

İŞ YOĞUNLUĞU TAHMİNİ ve İŞGÜCÜ PLANLAMA: SÜPERMARKET UYGULAMASI

WORKLOAD ESTIMATION and STAFFING PLANNING: SUPERMARKET APPLICATION

Yrd.Doç.Dr.Ecir Uğur KÜÇÜKSİLLE*
Prof.Dr.İbrahim GÜNGÖR**

ÖZET

Bu çalışmada, hizmet işletmelerinde istihdam edilecek işçi sayıları ve birer saat aralıklarla haftanın hangi günlerinde kaç işçinin çalışması gerektiği araştırılmaktadır. Uygulama için öncelikle seçilen hizmet işletmesinden (IYAŞ) 47 haftalık kasa verileri alınmıştır. Bu veriler çeşitli aşamalardan geçirilerek önerilen algoritmada kullanılacak veriler elde edilmiştir. Elde edilen yeni veriler önerilen algoritmaya uygulanarak çalışması gereken toplam kasiyer sayısı ortaya konulmuştur.

ABSTRACT

In this study, it has been searched the number of workers will be employed and how many workers should work which days of the week in every one hour interval in service companies. First of all, it has taken cash desk data for 47 weeks from the chosen supermarket for this study. This data is passed to different categories for using to puposed algorithm. It has presented the needed number of total cashiers by implementing the obtained data to the advised algorithm.

Simülasyon, İşgücü Planlama, Veri İşleme
Simulation, Workforce Planning, Data Processing

GİRİŞ

Teknolojinin ve dünyanın baş döndüren bir hızla değiştiği günümüzde toplumda yaşayan bireylerin ihtiyaçları da değişmektedir. Bu durum, toplumda yaşayan bireyler için mal ve hizmet üreten işletmelerin de değişmesine ve gelişmesine neden olmaktadır. Belirtilen hızlı gelişim ortamında, işletmelerin gelişen koşullara ayak uydurmasından ve ileriye dönük kararlarının verilmesinden sorumlu olan yöneticilerin işleri

* Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elktro .Bilg. Eğt. Bölümü.

** Akdeniz Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü..

zorlaşmaktadır. Yöneticiler, bu değişim ve gelişimden dolayı ileriye yönelik kararlar alırken belirsizliklerle karşılaşmaktadırlar.

Yukarıda anlatılan durumların hepsi süpermarketler için de geçerlidir. Hizmet üreten işletmeler de değişen koşullara ayak uydurmak ve ürettikleri hizmetin kalitesini artırmak zorundadır. Bunu sağlamak da yöneticilerin görevidir.

Hizmet üreten işletmeler büyürken, karlılıklarını artırmak için sadece işçilik maliyetlerini düşürmeyi hedeflememeli aynı zamanda müşteri memnuniyetini de artırmalıdır. Müşteri memnuniyetinin azalması müşteri kaybına neden olacak bu durum da karlılığı azaltacaktır.

Müşteri memnuniyetinin artırılmasının yollarından biri de müşterilere mümkün olan en kısa sürede hizmet vermektir. Bu da eğitilmiş ve olması gereken sayıda personel çalıştırmakla mümkün olur.

Hizmetlerin etkin bir şekilde verilebilmesi için gerekli personel sayısının belirlenmesinden sorumlu olan yöneticiler çağdaş yönetim anlayışının bir gereği olarak bilim ve teknolojinin gerektirdiği yöntem ve teknikleri bilmek aynı zamanda da uygulamak zorundadırlar.

Doğru bir model kurulup elde edilen sonuçlar işletmede uygulandığı zaman, hem verilen hizmetin kalitesi artacak hem de müşteri memnuniyetinin artması sağlanacaktır.

Günümüze kadar işletmelerde çalışan personel sayılarının belirlenmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Ertay ve Ruan çalışmalarında, veri zarflama analizi kullanarak bir hücresel üretim sistemi için en etkin çalışan sayısını bulmuşlardır. Veri zarflama analizinde işçi sayısı, parti büyüklüğü transferi ve talep seviyesi giriş parametresi olarak kullanılmışlardır. İşçilerin ortalama üretim süresi ve ortalama operatör kullanımı ise çıkış parametresi olarak kullanılmıştır. Bu giriş ve çıkış verileri geliştirilen simülasyon yazılımı ile üretilmişlerdir¹.

Aardal ve Ari çalışmalarında bir üretim alanındaki işçi talebini belirlemeyi amaçlamışlardır. Getiriler ve maliyetler hakkındaki bilgiler geliştirilen doğrusal programa girdi olarak verilerek bir optimal stok seviyesi ve aynı zamanda işgücü talebi belirlenmektedir. Ayrıca bu çalışmada Benders, Dantzig–Wolfe un ayrıştırıcı metotları tartışılmış ve bu metotlarla problem yapısının nasıl kullanılacağı hakkında yorumlar yapılmıştır².

¹ ERTAY, T. ve RUAN, D., "Data Envelopment Analysis Based Decision Model For Optimal Operator Allocation in CMS", European Journal of Operational Research, 164, 2005, 800-810

² AARDAL, K. ve ARI, A., "Decomposition Principles Applied to the Dynamic Production and Work-Force Scheduling Problem", Engineering Costs and Production Economics, 12,

Atlason, Epelman ve Henderson Hizmet Sistemlerinde Simulasyon ve Düzlem Kesme Metotlarının Birleştirilmesi isimli bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Genelde minimum işçi seviyesini belirlemek için kuyruk teorisi ya da simulasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışma bu iki evrenin bütünleşebileceğini göstermektedir. Bu, hem zamanlama kısıtlarını hem de hizmet seviyelerini içeren bir formülasyon sağlamaktadır. Simülasyon, işçi çizelgesinin doğrusal olmayan bir stokastik fonksiyonudur. Önerilen metot, hizmet seviyesi fonksiyonuna tekrarlanan bir şekilde doğrusal yaklaşım oluşumunu içermektedir. Her iterasyonda hizmet seviyelerinin bir nokta tahminini yapmak için simulasyon çalıştırılır. Bazı teorik sonuçlar, hizmet seviyesi fonksiyonunun içbükeyliği gibi genel varsayımlar üzerinden elde edilir. Bu çalışmada hiçbir sayısal deney yapılmamıştır ve bu nedenle uygulanabilirliği şüphelidir³.

