaptığı "Bekleme Hattı Problemlerinin Siman Simülasyon Dili Kullanılarak Çözümü Haydarpaşa Limanı İçin Bir Uygulama" adlı çalışmasıdır (Es, 1994).

Kuyruk modellemenin uygulandığı diğer sektörlerle ilgili çalışmalar da şöyle özetlenebilir: A. Haydar Günday'ın 2000 tarihli "Hizmet Üreten Sistemlerde Bekleme Hattı (Kuyruk) Modelinin Bir Tamir Fabrikasında Uygulaması", Hakan Kantarcı'nın 1999 tarihli "Simülasyon Modelleri Ve Kuyruk (Bekleme Hattı) Sistemleri İle Askeri Alanda Örnek Bir Uygulama", M. Fikret Çelik'in 1994 tarihli "Hizmet Üreten Sistemler Ve Bekleme Hattı (Kuyruk) Modelinin Bankacılık Sistemlerine Uygulanması Ve Analizi", Göksel Bodur'un 1992 tarihli "Boğaz Köprüsü Gişelerinde Kuyruklanmanın İncelenmesi", Mehmet Bahçeci'nin 1990 tarihli "Hizmet Üreten Sistemlerde Kapasite Planlaması Ve Kuyruk Modelleri: OYAK-Ordu Pazarlarında Bir Uygulama", H. Kemal İtler'in 1998 tarihli "İşletme Fonksiyonlarının Optimizasyonunda Çok Yönlü Kuyruk Modelleri Ve Bir Uygulama", Z.Arzu Yılmaz'ın 1997 tarihli "Kuyruk Modelleri Ve Endüstriyel Sistemlerde Bir Uygulama" adlı çalışmaları sıralanabilir (Günday, 2000; Kantarcı, 1999; Çelik, 1994; Bodur, 1992; Bahçeci, 1990; İtler, 1998, Yılmaz, 1997).

Kuyruk sistemleri ile ilgili olarak yurtdışında yapılmış çalışmalardan bazıları, aşağıda özetlenmiştir:

"Fastfood Hizmet Sunumunun Optimizasyonunda Simülasyon Kullanımı" konulu çalışmada, İngiltere fastfood burger perakendecilerinde hizmet sağlama sistemlerinin ne kadar önemli olduğuna işaret edilmektedir. Bekleme süresi ve bekleme süresinin müşterilerin hizmet kalitesi algılamalarına olan etkisi bekleme özelliklerine göre ele alınmaktadır. Müşterilerin sırada beklemelerini ve kalabalıklaşmalarını etkileyen bazı kritik bileşenler üretim hattı servis sisteminin bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Makalede, hizmet hızının maliyet arttırılmadan maksimizasyonunun çok önemli olduğu ve işletmeyi başarıya taşıdığına dikkat çekilmektedir (Church, Newman, 2000).

"Kuyruklar ve Simülasyonun Gücü: İş Kararlarında ve Sorunlarda Yardımcı Olma" adlı makale, sorunlar için çok sayıda değişkenin eşzamanlı etkileşimini analiz etmek için kullanılan farklı koşullarda şekillenen çalışma sistemlerinin incelemelerinde bilgisayar benzetimini bir yöntem olarak ele almaktadır. Makale aynı zamanda geleneksel yöntemlerle çözülemeyen karmaşık karar ve problemlere cevap bulunması için yardımcı olabilecek niteliktedir (Proctor, 1994).

"Acil Servislerde Bekleme Süresinin Kısaltılması İçin Önceliğe Göre Sıralama Modeli" konulu makalede, aciliyet yada önemli tıbbi yardım gerektirmeyen hastalarca acil servislerin uygunsuz kullanılmasından kaynaklanan artan bekleme süresi maliyetlerini araştırmaktadır. Makale bu yanlış kullanımın kamu hastanelerinde yada kar amacı gütmeyen hastanelerdeki etkilerini ortaya koymak amacıyla basit bir ekonomik model önermektedir. Acil servis hastası olmayan hastaların tüm hasta sınıflarında Acil Servislerdeki beklemenin uzamasına katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır. Makale son olarak ortalama bekleme süresini kısaltmak için bir öncelik sırasına koyma modeli sunmaktadır (Siddharthan, Jones, Johnson,1996).

"Simülasyonun Poliklinik Hasta Sıralarında Kullanımı: Bir Durum Çalışması"nda, Tayvan'da Chia-Yi kentindeki bir hastanenin poliklinik bölümünün en önemli konularından biri olan fazla mesai yapımı ve aşırı kalabalık sorununun

çözümü araştırılmıştır. Bu çalışmada poliklinik servisinde doktor ve personel kullanımı, poliklinik hastasının hastanede geçirdiği süre ve poliklinik hastaları kuyruğu üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışma, atama sistemlerinde, personel yerleştirme politikalarında ve hizmet birimlerindeki değişikliklerin gözlemlenen darboğazı nasıl etkileyeceğini araştırmak için nasıl bir bilgisayar benzetim modelinin geliştirildiğini anlatmaktadır. Sonuçlar bekleme süresinin büyük ölçüde azaldığını, doktorların çalışma sürelerinin özellikle fazla mesai ve yığılma zamanlarında kısaldığını ortaya koymaktadır (Huarng, Lee, 1996).

"Poliklinik Bölümlerindeki Hasta Kuyruklarının Yönetimi: Bilgisayar Simülasyon Yönteminin Kullanılması" makalesinde de yine sağlık sektöründeki kuyruk sorunu ele alınmıştır. Hong Kong'da kamusal poliklinikleri kullanan hastaların çok kısa sürecek bir konsültasyon için bile uzun süre beklemek zorunda kaldıklarını, kliniklerin sürekli tıklım tıklım olduğunu ve bu durumdan hem hastaların hem de personelin hoşnutsuz olmaktadır. Yapılan araştırmada ayrıca kalabalık bir klinik çevrede yönetim değişiklikleri denemenin çok pahalı ve zor olabileceğine dikkat çekilmektedir. Makale bilgisayar benzetimini modellemesini söz konusu sistemler içersindeki prosesleri açıklayan, tanımlı sorulara olası cevaplar vererek klinik faaliyetlerin gelişimine katkı sağlayan ve kliniğin günlük işlerini aksatmadan sunulan çözümleri değerlendiren bir araç olarak ortaya koymaktadır. Makale aynı zamanda çözümlerin model üzerinde başarısını ispatlaması halinde kullanılabileceklerini eklemektedir. Makalede aynı zamanda sağlık bakım merkezlerinde çalışan yöneticilerin bilgisayar benzetim modellemeden nasıl istifade edebilecekleri ortaya konulmaktadır. Araştırma özelikle hastaların konsültasyonları için gerekli sürenin değişmesi ve hastaların bekleme sürelerinin azaltılmasında sistemin getirmiş olduğu etkileri göstermektedir (Daniel, Paul, Hedley, 1996).

"Hizmet İçin Beklemek: On Yıllık Deneye Dayalı Araştırma" adlı makalede, müşterilerin pasif haldeyken özellikle de hizmet faaliyetlerinde önemli bir konu olan kuyrukta bekleme sorunu bir konudur. Bu makale faktör gruplarının tanımlanması ve müşterilere olan etkilerinin belirlenmesi için yayınlanan 18 deneye dayalı araştırmayı

incelemektedir. Bazı faktör grupları gerçek bekleme süresi yada beklenti gibi önemli etkileri ortaya koyarken çevresel faktörler gibi bazıları da hayal kırıklığı yaratmıştır. Bu sonuçlar fenomene bakış açımızı değiştirmiş ve kritik bekleme durumlarının daha etkin yönetilebilmesi için beklemeyle ilgili çalışmaların lineer olmayan etkilerinin yeniden bütünleştirilmesi, beklenti fenomeni ve varyasyonları, müşterilerin sınıflandırılması gibi diğer pratik yada teorik araştırmalara yön vermiştir (Durrande, 1999).

"Müşterileri Bekletmenin Gerçek Maliyeti" adlı makalede, ek kapasitenin daha fazla talep getireceği bir durumda servis kapasitesinin tahmin edilmesi sorununu ele almaktadır. Geleneksel yaklaşımlarda yaşanılan problemler irdelenmektedir. Bazı durumlarda işlem verilerinden oldukça yakın bir biçimde optimal servis kapasitesinin tahmininin mümkün olduğu görülmektedir (Ittig, 2002).

"Servis Süreç Tasarım Esnekliği Müşterinin Bekleme Süresi" adlı makalede, müşterinin bekletilmesi hizmet kalitesinin en kritik boyutlarından biri olarak kabul edilir. Araştırma beklemenin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla bazı yaklaşımlar öngörmektedir. Makalede sipariş alma ve siparişi hazırlama olarak iki faaliyet içeren alternatif hizmet süreçlerinin bekleme süresi performansı araştırılmaktadır. Araştırmanın temel hareket noktası tüm çalışma ortamları için genel geçer tek bir hizmet sürecinin bulunamayacağıdır. Yöneticilerin kombinasyonlarında alternatif tasarımları da kullanılarak servis süreç tasarımında esnek olmaları gerekmektedir. Alternatif tasarımları uygulamanın olası doğasını incelemek için bazı modeller geliştirilmiştir. Alınan sonuçlar, bekleme süresi performansının ancak tasarım stratejilerinin servis sistemi girdi parametrelerindeki süregelen değişimlere cevap verecek biçimde değiştirildiği zaman optimize edilebileceğini ortaya koyan ve servis süreçleri tasarımlarının esneklik üzerine inşa edilmesi gerektiğini savunan hususlara dikkat çekmektedir (Sheu, McHaney, Babbar, 2003).

3.3. KUYRUK SİSTEMLERİNİN BENZETİM YÖNTEMİYLE ANALİZİ

Kuyruk sistemlerinde karşılaşılan sorunların çözümünde iki yöntem kullanılmaktadır.

Bunlar

-Analitik yöntem,

-Benzetim yöntemi'dir.

Gelişler ve servis sürelerinin dağılımları belirlendikten sonra, servise alım kuralı ve yönetim amaçları doğrultusunda soruna fonksiyonel çözüm arayıp karar değişkenlerini bulma yoluna "analitik yöntem" denir. Analitik yöntemle bir sorunun çözülebilmesi için, sorunu etkileyen tüm bileşenlerin ve aralarındaki ilişkilerin matematiksel olarak yazılması gerekmektedir (Erşen, 2000).

Kuyruk sistemlerinin analizi ve düzenlenmesinde kullanılan modellerin tümü, kendilerine özgü koşullar altında güçlü olan modellerdir. Uygulamada öyle durumlar ortaya çıkabilir ki iki yaklaşımdan (kuyruk teorisi ve benzetim tekniği) birisinin seçilmesi gerekebilir. Başka bir deyişle birisinin kullanımı yeterli olabilecektir. Sonuçların karşılaştırılması için iki yaklaşımın birlikte kullanılması arzu edilmesine rağmen araştırmacı bilgisayarda benzetim yapmanın zaman kaybına sebep olacağından bir seçim yapmak zorunda kalabilir.

Kuyruk modellerinin kullanımının mümkün olduğu durumlarda daha önceden de belirtildiği gibi kuyruk teorisi modelleri benzetim modellerine tercih edilmelidir. Çünkü kuyruk teorisi modelleri optimal sonuca götürür. Oysa, benzetim modelleri bunu garanti edemez. Her benzetim deneyi kendi başına ana kütleden alınan bir örneği temsil eder. Her deney sonucu istatistiksel deney hataları nedeni ile o sonucun bulunduğunu ya da bulunacağını kesin olarak gösteremez. Ancak deney doğru olarak

yapılırsa elde edilen sonuçların belli bir güven derecesinde optimal duruma yakın olduğu söylenebilir.

Analitik kuyruk modelleri belirli varsayımlara dayandırıldıklarından ancak bu varsayımların geçerli olduğu sistemlerde uygulama olanağı bulmaktadırlar. Buna karşılık, benzetim genel amaçlı ve esnek bir teknik olduğundan her sisteme uygulanabilir. Dolayısı ile kuyruk teorisi modellerinin varsayımlarına uygunluk göstermeyen bir sistemi, yanlış varsayımlarla bu modeller çerçevesine zorlamak yerine, bu sistem için bir benzetim modeli geliştirmek en iyi çözüm olacaktır.

Kuşkusuz, karmaşık sistemlerin incelenmesinde benzetim modellerinin sağladığı kolaylık da, bir üstünlük olarak belirtilmelidir. Karmaşık olmayan fakat zaman bağımlı geçiş durumundaki kuyruk sistemlerinde, benzetim modelleri bu sistemler için geliştirilen analitik modellere tercih edilmektedir. Çünkü bu amaçla geliştirilen kuyruk teorisi modelleri Griffin'in deyimiyle çok yetersizdir.

Sonuç olarak kuyruk sistemlerinin analizi ve düzenlenmesi görevini üstlenmiş bulunan bir araştırmacı, önce kuyruk teorisi modellerinin incelenen sisteme uyup uymadığını test etmelidir. Eğer geçerli bir uygunluk söz konusu ise bu modelleri kullanmalıdır. Ancak herhangi bir uygunluk yoksa sistemi bu modeller çerçevesine yanlış varsayımlara zorlamak yerine sistemin kendisine özgü bir benzetim modelini geliştirmelidir. Kuşkusuz kuyruk teorisi modellerinin uygulanamadığı durumlarda eğer başka bir analitik model geliştirmek mümkün ise bu yapılmalıdır. Böyle bir modelin sonuçları bir benzetim modeli ile karşılaştırılabilir. Ancak fazla karmaşık olmayan kuyruk sistemleri için hazır bir kuyruk teorisi modeli bulma olasılığının yüksek olduğu ve karmaşık kuyruk sistemlerinin ise analitik olarak modelleştirmenin oldukça güç olduğu anımsanacak olunursa, karmaşık sistemlerde benzetim temel bir yaklaşım olarak görülmektedir (Sarıaslan, 1986).

