

## **EGE BÖLGESİ'NDEKİ BİR ARAŞTIRMA VE UYGULAMA HASTANESİNİN ACİL HASTA VERİLERİNİN SİMÜLE EDİLEREK ANALİZİ**

Aşkın ÖZDAĞOĞLU\*, Özgür YALÇINKAYA\*\*, Güzin ÖZDAĞOĞLU\*

*Geliş: 07.09.2009 Kabul: 24.12.2009*

### **ÖZET**

Hastane acil servisleri beklenmedik/ani rahatsızlıklara ilk müdahaleyi gerçekleştirmek amacıyla kurulmuş birimlerdir ve 24 saat boyunca çok farklı türden şikâyetlerle gelen hastalara hizmet vermektedir. Hastaların tanı ve önceliklere göre sınıflandırılmasının servis kalitesinin iyileştirilmesi ve yoğunluğun kontrol altına alınması amacıyla kullanılabilmesi düşünülmekte ve bu amaçla, Ege Bölgesi'ndeki bir araştırma ve uygulama hastanesine belirli bir dönemde başvuruda bulunan acil hasta verilerinin (yaş, cinsiyet ve tanı grupları gibi) girdi olarak kullanıldığı bir simülasyon modeli geliştirilmektedir. Performans ölçüsü olarak ise hastaların acil serviste kaldıkları ortalama süre ve kaynak kuyruğunda bekleme oranları incelenmektedir. Çalışma sonuçları, bölgesel özelliklere sahip olabilecek acil servislere başvurma nedenleri açısından bir fikir vermekle birlikte, acil servis bölümlerinin doktor ve hemşire görev planlarının yeniden yapılanma çalışmalarına da farklı bir açıdan yol göstermektedir.

*Anahtar Kelimeler: Acil Servis, Simülasyon.*

### **A SIMULATION BASED ANALYSIS OF A RESEARCH AND APPLICATION HOSPITAL EMERGENCY PATIENT DATA IN AEGEAN REGION**

#### **ABSTRACT**

Hospital emergency services are the units in order to realize the first intervention to the sudden diseases. They serve many different patients for 24 hours. The classification of the patients according to the diagnosis and priorities can be used for improving of the service quality and controlling the intensity in emergency services. For this purpose, a simulation model that have been used as input of the emergency service data (like age, gender and diagnosis groups) of a research and application hospital in Aegean Region have been developed. Average time in emergency service and waiting times in resource queue of the patients have been analysed as performance measurements. Study results have given information the application causes to the emergency services and have lead to the restructure operations of the doctors and nurses work schedule.

*Keywords: Emergency Service, Simulation.*

---

\* Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi 35160 Buca İzmir, askin.ozdagoglu@deu.edu.tr, guzin.kavrukkoca@deu.edu.tr.

\*\* Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi 35160 Buca İzmir, ozgur.yalcinkaya@deu.edu.tr.

## **1. GİRİŞ**

İmalat sistemlerinden sonra, hizmet sektörünün günümüze hızla gelişerek gelmesi, hizmet tanımları ile müşteri profilindeki çeşitlenmelerin çarpan etkisiyle artış göstermesi, bu sektörde de planlama ve yönetme anlamında pekçok operasyonel problemi beraberinde getirmektedir. Oteller, restoranlar ve hastanelerde verilen hizmetler için geliştirilen yöntemler ve araçlar literatürde artan bir eğilim göstererek yerini almıştır. Hizmet sektöründe, üzerinde en sık çalışılan işletmelerin başında hastaneler gelmektedir. Yoğun hasta sayısı ve profiline karşı, kısıtlı personel ve ekipmanları ile en iyi hizmeti verebilmek için yoğun planlama faaliyetleri yürütmek zorunda kalan hastanelerin, özellikle planlama ve optimizasyon yöntemlerine ve bu yöntemlerin uygulayıcılarına olan ihtiyacı oldukça artış göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında, hasta yoğunluğunun ve çevriminin en yoğun olarak yaşandığı acil servis birimi büyüteç altına alınmakta ve analiz edilmektedir. Acil servisler, hastanelerde genelde ilk müdahalelerin yapıldığı, gerekiyorsa hastaların diğer kliniklere gönderildiği birimlerdir. Bu birimler hastane kapasitesi çerçevesinde belirli sayıda doktor, hemşire ve yatak bulundurmaktadır. Bu birimde verilen genel hizmet hastanın başvurusu üzerine ilk muayene ve müdahalenin doktor ve hemşireler tarafından yapılması ve eğer bir süre gözetim altında kalması gerekiyorsa hemşire gözetiminde hizmet almaya devam etmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Acil servisin ne olduğu, kurum birimi olarak mimarisinin yapısı ve nasıl çalışması gerektiği tanımlanmıştır (AcilveİlkYardım, 2007). Acil servisler, tanı ve operasyonlar konusunda yapılan tıbbi çalışmaların yanı sıra, etkinlik analizleri, kalite geliştirme faaliyetleri, maliyet analizleri ile literatürde birçok bilimsel çalışmaya konu olmuştur. Kuyruk ve kapasite problemlerinin ortaya çıkış sıklığı ve karmaşıklığı düşünüldüğünde, diğer matematiksel ve sezgisel yöntemlerin yanı sıra, simülasyon, bu alanda ortaya çıkan problemlerin çözümünde ve operasyon analizlerinde sıklıkla başvurulan bir yöntem olarak literatürde yer almaktadır. Simülasyon alanında organize edilen bilimsel toplantılarda da acil servis simülasyonları ana konu başlıkları içerisinde yer almaktadır (SCS, 2007).