Borst çalışmasında çoklu kuyrukların olduğu çağrı merkezlerindeki işçi ihtiyacını hesaplamak için bir kuyruk modeli sunmuştur. Çalışmada her kuyruk ihtiyaç duyulan yetenekler ve kuyruğa giriş oranıyla tanımlanmıştır. Ayrıca her kuyruk birkaç sunucu sınıfının herhangi biri tarafından hizmet görebilmektedir. Sunucular sahip oldukları yetenekleriyle tanımlanmaktadır ve her bir sunucu müşterilerin kendi yeteneklerine göre farklı kuyruklarda hizmet görmesini sağlamaktadır. Bu tür kuyruk modelleri literatürde fazla dikkat çekmemiştir. Bununla birlikte, modern çağrı merkezi uygulamalarında, bu tür çağrı merkezi konfigürasyonlarına artan bir şekilde talep olmaktadır. Her bir sınıf sunucunun işçi ihtiyacını hesaplamak için ılımlı ve girişken bir yaklaşım sunulmuştur. Sayısal sonuçlar, önerilen metodun geçerliliğini göstermektedir⁴.

Chen ve Henderson çalışmalarında bir çağrı merkezindeki işçi sayısını hesaplamayı anlatmaktadırlar. Bu çalışmada hesaplamaları sınırlı hesaplama kaynaklarıyla yapan yaklaşımların kullanılmasına önem verilmiştir. Bununla birlikte, günden güne rastgele değişen ortalamalarla birlikte Poisson varış oranlarına sahip olmanın sonuçları tartışılmıştır⁵.

Green, Kolesar ve Soares'in çalışmalarındaki sayısal sonuçlar, işçi ihtiyacını belirlemek için yaygın şekilde kullanılan SIPP (Stationary Independent Period By Period) yaklaşımının birçok gerçek duruma uygun parametre değerlerinde hatalı olduğunu göstermek için sunulmuştur. Birkaç seçenek araştırıldıktan sonra, SIPP'in iki basit modifikasyonu önerilmekte ve geniş bir uygulanabilir alan için güvenilir işçi ihtiyacı oluşturmak için

1987, 39–49

³ ATLASON, J., EPELMAN, M. ve HENDERSON, S., "Combining Simulation and Cutting Plane Methods in Service Systems", Service and Manufacturing Grantees Conference, 2002

⁴ BORST, S., "Robust Algorithms for Sharing Agents with Multiple Skills", Technical Report, Bell Laboratories, 2001, http://www.chip.com.tr/forum/konu.asp?TOPIC_ID=23086 (01.06.2007)

⁵ CHEN, B. ve HENDERSON, S., "Two Issues in Setting Call Centre Staffing Levels", Annals of Operations Research, 2001

açıklanmaktadır⁶.

Li ve Li çalışmalarında bir sağlık kurumunda, bir çoklu yetenekli işgücü planlama problemi için çok amaçlı tamsayılı programlama formülasyonu sunmaktadırlar. Her bir görev kategorisinin talebi, randevulu ve randevusuz müşterilerin toplamından oluşmaktadır. Her görev öncelikle bir sınıf işçi tarafından gerçekleştirilmekte ancak diğer işçiler tarafından düşük verimlilikle de gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışma, işçi esnekliğinin getiri ve maliyetlerinin dengesini elde eden uygun işgücü karışımını belirlemeyi amaçlamaktadır⁷.

Elisha, Levison ve Grinshpoon çalışmalarında bölgesel veya ulusal ayaktan tedavi hizmeti veren akıl sağlığı merkezlerinde çalışması gerekli personel ihtiyacına karar vermek için bir ihtiyaç tabanlı model önermişlerdir. Makale, demografik değişkenler, işçilerin verimliliği, tahmini talep ve akıl sağlığı uzmanları arasında dağıtılan hasta başına yıllık ziyaretlere ait standartlarla ilgili hesaplama sırasını kapsayan bir çizelge programını oluşturmaktadır. Yazarlar, uzman görüşüne ve mevcut işçi örneklerine dayanan standartları kullanarak yetişkinler için yatılı olmayan akıl sağlığı hizmetlerinin ulusal planlaması için bir uygulama yapmışlardır ve daha sağlam ve deneysel temelli standartlara ihtiyaç olduğunu fark etmişlerdir. Modelin, açıkça belirtilen varsayımlar ve miktarı belirtilebilen değişkenler kullanılarak, politika oluşturma ve bütçe ayırımı konularında toplum kuruluşlarıyla değişik acenteler arasında yapıcı anlaşmalar sağlayabileceği belirtilmiştir⁸.

Lin, Lai ve Hung çalışmalarında 24 saat acil hat servisi için bütünleşik bir işgücü yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Saatlik işçi sayısı gereksinimini, hedef işsizlik oranıyla ilişkilendirmek için öncelikle ya bir regresyon ya da simülasyon modeli uygulamışlardır ve bu daha sonra karmaşık bir tamsayı programlama yaklaşımı kullanılarak günlük kıdemli ve ast olarak çalışan ihtiyaca dönüştürülmüştür. Son evrede, işçi eşitliği ve yönetim tanımlamaları üzerinde durularak aylık çizelge çıkarmak için Burns ve Carter'ın algoritmasını geliştirmişlerdir. Elle yapılan sonuçlarla kıyaslandığında önemli derecede zaman tasarrufu ve daha yüksek derecede kısıt tatmini sağlandığı görülmüştür⁹.

Aldosary çalışmasında, küçük boyutlu teknik üniversiteler için makul ve güvenilir bir tahmin modeli olan stepwise regresyon analizi

⁶ GREEN, L., KOLESAR, P. ve SOARES, J., "Improving the SIPP Approach for Staffing Service Systems that Have Cyclic Demands", *Operations Research*, 49(4), 2001,549-565

⁷ LI, N. ve LI, L., "Modeling Staffing Flexibility: A Case of China", *European Journal of Operational Research*, 124, 2000, 255-266

⁸ ELISHA, H., LEVINSON, D. ve GRINSHPOON, A., "A Need-Based Model for Determining Staffing Needs for The Public Sector Outpatient Mental Health Service System", *The Journal of Behavioral Health Services and Research*, 31(3), 2004,324-333

⁹ LIN, C.K.Y., LAI, K.F. ve HUNG, S.L., "Development of a Workforce Management System for a Customer Hotline Service", *Computers & Operations Research*, 27, 2000, 987-1004

yöntemini önermiştir. Analizde PC temelli Statgraphics programı kullanılarak regresyon yapılmıştır. Bu metod karar vericiler ve planlayıcılar için kullanılabilir tahminler ortaya çıkarmıştır¹⁰.