3.3.1. Benzetimin Tanımı ve Gelişimi

Benzetimi insan-makine sistemlerinin tasarım, kuruluş ve işletiminde karşılaşılan sorunları bilimsel bir şekilde çözmekte kullanılan bir yöntem olarak tanımlayabiliriz. Bir deneyleme yöntemi olan benzetimle, modelde bulunan karar değişkenlerine ilişkin belirli değerlerin sistemin performansına olan etkileri araştırılır.

Benzetim çeşitli yazarlarca farklı şekilde tanımlanmıştır. Bu tanımlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Benzetim, sistem dinamiklerini incelemekte kullanılan bir yöntemdir (Payne, 1982).

- Benzetim, insan-makine sistemlerinin davranışını gösteren matematiksel veya mantıksal modeller kullanarak bilgisayar aracılığıyla sistem üzerinde deneyler yapmaya yarayan yöntemdir.

- Benzetim, gerçek sistemin bir modelini kurma ve hem sistemin davranışını anlama, hem de sisteme ilişkin türlü stratejileri değerlendirme amacıyla kurulan modelle deneyler yapma sürecidir (Shannon,1975).

- Benzetim, uygun girdilerle sistemin modelini çalıştırmak ve çıktılarını gözlemektir (Bratley, 1983).

- Benzetim, modelin nümerik olarak değerlendirilmesi için bilgisayar kullanımını ve modelin gerçek karakteristiklerinin kestirimini içerir (Law ve Kelton, 1991).

- Benzetim, fiziki ya da doğal sistemleri modellerle temsil eden ve sistemi etkileyen faktörleri inceleyerek karar vermede yardımcı olmak amacıyla geliştirilen bir yöntemdir (Öztaş, 1983).

- Benzetimle modelleme; sistemin davranışını tanımlama, teori veya hipotez kurma, kurulan teoriyi sistemin gelecekteki davranışlarını kestirmek için kullanmak şeklinde bir deneme ve uygulama metodolojisidir (Halaç, 1982).

- Benzetim, bir sayısal bilgisayarla yürütülen kontrollü bir istatistiksel deneydir (Lewis and Orav, 1989).

Benzetim tanımları bakış açısına göre farklılaşmaktadır. Bu tanımlarda ortak olan noktalar benzetimin bir sorun çözme yöntemi ve gerçek yerine bilgisayar aracılığıyla bir modelinin geliştirilerek deneyler yapılması ve sonuçların elde edilmesi süreci olmasıdır (Erdoğmuş, 1994).

Yukarıda çeşitli biçimlerde tanımlanan benzetim, işletmecilik alanına yeni giren bir teknik olmasına rağmen kökeni 1940 sonralarında Von Neumann ve Ulam'ın Los Alamos Scientific Laboratory'deki çalışmalarına dayanır. Laboratuarda nötronların hareketlerini inceleyen bu iki bilim adamı, karşılaştıkları matematiksel olarak çok karmaşık ve deneysel olarak da çözümü pahalı olan nükleer savunma problemlerini çözmek için "Monte Carlo" analizi adı altında bir yöntem geliştirmişlerdir. Bugünkü anlamda benzetim tekniğinin ilk kullanımı olan bu yöntem, olasılıklı olmayan matematiksel bir problemi olasılık dağılımları matematiksel problemi andıran bir stokastik faaliyet üzerinde denemeler yaparak çözmeyi kapsıyordu. Daha sonraları matematiksel modeller üzerinde denemeler yapma olasılığını veren bilgisayarların 1950'lerde ortaya çıkması ile benzetim tekniği toplumsal bölümlerde yeni bir boyut kazandı. Böylece ilk kez, toplum bilimciler de laboratuar deneylerine benzer kontrol edebilecekleri deneyler yapma olanağını buldular (Sarıaslan, 1986).

Bilgisayarların yaygınlaşması ile bir çok alanda büyük bir kulanım alanı bulan benzetim, bugün benzetim tekniği yöntemleri olarak da bilinen, üç farklı biçimde uygulanmaktadır: bunlardan ilki "yöneylem oyunları" yöntemidir. Bu yöntem; benzetilmiş bir ortamda oyuncular ya da karar vericiler arasında menfaat çatışmasının olduğu durumları kapsar. Askeri ve yöneylem oyunları en çok bilinen iki biçimli olup askeri liderlere ve işletme yöneticilerine menfaat çatışmasının olduğu değişik ortalamalarda strateji seçeneklerini deneme olanağı sağlar. İkinci yöntem gerçek evreni (ana kütleyi) andıran kuramsal örnekler kullanarak çözüme ulaşmaya çalışır. Üçüncü ve son yöntem ise "sistem benzetim" yöntemidir. Bu yöntem gerçek sistemi temsil eden model üzerinde gerçek verileri kullanarak sistemin işleyişi konusunda bilgi edinilmesini sağlar. Monte Carlo ile sistem benzetim yöntemleri arasındaki en belirgin fark; birincisinin örnek ve verileri gerçek sistem yerine gerçek sistemi andıran bir kuramsal modelden alması, sistem benzetim yönteminin ise gerçek sistemin modelini kullanması, örnekleri gerçek evrenden seçmesi ve gerçek verileri işlemesidir. İkinci fark ise sistem benzetim yönteminde kullanılan model analitik olarak çözülebilir. Ancak modelin analitik olarak analizi ve çözümü mümkün değilse Monte Carlo yöntemi kullanılır.

Benzetim tekniğinin özellikle işletmecilik alanında yaygın kullanımı söz konusudur. Bu yaygın kullanımı gerekli kılan nedenler ise kısaca:

İşletmelerde bazı faaliyetleri gözlemek ya olanaksız ya da çok pahalı olabilir. Böle durumlarda işletmenin bir benzetim modeli üzerinde deneyler yaparak işletmenin faaliyetleri konusunda gerçek işletmenin işleyişini aksatmadan bilgi edinilebilir. Farklı işletme politikalarının etkileri gerçek uygulamaya konulmadan değerlendirilebilir. Bu deneyler sonucu sistem değişkenlerinin ve bileşenlerinin (alt sistemlerinin) birbirini etkileme derecesi ve yönü daha da belirginleşir ve böylece sistemin duyarlı noktaları saptanır. Sistemin işleyişini bir bütün olarak görmesini kolaylaştıracaktır. Sistemin işleyişinin benzetim modeli aracılığıyla gözlenmesi, o ana kadar düşünülemeyen yeni seçenekler önerebilir. Bunların da değerlendirilmesi yine modeller üzerinde yapılabilir.

Karmaşık işletme sistemlerini, analitik olarak çözülebilen matematiksel modeller biçiminde ifade etmek çoğu kez mümkün değildir. Böyle modellerin kurulmasında araştırmacılar zorunlu olarak benzetim tekniğine başvurmaktadırlar.

Benzetim tekniği, yönetici ve araştırmacılara gerçek sistemleri modelleştirirken zaman faktörünü göz önünde bulundurma olanağını verir. Gerçek anlamda bir zaman değişkeninin benzetim modelinde yer alması, dinamik sistemlerin bu modeller aracılığıyla uzun zaman boyunca gözlenmesini ve incelenmesini mümkün kılar. Bilgisayarda işlenen bir benzetim modeli ile belli gerçekler ve varsayımlar altında bir işletmenin durumunun değişik zaman dönemlerinde ne olacağı birkaç dakika gibi kısa bir zamanda görülebilir. İşletmelerin gelecekteki durumunun kestirilmesinde benzetim modelleri böylece büyük katkıda bulunurlar.

3.3.2. Benzetimin Fayda ve Sakıncaları

Kuşkusuz her kantitatif teknik gibi benzetim tekniğinin de kendine özgü bazı eksiklikleri ve sınırları olacaktır. Her şeyden önce benzetim modelleri temelde deneysel nitelikli olduklarından istatistiksel deney hataları nedeniyle optimum sonucu garanti edemez. Ancak benzetim deneyleri doğru bir biçimde yapılırsa sonuçlar optimal çözüme çok yaklaşır. Diğer yandan güvenilir sonuçlara ulaşmak için deneylerin istenilen biçimde düzenlenmesi bilgisayar zamanı açısından benzetim modellerinin maliyetini yükseltir (Sarıaslan, 1986).

Genel anlamda benzetim yönteminin fayda ve sakıncalarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

Benzetimin faydaları,

- Sistemin modeli kurulduktan sonra, farklı durumların analizi için istenildiği kadar kullanılabilir.

- Benzetim yöntemleri, sistem verilerinin detaylı olmadığı durumlarda elverişlidir.

- Benzetim modeli üzerinde daha sonra yapılacak analiz için veri, çoğu kez gerçek hayatta olduğundan daha ucuz elde edilir.

- Benzetim, bir sistemdeki dahili karmaşık etkileşimleri (interactions) etüt etme ve bunlar üzerinde deney yapma olanağı sağlar.

- Benzetim gerçekleştirilen sistemin ayrıntılı gözlemi, (ki sistemin benzetimini gerçekleştirirken yapılması gereken işlemlerden biridir.) daha iyi anlaşılmasını, daha önce görülmemiş eksikliklerin giderilebilmesini, daha etkin fiziksel ve operasyonel sistemin kurulmasını sağlayabilir.

- Benzetim, değişik koşullar altında sistemin nasıl olacağı hakkında çok az veya hiçbir veriye sahip olmadığımız yeni durumlar üzerinde deney yapma amacıyla kullanılabilir.

- Benzetim analitik çözümlerin doğruluğunu gerçeklemek üzere kullanılabilir.

- Benzetim ile dinamik sistemlerin gerçek zamanı, daraltılmış veya genişletilmiş süre içinde incelenebilir.

- Benzetim analistleri daha genel düşünmeye zorlar.

Benzetimin Sakıncaları,

- Bir sistemin bilgisayar benzetimini kurmak ve geçerli olduğunu ispatlamanın maliyeti çok yüksektir. Genel olarak her bir sistem için ayrı bir program

yazma gereği vardır. Benzetim dilleri ve programları, bu mahsurları bir dereceye kadar ortadan kaldırmıştır.

- Kurulan bir benzetim programının bilgisayarda çalıştırılması çok zaman alabilir. Bunun maliyeti ise yüksektir.

- Araştırmacılar benzetim tekniğini öğrendikten sonra onu analitik yöntemlerin daha uygun olduğu durumlarda da kullanma eğilimindedirler (Halaç, 1998).

Tüm bunlar gösteriyor ki bir benzetim modelinin kurulmasından işlenmesine kadar büyük bir titizlik ve dikkat gösterilmelidir. Bir benzetim modelinin kurulmasında izlenilmesi gerekli aşamalar ve dikkat edilmesi gerekli olan noktalar, sisteme ve modele göre değişiklik gösterir (Sarıaslan, 1986).

3.3.3. Benzetim Çeşitleri

Benzetim modelleri farklı ölçütlere göre farklı şekillerde sınıflandırılabilir.

Benzetim modelleri zaman unsurunu içerip içermemelerine göre ikiye ayrılır;

-Statik benzetim modelleri

- Dinamik benzetim modelleri

Bir statik benzetim modeli belirli zaman noktasında bir sistemi temsil eder (Banks and Carson, 1984). Zaman unsuruna yer verilmediği için bu modeller sistemin zamana göre değişimini içermezler. İncelenen sistemdeki olayların tam olarak ne zaman meydana geldiği önemli değilse bu sistemler statik benzetim modelleriyle temsil edilebilir. Bir mala olan günlük talebin k tane olduğu bilinir ve bu k talebin günün hangi zaman biriminde gerçekleşeceğiyle ilgilenilmezse, model statik modeldir.

Bazı sistem performans ölçütleri kestirimlerinin yapılabilmesi için sistem öğelerinin (örneğin müşterilerin) sistem içindeki durum değişikliklerinin ne zaman olduğunun bilinmesi önemlidir.

Dinamik benzetim modelleri, sistemlerin zamana göre değişimini temsil ederler. Örneğin kuyruk problemlerinde müşterilerin geliş zamanlarını bilmek önemlidir. Bu problemlerle gelen müşterilerin beklemek zorunda olup olmadığının bilinmesi gerekir. Bu durumda zamana göre değişen sistemi temsil eden dinamik benzetim modeli geliştirilmektedir.

Benzetim modellerinin rassal değişkenler içerip içermemesine bağlı olarak da;

- Deterministik Benzetim Modelleri
- Olasılıklı (Stokastik) Benzetim Modelleri

olarak sınıflandırılırlar.

Bir benzetim modeli hiçbir olasılıklı değişken içermediğinde deterministik adını alır (Law and Kelton,1991). Bir deterministik benzetim modelinde bilinen girdilere karşılık bir çıktı kümesi elde edilir. Buna örnek olarak sisteme gelişlerin randevuyla olduğu bir bekleme hattı sistemine tüm müşteriler randevu saatinde gelirse gelişler deterministik olacağından modelin çıktısı da sistemin performansına karşılık gelecektir.

Bir çok sistemin olasılıklı bir yapısı vardır ve olasılıklı değişkenlerden oluşmuş bir modelle temsil edilmeleri gerekmektedir (Pidd, 1984). Bir veya daha fazla rassal değişkenli olasılıklı benzetim modelleri olasılıklı çıktılar üretir. Bu çıktı değerleri kesin değerler olmadıklarından sistemin performans ölçüsünün bir kestirimini oluşturur (Ashford and Beale, 1989). Olasılıklı benzetim modelleriyle performans ölçüsünün analitik çözümünün bulunamaması benzetimin temel

sakıncalarından biri kabul edilmektedir (Law and Kelton 1991). Örneğin tek kanal tek servisli kuyruk sisteminin benzetiminde gelişler arası ve servis süreleri genellikle birer rassal değişkendir. Bir sistemin benzetimiyle elde edilen performans ölçüleri-kuyrukta bekleyen ortalama müşteri sayısı, müşterilerin kuyrukta ortalama bekleme süresi, birer kestirim değeridir.

Benzetim modelindeki durum değişkenlerinin aldıkları değerlerin sonlu yada sonsuz sayıda olmasına göre de,

- Kesikli Benzetim Modelleri
- Sürekli Benzetim Modelleri
- Birleştirilmiş Kesikli-Sürekli Benzetim Modelleri söz konusudur.