En sade tanımı ile bir sistemin simülasyonu, bu sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemidir. Bu bağlamda gerçek sistem modelinin tanımlanması ve bu model ile sistemin işletilmesi amacına yönelik olarak, sistemin davranışını anlayabilmek veya değişik stratejileri değerlendirebilmek (ölçütler kümesinin verdiği sınırlar içinde) için deneyler yürütülmesi süreci olarak da tanımlanabilmektedir. Simülasyon, belirli kararların sonuçlarını ve gidişatlarını tahmin etmekte, gözlemlenen sonuçların sebeplerini belirlemede, değişikliklerin etkilerini ortaya çıkarmada, bütün sistem değişkenlerinin bulunmasını sağlamada, fikirleri değerlendirmede ve verimsizlikleri belirlemede, yeni fikir geliştirmeyi ve yeni düşünceleri teşvik etmede, planların bütünlüğünü test etmede kullanılmaktadır.

Özde deneysel nitelikli bir matematiksel modelleme tekniği olarak, sistemlerin davranışını inceleme ve tanımlama, sistemlerdeki değişmelerin etkilerini belirleme ve böylece gelecekteki davranışları tahmin etme amacı taşıyan deneysel ve

uygulamalı bir metodolojidir (Yalçınkaya vd., 2005; Armaneri vd., 2005). Bu nedenle simülasyon, özellikle karmaşık kuyruk ve/veya darboğaz problemlerinin çözümünde başvurulan en önemli yöntemler arasındadır. Özellikle imalat sistemlerinin kurulması, planlanması ve operasyonların analizi, simülasyon yönteminin en çok yararlandığı çalışma alanını oluşturmaktadır (Smith, 2003). İmalat sistemlerinde karşılaşılan problemin karakteristiklerine ve kısıtlarına göre pek çok farklı simülasyon modeli ve bu modellerin üzerinde çalışması için tasarlanan simülasyon dilleri ve paket programları bulunmaktadır (Jahangirian vd., 2010).

Bu çalışmada, Ege Bölgesinde hizmet veren bir uygulama ve araştırma hastanesinden edinilen acil hasta verilerine dayanarak, hasta tiplerine göre acil servis yoğunluğunu ortaya koymak amacıyla, bir simülasyon modeli geliştirilmektedir. “Hastalık tanısı” tanımları dikkate alınarak farklı önceliklendirmeye dayanan iki senaryo analiz edilmekte ve bu sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Acil servise gelen hastalar yaşlarına, cinsiyetlerine ve tanı kodlarına göre gruplandırılmakta ve simülasyon modeline girdi oluşturacak veriler bu kapsamla sınırlandırılmaktadır. Bu çerçevede, izleyen bölümlerde, simülasyon yönteminin acil servis biriminde uygulanmasına dair örnekler sunulmakta ve ardından gerçekleştirilen uygulamaya dair veriler, bulgular ve değerlendirmelere yer verilmektedir.

## **2. HASTANE ACİL SERVİSLERİ'NDE YÜRÜTÜLEN ÇALIŞMALAR**

Acil servisler, tanı ve operasyonlar konusunda yapılan tıbbi çalışmaların yanı sıra, etkinlik analizleri, kalite geliştirme faaliyetleri, maliyet analizleri ile literatürde birçok bilimsel çalışmaya konu olmuştur. Hastanelerin yirmi dört saat hizmet vermek zorunda olan acil servisleri, en yoğun birimleri arasında yer almakta ve optimizasyon modellerine uygulama konusu olmaktadır. Acil servis araçlarının yerleşimi ve çizelgelenmesi üzerine çok amaçlı karar verme modeli geliştirilerek hizmet düzeyini arttırabilecek yaklaşım önerilmiştir (Selim ve Özkarahan, 2003). Tanılar ve gelen hastaların profili ile ilgili çalışmalar da bu alanda yerini almaktadır (Ünsal vd, 2003; Varol vd, 2007; Çetin vd, 2007). Acil servis asistanlarının çizelgelenmesinde de çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılmaktadır (Topaloğlu, 2005).

Simülasyon yöntemi de hastane içinde operasyon planlama çalışmalarında başvurulan başlıca yöntemler arasında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında, hastanelerde öncelikle kurulan acil servis birimlerindeki kapasitenin analiz edilmesi ve bu analizlerin gelecek planlara referans olarak kullanılması amacıyla bir simülasyon modeli geliştirilmiştir. Bu bağlamda, literatürde yer alan ve simülasyon modellerinden yararlanılarak yürütülen acil servis çalışmalarından örnekler sunulmaktadır. Hastane acil servisleri, yoğun kalabalığın ve darboğazların yoğun yaşandığı bir birim olarak, ortaya çıkardığı karmaşık problemlerle akademik çalışmalara her dönemde konu olmaya devam etmektedir.