Bu çalışmada bir süpermarkette çalışması gereken kasiyer sayısının bulunması ve birer saat aralıklarla haftanın hangi günlerinde kaç kasiyer çalışması gerektiğinin bulunması amaçlanmıştır. Ayrıca işletmeye, ortalama hizmet süresini kasiyerlere eğitim vererek düşürdüğü takdirde çalışması gereken kasiyer sayısında oluşacak değişiklikler hakkında da bilgi verilmiştir.

1. PERSONEL PLANLAMA

Planlama; herhangi bir şeyin olmadan önce belirlenmesidir. Planlama, gelecekteki ekonomik eylemler için temel veriler sağlayan karar verme sürecidir. Planlama yönetimi ise gerçekte düzenli bir düşünme biçimidir. Bu işlem bilimsel yönetime dayanır. Bu sebeple etkili bir personel planlaması işletme yönetiminin temel taşlarından biri olmaktadır¹¹.

Personel planlaması kaynaklarda işgücü planlaması, insan kaynakları planlaması, işgören planlaması ve beşeri kaynaklar planlaması olarak da geçmektedir. Personel planlaması, işletmenin bütünsel amacını gerçekleştirme doğrultusunda, gerekli sayıda, istenen yetenek ve beceri düzeyindeki personelin doğru zamanlarda ihtiyaç duyulan yerlere yerleştirilmesidir¹².

Bir başka kaynakta ise personel planlama şu şekilde tanımlanmaktadır. İşletmenin genel amaçları çerçevesinde mevcut ve gelecekteki insangücü gereksinimlerinin belirlendiği, insangücünün sağlandığı, insangücünün geliştirilmesi ve yetiştirilmesi ile ilgili planlamaların yapıldığı, insangücünün çıkarılmasının planladığı evredir¹³.

Personel planlamasının öncelikleri verimlilik, işletme içinde personel etkinliğinin artırılması, iş etüdü ve endüstri psikolojisi alanlarındaki çalışmaları kapsamıştır. Personel planlaması, insan kaynaklarının etkili kullanımını ve geliştirilmesini amaçlar. Sürekli olarak işgücü arz ve talebini analiz eder. Dengesizliklere neden olan faktörleri tespit ederek, bunların

¹⁰ ALDOSARY, A.S., "A Forecasting Methodology for Academic Manpower Requirements in a Small Sized Technical University", Higher Education Policy, 12, 1999, 93-100

¹¹ ALBAY, E., "Personel Planlamasını Etkileyen Faktörler ve Özel Ticaret Bankalarında Personel Sayısını Etkileyen Değişkenler Üzerine Bir Araştırma", Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1995

¹² ALBAY, E., a.g.e.

¹³ TSINLLY FISTIKÇIOĞLU, Z., A., "Hastanelerde Hemşire Sayısının Planlanması İçin Hemşirelik Hizmetlerinde İşyükü Ölçme Sisteminden Yararlanılması ve Bir Model Önerisi", Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2003

giderilmesi için uygun politikaların oluşturulmasını amaçlar¹⁴.

1.1 Personel Planlamasının Amaçları

Personel planlamasının temel olarak iki amacı vardır. Birincisi, insan kaynaklarını en etkin ve verimli bir şekilde kullanarak optimum verimliliği sağlamaktır. İkincisi ise, gelecekte gereksinim duyulacak insan kaynağını sayı ve nitelik bakımından karşılayabilmektir¹⁵.

Personel planlamasının diğer amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir¹⁶.

1. İşgörenlerin eğitim ve gelişimini sağlamak.
2. Teknolojik yenilikler ve piyasa koşulları gibi toplumda hızla değişen çevreye uyum sağlamak.
3. Yasal düzenlemelere ve değişimlere göre uygun hareket etmek.
4. Personele ilişkin ihtiyaçlarla bütün işletme faaliyetleri arasında bağlantı kurulması.
5. İnsan kaynakları yönetim bilgi sisteminin personel faaliyetlerine ve diğer işletme birimlerine yeterli veri sağlayabilmesi için insan kaynaklarına ait bilgileri arttırmak.
6. İşgören temini ve seçme, kariyer planlama gibi insan kaynakları yönetim faaliyetlerinin koordinasyonuna yardımcı olmak.
7. İşgücü gereksinimlerini işletmenin gelişme planlaması doğrultusunda sağlamak.
8. İşletmenin planlama sürecinin geliştirilmesine katkıda bulunmak.
9. Karlılık üzerinde etkili olan personel maliyetinin kontrolünü sağlamak.
10. Personelin işletmede tutunabilmesi ve doyumlu olabilmeleri için ihtiyaçlarının karşılanması, fiziksel ve moral koşullarının iyileştirilmesi.
11. Ücret normlarının tespiti, tarafsız kriterlere göre iş değerlendirilmesi yapılarak ücret kademelerinin belirlenmesini sağlamak.

¹⁴ MERDEN, S., “Endüstri İşletmelerinde İşgücü Planlama Teknikleri ve Bir Uygulama”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1995

¹⁵ TSINLLY FİSTİKÇİOĞLU, Z.; A.a.g.e.

¹⁶ TSINLLY FİSTİKÇİOĞLU, Z., A.a.g.e.; ALBAY,E., a.g.e.

1.2 Personel Planlamasını Etkileyen Faktörler

Personel planlamasını etkileyen faktörler dış ve iç çevre faktörleri olarak ikiye ayrılabilir. Dış çevre faktörleri; ekonomik koşullar, teknolojik gelişmeler, rekabet koşulları, devletin yaptığı düzenlemeler, toplum yapısı, pazar koşulları, demografik özellikler olarak sıralanabilir. İç faktörler ise; Örgütsel strateji, coğrafik Farklılaşma, mevcut işgücünün özellikleri, bilgi sisteminin kalitesi olarak sıralanabilir¹⁷.

1.3 Personel Planlaması Süreci

Bir işletmenin felsefe ve misyonu; işletmenin var oluş nedenini, değerlerini belirtir. İşletmeye ilişkin genel planlar personel planlama sürecini de etkiler. Bu nedenle, personel politikaları üst yönetim felsefesine göre biçimlenir¹⁸.