Kesikli benzetim modelleri, durum değişkenlerinin değerlerinin zamanın belirli noktalarında değişen bir sistemin modellemesiyle ilgilidir. Modeli kurulan sistemdeki durum değişkenleri zamana göre sürekli olarak değişiyorsa, kullanılacak benzetim model türü sürekli olacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, kesikli bir modelin daima kesikli bir sistemi sürekli bir modelin daima sürekli bir sistemi tanımlamakta kullanılmayacağıdır. Hangi model türünün kullanılacağı çalışmanın amaçlarına bağlıdır. Örneğin bir telekomünikasyon sistemde özel olarak tanımlanmış birimlerin mesaj hareketleri ve özellikleri önemli ise, sistemdeki mesaj akış modeli kesikli olacaktır.

İnceleme konusu olan sistemin birkaç alt sistemi kesikli, diğerleri ise sürekli olabilir. Başka bir ifadeyle bazı alt sistemlere ilişkin durum değişkenleri kesikli olarak, diğerleri ise sürekli olarak değişebilir. Bu nedenle incelenen sistemin modeli hem kesikli hem de sürekli olacaktır (Pritsker 1986).

3.3.4. Verilerin Toplanması ve Veri Kaynakları

İncelenen sistem benzetim yöntemiyle bilgisayar ortamında çalıştıracağına göre gerçekçi bir çalıştırım yapılabilmesi için gerekli sağlıklı verilerin rolü tartışılmayacak kadar önemlidir. Sistemin çalışmasına ilişkin bilgi ve veriler yetersiz ise, sistem ya çalıştırılamaz ya da hatalı çalıştırılır. Dolayısıyla eksik veriyle gerçeği yansıtmayan sonuçlara ulaşılır.

Bu bilgilerin ışığı altında sistemden veri elde edilmesi konusuna büyük özen ve çaba gösterilmesine rağmen, araştırma amaçlarını gerçekleştirmek için gerekli tüm verilere tam olarak ulaşılabildiği söylenemez. Bunun nedeni araştırmanın uygulandığı sistemde, sistemde yapılabilecek bazı değişikliklerin sistemi nasıl etkiyeceğine ilişkin bir çalışmaya bu güne kadar gereksinim duyulmamış olmasıdır.

İncelenen sistemin performans ölçüsü üzerindeki etkisi araştırılacak karar değişkenleri değerleriyle sistemin çalıştırılabilmesi için gerekli olan veriler ile veri kaynakları izleyen paragraflarda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Modelin girdi verilen genel olarak iki grupta incelenebilir. Birinci gruptaki veriler, sistemin girdi sürecinin; ikinci gruptaki veriler ise sistemin servis sürecinin tanımlanmasında kullanılır.

Girdi sürecini tanımlamada kullanılan veriler, müşterilerin spor tesisine hangi sıklıkla geldiğidir. Spor tesisinde 19.06.2006 tarihinden itibaren bu konuda kayıt tutulmaya başlanmıştır; bu tarihten önce sistemde bu konuda herhangi bir veri toplama gereksinimi olmamıştır. 45 gün boyunca müşterilerin sisteme gelişlerinin dakika bazında kayıtları tutulmuştur. Ayrıca hangi spor aletlerini hangi sırayla ve kaç dakika kullandıkları da kayıt altına alınmıştır.

3.3.5. Değişkenlerin Tahmini, Dağılımların Belirlenmesi Ve Test Edilmesi

Benzetim uygulanmadan önce toplanan verilerin ve örnek değerlerin teorik olasılıklara uyup uymadığının test edilmesi gerekmektedir.

Modelimiz kapsamına alınan değişkenler aşağıda verilmiştir.

Dışsal Değişkenler:

1. Bir günde spor salonuna gelen müşteri sayısı
2. Sistemdeki kanal sayısı
3. Her müşteri için beklenen servis zamanı

Durum Değişkenleri

1. Geçen zaman süresi (gün)
2. Boş ve dolu spor aleti sayısı
3. Spor Aletlerinin meşgul kalma süresi
4. Kuyrukta bekleme zamanı (dakika)

İçsel Değişkenler

1. Ortalama servis zamanı
2. Ortalama kuyrukta bekleme zamanı
3. Ortalama boş geçen servis zamanı
4. Ortalama hizmet verilen müşteri sayısı
5. Kuyruk uzunluğu

6. Ortalama sistemde geçen zaman
7. Ortalama gelen müşteri sayısı
8. Sistemin kapasite kullanım oranı

Dağılımın Belirlenmesi

Normal, poisson, binomial, gamma vb. gibi teorik dağılımlarla belirlenen olayların gözlem veya tecrübe verilerine bu dağımlar uydurulabilir. Uydurma işlemi ise dağılım parametrelerinin belirlenmesi anlamına gelmektedir. Dağılım iki parametrenin fonksiyonudur ve çoğu kez bu parametreler örnek ortalaması ve örnek varyansıdır.

Gruplanmış veriler için,

n : Toplam örnek hacmi

$$n = \sum_{i=1}^{k} Fi \quad \text{(Denklem 4)}$$

k : Sınıf veya aralık sayısı

M_i : Kesikli veri üzerinde çalışması halinde i. Aralıktaki orta değeri veya i. Sınıfın değeri

F_i : i. Sınıf veya aralıktaki frekans olmak üzere ortalama ve varyans

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{k} MiFi}{n} \quad \text{(Denklem5)}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k} Mi^2 Fi - n\overline{X}^2}{n-1} \quad \text{(Denklem 6)}$$

formülleri ile hesaplanır.

Sistem elamanlarının bazıları stokastik davranış gösterirse, benzetim çalışmaları sırasında çoğu kez ortaya çıkan problem, gözlem frekanslarının teorik frekanslar kümesine uygunluğunun test edilmesidir. Bu durumda sorulacak soru şudur: Eldeki veriler veya örnek değerlerin teorik olasılık dağılımından gelip gelmediğinin araştırılmasıdır. Gözlem verilerinin frekanslara uygun düşerse ana kütleyi temsil etmek üzere kurulan model kullanılabilir.

Geçmişe ilişkin veya deneysel veriler derlenip analiz edilinceye kadar anlamlı bir tahminde bulunulamaz veya hipotez kurulamaz. Derlenen veriler bir frekans dağılımında özetlenir.

Kesikli değişken üzerinde çalışılıyor ise her bir değerin frekansı kaydedilir. Değişen sürekli değerler uzayı eşit aralıklara veya sınıflara ayrılır ve her bir aralıkta ortaya çıkan frekans kaydedilir. Sınıf sayısı verilere bağlı olarak 5-20 arasında değişir.

χ^2 Uygunluk Testi

Gözlem frekansı ile beklenen frekans arasındaki farkın ölçüsü ki-kare değeri ile belirlenir. Ki-kare testi 1903 de Karl Pearson tarafından önerilmiştir. Ronald Fisher testi geliştirmiş ve 1924 de Ki-kare kritik değerleri yayınlanmıştır. Ki-Kare ($=\chi^2$).

f_g : Her bir sınıf aralığı için gözlem frekansı

f_b : Teorik dağılıma göre tahmin edilen her bir sınıfın frekansı

k : Sınıf aralığı

$$\chi^2_{hes} = \sum_{i=1}^{k} \frac{(f_g - f_b)^2}{f_b} \quad \text{(Denklem 7)}$$

(Halaç, 1998)

Hesaplanan ki-kare değeri ile (k-1) serbestlik derecesindeki ki-kare tablo değeri karşılaştırılarak H_o hipotezi, α anlam düzeyinde, test edilir. Hesaplanan ki-kare değerinin tablodan elde edilen ki-kare değerini aşması, örnekleme ait dağılım ile teorik dağılım arasındaki farkın tesadüflere bağlanamayacağı anlamı çıkar (Burnak, 1988).

Kolmogorof-Smirnov Testi

Bu testte, χ^2 testindeki nisbi frekansların (gözlenen frekans) ve uygunluğu düşünülen standart dağılımdan hesaplanan kuramsal olasılıklara ek olarak yığınsal olasılıkların hesaplanması gerekmektedir. Eğer gözlenen nispi frekansların yığınsal değerini F_o ve kuramsal dağılımdan elde edilen olasılıkların yığınsal değerini F_e ile belirtirsek her aralık için,

$$D = |F_o - F_e| \quad \text{(Denklem 8)}$$

biçiminde mutlak değer olarak farklar hesaplanır.

Hesaplanan D fark değerleri arasında en büyük olan D değeri, Kolmogorof-Smirrov tablosundan gözlem sayısı n ve α risk faktörüne karşılık tablo değeri ile

karşılaştırılır. Eğer en büyük mutlak fark değerinden küçük ise amprik dağılımın düşünülen kuramsal dağılımın düşünülen kuramsal dağılıma uygun olduğu biçiminde kurulan hipotez kabul edilir. Aksi durumda uygunluk yok denilerek hipotez reddedilir (Sarıaslan, 1986).

Örneklem hacmi yeterince büyük olan rassal sayıların düzgün dağılıp dağılmadığının testi için Kolmogorof-Smirrov ile Ki-kare testlerinden ikisi de kullanılabilir. Bununla birlikte Kolmogorof-Smirrov testi küçük örneklemlere uygulanabilmesine karşın Ki-kare testi sadece büyük örneklemlerde kullanılabilmektedir. Bazı kaynaklarda (Banks and Carson,1984) bu sayı $N \geq 50$ iken bazılarında $N \geq 30$'dur (Sarıaslan, 1986). Kolmogorof-Smirrov testi için $N \geq 10$ olma şartı öne sürülmektedir. Gözlem sayısının $N \leq 10$ olduğu durumlarda ise Cramer-Von Mises testi kullanımı çok daha uygundur (Sarıaslan, 1986).

Rassal sayılar belirli analitik teknikler yardımıyla türetildiği için, gerçek anlamda rassallığı sağlamak güçtür. Üreteçlerden türetilen sayı dizilerinin testi, gerçekte rassal olan sayı dizisinden beklen istatistiksel özelliklerin test denilen dizide ne ölçüde bulunduğu ile ilgilidir (Pidd,1984).

Müşteri gelişleri arasında geçen sürelere ilişkin veri kümelerinin homojenliği araştırılmış ve günlere bağlı olarak değişip değişmediği incelenmiştir. Sistemdeki birimlerle yapılan görüşmeler ve sistemden elde edilen veri kümelerinin incelenmesi sonucunda gelişlerin günlere bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Hafta içi ile hafta sonu gelişleri arasında fark olduğu gözlenmiştir. Fakat bu çalışmada genellenmiş bir kapasite planlaması yapılacağından bütün değerler hesaplamalara katılmıştır.

Gelişler arasında geçen süreleri gösteren birinci girdi rassal değişkeni ile müşterilerin spor aletlerini kullanma sürelerine ilişkin ikinci girdi rassal değişken arasında bir ilişki belirlenememiş, dolayısıyla her iki rassal değişken birbirinden bağımsız olarak modellenebilir bulunmuştur.

Müşterilerin gelişleri arasında geçen sürelere ilişkin veriler kullanılabilir hale getirildikten sonra yapılacak ilk iş, söz konusu verileri en iyi şekilde temsil edecek bir teorik olasılık dağılımın olup olmadığının araştırılmasıdır. Müşterilerin gelişleri arasında geçen sürelere ilişkin verileri temsil edecek bir teorik dağılımın belirlenmesi için, ARENA paket programının INPUT ANALYZER modülü yardımıyla izlenmiştir. Ulaşılan sonuçlar izleyen paragraflarda belirtilecektir.

Müşterilerin gelişleri arasında geçen sürelerin Üstel dağılımına uygun dağılım gösterdiği χ^2 uygunluk testiyle belirlenmiştir. p değeri < 0,005 olmasına rağmen kuyruk sistemlerinde gelişler arası sürelerin üstel dağıldığı varsayımdan hareketle ve χ^2 hataları arasında fark olmaması sebebiyle uygun dağılım olarak Üstel dağılım kabul edilmiştir.

Dağılım Özeti

Dağılım: Üstel

Denklem: 0.999 + EXPO(12.2)

Kare Hatası: 0.182403

Ki Kare Testi

Aralıkların Sayısı = 11

Serbestlik Derecesi = 9

Test İstatistiği = 1.45e+003

Uygun p-değeri < 0.005

Kolmogorof-Smirrov Testi

Test İstatistiği = 0.229

Uygun p-değeri < 0.01

Veri Özeti

Veri Sayısı = 1173

Minimum Veri Değeri = 1

Maksimum Veri Değeri = 180

Örnek Ortalaması = 13.2

Örnek Standart Sapması = 17.4

Histogram Özeti

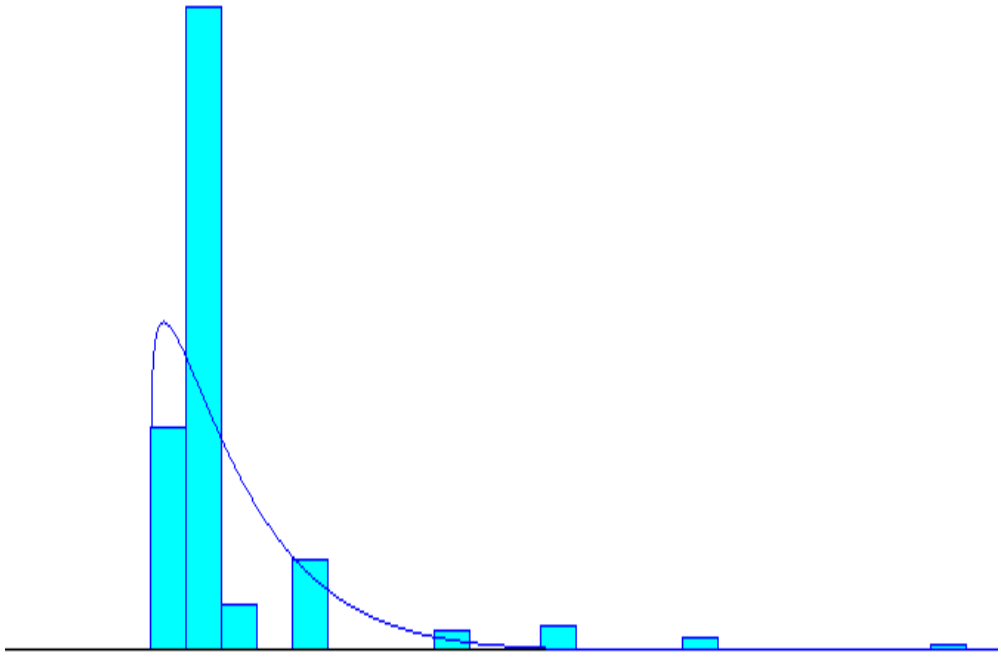
Histogram Aralığı = 0.999 ‘dan 180’e

Aralık Sayısı = 34

Tablo 3: Gelişler Arası Sürenin Ki-Kare Hataları

Fonksiyon	**Kare Hatası**
Beta	0,172
Erlang	0,182

Fonksiyon	Kare Hatası
Üstel	0,182
Gamma	0,185
Weibull	0,196
Lognormal	0,249
Normal	0,273
Üçgen	0,36
Düzgün(Uniform)	0,383