Etkinlik ve performans analizi içeren çalışmalarda genellikle simülasyon modellerinden yararlanıldığı görülmekte ve birçok gelişmiş sağlık kuruluşunda bu amaçla platformlar ve laboratuvarlar oluşturulmaktadır (Joshi vd, 2005; Zaki vd, 1997). Acil tıp servis sisteminin daha etkin çalışması amacıyla birbiri ile bağlantıda olan 23 hastane ve acil müdahale personeli bulunduran 36 ambulansın 4 farklı çizelgeleme kuralı ile simülasyonu yapılmıştır (Shih ve Su, 2003). Toplam Kalite Yönetimi ve endüstri mühendisliği tekniklerinin bir arada kullanılarak acil servis hizmet kalitesinin geliştirilmesini amaçlayan çalışmalar yapılmış, bu çalışmaların içerisinde olurlu çözümler oluşturulması aşamasında simülasyon araçlarından yararlanılmıştır (Gonzales vd., 1997). Simülasyon ve genetik algoritma yöntemlerinden yararlanılarak, acil serviste ek personeli geçici olarak istihdam etme yoluna gitmeden eldeki mevcut hemşire kadrosu için etkin bir görev çizelgeleme sistemi yaratarak hizmet kalitesi artırılmıştır (Lin ve Yeh, 2007). Kentucky Chandler Üniversitesi Hastanesi Acil Servis bölümünde darboğazları belirlemek, optimum insan (hemşire, doktor ve radyoloji teknisyeni) ve malzeme ihtiyacını saptamak amacıyla simülasyon çalışması yapılmıştır (Brenner vd, 2009). Kuveyt'te bir devlet hastanesinin acil bölümü faaliyetleri için karar destek sistemi olarak simülasyondan yararlanılmıştır. Bu çalışma kapsamında bütçe kısıtlamaları nedeniyle hasta bekleme sürelerini en aza indirme çabalarının bir sonucu olarak optimum miktarda personel (doktor, hemşire, laborant) bulundurmamak için bu yöntem kullanılmıştır (Ahmed ve Alkhamis, 2009). Kanada'da bir çocuk hastanesinde gönüllü hastalar üzerinde acil bölümündeki kritik durumların simülasyonunu yapmak için astım ve aşırı susuz kalmadan kaynaklanan ishal durumları için deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Bu durumların gözlenme sıklığı ve gerekli hazırlıkların önceden yapılması amacıyla bu simülasyon çalışmasının sonuçlarından yararlanılmıştır (Jennet vd., 2006).

Bu örneklerin ışığında bu çalışmada, benzer bir uygulama Ege Bölgesinde faaliyet gösteren bir hastanede gerçekleştirilmektedir. Acil Servis Birimindeki kuyruk ve personel yoğunlukları tanı bazlı önceliklendirme senaryosu ile analiz edilerek, farklı önceliklerin kaynak kullanım oranlarına etkisi incelenmektedir.

### 3. ACİL SERVİS SİMÜLASYON MODELİ

#### 3.1. Acil Servis Verilerinin Özellikleri

Elde edilen verilerde hastalık tanı tanımlarına ve ICD-10 kodlarına göre gruplandırılarak toplam 14 hastalık tanı grubu oluşturulmuştur. Bu gruplar öncelikleri ile birlikte Tablo 1'de sunulmaktadır. Ayrıca gelen hastaların cinsiyetlerine göre "bayan-erkek", yaş grubuna göre "çocuk-genç" ve "orta yaşlı-yaşlı" olarak iki farklı kategoride incelenmiş ve bu şekilde sisteme girdi sağlayan 56 farklı varlık grubu elde edilmiştir. Bu varlık gruplarının her biri için sisteme gelişler arası süreler hesaplanarak olasılık dağılımları elde edilmiştir. Hastaların acil servisten yararlanma süreleri de *doktor+hemşire*, *hemşire+yatak* ve *yatak* olarak belirlenmiştir. Acil servise başvuran hastaların çoğunun kayıt işlemleri farklı bir kişi tarafından yapılmakta ya da servis sonrasına bırakılmakta olduğundan acil servis

hizmeti kapsamına alınmamıştır. Simülasyon modelinin girdilerini oluşturan dağılımlar Tablo 2’de sunulmaktadır. Grup kodlamada ilk bölüm tanı grubunu, ikinci bölüm cinsiyeti, üçüncü bölüm yaş durumunu (ÇG: çocuk-geç, OY: ortayaşlı-yaşlı) ifade etmektedir.