Personel planlamasının aşamaları ile ilgili olarak farklı görüşler bulunmaktadır. BELANGER, personel planlamasının üç aşamalı bir planlama olduğunu belirterek bu aşamalardan birincisinin; mevcut personelin özelliklerinin belirlenmesi ve işgücü eğilimlerinin işgücü arzı ve talebi bakımından değerlendirilmesi olduğunu, ikinci aşamanın ise, örgütün mevcut iş potansiyelini yürütebilmesi için ne kadar personele ihtiyaç duyduğunun belirlenmesi olduğunu, üçüncü aşamanın da, bu iki aşama arasında yapılacak hesaplamalar sonucunda, personel fazlalığı veya personel ihtiyacı şeklinde ortaya çıkacak çalışmalardan ibaret olan aşama olduğunu öne sürmektedir¹⁹.

Başka bir kaynakta, insangücü planlamasının yine üç aşamalı bir süreç olduğu belirtilerek bunların; insangücü ihtiyacının tahmini, insan kaynaklarının programlanması ve değerlendirilmesi ve kontrol aşamalarını oluşturduğu ifade edilmektedir²⁰.

ALBAY çalışmasında, personel planlaması sürecini üç aşamaya ayırmıştır. Bu aşamalar personel talep ve arzının tahmini, personel planı için programın seçilmesi ve uygulanması, değerlendirme ve kontrol aşamalarıdır²¹.

1.4. Personel İhtiyacının Belirlenmesi ve Kullanılan Teknikler

Personel planlamasının en önemli aşamalarından biri personel ihtiyacının tahmin edilmesidir. Personel ihtiyacının tahmininde sayısal ve sayısal olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılacak modelin seçimi

¹⁷ SABUNCUOĞLU, Z., "İnsan Kaynakları Yönetimi", Ezgi Kitabevi, Bursa, 2000; TSİNLİLY FİSTİKÇİOĞLU, Z., A., a.g.e.; ALBAY, E., a.g.e.; MERDEN, S., a.g.e.

¹⁸ TSİNLİLY FİSTİKÇİOĞLU, Z., A., a.g.e.

¹⁹ AYKAÇ, B., "İnsan Kaynakları Yönetimi ve İnsan Kaynaklarının Stratejik Planlanması", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 1999

²⁰ AYKAÇ, B., a.g.e.

²¹ ALBAY, E., a.g.e.

işletmenin yaptığı işe ve büyüklüğüne göre değişir²².

Standart kurallara bağlı olarak çalışan, karmaşık yapıda ürünler üretmeyen firmalar, daha basit teknikler kullanırken, daha az kontrol edilebilir bir çevrede faaliyet gösteren firmalar, daha karmaşık metotlar kullanmaktadırlar. Firmaların belirli hizmetler için personel tahmininde bulunması ve bunu zamanında karşılaması firmanın başarısı için dönüm noktası oluşturur²³.

Bu nedenle personel tahmin yöntemleri işletmenin başarısı için önem taşır²⁴.

Bu teknikler sırası ile; Yönetmelik Yargısına Dayanan Öngörümleme, Delphi Tekniği, Matematiksel Model, Doğrusal Regresyon Analizi, Bilgisayar Destekli Bilgi Sistemi, Trend Analizleri, Rasyo Analizleri, Dağılım Alanları Analizi ve Simülasyon Yöntemidir.

2. SİMÜLASYON

Simülasyon, gerçek bir sistemin modelini tasarlama süreci ve sistemin işleme için sistemin davranışlarını anlamak veya değişik stratejileri değerlendirmek amacıyla bu model üzerinde denemeler yapmaktır²⁵.

Bir başka kaynakta ise simülasyon, mevcut sistemin davranışlarını sisteme büyük ölçüde benzerlikler gösteren yapay sistemler meydana getirerek, mevcut durumun verimliliğini deneyen, gerçek sisteme uygun modeller kuran bir araştırma tekniğidir²⁶.

Simülasyon tekniği büyük ölçüde istatistik ve yazılım bilgisine ihtiyaç duyar. Günümüzde, işletmelerdeki problemlerin ve faaliyetlerin çok çeşitlilik ve büyüme göstermesi, artık işletme problemlerinin çözümünü bulmanın analitik olarak mümkün olmadığını veya gerçekten çok uzak sonuçlar verdiğini göstermektedir²⁷.

Bir model olasılık (stokastik) bileşenleri içermiyorsa deterministiktir. Giriş yapan elemanlar ve modelin bileşenlerinin etkileri

²² MERDEN, S., a.g.e.

²³ MERDEN, S., a.g.e.

²⁴ MERDEN, S., a.g.e.

²⁵ HALAÇ, A., "İşletmelerde Simülasyon Teknikleri", İstanbul Üniversitesi, Yay.No:2936, İstanbul, 1982

²⁶ ES, S., "Bekleme Hattı Problemlerinin Siman Simülasyon Dili Kullanılarak Çözümü ve Haydarpaşa Limanı İçin Bir Uygulama", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1994

²⁷ ES, S., "Bekleme Hattı Problemlerinin Siman Simülasyon Dili Kullanılarak Çözümü ve Haydarpaşa Limanı İçin Bir Uygulama", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1994

bulduğunda karışık da olsa, birtakım hesaplamalar ile sonucun ne olacağı bulunabilir. Fakat birçok sistemde en az bir adet rassal girdi bileşeni bulunduğundan bu tür sistemler stokastik model adını alırlar ve simülasyon tekniğinin kullanımı mümkün olur²⁸. Yani simülasyon, sistemlerin elemanları arasında stokastik ilişkiler mevcut olduğu takdirde en iyi başvurulabilecek bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır²⁹. Birçok kuyruk ve envanter sistemi bu kapsamda incelenebilir³⁰.

Teknolojinin hızla ilerlediği günümüzde, simülasyon belirsizlik unsurunun bulunduğu her tür probleme uygulanabilen etkin bir çözüm halini almış olup, matematiksel modellerle formüle edilemeyen problemlerde simülasyon başvuru tek çare durumundadır³¹.

2.1 Simülasyon İle Modelleme

Yöneylem araştırmasında kullanılan model kavramı çok basit olarak, gerçek bir olayı, sistemi, nesneyi ve ilişki grubunu temsil anlamında kullanılır³².

Yöneylem araştırmasında kullanılan model kavramından şu şekilde bahsedilmiştir. Model ele aldığı konunun tüm görünümünü belirlemekten çok konu ile ilgili ve özelliği olan ilişkileri gösterir. Model gerçek olayın bir temsilcisi ve özeti durumundadır. Bir sistemin veya sürecin temsilcisi olarak tanımlanabilen model ilgi amacına etki eden sistemin elemanlarını birleştirir. Model sistemin veya sürecin tam bir kopyası değil, fakat bazı ayrıntıları bünyesinde bulundurduğundan sürecin kendisi yerine model kullanılabilir³³.