Şekil 11: Gelişler Arası Sürenin Dağılımı

Tablo 4: Gelişler Arası Süreler

Giriş No	Veri Kümesi Sayısı	x	Olasılık Yoğunluğu		Toplam Dağılım	
			Gözlenen	Fonksiyon	Gözlenen	Fonksiyon
0	244	6,26	0.208	0.351	0.208	0.351

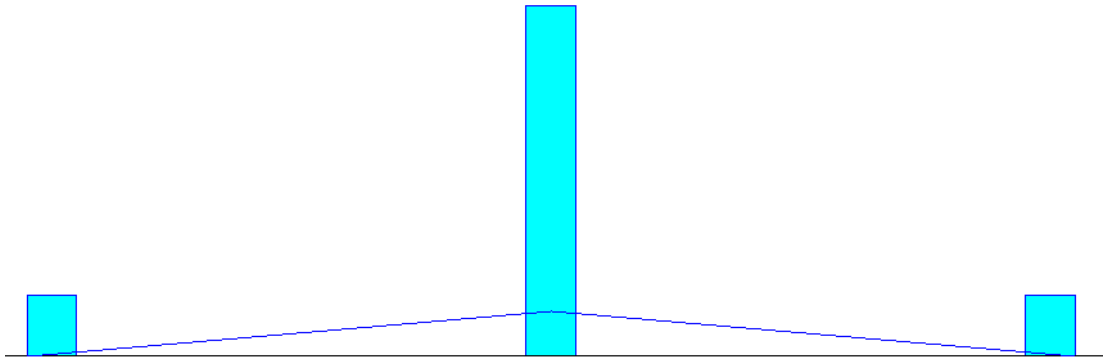
Giriş No	Veri Kümesi Sayısı	x	Olasılık Yoğunluğu		Toplam Dağılım	
			Gözlenen	Fonksiyon	Gözlenen	Fonksiyon
1	703	11,50	0.599	0.228	0.807	0.579
2	51	16,80	0.0435	0.148	0.851	0.727
3	0	22,10	0.000	0.0959	0.851	0.823
4	99	27,30	0.0844	0.0622	0.935	0.885
5	0	32.6	0.000	0.0404	0.935	0.925
6	0	37.9	0.000	0.0262	0.935	0.952
7	0	43.1	0.000	0.0170	0.935	0.969
8	23	48.4	0.0196	0.0110	0.955	0.980
9	0	53.6	0.000	0.00716	0.955	0.987
10	0	58.9	0.000	0.00465	0.955	0.991
11	27	64.2	0.0230	0.00301	0.978	0.994
12	0	69.4	0.000	0.00196	0.978	0.996
13	0	74.7	0.000	0.00127	0.978	0.998
14	0	80.0	0.000	0.000824	0.978	0.998
15	15	85.2	0.0128	0.000534	0.991	0.999
16	0	90.5	0.000	0.000347	0.991	0.999
17	1	95.8	0.000853	0.000225	0.991	1.00
18	0	101.	0.000	0.000146	0.991	1.00
19	0	106.	0.000	9.47e-005	0.991	1.00
20	0	112.	0.000	6.15e-005	0.991	1.00
21	1	117.	0.000853	3.99e-005	0.992	1.00
22	6	122.	0.00512	2.59e-005	0.997	1.00
23	0	127.	0.000	1.68e-005	0.997	1.00
24	0	133.	0.000	1.09e-005	0.997	1.00
25	1	138.	0.000853	7.07e-006	0.998	1.00
26	0	143.	0.000	4.59e-006	0.998	1.00
27	0	148.	0.000	2.98e-006	0.998	1.00
28	1	154.	0.000853	1.93e-006	0.999	1.00
29	0	159.	0.000	1.25e-006	0.999	1.00
30	0	164.	0.000	8.13e-007	0.999	1.00
31	0	169.	0.000	5.28e-007	0.999	1.00
32	0	175.	0.000	3.42e-007	0.999	1.00
33	1	180.	0.000853	2.22e-007	1.00	1.00

Sistemin servis sürecini modellemede kullanılacak verilerin en önemlisi, müşterilerin spor aletlerinde çalışma süreleridir. Bilindiği gibi cihazlarda süre ön

değeri olarak 20 dakika girilmiştir. Fakat müşteri isterse bunu azaltıp çoğaltabilmektedir. Ayrıca spor aleti bazında da değişim bu artırma ve azaltma hareketleri farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle sistemin gerçekçi bir benzetiminin yapılabilmesi için yukarıda belirtilen spor aleti gruplarından herhangi birine gelen müşteri için gerçekleşecek süre bilinmesi gerekir. Buna göre bisiklet aletinde sabit 20 dakika kullanıldığı tespit edilmiştir. Diğer iki alet olan uzay yürüyüşü ve koşu bandı için ortak bir servis süresi araştırılmıştır.

ARENA paket programı INPUT ANALYZER modülü kullanılarak servis süreleri verilerini en iyi temsil edebilecek teorik olasılık dağılımlarını belirleme işlemleri yapılmış. Burada χ^2 test işlemlerine ilişkin aşamaların ayrıntıları verilmemiştir.

p değeri < 0,005 olmasına rağmen diğer dağılımların χ^2 hataları daha yüksek olduğundan uygun dağılım olarak Üçgen dağılımı kabul edilmiştir



Şekil 12: Servis Süresinin Dağılımı

Dağılım Özeti

Dağılım :Üçgen

Denklem :TRIA(9.5, 20, 30.5)

Kare Hatası :0.504799

Ki Kare Testi

Aralıkların Sayısı = 19

Serbestlik Derecesi = 17

Test İstatistiği = 9,14e+003

Uygun p-değeri < 0.005

Veri Özeti

Veri Sayısı = 1350

Minimum Veri Değeri = 10

Maksimum Veri Değeri = 30

Örnek Ortalaması = 20

Örnek Standart Sapması =5,1

Histogram Özeti

Histogram Aralığı = 0.95 ‘dan 30.5’e

Aralık Sayısı = 21

Tablo 5 : Servis Süresinin Ki-Kare Hataları

Fonksiyon	**Kare Hatası**
Üçgen	0,505
Poison	0,508
Normal	0,515
Beta	0,533
Düzgün (Üniform)	0,534
Erlang	0,544
Gamma	0,546
Üstel	0,549
Lognormal	0,565
Weibull	0,581

Tablo 6: Servis Süreleri

Giriş No	**Veri Kümesi Sayısı**	**x**	**Olasılık Yoğunluğu**		**Toplam Dağılım**	
			Gözlenen	**Fonksiyon**	**Gözlenen**	**Fonksiyon**
0	176	10.0	0.130	0.00454	0.130	0.00454
1	0	11.0	0.000	0.0136	0.130	0.0181
2	0	12.0	0.000	0.0227	0.130	0.0408
3	0	13.0	0.000	0.0317	0.130	0.0726
4	0	14.0	0.000	0.0408	0.130	0.113
5	0	15.0	0.000	0.0499	0.130	0.163
6	0	16.0	0.000	0.0590	0.130	0.222
7	0	17.0	0.000	0.0680	0.130	0.290
8	0	18.0	0.000	0.0771	0.130	0.367
9	0	19.0	0.000	0.0862	0.130	0.454
10	999	20.0	0.740	0.0930	0.870	0.546
11	0	21.0	0.000	0.0862	0.870	0.633
12	0	22.0	0.000	0.0771	0.870	0.710
13	0	24.0	23.0	0.000	0.0680	0.778
14	0	0.000	0.0590	0.870	0.870	0.837
15	0	25.0	0.000	0.0499	0.870	0.887
16	0	26.0	0.000	0 .0408	0.870	0.927
17	0	27.0	0.000	0.0317	0.870	0.959
18	0	28.0	0.000	0.0227	0.870	0.982

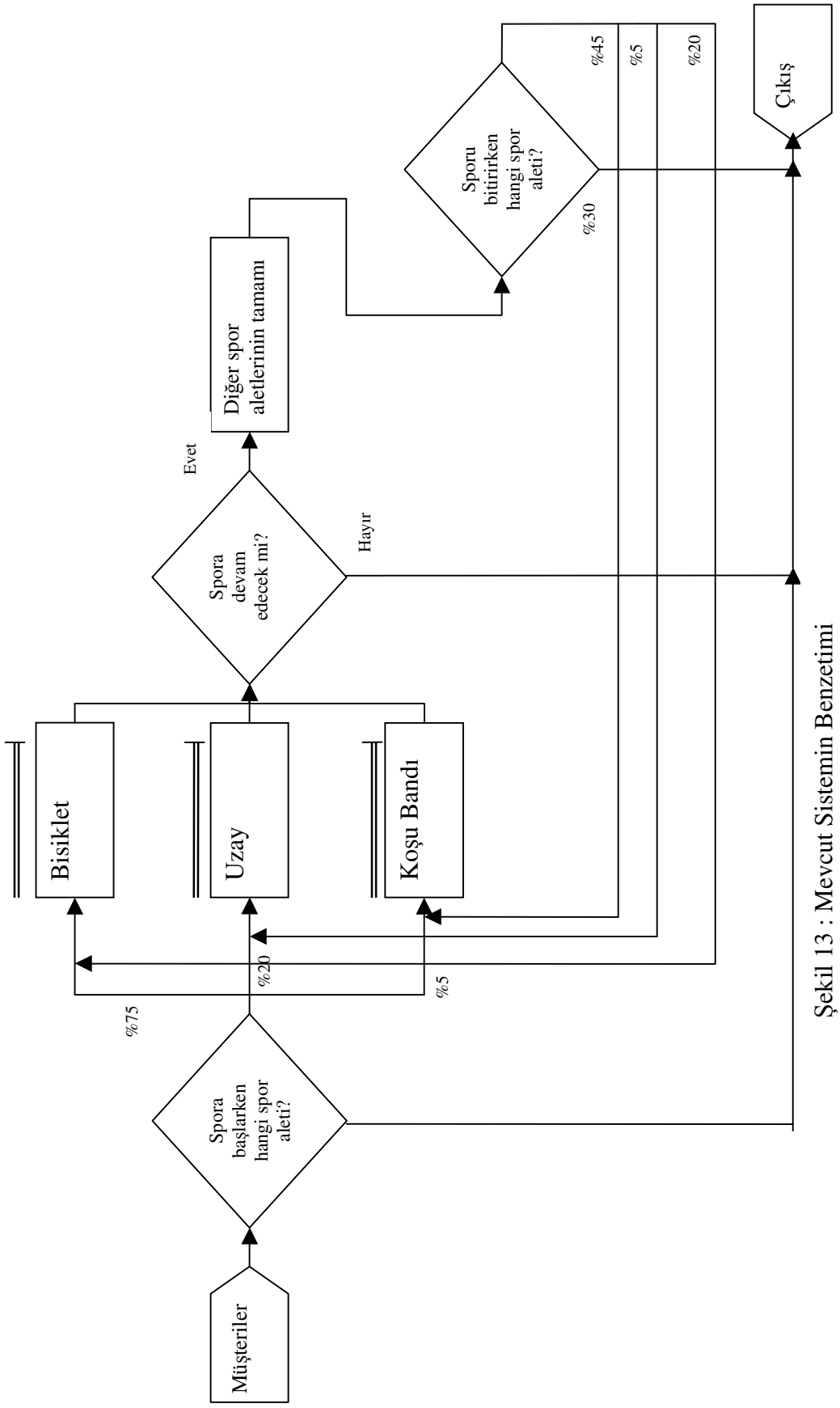
Giriş No	Veri Kümesi Sayısı	x	Olasılık Yoğunluğu		Toplam Dağılım	
			Gözlenen	Fonksiyon	Gözlenen	Fonksiyon
19	0	29. 0	0.000	0.0136	0.870	0.995
20	175	30.0	0.130	0.00454	1.00	1.00

3.3.6. Benzetim Modelin Belirlenmesi

Spor Tesisinin benzetimi önceki bölümlerde belirtilen özelliklere göre Arena Programında yaratılmıştır. Create, Decide, Process, Disposs modülleri kullanılmıştır. Kurulan benzetim modeli Şekil 13'te görüldüğü gibidir.

Benzetim modeline göre müşteriler Üstel dağılımına göre sisteme girer, ilk seçim noktasına gelirler. Bu noktada spora ısınmak için hangi spor aletini kullanacaklarını seçerler. Yapılan gözlemler sonucunda % 75 Bisiklet, %20 Uzay yürüyüşü, %5 ise koşu bandının seçildiğini göstermiştir. Bu spor aletlerindeki servis süresi ise birbirinin aynı özelliği göstermekte ve üçgen dağılıma uygun olarak benzetim yapılmaktadır.