**Tablo 1. Tanı Grupları ve Öncelik Değerleri**

Grup No	Tanı Kodu	Tanım	Senaryo 1 Öncelik	Senaryo 2 Öncelik
1	A B C	Virüs Bulaşıcı Hastalıklar Kanser, Tümör	2	8
2	D E	Kan Hastalıkları	2	9
3	F G	Psikolojik Sorunlar Sinir Sistemi Beyin Sorunları	2	3
4	H	Göz, KBB	2	4
5	I	Kalp, Romatizma	2	3
6	J	Solunum Yolu	1	2
7	K	Sindirim Sistemi	2	5
8	L	Deri Hastalıkları	2	10
9	M	Kas, Sırt Ağrıları	2	6
10	N O	Boşaltım, Üreme Hastalıkları	2	7
11	R	Ağrı, Bayılmalar	1	2
12	S	Kırık, Yaralanma	1	1
13	T	Travmalar	1	1
14	V W X Z	Araç Kazası Düşme Haşlanma Zehirlenme	1	1

Örneğin, ABC\_E\_ÇG grup kodu hastanın erkek ve çocuk-geç grubunda olduğunu, hastalık tanısının ise 1. gruba (Virüs, Bulaşıcı Hastalıklar, Kanser, Tümör) girdiğini belirtmektedir. Bu grup koduna sahip hastaların gelişleri arasındaki süre ortalaması 954 dakika olan üssel dağılım göstermektedir. Bu gruba ait olan hasta öncelikle *doktor* ve *hemşire* kaynaklarını ortalaması 15.5 dakika olan üssel dağılıma uygun olarak kullanmakta, daha sonra *hemşire* ve *yatak* kaynaklarını ortalaması 15.5 dakika olan üssel dağılıma uygun olarak kullanmakta ve son olarak *yatak* kaynağını ortalaması 41.3 dakika olan üssel dağılıma uygun olarak kullanıp sistemi terk etmektedir. Bir başka örnek vermek gerekirse; S\_K\_ÇG grup kodu hastanın kadın ve çocuk-geç grubunda olduğunu, hastalık tanısının ise 12. gruba (Kırık, Yaralanma) girdiğini belirtmektedir. Bu grup koduna sahip hastaların gelişleri arasındaki süre ortalaması 237 dakika olan üssel dağılım göstermektedir. Bu gruba ait olan hasta öncelikle *doktor* ve *hemşire* kaynaklarını ortalaması 20.7 dakika olan

üssel dağılıma uygun olarak kullanmakta, daha sonra *hemşire* ve *yatak* kaynaklarını ortalaması 20.7 dakika olan üssel dağılıma uygun olarak kullanmakta ve son olarak *yatak* kaynağını ortalaması 55 dakika olan üssel dağılıma uygun olarak kullanıp sistemi terk etmektedir. Simülasyon modelinin varlık grupları ve olasılıklara ilişkin dağılımların açıklanmasının ardından simülasyon modeli ve bulgulara geçilecektir.

**Tablo 2. Simülasyon Modelinin Varlık Grupları ve Sürelere İlişkin Olasılık Dağılımları**

Kodlamada 1. Bölüm Tanı Grubu; 2. Bölüm Cinsiyet; K: Kadın, E: Erkek 3. Bölüm Yaş Durumu; ÇG: Çocuk-Genç OY: Ortayaşlı-Yaşlı Zaman Birimi:Dk., Doktor = 7 kişi Hemşire = 12 kişi Yatak = 25 adet				
Grup Kodu (1._2._3.)	Gelişler	Doktor + Hemşire	Hemşire + Yatak	Yatak
ABC_E_ÇG	EXPO(954)	EXPO(15.5)	EXPO(15.5)	EXPO(41.3)
ABC_E_OY	EXPO(396)	EXPO(10.75)	EXPO(10.75)	EXPO(28.7)
ABC_K_ÇG	EXPO(834)	EXPO(19.9)	EXPO(19.9)	EXPO(53)
ABC_K_OY	EXPO(471)	EXPO(17)	EXPO(17)	EXPO(45.3)
DE_E_ÇG	EXPO(3250)	EXPO(81.5)	EXPO(81.5)	EXPO(217)
DE_E_OY	EXPO(909)	EXPO(25.9)	EXPO(25.9)	EXPO(76.8)
DE_K_ÇG	EXPO(1490)	EXPO(19.4)	EXPO(19.4)	EXPO(51.7)
DE_K_OY	EXPO(745)	EXPO(17.6)	EXPO(17.6)	EXPO(47)
FG_E_ÇG	EXPO(490)	EXPO(21.2)	EXPO(21.2)	EXPO(56.4)
FG_E_OY	EXPO(565)	EXPO(20)	EXPO(20)	EXPO(51.9)
FG_K_ÇG	EXPO(265)	EXPO(27.5)	EXPO(27.5)	EXPO(73.2)
FG_K_OY	EXPO(291)	EXPO(21.8)	EXPO(21.8)	EXPO(58.1)
H_E_ÇG	EXPO(354)	EXPO(17.6)	EXPO(17.6)	EXPO(46.9)
H_E_OY	EXPO(516)	EXPO(15.7)	EXPO(15.7)	EXPO(41.7)
H_K_ÇG	EXPO(339)	EXPO(23)	EXPO(23)	EXPO(61.4)
H_K_OY	EXPO(313)	EXPO(21.3)	EXPO(21.3)	EXPO(56.7)
I_E_ÇG	EXPO(656)	EXPO(12.5)	EXPO(12.5)	EXPO(33.4)
I_E_OY	EXPO(79)	EXPO(18)	EXPO(18)	EXPO(48.1)
I_K_ÇG	EXPO(961)	EXPO(13.3)	EXPO(13.3)	EXPO(35.3)
I_K_OY	EXPO(86.7)	EXPO(16.2)	EXPO(16.2)	EXPO(43.1)
J_E_ÇG	EXPO(135)	EXPO(34)	EXPO(34)	EXPO(80.8)
J_E_OY	EXPO(243)	EXPO(20.5)	EXPO(20.5)	EXPO(54.7)
J_K_ÇG	EXPO(106)	EXPO(23.5)	EXPO(23.5)	EXPO(62.5)
J_K_OY	EXPO(110)	EXPO(18.5)	EXPO(18.5)	EXPO(49.4)
K_E_ÇG	EXPO(1870)	EXPO(36.3)	EXPO(36.3)	EXPO(96.8)
K_E_OY	EXPO(202)	EXPO(17.7)	EXPO(17.7)	EXPO(47.1)
K_K_ÇG	EXPO(215)	EXPO(22.2)	EXPO(22.2)	EXPO(59.2)
K_K_OY	EXPO(181)	EXPO(16.9)	EXPO(16.9)	EXPO(44.9)
L_E_ÇG	EXPO(567)	EXPO(26.2)	EXPO(26.2)	EXPO(69.8)
L_E_OY	EXPO(680)	EXPO(48.7)	EXPO(48.7)	EXPO(59.8)
L_K_ÇG	EXPO(313)	EXPO(17.9)	EXPO(17.9)	EXPO(47.6)