Simülasyon ile modelleme; sistemin davranışını tanımlama, teori veya hipotez kurma, kurulan teoriyi sistemin gelecekteki davranışlarını tahmin etmek için kullanmak, şeklinde bir deneme ve uygulama metodolojisidir³⁴.

Bir sistemdeki sorunların sebeplerini bulmak ve bunları ortadan kaldırmak için, sistem içinde birbirinden bağımsız gibi görünen fakat bir bütün olarak çalışan tüm elemanların arasında nasıl bir ilişki olduğunu, sistemin hangi parametrelere duyarlı olduğunu, belirli değişikliklere nasıl bir tepki verdiğini incelemek ve anlamak gerekir. Sistemi iyi tanıyan, çalışma mantığını tecrübelerine dayanarak bilen mühendisler ve yöneticiler buna bir

²⁸ CENGİZ, M. K., "Simülasyon Modelleri ve Bekleme Hattı Sistemleri ile Bir Uygulama", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2003

²⁹ ES.S., a.g.e.

³⁰ CENGİZ, M., K., a.g.e.

³¹ GÜNDAY, A. H., "Hizmet Üreten Sistemlerde Bekleme Hattı (Kuyruk), Modelinin Bir Tamir Fabrikasında Uygulaması ve Analizi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2000

³² ES.S., a.g.e.

³³ ÖZTÜRK, A., "Yöneylem Araştırması", Ekin Kitabevi, Bursa, 2004

³⁴ HALAÇ, A., a.g.e.

dereceye kadar cevap verebilirler. Tecrübeye dayanarak yapılan değişiklikler sistem üzerinde beklenen olumlu etkiyi vermeyebilir. Böyle bir durumda eğer yapılan değişiklik mali bir yatırım gerektirmişse bundan geri dönmek imkansızdır. Buna benzer durumlarda, tamamen risksiz ve yatırımı yapmadan yapılan değişikliğin sonucunu gösterebilecek yol simülasyon ile model kurmaktır³⁵.

Bu çalışmada SIMAN simülasyon Dili kullanılmıştır.

3. UYGULAMA

3.1 Uygulama Yeri ve Veri Kaynağı

Isparta ve çevresindeki süpermarketler arasında yapılan araştırmalar sonucunda, hem verileri almadaki kolaylık hem de uygulamaya verdiği destekten dolayı İYAŞ A.Ş.'nin uygulama yeri olarak seçilmesine karar verilmiştir.

Uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için her çalışma günü için saatlik müşteri sayılarının ve kasiyerlerin ortalama hizmet süreleri verilerinin elde edilmesi gerekmektedir.

Her çalışma günü için saatlik müşteri sayılarının belirlenebilmesi amacıyla, başlangıçta İYAŞ A.Ş.'den 3 yıllık kasa hareketlerine ait verinin alınması ve çalışmanın bu veriler üzerinde yapılması hedeflenmiştir. Fakat, yapılan görüşmelerde İYAŞ A.Ş.'nin kasalardaki harekete ait verileri 3 ayda bir sildiği bu yüzden geriye dönük verilere ulaşılamayacağı anlaşılmıştır. Elde edilen bu bilgi üzerine 10.10.2005 tarihi itibarı ile İYAŞ A.Ş.'den kasa hareketlerine ait verileri içeren dosyalar alınmaya başlanmıştır. Veri alımı 31.08.2006 tarihine kadar devam etmiştir.

Kasiyerlerin ortalama hizmet sürelerini hesaplayabilmek amacıyla, İYAŞ A.Ş.'de yoğun günlerde kasiyerlerin müşteri başına ayırdıkları zaman ölçülmüştür. Bu süre, müşteri için işlem yapılmaya başlanmasından başlayıp müşterinin kasadan ayrılmasına kadar geçen zamandır. Ortalama hizmet süresinin yoğun günlerde ölçülmesinin sebebi, kasiyerlerin gerçek performanslarını yoğun günlerde göstermeleridir. Bu amaçla 101 adet veri alınmış olup bu verilerin aritmetik ortalaması ortalama hizmet süresi olarak dikkate alınmıştır.

3.1.1. Veri Kaynağı'nın Formatı

Alınan ilk dosya formatının bir örneği Şekil 1.'de gösterilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda verilen dosyadaki bilgilerin iki kısımda

³⁵ GÜNDAY,A.,H., ag.e.

incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Birinci kısım alışverişin başladığı kısımdır. Bu kısımda alışverişin yapıldığı tarih, fişi kesen kasiyerin numarası ve alışverişin yapıldığı tarih bilgileri yer almaktadır. Bu bilgilere ait örnek Çizelge 1.'de verilmiştir. İkinci kısım ise alışverişte alınan malzemelere ait bilgilerin tutulduğu kısımdır. Bu kısımda alınan ürünün ürün kodu bilgisi tutulmaktadır. Bu bilgilere ait örnek Çizelge 2'de verilmiştir.

Şekil 1. Alınan Dosya Formatı

```

SIGNATURE=CMS\SALCS.GPF
01 1 10/10/2005 5 090454 1 22 00 0 50 6 12,9 1,97 0 0
02 1 039700 00 3 18 1 09,95 9,95 1,50 0 0 0
02 2 046905 00 3 18 1 02,95 2,95 0,45 0 0 0
03 1 3 0112,9 0 0
06 0 0 0 12,9 0 0 0 0 0 0
01 1 10/10/2005 6 090620 1 22 00 0 30 5 3,81 0,28 0 0
02 1 040499 00 2 8 1275 12,99 3,81 0,28 0 0 0
03 1 0 013,81 0 0

```

Çizelge 1: Dosyadaki Birinci Kısım Verisi

Başlangıç No	Sıra No	Tarih	Kasiyer No	Saat
01	1	10/10/2005	5	090454

Çizelge 2: Dosyadaki İkinci Kısım Verisi

Başlangıç No	Sıra No	Ürün Kodu
01	1	039700
02	2	046905

3.1.2. Veri Kaynağı'ndaki Bilgilerin Veri Tabanına Aktarılması

Alınan veriler arttıkça bu verileri bir veritabanına aktarmanın daha iyi olacağı sonucuna varılmıştır. Bu amaçla SQL Server 2005'de dosyalardaki verileri saklamak amacıyla yapısı Şekil 2.'de gösterilen veri tabanı oluşturulmuştur.