Bu spor aletlerinin ardından müşteri ikinci karar noktasına gelir, spora devam edip etmeyeceğinin kararını verir. Bu kararın %50 olduğu gözlenmiştir. Çünkü bu karara girenler sadece ilk spor aletini kullananlar değil spor aletlerinin tekrarlı kullanımdan çıkan müşteri de olabilir. Spora devam etme kararı veren müşteriler diğer spor aletlerini kullanırlar. Bu spor aletlerinde bir kuyruk söz konusu değildir. Birbirlerini ikame edebildikleri için kuyruk oluşmamaktadır. Diğer spor aletleri ile çalışma süresinin de Üçgen dağılıma uygun olduğu gözlenmiştir. Bu aşamadan sonra müşteri tekrar bir karar noktasına gelir, burada sporunu bitirmek için hangi spor aletini seçeceğine karar verir. Gözlenen değerler; %20 Bisiklet, %5 Uzay yürüyüşü, % 45 Koşu Bandının seçildiğidir. % 30 'u ise direk spor salonunu terk etmektedir. Maliyetler spor tesisinden öğrenilerek benzetim modeline yerleştirilmiştir.



Şekil 13 : Mevcut Sistemin Benzetimi

Bekleme noktalarında ilk giren ilk çıkar kuralı uygulanır. Benzetim 11 saat baz alınarak yapılmıştır. Mevcut müşteri sayısı geliş sınır sayısı olarak tanımlanmıştır.

3.4. MODELİN SONUÇLARI

Benzetim modeli sonucunda;

Tablo 7'te görüldüğü gibi ortalama bekleme süresi en çok bisiklette gözlenmiştir (1,36 saat). Kuyruktaki kişi sayısı ise yine ortalamada 5,66 kişi ile bisiklette yoğunlaşmıştır. Bekleme maliyeti bekleme süresinin yüksekliğine paralel olarak bisiklette fazla çıkmıştır (6,79 YTL).

Tablo 7: Spor Aletlerine Göre Kuyrukta Bekleme Süreleri ve Kuyruk Uzunluğu

Kuyruk	**Bekleme Süresi (saat)**	**Kuyruktaki Kişi Sayısı**	**Bekleme Maliyeti (YTL)**
Bisiklet	1,36	5,66	6,79
Uzay Yürüyüşü	0,00	0,00	0,00
Koşu Bandı	0,12	0,14	0,58

Tablo 8: Müşterilerin Sistemde Geçirdikleri Süreler

Müşteri	**Ortalama**	**Minimum**	**Maksimum**
Katma Değerli Süre	0,8719	0,2181	4,6133
Bekleme Süresi	1,0542	0,00	2,6218
Toplam Süre	1,9261	0,2181	7,2351

Müşteri başına katma değerli süre ortalama 0,8719 saat, bekleme süresi ortalama 1,0542 saat ve toplam ortalama süre 1,9261 saat olarak belirlenmiştir (Bakınız Tablo 8).

Tablo 9 : Müşteri Başına Maliyetler

Maliyet	Ortalama	Minimum	Maksimum
Katma Değerli Maliyet	19,5745	16,1998	28,7329
Bekleme Maliyeti	55,2711	50,000	73,0663
Toplam Maliyet	74,8456	66,1998	101,80

Maliyetlerde ise ortalama katma değerli maliyet 19,5745 YTL, ortalama bekleme maliyeti 55,2711 YTL, ortalama toplam maliyet 74,8456 YTL olarak belirlenmiştir (Bakınız Tablo 9).

Tablo 10: Birim Müşterinin Spor Aletlerinde Geçirdiği Süre

Proses/Müşteri Başına Süre	Toplam Süre (saat)	Bekleme Süresi (saat)	Katma Değerli Süre (saat)
Bisiklet	1,68	1,32	0,36
Uzay Yürüyüşü	0,47	0,13	0,35
Koşu Bandı	0,37	0,00	0,37
Diğer Spor Aletleri Toplamı	0,68	0,00	0,68

Tablo10'da görüldüğü gibi bisiklette toplam süre 1,68 saat, uzay yürüyüşünde 0,47 saat, koşu bandında 0,37 saat, diğer spor aletlerinde 0,68 saattir.

Tablo 11: Müşteri Başına Spor Aletlerinin Maliyetleri

Proses/Müşteri Başına Süre	Toplam Maliyet YTL	Bekleme Maliyeti YTL	Katma Değerli Süre Maliyeti YTL
Bisiklet	8,55	6,59	1,96
Uzay Yürüyüşü	2,50	0,63	1,87

Proses/Müşteri Başına Süre	**Toplam Maliyet YTL**	**Bekleme Maliyeti YTL**	**Katma Değerli Süre Maliyeti YTL**
Koşu Bandı	2,05	0,00	2,05
Diğer Spor Aletleri Toplamı	3,39	0,00	3,39

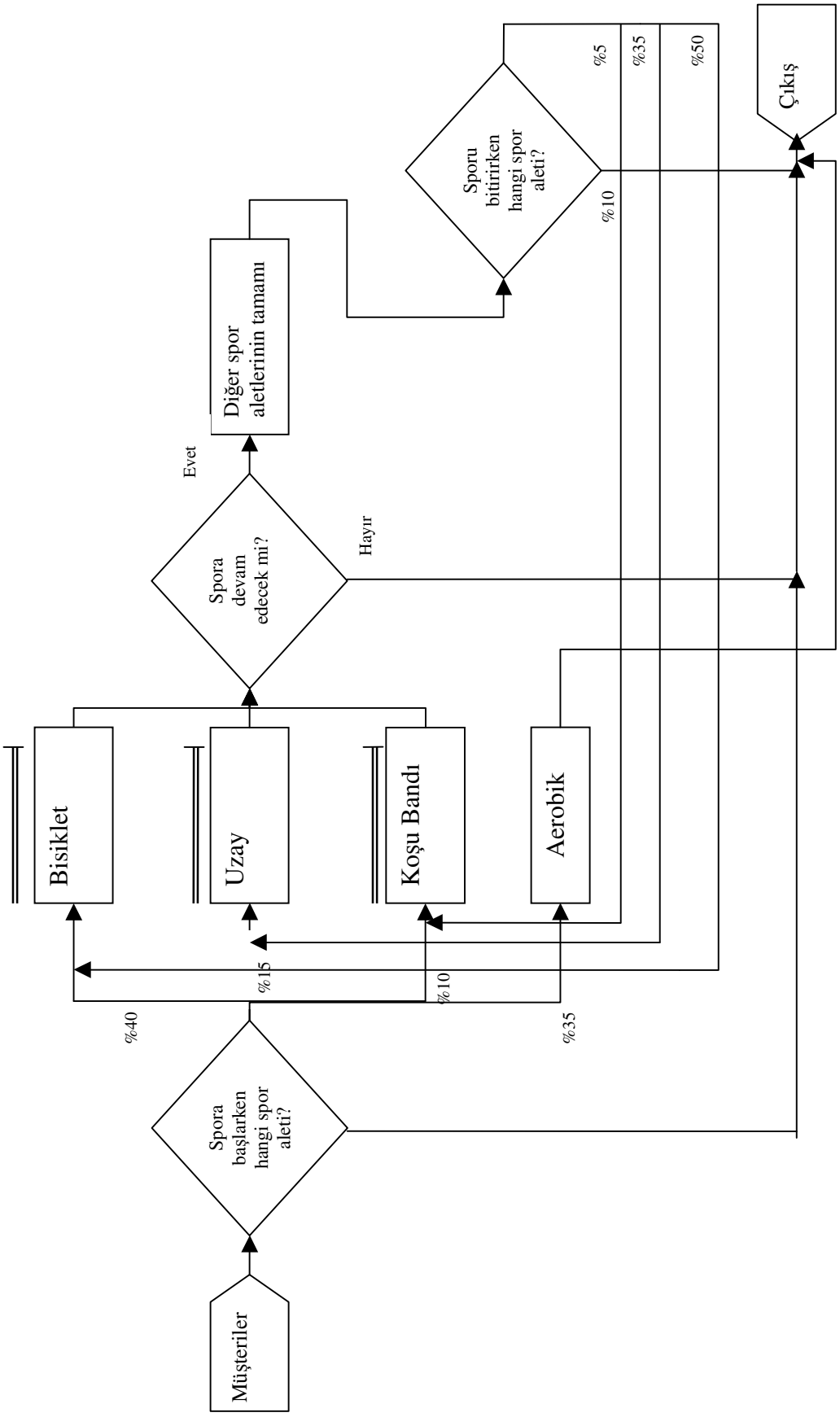
Müşteri başına maliyetler ise; bisiklette 8,55 YTL, uzay yürüyüşünde 2,50 YTL, koşu bandında 2,05 YTL, diğer spor aletlerinde 3,39 YTL'dir (Bakınız Tablo 11).

Tablo 12: Spor Aletlerinin Kullanım Oranları

Kullanım Oranları	**%**
Bisiklet	91
Uzay Yürüyüşü	39
Koşu Bandı	20

Spor aletlerin kullanım oranları Tablo 12'de görüldüğü gibi bisikletin %91, uzay yürüyüşünün %39, koşu bandının ise %20 olarak belirlenmiştir.

Yukarıdaki veriler ışığında sisteme alternatif olarak Şekil 14'teki şekilde benzetim yapılmıştır. Müşterilerin %35'i zayıflamak için geldiğinden bu kesim için aerobik dersleri düzenlenecektir. 1 saat sürecek olan bu çalışma öncesinde veya sonrasında aletli çalışmaya gerek kalmayacaktır. Çünkü zaten ısınma ve soğuma aerobik içinde gerçekleştirilmektedir. Benzetim sonuçları aşağıda verilmiştir.



Şekil 14 : Alternatif Sistemin Benzetimi

Tablo 13: Spor Aletlerine Göre Kuyrukta Bekleme Süreleri ve Kuyruk Uzunluğu (Alternatif Sistem)

Kuyruk	**Bekleme Süresi (saat)**	**Kuyruktaki Kişi Sayısı**	**Bekleme Maliyeti**
Bisiklet	0,23	0,43	1,17
Uzay Yürüyüşü	0,00	0,00	0,00
Koşu Bandı	0,00	0,00	0,00

Tablo 13'te görüldüğü gibi ortalama bekleme süresi en çok bisiklette gözlenmiştir (0,23 saat). Kuyruktaki kişi sayısı ise yine ortalamada 0,43 kişi ile bisiklette yoğunlaşmıştır. Bekleme maliyeti bekleme süresinin yüksekliğine paralel olarak bisiklette fazla çıkmıştır (1,17 YTL).

Tablo 14: Müşterilerin Sistemde Geçirdikleri Süreler (Alternatif Sistem)

Müşteri	**Ortalama**	**Minimum**	**Maksimum**
Katma Değerli Süre	0,7609	0,2332	1,9058
Bekleme Süresi	0,1297	0,00	0,9618
Toplam Süre	0,8906	0,2679	2,1525

Müşteri başına katma değerli süre ortalama 0,7609 saat, bekleme süresi ortalama 0,1297 saat ve toplam ortalama süre 0,8906 saat olarak belirlenmiştir (Bakınız Tablo 14).

Tablo 15 : Müşteri Başına Maliyetler (Alternatif Sistem)

Maliyet	**Ortalama**	**Minimum**	**Maksimum**
Katma Değerli Maliyet	13,9274	11,2824	19,8590
Bekleme Maliyeti	50,6484	50,000	54,8091
Toplam Maliyet	64,5758	61,2824	74,6681

Maliyetlerde ise ortalama katma değerli maliyet 13,9274 YTL, ortalama bekleme maliyeti 50,6484 YTL, ortalama toplam maliyet 64,5758 YTL olarak belirlenmiştir (Bakınız Tablo 15).

Tablo 16: Birim Müşterinin Spor Aletlerinde Geçirdiği Süre (Alternatif Sistem)

Proses/Müşteri Başına Süre	**Toplam Süre (saat)**	**Bekleme Süresi (saat)**	**Katma Değerli Süre (saat)**
Bisiklet	0,55	0,23	0,32
Uzay Yürüyüşü	0,30	0,00	0,30
Koşu Bandı	0,35	0,00	0,30
Diğer Spor Aletleri Toplamı	0,72	0,00	0,72
Aerobik	1,00	0,00	1,00

Tablo16'da görüldüğü gibi bisiklette toplam süre 0,55 saat, uzay yürüyüşünde 0,30 saat, koşu bandında 0,35 saat, diğer spor aletlerinde 0,72 saat, aerobikte 1 saattir.

Tablo 17: Müşteri Başına Spor Aletlerinin Maliyetleri (Alternatif Sistem)

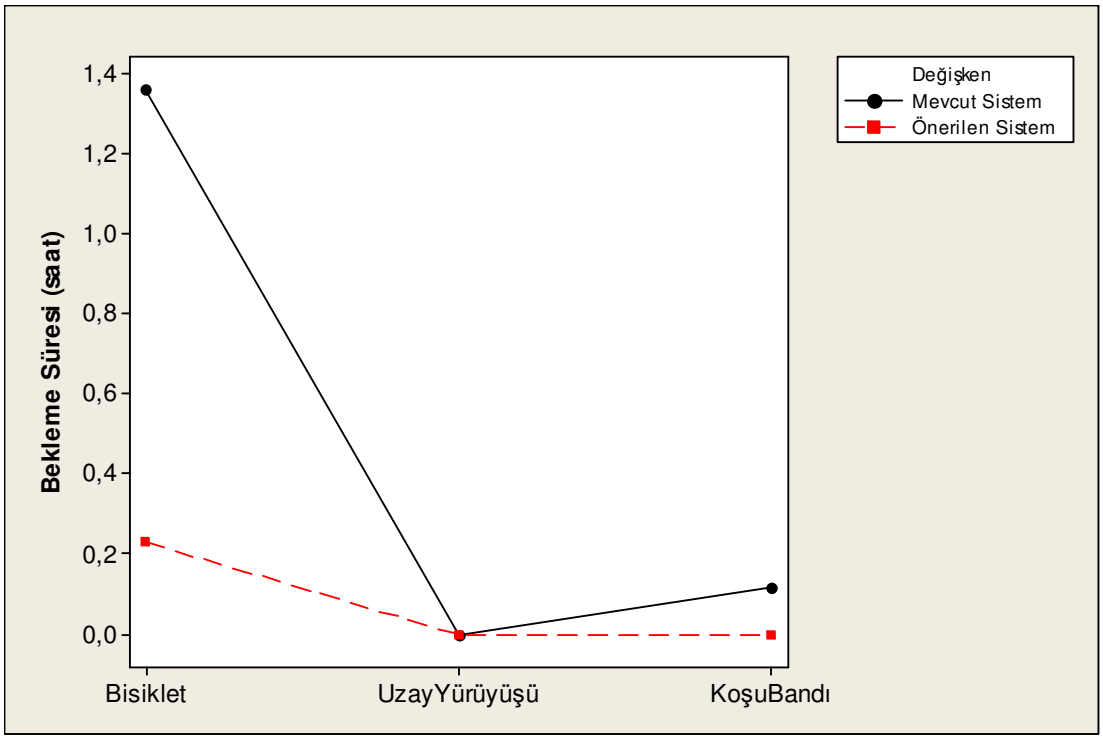
Proses/Müşteri Maliyet	**Toplam Maliyet**	**Bekleme Maliyeti**	**Katma Değerli Süre Maliyeti**
Bisiklet	2,94	1,17	1,77
Uzay Yürüyüşü	1,63	0,00	1,63
Koşu Bandı	1,95	0,00	1,95
Diğer Spor Aletleri Toplamı	3,59	0,00	3,59
Aerobik	5,00	0,00	5,00

Müşteri başına maliyetler ise; bisiklette 2,94 YTL, uzay yürüyüşünde 1,63 YTL, koşu bandında 1,95 YTL, diğer spor aletlerinde 3,59 YTL, aerobikte 5 YTL'dir (Bakınız Tablo 17).