<b>Tablo 2 (Devamı)</b>				
L_K_OY	EXPO(460)	EXPO(20.7)	EXPO(20.7)	EXPO(55.2)
M_E_ÇG	EXPO(271)	EXPO(18.3)	EXPO(18.3)	EXPO(48.7)
M_E_OY	EXPO(315)	EXPO(20.8)	EXPO(20.8)	EXPO(55.4)
M_K_ÇG	EXPO(209)	EXPO(26.2)	EXPO(26.2)	EXPO(69.7)
M_K_OY	EXPO(191)	EXPO(16.5)	EXPO(16.5)	EXPO(44)
NO_E_ÇG	EXPO(245)	EXPO(20)	EXPO(20)	EXPO(53.3)
NO_E_OY	EXPO(208)	EXPO(18.8)	EXPO(18.8)	EXPO(50.2)
NO_K_ÇG	EXPO(140)	EXPO(19)	EXPO(19)	EXPO(50.5)
NO_K_OY	EXPO(186)	EXPO(20.4)	EXPO(20.4)	EXPO(54.3)
R_E_ÇG	EXPO(68.7)	EXPO(19.8)	EXPO(19.8)	EXPO(52.7)
R_E_OY	EXPO(60)	EXPO(23.2)	EXPO(23.2)	EXPO(61.9)
R_K_ÇG	EXPO(44.5)	EXPO(18.4)	EXPO(18.4)	EXPO(48.9)
R_K_OY	EXPO(73.7)	EXPO(21.4)	EXPO(21.4)	EXPO(57)
S_E_ÇG	EXPO(150)	EXPO(16.6)	EXPO(16.6)	EXPO(44.3)
S_E_OY	EXPO(280)	EXPO(20.8)	EXPO(20.8)	EXPO(55.4)
S_K_ÇG	EXPO(237)	EXPO(20.7)	EXPO(20.7)	EXPO(55)
S_K_OY	EXPO(167)	EXPO(13.3)	EXPO(13.3)	EXPO(35.4)
T_E_ÇG	EXPO(696)	EXPO(22)	EXPO(22)	EXPO(58.6)
T_E_OY	EXPO(1710)	EXPO(14.4)	EXPO(14.4)	EXPO(38.3)
T_K_ÇG	EXPO(895)	EXPO(18.7)	EXPO(18.7)	EXPO(49.7)
T_K_OY	EXPO(851)	EXPO(22)	EXPO(22)	EXPO(58.7)
VWXZ_E_ÇG	EXPO(180)	EXPO(20.5)	EXPO(20.5)	EXPO(54.7)
VWXZ_E_OY	EXPO(282)	EXPO(14.5)	EXPO(14.5)	EXPO(38.6)
VWXZ_K_ÇG	EXPO(200)	EXPO(17.6)	EXPO(17.6)	EXPO(46.9)
VWXZ_K_OY	EXPO(251)	EXPO(22)	EXPO(22)	EXPO(58.6)