Şekil 2: Veri Tabanı Yapısı

Column Name	Data Type	Allow Nulls
Fisno	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
Tarih	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
Kasiyer	tinyint	<input checked="" type="checkbox"/>

Column Name	Data Type	Allow Nulls
FisNo	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
StokKodu	char(10)	<input type="checkbox"/>

Bu veri tabanına her ay alınan dosyalardaki verileri aktarmak amacı ile de c# programla dili ile arayüzü Şekil 3.'de verilen program geliştirilmiştir.

Şekil 3: Geliştirilen Program Arayüzü



3.2 Yöntem

Veriler alındıktan sonra gerekli personel sayısını tahmin edebilmek amacı ile bir algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen bu algoritma adımları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. Alınan 47 haftalık veriden, her çalışma günü için birer saatlik zaman aralıkları içerisinde alışveriş için kaç müşterinin geldiği bilgisi elde edilir.
2. Bu veriler içerisinde özel günlere (bayram, promosyon vb.) rastlayan günlerdeki veriler silinir.
3. Eldeki saat saat toplam müşteri sayısı, kasiyerlerin ortalama hizmet süresi ve maksimum kuyruk uzunluğu kısıtlarına uygun bir şekilde sistemi simüle ederek müşteri sayısını ve buna bağlı olarak da kasiyer sayısını tahmin edebilen bir simülasyon uygulaması yapılır.
4. 3. adım sonunda hangi gün hangi saatlerde toplam kaç kasiyerin çalışması gerektiği bilgisine ulaşılır. Bundan sonra haftalık kasiyer planlaması yapabilmek amacı ile her hafta toplam kaç kasiyer çalıştığı bilgisi bulunur.

5. Her kasiyerin haftada toplam 45 saat çalışması gerektiği bilgisinden yola çıkarak, her hafta için bulunan toplam kasiyer sayısı 45'e bölünür ve o hafta kaç kasiyerin çalışması gerektiği bilgisine ulaşılır.
6. Eldeki her hafta için dördüncü adımdaki işlem uygulanır ve hafta hafta toplam kaç kasiyere ihtiyaç olduğu bilgisine ulaşılır.
7. 6. adımdaki bilgilerin ortalaması alınarak da şirkette en az toplam kaç kasiyerin çalışması gerektiği bilgisine ulaşılır.
8. 7. adımda bulunan kasiyer sayısı hiçbir işçinin izin yapmaması durumunda çalışması gereken kasiyer sayısıdır. Bu durumda yöneticiye iki seçenek sunulur. 1. seçenek; Tüm işçilerin izin yapmasını sağlayacak şekilde tam zamanlı ek işçi çalıştırmaktır. 2. seçenek ise işçilerin izinli olduğu dönemlerde izinli olan işçilerin yerine part-time işçi çalıştırmaktır.
8. maddede anlatılan seçeneklerden birincisi uygulanmak istenirse 5.2.7'de anlatılan algoritma uygulanır. İkincisi uygulanmak istenirse ise, öncelikle işçilerin izin yapacağı günler belirlenir. Ardından ortalama işçi sayısından fazla işçinin çalışması gereken günlerde ve işçilerin izinli olduğu günlerde part-time işçi çalıştırılır.

3.2.1. Eldeki Verilerden Saatlik Müşteri Sayılarının Hesaplanması

Bu amaçla, Sql Server 2005 veri tabanı yönetim sisteminde bir stored procedure(saklı yordam) yazılmıştır. Bu veriler daha sonra geliştirilen simülasyon programında girdi olarak kullanılmıştır.

3.2.2. Verilerin Temizlenmesi

Bu amaçla, 2005 yılı Ekim-Aralık, 2006 yılı Ocak-Ağustos dönemindeki resmi tatil günleri ve alışveriş merkezinin kampanya dönemlerinin hangi tarihler olduğu belirlenmiştir. Bu tarihlerdeki veriler kontrol edilmiş ve belirlenen tarihlerde, elde edilen ortalama müşteri sayısından daha fazla müşterinin gelmesi sebebiyle sözü edilen veriler silinmiştir. Bu dönemlerin fazla mesai yapılarak kapatılabileceği düşünülebilir. Bu verilere ilişkin tarihlerin silinmesi sonucunda bazı haftaların 3-5 güne düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durumda tahminlerde hataya yol açmaması için bu eksik günlü haftalar da uygulama dışına alınmıştır. Bu bağlamda; 4, 11, 12, 14, 17, 21, 23, 47. haftalardakidaki veriler haftaların eksik günlü olması sebebiyle ve 18, 19, 20. haftalarda verilerin bozuk çıkması nedeniyle uygulamaya dahil edilmemiştir.

3.2.3. Simülasyon Yazılımı ve Bu Yazılıma Bağlı Programların Geliştirilmesi

Eldeki verileri ve kısıtları gözönünde bulundurarak müşteri ve kasiyer sayısını tahmin edebilmek amacıyla SIMAN programlama dilinde bir simülasyon yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılımda müşterilerin kasalara gelişleri arasındaki süre ve kasiyerlerin ortalama hizmet zamanları girdi olarak alınmıştır. Kısıt olarak da maksimum kuyruk uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Maksimum kuyruk uzunluğu için makul bir sayı belirlemek gerekmektedir. Yapılan çalışmada maksimum kuyruk uzunluğunu belirlemek amacı ile sistemde gözlem ve kasiyerlerle görüşmeler yapıldı. Yapılan gözlem ve görüşme sonuçlarına bağlı olarak maksimum kuyruk uzunluğu üç olarak belirlenmiştir. Girdi olarak belirlenen müşteri gelişleri arasındaki süre ve kasiyerlerin ortalama hizmet zamanının hangi dağılıma uyduğu da belirlenmek zorundadır. Yapılan araştırmalar sonucundaki tüm çalışmalarda müşteri gelişleri arasındaki süre ve kasiyerlerin ortalama hizmet verme zamanlarının üstel dağılıma uyduğu varsayıldığından bu çalışmada da aynı varsayım kabul edilmiştir.

Bu program uygun veriler verilerek çalıştırıldığında out (çıkıtı) uzantılı bir dosya oluşturmakta ve bu dosyada simüle edilen müşteri sayısı, açılması gereken kasa sayısı, açılan kasalardaki maksimum-minimum kuyruk uzunlukları ve açılan kasaların kapasite kullanım oranları çıktı olarak verilmektedir.

Bütün bu yapılan işlemlerden sonra elde edilen verilerin simülasyon programına hızlı bir şekilde aktarılması ve elde edilen çıktıların da düzenli bir şekilde kayıt altına alınabilmesi için c# programlama dilinde bir program geliştirilmiştir. Bu program her hafta için simülasyon programına uygun parametreleri göndermekte ve sonuçları da tarih ve saat bazında bir klasöre aktararak kaydetmektedir.