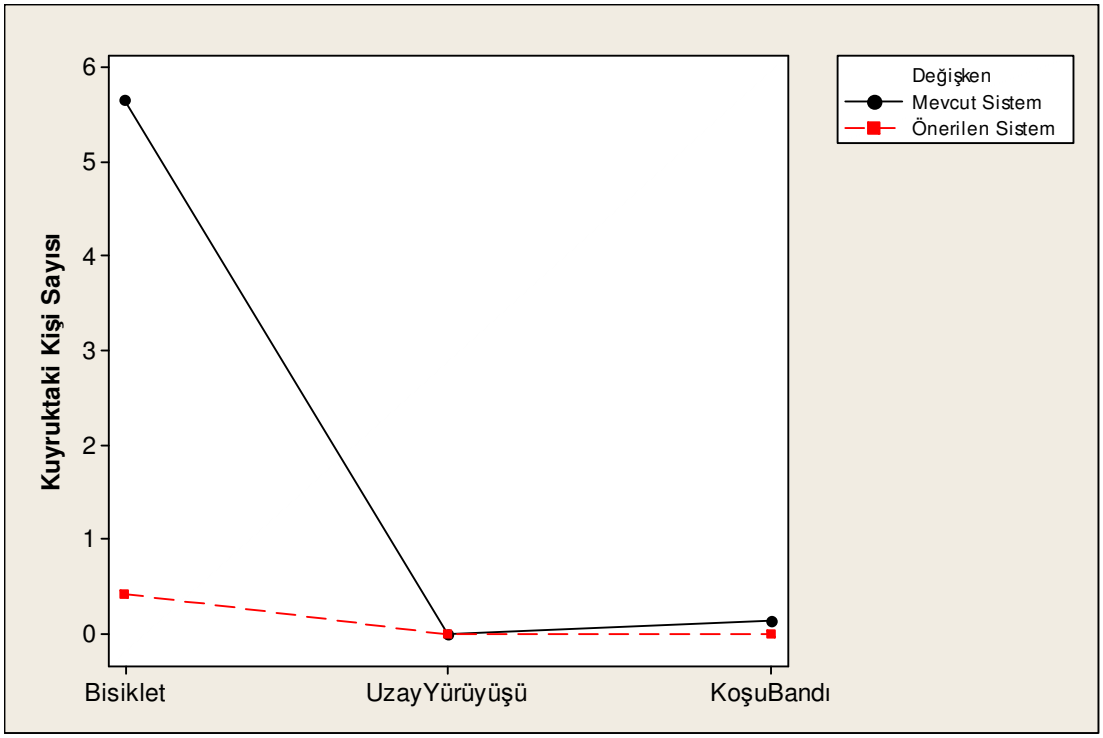
Tablo 18: Spor Aletlerinin Kullanım Oranları (Alternatif Sistem)

Kullanım Oranları	**%**
Bisiklet	58
Uzay Yürüyüşü	19
Koşu Bandı	16

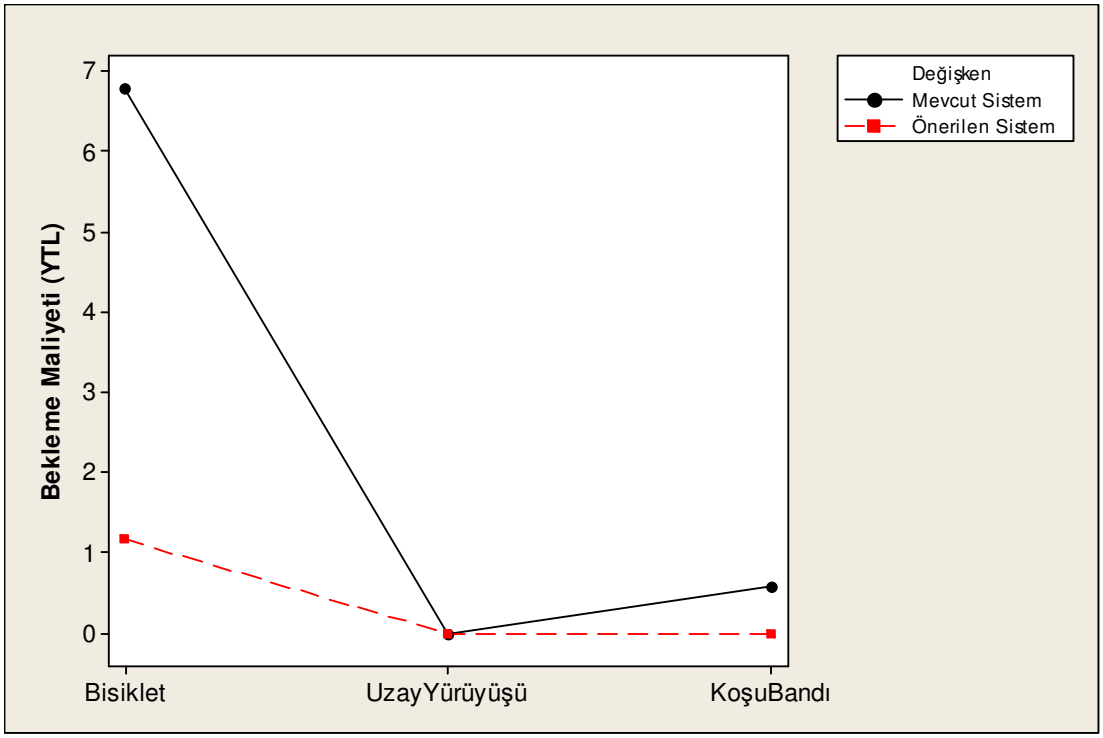
Spor aletlerin kullanım oranları Tablo 18'de görüldüğü gibi bisikletin %58, uzay yürüyüşünün %19, koşu bandının ise %16 olarak belirlenmiştir .



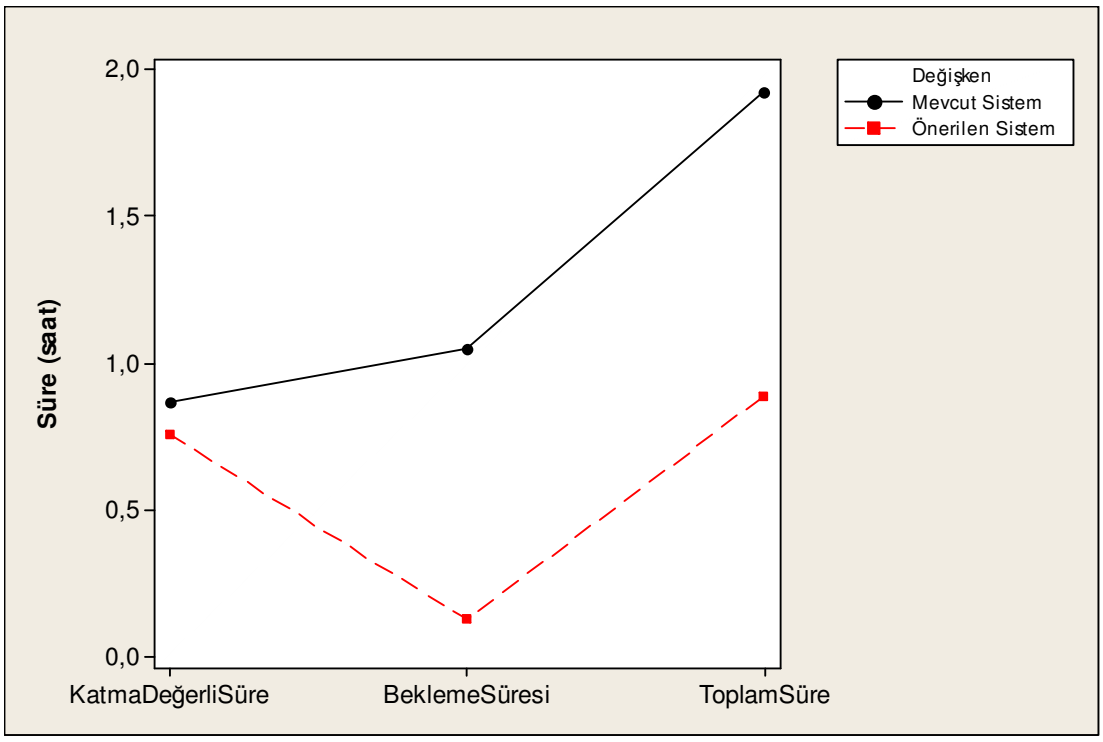
Şekil 15 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Bekleme Sürüleri Karşılaştırması



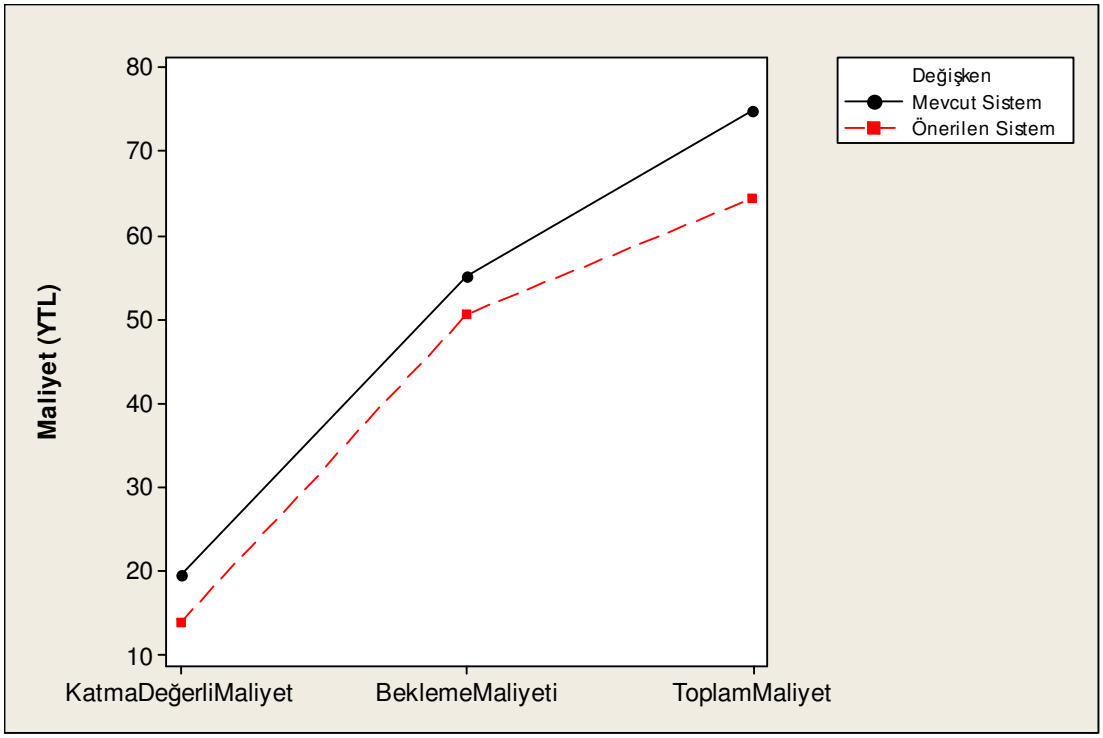
Şekil 16 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Kuyruktaki Kişi Sayısı Karşılaştırması



Şekil 17 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Bekleme Maliyeti Karşılaştırması



Şekil 18 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Müşteri Başına Toplam Sürelerin Karşılaştırması



Şekil 19 : Mevcut Sistem ve Alternatif Sistem Müşteri Başına Toplam Maliyetin Karşılaştırması

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bekleme hizmet üreten sistemlerde sürekli olarak karşılaşılan bir sorundur. Spor tesisleri günümüzde insanlar için çok önemli olan bir hizmet üretmektedirler. Bu tür işletmeciliğin hızla ilerlemesi, kuyruk modellerinin bu sektör üzerinde uygulanmasını zorunlu kılmıştır. Diğer hizmet üreten sektörlerde geliştirilen kuyruk modellerinin spor tesislerinde kullanılamamasının sebebi müşterilerin kendi kurallarına göre davranmaları, sistemin kurallarının olmayışıdır. Hangi spor aletini kullanacağını müşteri belirlemektedir. Örneğin bir bankada ise hangi gişeyi kullanacağını müşteri değil, sistem kuralları belirlemektedir.

Uygulama yapılan spor tesisi bir kuyruk sistemi olarak ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Öncelikle mevcut durum analiz edilmiş ve sistem hakkında bir görüş oluşmasını sağlayacak süreç parametreleri hesaplanmıştır. Sistemin karmaşık olması sebebiyle analitik yöntem yerine benzetim yöntemi ile kuyruk modeli geliştirilmiştir. Model sonuçlarına göre kullanım oranının özellikle bisiklette çok yüksek olduğu görülmüştür. Kuyrukta bekleyen müşteri sayısı ve olasılık değerleri oldukça büyük değerlerdir. Müşterilerin geliş sayılarına bir sınırlama getirilmemesi, tüm müşterilerin aynı anda spor tesisine gelme riskini arttırmakta, bu da oluşan kuyruğun uzamasına sebep olmaktadır.