### 3.2. Simülasyon Modeli ve Bulgular

Acil servislerde verilen genel hizmet, hastanın başvurusu üzerine ilk muayene ve müdahalenin doktor ve hemşireler tarafından yapılması ve eğer bir süre gözetim altında kalması gerekiyorsa hemşire gözetiminde hizmet almaya devam etmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Gelen hasta önce doktor ve hemşire kuyruğuna girmekte, doktor teşhisi koyup tedavi şeklini belirledikten sonra hemşire ilgili işlemleri gerçekleştirmektedir. Tedavi gerçekleştirildikten sonra hasta bir süre daha gözetim altında tutularak acil servis hizmeti sonlandırılmaktadır. Acil servise gelen hasta ilk senaryoya göre sadece öncelikli (1) – önceliksiz (2) ayırımına tabi tutulmakta, ikinci senaryo için ise her tanı grubuna ayrı bir öncelik atanarak çalıştırılmaktadır, öncelikler Tablo 1’de gösterilmiştir. Simülasyon modeli ARENA 10.0 yazılımı kullanılarak geliştirilmiştir. Bu modele ilişkin Arena ekran görüntüsü Ek’te sunulmaktadır. Acil serviste 7 doktor, 12 hemşire ve 25 yatak kaynaklar olarak modellenmiş, zaman birimi olarak ise dakika kullanılmıştır. Her birinin uzunluğu 47520 dakika olan 10 replikasyon yapılmış, her bir replikasyon için sistem 4320 dakika (ısınma periyodu) çalıştırdıktan sonra 43200 dakika için istatistikler toplanmıştır. Simülasyon modelini doğrulama aşamasında, sonuçların manüel olarak kontrolü ve rasgele değişkenler yerine sabit değerler koyma yöntemleri kullanılmıştır. Tablo 3 modelin çalıştırılması sonucu elde edilen performans değerlerini göstermektedir.

Tablo 3. Sistemde Ortalama Kalma Süreleri

Gruplar	Senaryo 1	Senaryo 2	Gruplar	Senaryo 1	Senaryo 2
ABC_E_CG	123,86	150,19	L_E_CG	180,24	230,01
ABC_E_OY	106,89	129,42	L_E_OY	221,16	276,29
ABC_K_CG	148,11	173,68	L_K_CG	139,46	195,13
ABC_K_OY	132,49	163,27	L_K_OY	155,73	200,75
DE_E_CG	458,44	476,19	M_E_CG	143,68	122,89
DE_E_OY	183,46	219,08	M_E_OY	157,22	135,37
DE_K_CG	152,36	184,56	M_K_CG	177,61	160,09
DE_K_OY	138,58	162,32	M_K_OY	136,01	119,42
FG_E_CG	150,92	114,13	NO_E_CG	149,36	146,98
FG_E_OY	154,77	108,93	NO_E_OY	142,15	143,76
FG_K_CG	190,48	145,89	NO_K_CG	148,80	143,52
FG_K_OY	160,59	119,27	NO_K_OY	154,77	149,92
H_E_CG	136,21	103,54	R_E_CG	100,16	99,98
H_E_OY	129,14	96,24	R_E_OY	116,79	116,63
H_K_CG	166,33	132,05	R_K_CG	93,99	94,97
H_K_OY	157,59	123,79	R_K_OY	107,81	109,76
I_E_CG	114,71	77,15	S_E_CG	84,07	80,88
I_E_OY	142,00	100,73	S_E_OY	105,39	101,96
I_K_CG	112,99	78,14	S_K_CG	105,57	100,41
I_K_OY	132,99	91,85	S_K_OY	70,04	67,91
J_E_CG	158,27	158,68	T_E_CG	111,67	111,37
J_E_OY	104,25	104,02	T_E_OY	75,85	69,21
J_K_CG	115,29	118,34	T_K_CG	94,99	88,93
J_K_OY	95,25	94,68	T_K_OY	114,76	111,98
K_E_CG	226,51	195,36	VWXZ_E_CG	102,57	101,51
K_E_OY	146,92	110,89	VWXZ_E_OY	76,75	72,59
K_K_CG	160,30	132,58	VWXZ_K_CG	92,01	88,04
K_K_OY	138,65	106,48	VWXZ_K_OY	110,08	108,11
Genel Ortalama				124,85	116,73

Mevcut ve alternatif modelde performans ölçütleri olarak hastanın sistemde ortalama kalma süresi, kuyrukta bekleme oranları ile *doktor*, *hemşire* ve *yatak* kaynakları için faydalı kullanım oranları hesaplanmış ve Tablo 4'te sunulmuştur.



**Tablo 4. Kuyruқта Bekleme ve Faydalı Kullanım Oranları**

<b>Diğer Performans Ölçütleri</b>	<b>Senaryo 1</b>	<b>Senaryo 2</b>
Doktor-Hemşire Kuyruğu (kişi)	2,31	2,09
Yatak-Hemşire Kuyruğu (kişi)	5,72	3,96
Doktor (FKO-faydalı kullanım oranı) (yüzde)	$5,29/7*100 = 75,57$	$5,25/7*100 = 75,00$
Hemşire-FKO (yüzde)	$10,56/12*100 = 88,00$	$10,56/12*100 = 88,00$
Yatak-FKO (yüzde)	$19,14/25*100 = 76,56$	$19,19/25*100 = 76,76$

Sistemde ortalama kalma süreleri açısından gruplar incelendiğinde; 1. grup, 2. grup ve 8. gruba ait değerlerde bir miktar yükselme görülmüş, 6. grup, 10. grup ve 11. gruba ait değerlerde önemli bir değişim gözlenmemiş, 3. grup, 4. grup, 5. grup, 7. grup, 9. grup, 12. grup, 13. grup ve 14. gruba (gruplar için Tablo 1'e bakınız) ait değerlerde önemli ölçüde azalma gözlenmiştir. Sistemde ortalama kalma sürelerinde azalma görülen hasta gruplarının, genel olarak yüksek öncelikli olması, Senaryo 2'nin uygulanması durumunda sistemde iyileştirme sağlayacağını ortaya koymaktadır. Genel ortalama değerinde ise % 6,5 oranında bir iyileşme elde edilmiştir.