Yukarıdaki paragrafta elde edilen sonuçlara ait dosyalardaki açılması gereken kasa sayısı ve kasaların kapasite kullanım oranlarına ait bilgileri okuyarak bir veri tabanı aktarmak için varolan veri tabanına iki adet tablo eklenmiştir. Bu tablolara ait bilgiler Şekil 4.'de gösterilmiştir.

Şekil 4: Varolan Veritabanına Eklenen Tablolar

kasa : Tablo		kasadetay : Tablo	
	Alan Adı	Veri Türü	
▶	hafta	Sayı	▶ hafta
	kasiyersay	Sayı	kasa
	saat	Metin	korani
	tarih	Metin	tarih
			saat

Bu eklenen tablolara bilgi aktarımını hızlı bir şekilde gerçekleştirmek için yine c# programlama dilinde bir program geliştirilmiştir. Geliştirilen program çalıştırılarak eklenen kasa ve kasadetay tablolarına bilgi aktarılması sağlanmıştır.

Bütün bu işlemler sonucunda ortalama servis süresinin 76.2 sn. olması durumunda ve ortalama servis süresinin 60 sn. olması durumunda hangi gün hangi saatlerde kaç kasiyer çalışması gerektiği bilgilerine ulaşılmıştır.

3.2.4 Haftalık Toplam Kasiyer Sayısının Hesaplanması

Bir önceki adımda elde edilen bilgiler kullanılarak her hafta toplam kaç kasiyer çalışması gerektiği bilgisine ulaşılmıştır. Bu işlem için aşağıdaki sql cümlecği yazılmıştır.

```
select hafta,sum(kasiyersay) as kasiyersayisi from kasa group by hafta order by hafta
```

3.2.5. Haftalık Çalışması Gereken Kasiyer Sayısının Bulunması

Her bir kasiyerin haftada toplam 45 saat çalışması gerektiği bilgisinden yola çıkılarak haftalık çalışması gereken kasiyer sayılarına ulaşılır. Bu amaçla bir önceki adımda elde edilen bilgiler 45'e bölünerek her hafta toplam kaç kasiyerin çalışması gerektiği bilgisine ulaşılır.

3.2.6 İşyerinde Çalışması Gereken Toplam Kasiyer Sayısının Bulunması

Bu amaçla bir önceki adımda elde edilen haftalık çalışması gereken kasiyer sayılarının ortalaması bulunur. Böylece şirkette çalışması gereken kasiyer sayısına ulaşılmış olur.

Yapılan işlemler sonucunda ortalama servis süresi 76.2 sn olduğunda şirkette çalışması gereken kasiyer sayısı 14 ve ortalama servis süresi 60 sn. olduğunda şirkette çalışması gereken kasiyer sayısı 12 olarak bulunmuştur.

3.2.7 Personelin İzin Durumlarının Dikkate Alınması

Bir önceki adımda bulunan kasiyer sayıları hiçbir personelin izin almaması durumu dikkate alınarak belirlenmiş kasiyer sayılarıdır. Ancak her personelin yıllık 20 gün izni bulunmaktadır. Bu durumda gerekli kasiyer sayısının yıllık izin sürelerinin dikkate alınarak belirlenmesi için yapılan iki öneri aşağıdaki gibidir:

1. Firmaya işçilerin izin zamanlarını karşılayacak sayıda ek tam zamanlı kasiyer alınabilir. Yalnız bu uygulama sonucunda boş işçilik zamanı ortaya çıkabilir. Bu durumda boş kalan kasiyerler başka

alanlara kaydırılarak çalıştırılabilirler.

2. Firmaya işçilerin izinli oldukları zamanlarda part-time işçiler alınabilir.

Yukarıdaki seçeneklerden hangisinin uygulanacağına tamamen firma yönetiminin karar vermesi gerekmektedir.

Birinci durum aşağıdaki adımlar uygulanarak gerçekleştirilebilir ve bu adımlar sonucunda çalışması gereken kasiyer sayısına ulaşılabilir.

3. Yıllık izinler dikkate alınmadan bulunan gerekli kasiyer sayısı 20 ile çarpılır. Böylece bir işçinin 20 gün izin hakkı olduğu dikkate alınarak kaç izin gününe ihtiyaç olduğu bulunmuş olur.
4. Daha sonra haftalık toplam kasiyer sayıları küçükten büyüğe doğru sıralanır ve ortalamanın altında kalan haftalarda işçilerin izin yaptığı düşünülür. Yani ortalama işçi sayısından çalışması gereken işçi sayısı çıkarılarak o hafta kaç işçinin izin yapabileceği belirlenir. Bu işçi sayıları 7 ile çarpılarak kaç gün izin yaptıkları bulunur.
5. Bulunan izin günleri toplanır ve yapılması gereken toplam izin günü ile karşılaştırılır.
6. Yetersiz izin günü bulunduğu zaman ortalama işçi sayısına yeni bir işçi eklenir. Bu durum yeterli izin günü sağlanıncaya kadar tekrarlanır.

Yapılan uygulamalar sonucunda ortalama hizmet süresi 76.2 sn olduğu zaman 16 kasiyer, ortalama hizmet süresi 60 sn. olduğu zaman 14 kasiyer çalışması gerekmektedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

İşletmelerin birinci amacı kar elde etmektir. Bunu başarmak isteyen işletmeler personel maliyetleri gibi maliyetleri düşürmek istemektedirler. Yalnız işletmeler maliyetleri düşürürken ürettikleri hizmetin kalitesinden ödün vermemeli tersine elinden geldiğince verdiği hizmetin kalitesini yükseltmek zorundadır. Çünkü, hizmet kalitesi düştükçe müşteri memnuniyeti azalacak ve işletme müşteri kaybına uğrayacaktır.

Bu noktada devreye işletme yöneticisi girmektedir. İşletme yöneticisinin şirkette maliyetleri düşürürken aynı zamanda işletmenin ürettiği hizmetin kalitesini düşürmeyecek kararlar alması gerekmektedir. Bu kararları alırken de elinde ne tip veriler olması gerektiğini çok iyi bir şekilde belirlemeli ve ileriye yönelik tahminlerde bulunurken teknolojinin

gelişmesiyle ortaya çıkan yeni yöntemlerden faydalanmalıdır.