Bu durumda mevcut durumun yeterli olmadığını söyleyememekle birlikte yönetimsel bir problem olduğu söylenebilir. Kapasite artırımına gidilme kararı alınırsa yeni birimlerin sisteme ilave edilme maliyetleri de benzetime dahil edilmesi uygun olacaktır.

Kuyruk sorununun incelenmesi ve servis kapasitesinin kanal sayısı açısından optimal bir biçimde düzenlenmesi amacıyla geliştirilen modelin amacına uygun bir biçimde kullanılabilmesi için gerekli istatistiksel verilerin sağlanması zorunludur. Müşterilerin hangi spor aletlerini kullanacakları ile ilgili yönlendirmenin doğru yapılması kuyruk oluşumunu oldukça azaltacaktır. İkinci benzetim uygulamasında

görüldüğü gibi zayıflamak için gelenleri aerobik derslerine yöneltmekle hem kuyruk problemi çözülecek, hem de kapasite verimli bir şekilde kullanılmış olacaktır.

Spor tesisine gelen müşterilerin ihtiyaç duydukları spor aletlerine göre her gün tesisin yöneticisi tarafından gruplama yapılarak, spor tesisindeki aletler için ortalama günlük, haftalık, aylık, üç aylık ve yıllık müşteri sayıları tespit edilmelidir. Bunun yanı sıra gelen müşteri sayısı, bunların aylık ve mevsimlik hatta haftaiçi/haftasonu dalgalanmaları ile müşterilerin toplam spor yapma süreleri saptanarak verilen hizmetle ilgili standart zamanlar hesaplanmalıdır. Bu şekilde belli üyelik şekilleri oluşturularak hem karlılık arttırılabilir, hem de kapasite doğru kullanılmış olur.

Bu çalışmada veri toplama süresi yaz mevsimi ile sınırlıdır. Verilerin daha uzun süreli toplanarak mevsimsel değişimlerin de göz önünde tutulmasında fayda olacaktır.

Uzun süreli toplanan verilerle, müşteri özellikleri bazında kullanacakları spor aleti konusunda bir standartlaşma oluşturulabilirse model daha da ileri götürülerek yeni kurulacak bir spor işletmesinde hedef müşteri kitlesine göre yatırım yapılacak spor aleti sayısı benzetimle elde edilebilir.

KAYNAKÇA

Ackoff, R ve Maurice, W. (1968). *Fundamentals of Operations Research*. New York: John Wiley and Sons Inc.

Ağırdır, M., L., (1999), *Kuyruk Teorisi Analizi ve Sinyalize Kavşaklarda Yeni Bir Model Denemesi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Akalın, S. (1979). *Yöneylem Araştırması.* Bornova: Ege Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayını.

Akdeniz, S. (2004),*Özel Spor Merkezlerinde Hizmet Kavramının Önemi ve Müşteri Memnuniyetine Yönelik Bir Uygulama,* Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir

Argan, M.(2001), *Spor Pazarlamasında Sponsorluk Futbol Branşında Sponsorluk Yapan Kuruluşlara İlişkin Bir Araştırma*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir.

Argan, M., Katırcı, H. (2002), *Spor Pazarlaması,*. Ankara, Nobel Yayınları.

Bahçeci, M., (1990), *Hizmet Üreten Sistemlerde Kapasite Planlaması ve Kuyruk Modelleri: OYAK-Ordu Pazarlarında Bir Uygulama*, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Banks, J and Carson, J. S. (1984). *Discerete-Event System Simulation*, London: Prentice Inc.

Bodur, G., (1992) , *Boğaz Köprüsü Gişelerde Kuyruklarının İncelenmesi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Church, I., Newman A. J.(2000), "*Using simulations in the optimisation of fast food service delivery"* , İngiltere, British Food Journal Volume 102 Number 5/6.

Çatı, K., (1996), *Hizmet Sunan Sistemlerden Kuyruk Teorisi ile Kapasite Planlaması ve Sivas SSK Hastanesinde Bir Uygulama*, Cumhuriyet Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Çelik, M., F., (1994), *Hizmet Üreten Sistemler ve Bekleme Hattı (Kuyruk) Modelinin Bankacılık Sistemlerine Uygulanması ve Analizi*, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Daniel, L. A., Paul, R. J., Hedley A. J., (1996), "*Management of queues in out-patient departments: the use of computer simulation*", Journal of Management in Medicine, Volume: 10 Number: 6.

Demircioğlu, M., (2003), *Bekleme Hattı Modellerindeki Servis Kanalları için En Uygun Bakım Stratejileri ve Bir Uygulama*, Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Durmaz, F., (1997), *Bakım-Onarım Sistemi ve Bir Uygulama*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Durrande *A.* (1999), "*Waiting for service: ten years of empirical research*", Fransa, International Journal of Service Industry Management Volume 10 Number 2.

Elmas, O., (2001), *Trabzon Limanı'nın Bilgisayar Destekli Benzetim Analizi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Erdin, H. (1979). *Sonsuz Kaynaklı ve Tek Kanallı Bekleme Hattı Sitemlerindeki İki Modelin İlişkisi.* Anadolu Üniversitesi Doktora Tezi

Erdoğmuş, Ş. (1994). *Kesikli Olay Sistem Simülasyonu ve Bir Tekstil Fabrikası Tamir-Bakım Bölümüne Uygulama Denemesi*. Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi Doktora Tezi.

Erşen, A. (2000). *Kuyruk Modelleri Analizi ve Bir Uygulama.* Anadolu Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi.

Es, S. (1994), *Bekleme Hattı Problemlerinin Siman Simülasyon Dili Kullanılarak Çözümü Haydarpaşa Limanı İçin Bir Uygulama*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi.

Gökdağ, M. (1996), *Sinyalize Kavşaklarda Meydana Gelen Taşıt Gecikmelerinin Benzetim Modellemesi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Griffin, W., C. (1978). *Queueing; Basic Teory and Aplications*. Ohio: Grid Inc.

Günday, A., H. (2000), *Hizmet Üreten Sistemlerde Bekleme Hattı (Kuyruk) Modelinin Bir Tamir Fabrikasında Uygulaması*, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Halaç, O. (1982 ve 1998). *İşletmelerde Simülasyon Teknikleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayını.

Hillier, F. (1974). *Operations Research, Second Edition*. San Francisco: Holden Day Inc.

Huarng F., Lee M. H. (1996) , "*Using Simulation In Out-Patient Queues: A Case Study*" Tayvan, International Journal of Health Care Quality Assurance Volume 9 Number 6.

Ittig, P. T. (2002), "*The Real Cost Of Making Customers Wait"*, International Journal of Service Industry Management, Volume: 13 Number: 3.

İzgi, M. (1984). *Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampusü Öğrenci Kafeteryasında Karşılaşılan Kuyruk ve Servis Kapasitesi Sorunları*. Anadolu Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.

Karasüleymanoğlu, A.(1992), *Yeni Boyutlarıyla Spor*, Ankara, Tamer Ofset.

Karayalçın, İlhami İ. (1979). *Harekat araştırması-Yöneylem Araştırması, İşletme Faaliyetlerinin Yönetimi ve Kontrolü için Kantitatif Yöntemler,* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.

Kılcıgil, E. (1998), *Sosyal Çevre Ve Spor İlişkileri (Teori ve Elit Sporculara Yönelik Bir Uygulama)*, Ankara, Bağırgan Yayınevi.

Kosten, L. (1973), *Stochastic Theory of Service Systems*, Oxford, Pergoman Pres.

Law, A. M. And Kelton W. D. (1991). *Simulation Modelling and Analysis, Second Edition*, New York: Mc Graw-Hill Inc.

Lewis, P. A. W. and Orav, E. J. (1989). *Simulation Methodology for Statictícians, Operations Analysts and Engineers*, Volume1, California: Wadsworth Inc.

Memiş, U. A. (2002), *Spor Tesislerinde Müşteri Memnuniyeti*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi Yayınları.

Mete,M., (1991), *Selçuk Üniversitesi Eğitim –Araştırma Hastanesi İç Hastalıkları ve Genel Cerrahi Servislerinde Benzetim Yaklaşımıyla Bir Kuyruk Modeli Uygulaması,* Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Mızrak, O., (2003), *Özel Spor İşletmelerinde İş Tatmininin İşgücü Devrine Etkisi (Ankara Örneği)*,Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Morse, Philip M. (1961). *Queues, Inventories and Maintenence*. New York: John Wiley and Sons Inc.

Öztaş, A. (1983). *Ladinde Büyüme ve Gelişmenin Bir Benzetim Modeli, Yöneylem Araştırması 8. Ulusal Kongresi*, Ankara: ODTÜ.

Öztürk, A. (2004). *Yöneylem Araştırması*. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi.

Payne, J. A. (1982). *Introduction to Simulation*, New York: Mc Graw-Hill Inc.

Pidd, M. (1984). *Computer Simulation in Management Science*. New York: John Wiley and Sons Inc.

Pritsker, B. A. (1986). *Introduction to Simulation and Slam II, Third Edition*, New York: John Wiley and Sons.

Proctor,R.A. (1994), "*Queues and the Power of Simulation: Helping with Business Decisions and Problems",* Management Decision; Volume 32 No. 1.

Sarıaslan, H. (1986). Sıra *Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniği*. Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları.

Seven, N., (2003), *Spor'a Yönelmede Sosyal Ekonomik Seviyelerin Belirlenmesi*, Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Sevgir, G., (2000), *Sıra Bekleme Sitemlerinde Benzetim Tekniği ve Yaklaşımı ve Hastane Uygulaması*, Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Shannon, R. E. (1975). *Stystem Simulation: The Art and Science*, London: Prentice-Hall Inc.

Sheu, C, McHaney, R., Babbar S. (2003), "*Service Process Design Flexibility And Customer Waiting Time*", International Journal of Operations & Production Management, Volume: 23 Number: 8.

Siddharthan K, Jones W. J., Johnson J. A. *(1996), "A Priority Queuing Model To Reduce Waiting Times İn Emergency Care*", Amerika, International Journal of Health Care Quality Assurance Volume 9 Number 5.

Şahinli, H. (2003), *Bekleme Hattı Modelleri ve Benzetim ile Bir Bakım Onarım Sistemi Uygulaması*, Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Taha, H. A. (1976). *Operations Research an Introduction, Second Edition*. New York:Macmillian Publishing Co. Inc.

Taha, H. A. (2000). *Yöneylem Araştırması, 6. Basım (Çeviren ve Uyarlayanlar: Ş. Alp Baray, Şakir Esnaf)*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Turan, E., (1994), *Kuyruk Teorisi Modelleri ve Trabzon Limanı'nda bir Uygulama*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Ulucan, A. (2004). *Yöneylem Araştırması, İşletmecilik Uygulamalı/Bilgisayar destekli Modelleme*. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Yılmaz, Z., A., (1997), *Kuyruk Modelleri ve Ensütriyel Sistemlerde Bir Uygulama*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

EK 1

SPOR SALONUNDAKİ SPOR ALETLERİ

5 adet yatay bisiklet	3 adet dikey bisiklet
5 adet koşu bandı	4 adet uzay yürüyüşü
2 adet mekik crunch	2 adet mekik romanchair
2 adet step	1 adet twist
2 adet kürek	1 adet legpress
1 adet hackscuat	1 adet deeps
1 adet abductur	1 adet adduktur
1 adet guteus	1 adet scuat
1 adet legextation	1 adet legcrull
1 adet smitmachine	1 adet cablecross
1 adet high pull	1 adet push pull
1 adet chesspress	1 adet sholder pres
1 adet long pull	1 adet t bar
1 adet kalf machine	1 adet oturarak kalf machine
1 adet deak life sehpası	1 adet eak life sehpası
1 adet bench pres sehpası	1 adet scote crull
1 adet polaris (butterfly)	1 adet barfix sehpası
Çok sayıda dumble setleri TOPLAM 51 Cihaz ve ağırlıklar	

EK 2: Category by Replication (Mevcut Sistem)

Replications: 1

spor salonu

Replication 1

Start Time: 0,00 Stop Time: 11,00 Time Units: Hours

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0.8719	(Insufficient)	0.2181	2.6218

NVA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0

Wait Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	1.0542	(Insufficient)	0	4.6133

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0

Other Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0

Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	1.9261	(Insufficient)	0.2181	7.2351

Cost

VA Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	19.5745	(Insufficient)	16.1998	28.7329

NVA Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum

musteri	10.0000	(Insufficient)	10.0000	10.0000
Wait Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	55.2711	(Insufficient)	50.0000	73.0663
Transfer Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0
Other Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0
Total Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	84.8456	(Insufficient)	76.1998	111.80

Other

Number In	Value
musteri	47
Number Out	Value
musteri	29

WIP	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	8.9438	(Insufficient)	0	21.0000

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet	0.3569	(Insufficient)	0.1832	0.4834
diger spor aletlerinin tamami	0.6786	(Insufficient)	0.5073	0.8961
Kosu Bandi	0.3730	(Insufficient)	0.2887	0.4567
Uzay	0.3465	(Insufficient)	0.2683	0.4507

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet	1.3183	(Insufficient)	0	2.8936
Kosu Bandi	0	(Insufficient)	0	0
Uzay	0.1250	(Insufficient)	0	0.5007

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet	1.6752	(Insufficient)	0.2181	3.1789
diger spor aletlerinin tamami	0.6786	(Insufficient)	0.5073	0.8961
Kosu Bandi	0.3730	(Insufficient)	0.2887	0.4567
Uzay	0.4715	(Insufficient)	0.2683	0.8149

Accumulated Time

Accum VA Time	Value
Bisiklet	9.9931
diger spor aletlerinin tamami	17.6425
Kosu Bandi	2.2377
Uzay	4.1579