Tablo 4'de görüldüğü gibi ayrıntılı önceliklendirme (Senaryo 2), sistem içinde *doktor*, *hemşire* ve *yatak* kaynaklarının faydalı kullanım oranlarını etkilememektedir, Senaryo 2 çalışanlara ek bir iş yükü getirmemektedir. Senaryo 2 uygulandığında Doktor-Hemşire Kuyruğu'nda % 9,52, Yatak-Hemşire Kuyruğu'nda ise % 30,77 oranında bir iyileşme görülmektedir.

#### 4. SONUÇ

Acil servis, hastanelerde genelde ilk müdahalelerin yapıldığı, gerekiyorsa hastaların diğer kliniklere gönderildiği birimler olup günün her saatinde ve yılın her döneminde yoğunluğunu koruyan bir birimdir. Tanıya özel bir birim olmaması, çok farklı şikayetlerde hastaların başvurması ve bunların büyük bir bölümüne anlık müdahale edilme zorunluluğu, birimde beklemelere, personel, yatak ve ekipman bulunabilirliği ve yeterliliği bağlamında toleranslara, hiçbir zaman esneklik tanımamıştır. Dolayısıyla, acil servislerdeki kapasite planlaması, sürekli bir karar problemi olarak çözülmeye çalışılmıştır.

Söz konusu karar problemlerinin etkin çözümlerine ulaşabilmek için sistematik ve analitik çözüm tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu çözüm tekniklerinden biri de simülasyon yöntemidir. Simülasyon, farklı koşullar için sistemin performans değerlerinin izlenmesini sağladığı için tercih edilen yöntemler arasında yer almıştır.

Bu çalışmada ele alınan hastanenin acil servis biriminde, hastane kapasitesi çerçevesinde belirli sayıda doktor, hemşire ve yatak bulundurulmaktadır. Bu birimde verilen genel hizmet süreci, hastanın başvurusu üzerine ilk muayene ve müdahalenin doktor ve hemşireler tarafından yapılması ve eğer bir süre gözetim altında kalması gerekiyorsa hemşire gözetiminde hizmet almaya devam etmesi aşamalarıyla tanımlanmıştır. Tanımlanan bu sürece göre, “önceliksiz” ve “tanı bazlı öncelikli” önceliklendirme koşulları birer senaryo olarak ele alınmış ve kaynak kullanımları bu iki senaryo için karşılaştırılmıştır. ICD-10 standart tanımları, yaş ve cinsiyet gibi karakteristikler baz alınarak, hasta kategorileri oluşturulmuştur. Hastaneden edinilen acil servis kayıtlarına göre, bu kategorilerin gözlemlerine ilişkin olasılık dağılımları çıkarılmıştır.

Acil servis performansının hasta tanısı, doktor, hemşire ve yatak kapasiteleri göz önüne alınarak simülasyon modelinin geliştirildiği bu çalışmada, iki farklı önceliklendirme senaryosu incelenmiştir. Geliştirilen simülasyon modeline farklı tanı, cinsiyet ve yaş grupları şeklinde giren hastalar *doktor, hemşire, yatak* gibi kaynakları meşgul ederek acil hizmeti almış ve sistemi terk etmiştir. Hastaların sistemde ortalama kalma süreleri, kuyrukta bekleme oranları, hizmet kapsamındaki kaynakların faydalı kullanım oranları iki farklı senaryo için hesaplanmıştır.

Ayrıntılı önceliklendirmenin yapıldığı ikinci senaryoda hastalar, başlangıçta tanımlanan öncelik değerlerine göre sisteme alınmış ve bu gruplardan elde edilen performanslardan sistemde kalma süreleri incelendiğinde, bu hastaların çoğunun aldığı hizmette iyileşme sağlandığı gözlemlenmiştir. Bu iyileştirme sağlanırken, sistem içinde kaynak kuyruklarında görülen kaynak yoğunluklarında bir değişiklik olmamıştır. Dolayısıyla ayrıntılı önceliklendirme, acil servis hizmeti açısından daha olumlu sonuçlar vermiştir. Sonuç olarak, önceliklendirmeye dayalı bir planlama, hem başvuran hastaların kaliteli hizmet alması hem de birimdeki kaynakların etkin kullanılması açısından tercih edilmesi açısından önerilen bir durum olarak değerlendirilmiştir.

#### **KAYNAKÇA**

AcilveIlkyardım, (2007), [www.acilveilkyardim.com/arastirmalar/acilservismimarisi.htm](http://www.acilveilkyardim.com/arastirmalar/acilservismimarisi.htm), (15.04.2007).