Bu çalışmada bir süpermarket işletmesinin çalıştırması gereken kasiyer sayısı bulunmaya çalışılmıştır. Gelecek müşteri sayısını ve belirlenen saat aralıklarında çalışacak kasiyer sayısını bulmak amacıyla SIMAN simülasyon dilinde bir program geliştirilmiştir. Bu program sonucunda elde edilen veriler belirlenen algoritmaya uygulandığında işletmede ortalama 14 kasiyerin çalışması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yalnız bulunan ortalama kasiyer sayısı işçilerin izinli olduğu dönemler dikkate alınmadan bulunmuş bir sayıdır. Bu noktada işletmeye iki öneride bulunulabilir.

1. Kasiyerlerin izin günleri de dikkate alınarak yeni bir kasiyer sayısı bulunabilir. Yeni bulunan sayının da üzerinde kasiyer çalıştırması gereken gün olursa işletme bu günlerde part-time kasiyer çalıştırmalıdır.
2. İşletme kasiyerlerin izinli oldukları günlerde ve ortalamanın üzerinde işçi çalışması gereken günlerde part-time kasiyer çalıştırmalıdır.

Yapılan çalışmada birinci öneri uygulandığı zaman işletmenin 16 kasiyer çalıştırması gerektiği görülmüştür. İşletme 16 personel çalıştırdığı zaman da boş personel zamanı ortaya çıkmaktadır. İşletmenin bu boş personel zamanlarında kasiyerleri başka bölümlere kaydırarak çalıştırması önerilebilir.

İşletmelerin önerilen yöntemlerden hangisini uygulayacağı tamamen işletme yöneticilerinin vereceği bir karardır.

Bir de çalışmada uygulamanın gerçekleştirildiği işletmeye bir öneri sunmak amacıyla ortalama hizmet süresi 60 sn.'e düşürülerek bir uygulama yapılmıştır. Yapılan uygulama sonucunda kasiyerlerin izin günleri dikkate alınmadan 12 kasiyerin, kasiyerlerin izin günleri dikkate alınarak bir hesaplama yapıldığında da 14 kasiyerin çalışması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda işletmeye kasiyerlerini eğitmesi ve ortalama hizmet süresini düşürmesi önerilebilir. Bu sayede personel maliyetlerini düşürebilecektir.

Bu çalışmaya başlarken daha önce de belirtildiği gibi en az 3 yıllık verinin işletmeden alınarak yapılması amaçlanmıştır. Ancak işletmenin geçmiş verileri silmesi sebebiyle 47 haftalık veri alınarak uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışma daha çok veri alınarak yapılırsa daha doğru sonuçlara ulaşılabilir.

Geliştirilen program İYAŞ süpermarket işletmesinden alınan veri

formatına göre gerçekleştirilmiştir. Uygulama başka bir işletme için gerçekleştirilmek istenirse programın veri alma kısmında ele geçen veri formatına göre değişiklik yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

1. AARDAL, K. ve ARI, A., "Decomposition Principles Applied to the Dynamic Production and Work-Force Scheduling Problem", *Engineering Costs and Production Economics*, 12, 1987, 39-49
2. ALBAY, E., "Personel Planlamasını Etkileyen Faktörler ve Özel Ticaret Bankalarında Personel Sayısını Etkileyen Değişkenler Üzerine Bir Araştırma", *Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1995*
3. ALDOSARY, A.S., "A Forecasting Methodology for Academic Manpower Requirements in a Small Sized Technical University", *Higher Education Policy*, 12, 1999, 93-100
4. ATLASON, J., EPELMAN, M. ve HENDERSON, S., "Combining Simulation and Cutting Plane Methods in Service Systems", *Service and Manufacturing Grantees Conference*, 2002
5. AYKAÇ, Burhan, "İnsan Kaynakları Yönetimi ve İnsan Kaynaklarının Stratejik Planlanması", *Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 1999*
6. BORST, S., "Robust Algorithms for Sharing Agents with Multiple Skills", *Technical Report, Bell Laboratories, 2001*, http://www.chip.com.tr/forum/konu.asp?TOPIC_ID=23086 (01.06.2007)
7. CENGİZ, M. K., "Simülasyon Modelleri ve Bekleme Hattı Sistemleri ile Bir Uygulama", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2003*
8. CHEN, B. ve HENDERSON, S., "Two Issues in Setting Call Centre Staffing Levels", *Annals of Operations Research*, 2001
9. ELISHA, H., LEVINSON, D. ve GRINSHPOON, A., "A Need-Based Model for Determining Staffing Needs for The Public Sector Outpatient Mental Health Service System", *The Journal of Behavioral Health Services and Research*, 31(3), 2004,324-333
10. ERTAY, T. ve RUAN, D., "Data Envelopment Analysis Based Decision Model For Optimal Operator Allocation in CMS", *European Journal of Operational Research*, 164, 2005, 800-810

11. ES, S., “Bekleme Hattı Problemlerinin Siman Simülasyon Dili Kullanılarak Çözümü ve Haydarpaşa Limanı İçin Bir Uygulama”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1994
12. GREEN, L., KOLESAR, P. ve SOARES, J., “Improving the SIPP Approach for Staffing Service Systems that Have Cyclic Demands”, *Operations Research*, 49(4), 2001,549–565
13. GÜNDAY, A. H., “Hizmet Üreten Sistemlerde Bekleme Hattı (Kuyruk),Modelinin Bir Tamir Fabrikasında Uygulaması ve Analizi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2000
14. HALAÇ, A., “İşletmelerde Simülasyon Teknikleri”, İstanbul Üniversitesi, Yay.No:2936, İstanbul, 1982
15. LI, N. ve Li, L., “Modeling Staffing Flexibility: A Case of China”, *European Journal of Operational Research* ,124, 2000, 255–266
16. LIN, C.K.Y., LAI, K.F. ve HUNG, S.L., “Development of a Workforce Management System for a Customer Hotline Service”, *Computers & Operations Research*, 27, 2000, 987-1004
17. MERDEN, S., “Endüstri İşletmelerinde İşgücü Planlama Teknikleri ve Bir Uygulama”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1995
18. ÖZTÜRK, A., “Yöneylem Araştırması”, Ekin Kitabevi, Bursa, 2004
19. SABUNCUOĞLU, Z., “İnsan Kaynakları Yönetimi”, Ezgi Kitabevi, Bursa, 2000
20. TSİNNLY FİSTİKÇİOĞLU, Z., A., “Hastanelerde Hemşire Sayısının Planlanması İçin Hemşirelik Hizmetlerinde İşyükü Ölçme Sisteminden Yararlanılması ve Bir Model Önerisi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2003