Accum Wait Time	Value
Bisiklet	36.9131
Kosu Bandi	0
Uzay	1.5001

Total Accum Time	Value
Bisiklet	46.9063
diger spor aletlerinin tamami	17.6425
Kosu Bandi	2.2377
Uzay	5.6579

Cost per Entity

VA Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet	1.9629	(Insufficient)	1.0076	2.6584
diger spor aletlerinin tamami	3.3928	(Insufficient)	2.5366	4.4803
Kosu Bandi	2.0512	(Insufficient)	1.5881	2.5119
Uzay	1.8710	(Insufficient)	1.4491	2.4337

Wait Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet	6.5916	(Insufficient)	0	14.4679
Kosu Bandi	0	(Insufficient)	0	0
Uzay	0.6250	(Insufficient)	0	2.5037

Total Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet	8.5546	(Insufficient)	1.1998	16.0371
diger spor aletlerinin tamami	3.3928	(Insufficient)	2.5366	4.4803
Kosu Bandi	2.0512	(Insufficient)	1.5881	2.5119
Uzay	2.4961	(Insufficient)	1.4491	4.2000

Accumulated Cost

Accum VA Cost	Value
Bisiklet	54.9622
diger spor aletlerinin tamami	88.2126
Kosu Bandi	12.3075
Uzay	22.4525

Accum Wait Cost	Value
Bisiklet	184.57
Kosu Bandi	0
Uzay	7.5003

Total Accum Cost	Value

Bisiklet	239.53
diger spor aletlerinin tamami	88.2126
Kosu Bandi	12.3075
Uzay	29.9528

Other

Number In	Value
Bisiklet	44
diger spor aletlerinin tamami	27
Kosu Bandi	6
Uzay	13

Number Out	Value
Bisiklet	28
diger spor aletlerinin tamami	26
Kosu Bandi	6
Uzay	12

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet.Queue	1.3572	(Insufficient)	0	2.8936
Kosu Bandi.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Uzay.Queue	0.1154	(Insufficient)	0	0.5007

Cost

Waiting Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum

Bisiklet.Queue	6.7861	(Insufficient)	0	14.4679
Kosu Bandi.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Uzay.Queue	0.5769	(Insufficient)	0	2.5037

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet.Queue	5.6554	(Insufficient)	0	17.0000
Kosu Bandi.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Uzay.Queue	0.1364	(Insufficient)	0	2.0000

Resource

Cost

Busy Cost	Value
Bisiklet 1	0.9993
Bisiklet 2	0.9993
Bisiklet 3	0.9993
Bisiklet 4	0.9993
Bisiklet 5	0.9993
Kosu bandi 1	0.2238
Kosu Bandi 2	0.2238
Kosu Bandi 3	0.2238
Kosu Bandi 4	0.2238
Kosu Bandi 5	0.2238
Uzay 1	0.4158
Uzay 2	0.4158
Uzay 3	0.4158
Uzay 4	0.4158

Idle Cost	Value
Bisiklet 1	0.04869420
Bisiklet 2	0.04869420
Bisiklet 3	0.04869420

Bisiklet 4	0.04869420
Bisiklet 5	0.04869420
Kosu bandi 1	0.4381
Kosu Bandi 2	0.4381
Kosu Bandi 3	0.4381
Kosu Bandi 4	0.4381
Kosu Bandi 5	0.4381
Uzay 1	0.3331
Uzay 2	0.3331
Uzay 3	0.3331
Uzay 4	0.3331

Usage Cost	Value
Bisiklet 1	0
Bisiklet 2	0
Bisiklet 3	0
Bisiklet 4	0
Bisiklet 5	0
Kosu bandi 1	0
Kosu Bandi 2	0
Kosu Bandi 3	0
Kosu Bandi 4	0
Kosu Bandi 5	0
Uzay 1	0
Uzay 2	0
Uzay 3	0
Uzay 4	0

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet 1	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 2	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 3	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000

Bisiklet 4	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 5	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu bandi 1	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 2	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 3	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 4	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 5	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 1	0.3944	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 2	0.3944	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 3	0.3944	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 4	0.3944	(Insufficient)	0	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet 1	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 2	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 3	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 4	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 5	0.9115	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu bandi 1	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 2	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 3	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 4	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 5	0.2034	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 1	0.3944	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 2	0.3944	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 3	0.3944	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 4	0.3944	(Insufficient)	0	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

Bisiklet 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu bandi 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu Bandi 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu Bandi 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu Bandi 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu Bandi 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Uzay 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Uzay 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Uzay 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Uzay 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

Scheduled Utilization	Value
Bisiklet 1	0.9115
Bisiklet 2	0.9115
Bisiklet 3	0.9115
Bisiklet 4	0.9115
Bisiklet 5	0.9115
Kosu bandi 1	0.2034
Kosu Bandi 2	0.2034
Kosu Bandi 3	0.2034
Kosu Bandi 4	0.2034
Kosu Bandi 5	0.2034
Uzay 1	0.3944
Uzay 2	0.3944
Uzay 3	0.3944
Uzay 4	0.3944

Total Number Seized	Value
Bisiklet 1	29.0000
Bisiklet 2	29.0000
Bisiklet 3	29.0000
Bisiklet 4	29.0000
Bisiklet 5	29.0000

Kosu bandi 1	6.0000
Kosu Bandi 2	6.0000
Kosu Bandi 3	6.0000
Kosu Bandi 4	6.0000
Kosu Bandi 5	6.0000
Uzay 1	13.0000
Uzay 2	13.0000
Uzay 3	13.0000
Uzay 4	13.0000

System

Cost

VA Cost	Value
All Entities	177.93

NVA Cost	Value
All Entities	0

Wait Cost	Value
All Entities	204.30

Other Cost	Value
All Entities	0

Total Cost	Value
All Entities	382.23
All Resources	11.5450
System	386.00

Busy Cost	Value
All Resources	7.7786

Idle Cost	Value

All Resources	3.7664

Tran Cost	Value

All Entities	0

Usage Cost	Value

All Resources	0

Other

Number Out	Value

System	29

EK 3: Category by Replication (Alternatif Sistem)

Replications:1

spor salonu

Replication 1

Start Time: 0,00 Stop Time: 11,00 Time Units: Hours

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0.7609	(Insufficient)	0.2332	1.9058

NVA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0

Wait Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0.1297	(Insufficient)	0	0.9618

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0

Other Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0

Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0.8906	(Insufficient)	0.2679	2.1525

Cost

VA Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	13.9274	(Insufficient)	11.2824	19.8590

NVA Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	15.0000	(Insufficient)	15.0000	15.0000

Wait Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	50.6484	(Insufficient)	50.0000	54.8091

Transfer Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0

Other Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	0	(Insufficient)	0	0

Total Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	79.5758	(Insufficient)	76.4737	86.0311

Other

Number In	Value
musteri	38

Number Out	Value
musteri	36

WIP	Average	Half Width	Minimum	Maximum
musteri	3.1613	(Insufficient)	0	9.0000

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Aerobik	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet	0.3210	(Insufficient)	0.1721	0.4833
diger spor aletlerinin tamami	0.7184	(Insufficient)	0.5466	0.9624
Kosu Bandi	0.3544	(Insufficient)	0.2730	0.4179
Uzay	0.3013	(Insufficient)	0.2135	0.3399

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet	0.2340	(Insufficient)	0	0.9618
Kosu Bandi	0	(Insufficient)	0	0
Uzay	0	(Insufficient)	0	0

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Aerobik	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet	0.5549	(Insufficient)	0.2181	1.2571
diger spor aletlerinin tamami	0.7184	(Insufficient)	0.5466	0.9624
Kosu Bandi	0.3544	(Insufficient)	0.2730	0.4179
Uzay	0.3013	(Insufficient)	0.2135	0.3399

Accumulated Time

Accum VA Time	Value
Aerobik	13.0000
Bisiklet	6.4194
diger spor aletlerinin tamami	5.7473
Kosu Bandi	2.1264
Uzay	1.8079

Accum Wait Time	Value
Bisiklet	4.6791
Kosu Bandi	0
Uzay	0

Total Accum Time	Value
Aerobik	13.0000
Bisiklet	11.0984
diger spor aletlerinin tamami	5.7473

Kosu Bandi	2.1264			
Uzay	1.8079			

Cost per Entity

VA Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Aerobik	5.0000	(Insufficient)	5.0000	5.0000
Bisiklet	1.7653	(Insufficient)	0.9466	2.6579
diger spor aletlerinin tamami	3.5920	(Insufficient)	2.7329	4.8121
Kosu Bandi	1.9492	(Insufficient)	1.5013	2.2982
Uzay	1.6271	(Insufficient)	1.1527	1.8353

Wait Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet	1.1698	(Insufficient)	0	4.8091
Kosu Bandi	0	(Insufficient)	0	0
Uzay	0	(Insufficient)	0	0

Total Cost Per Entity	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Aerobik	5.0000	(Insufficient)	5.0000	5.0000
Bisiklet	2.9351	(Insufficient)	1.1998	6.4405
diger spor aletlerinin tamami	3.5920	(Insufficient)	2.7329	4.8121
Kosu Bandi	1.9492	(Insufficient)	1.5013	2.2982
Uzay	1.6271	(Insufficient)	1.1527	1.8353

Accumulated Cost

Accum VA Cost	Value
Aerobik	65.0000
Bisiklet	35.3065
diger spor aletlerinin tamami	28.7363
Kosu Bandi	11.6954
Uzay	9.7628

Accum Wait Cost	Value
Bisiklet	23.3953
Kosu Bandi	0
Uzay	0

Total Accum Cost	Value
Aerobik	65.0000
Bisiklet	58.7018
diger spor aletlerinin tamami	28.7363
Kosu Bandi	11.6954
Uzay	9.7628

Other

Number In	Value
Aerobik	13
Bisiklet	20
diger spor aletlerinin tamami	10
Kosu Bandi	6
Uzay	6

Number Out	Value
Aerobik	13
Bisiklet	20
diger spor aletlerinin tamami	8
Kosu Bandi	6
Uzay	6

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet.Queue	0.2340	(Insufficient)	0	0.9618
Kosu Bandi.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Uzay.Queue	0	(Insufficient)	0	0

Cost

Waiting Cost	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet.Queue	1.1698	(Insufficient)	0	4.8091
Kosu Bandi.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Uzay.Queue	0	(Insufficient)	0	0

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet.Queue	0.4254	(Insufficient)	0	4.0000
Kosu Bandi.Queue	0	(Insufficient)	0	0
Uzay.Queue	0	(Insufficient)	0	0

Resource

Cost

Busy Cost	Value
Bisiklet 1	0.6419
Bisiklet 2	0.6419
Bisiklet 3	0.6419
Bisiklet 4	0.6419
Bisiklet 5	0.6419
Kosu bandi 1	0.2126
Kosu Bandi 2	0.2126
Kosu Bandi 3	0.2126
Kosu Bandi 4	0.2126
Kosu Bandi 5	0.2126

Uzay 1	0.1808
Uzay 2	0.1808
Uzay 3	0.1808
Uzay 4	0.1808

Idle Cost	Value
Bisiklet 1	0.2290
Bisiklet 2	0.2290
Bisiklet 3	0.2290
Bisiklet 4	0.2290
Bisiklet 5	0.2290
Kosu bandi 1	0.4437
Kosu Bandi 2	0.4437
Kosu Bandi 3	0.4437
Kosu Bandi 4	0.4437
Kosu Bandi 5	0.4437
Uzay 1	0.4596
Uzay 2	0.4596
Uzay 3	0.4596
Uzay 4	0.4596

Usage Cost	Value
Bisiklet 1	0
Bisiklet 2	0
Bisiklet 3	0
Bisiklet 4	0
Bisiklet 5	0
Kosu bandi 1	0
Kosu Bandi 2	0
Kosu Bandi 3	0
Kosu Bandi 4	0
Kosu Bandi 5	0
Uzay 1	0

Uzay 2	0
Uzay 3	0
Uzay 4	0

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet 1	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 2	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 3	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 4	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 5	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu bandi 1	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 2	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 3	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 4	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 5	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 1	0.1644	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 2	0.1644	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 3	0.1644	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 4	0.1644	(Insufficient)	0	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet 1	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 2	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 3	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 4	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Bisiklet 5	0.5836	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu bandi 1	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 2	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 3	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 4	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Kosu Bandi 5	0.1933	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 1	0.1644	(Insufficient)	0	1.0000

Uzay 2	0.1644	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 3	0.1644	(Insufficient)	0	1.0000
Uzay 4	0.1644	(Insufficient)	0	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Bisiklet 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Bisiklet 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu bandi 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu Bandi 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu Bandi 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu Bandi 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Kosu Bandi 5	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Uzay 1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Uzay 2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Uzay 3	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Uzay 4	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

Scheduled Utilization	Value
Bisiklet 1	0.5836
Bisiklet 2	0.5836
Bisiklet 3	0.5836
Bisiklet 4	0.5836
Bisiklet 5	0.5836
Kosu bandi 1	0.1933
Kosu Bandi 2	0.1933
Kosu Bandi 3	0.1933
Kosu Bandi 4	0.1933
Kosu Bandi 5	0.1933
Uzay 1	0.1644
Uzay 2	0.1644

Uzay 3	0.1644
Uzay 4	0.1644

Total Number Seized	Value
Bisiklet 1	20.0000
Bisiklet 2	20.0000
Bisiklet 3	20.0000
Bisiklet 4	20.0000
Bisiklet 5	20.0000
Kosu bandi 1	6.0000
Kosu Bandi 2	6.0000
Kosu Bandi 3	6.0000
Kosu Bandi 4	6.0000
Kosu Bandi 5	6.0000
Uzay 1	6.0000
Uzay 2	6.0000
Uzay 3	6.0000
Uzay 4	6.0000

System

Cost

VA Cost	Value
All Entities	150.50

NVA Cost	Value
All Entities	0

Wait Cost	Value
All Entities	23.3953

Other Cost	Value
All Entities	0

Total Cost	Value
All Entities	173.90
All Resources	10.1980
System	179.10

Busy Cost	Value
All Resources	4.9961

Idle Cost	Value
All Resources	5.2020

Tran Cost	Value
All Entities	0

Usage Cost	Value
All Resources	0

Other

Number Out	Value
System	36