Ahmed, M. A., Alkhamis T.M., (2009), “Simulation Optimization For an Emergency Department Healthcare Unit in Kuwait”, *European Journal of Operational Research*, 198, 936–942.

Armaneri, Ö., Yalçinkaya, Ö., Eski, H., (2005), “Riskli Yatırım Projelerinin Simülasyon Metamodelleme Yöntemi ile Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi”, *V.Endüstri-İşletme Mühendisliği Kurultayı Bildiriler Kitabı*, 245-250, 9-10 Aralık 2005, Erdemir Kültür Merkezi, Kdz. Ereğli, Zonguldak, TÜRKİYE.

Brenner, S., Zeng, Z., Liu, Y., Wang J., Li, J., Howard, P.K., (2009). "Modeling and Analysis of The Emergency Department At University of Kentucky Chandler Hospital Using Simulations", *Journal of Emergency Nursing*, Article in Press.

Çetin, N.G., Tomruk, Ö., Beydilli, H., Serel, T.A., (2004), Acil Servise Ürogenital Sistem Şikayetleri ile Başvuran Çocukların Retrospektif İncelenmesi. ([http://med.sdu.edu.tr/tipdergisi/2004/2004\\_11\\_3\\_pdf/cetin.pdf](http://med.sdu.edu.tr/tipdergisi/2004/2004_11_3_pdf/cetin.pdf), 15.04.2007).

Gonzalez, C.J., Gonzalez M., Rios, N.M., (1997), "Improving The Quality of Service in an Emergency Room Using Simulation-Animation and Total Quality Management", *Journal of Computers and Industrial Engineering*, 33(Sayı:1-2), 97-100.

Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L.K., Young, T., (2010), "Simulation in Manufacturing and Business: A review", *European Journal of Operational Research*, 203, 1–13.

Joshi, M., Mansata A., Talauliker S., Beard, C., (2005), "Design and Analysis of Multi-level Active Queue Management Mechanisms for Emergency Traffic", *Computer Communications*, 28, 162–173.

SCS, (2007), <http://www.sce.carleton.ca/faculty/wainer/SCSC07/SCSC07> (08.05.2007).

Selim, H., Özkarahan, İ. (2003), "Acil Servis Araştırmalarının Yerleşiminin Belirlenmesinde Yeni bir Model", *Endüstri Mühendisliği*, (Sayı: 1).

Smith, J.S., (2003), "Survey On The Use of Simulation for Manufacturing System Design and Operation", *Journal of Manufacturing Systems*, 22 (sayı:2), 157-171.

Su, S., Shih, C-L., (2003), "Modeling an Emergency Medical Services System Using Computer Simulation", *International Journal of Medical Informatics*, 72, 57-72.

Topaloğlu, Ş. (2005), "Analitik Hiyerarşi Prosesine Dayalı Amaç Programlama Tekniği ile Acil Servis Asistanlarının Çizelgelenmesi", 4. İstatistik Kongresi, 8-12 Mayıs 2005, Belek-Antalya.

Tsai, T-C., Harasym, P.H., Nijsen-Jordan, C., Jennet, P., (2006), "Learning Gains Derived from a High-fidelity Mannequin-based Simulation in the Pediatric Emergency Department", *Journal of Formos Medical Association*, 105 (Sayı: 1), 94-98.

Ünsal, A., Çevik, A.A., Metintaş, S., Arslantaş, D., İnan, O.Ç., (2003), "Geriatri Hastalarının Acil Servis Başvuruları", *Geriatri*, 6 (Sayı: 3), 83-88.

Varol, O., Eren, Ş.H., Oğuztürk, H., Korkmaz, İ., Beydilli, İ. (2007), Trafik Kazası Sonucu Acil Servise Gelen Hastaların İncelenmesi. <http://www.cumhuriyet.edu.tr/edergi/makale/1353.pdf>, (15.04.2007).

Yalçinkaya, Ö., Armaneri, Ö., Bayhan, G.M., (2005), “Atölye Tipi Bir Üretim Sisteminde Malzeme Taşıma Aracı Olarak Kullanılan Otomatik Kılavuzlu Araç (AGV) Sayılarının Bilgisayar Simülasyonu ile Belirlenmesi”, V.Endüstri-İşletme Mühendisliği Kurultayı Bildiriler Kitabı, 251-254, 9-10 Aralık 2005, Erdemir Kültür Merkezi, Kdz. Ereğli, Zonguldak, TÜRKİYE.

Yeh, J-Y., Lin, W-S., (2007), “Using Simulation Technique and Genetic Algorithm to Improve The Quality Care of A Hospital Emergency Department”, Expert Systems with Application, 32, 1073–1083.

Zaki, A.S., Cheng, H.S., Parker, B., (1997), “A Simulation Model for Management and Analysis of an Emergency Service, Socio Economic Planning Sciences, 31, (Sayı: 3), 173-189.

**EK: Geliştirilen Simülasyon Modelinin Arena 10.0 Ekran Görüntüsü**

