



YÖNETİMDE SİMÜLASYONLA KARAR VERME: HASTANE ACİL SERVİS ÖRNEĞİ

Serdar ZİNCİR^{1*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, 46500, Kahramanmaraş, Türkiye

Özet: Bu çalışmanın amacı bir hizmet üretim birimi olan hastane acil servis departmanında hastaların bekleme sürelerinin en aza indirilmesi ve personelin meşguliyet oranının en uygun seviyeye getirilebilmesi amacıyla uygun personel sayısının belirlenerek optimum hizmet kalitesinin elde edilmesine çalışmaktır. Hastane Acil Servis Departmanının modellenmesi için Kahramanmaraş'ta bir kamu hastanesinden temin edilen 2022 yılı verileri kullanılmıştır. Verilerden bazıları hastane sisteminden çıktı olarak temin edilmiş bazıları da gözlem yoluyla elde edilen değerlerden oluşturulmuştur. Dolayısıyla sistemin modellenmesinde kullanılan bazı değişkenler yaklaşık değerleri içermektedir. Hastane acil servis iş akış süreci Arena Simülasyon yazılımı üzerinde modellenmiş ve optimum hizmet kalitesi için gereken optimum personel sayısı, optimum personel kullanım oranı ve birim zamanda hastalara harcanan maksimum katma değerli süreler ulaşabilmek amacıyla model üzerinde farklı değişkenler denenerek oluşturulan senaryolar doğrultusunda model koşulmuş ve ortaya çıkan raporlar analiz edilmiştir. Modelleme yapılırken verilerin olasılık dağılımları için Smirnov-Kolmogorov uygunluk testi yapılmış ve veri setindeki maddelerin hangi olasılık dağılımına uyduğu tespit edilmiştir. Araştırmada simülasyon modelinin ürettiği sonuçlar arasında en ideal çözüme ulaşabilmek amacıyla PROMETHEE II (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation) yöntemi kullanılmıştır. Acil Servis Departmanında bu yöntem kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre ortaya atılan 5 adet senaryo arasında incelenen, 1 adet kayıt ve triyaj personeli 2 adet hemşire, 3 adet doktor ve 1 adet laboratuvar personeli çalıştırılmasını içeren senaryonun modellenen birim için en uygun senaryo olduğu tespit edilmiştir. Başka bir deyişle incelenen Acil Servis Departmanında yukarıda belirtilen senaryonun uygulanması durumunda hastalara sağlanan hizmet kalitesi optimuma ulaşmış olacaktır.

Anahtar kelimeler: Simülasyon, Karar verme, Yönetim

Decision-Making with Simulation in Management: Case of a Hospital Emergency Service

Abstract: The aim of this study is to determine the appropriate number of personnel in order to minimize the waiting time of the patients and to determine the optimum service quality in order to bring the utilization rate of the personnel to the optimum level in the Hospital Emergency Service Department, which is a service production unit. The data needed for modelling the Hospital Emergency Service Department is the data obtained in 2022 from a public hospital in Kahramanmaraş. Some of the data was obtained as an output data from the Hospital system and some of them were created from the values obtained through observation. Therefore, some variables used in modelling the system contain approximate values. The Hospital Emergency Service workflow process was modelled on Arena Simulation Software and in order to reach the optimum number of personnel required for optimum service quality, optimum personnel utilization rate and maximum value added time spent on patients per unit time, different variables were tested on the model and the model was run in line with the scenarios created and the resulting reports were analyzed. While modelling, Smirnov-Kolmogorov suitability test for distribution was performed for the probability distributions of the data and it was proved which probability distribution the items in the data set fit. PROMETHEE II (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) method was used in order to reach the most ideal solution among the results produced by the simulation model. According to the results of the analyses made by using this method in the Emergency Service Department, it has been proved that the scenario which includes the employment of 1 registration and triage personnel, 2 nurses, 3 doctors and 1 laboratory personnel is the most appropriate scenario for the unit. In other words, if the above-mentioned scenario is implemented in the analyzed Emergency Service Department, the service quality provided to the patients will reach optimum.

Keywords: Simulation, Decision making, Management

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, 46500, Kahramanmaraş, Türkiye

E mail: serdarzincir@gmail.com (S. ZİNCİR)

Serdar ZİNCİR <https://orcid.org/0000-0003-0584-2525>

Gönderi: 11 Ocak 2024

Received: January 11, 2024

Kabul: 05 Haziran 2024

Accepted: June 05, 2024

Yayınlanma: 01 Temmuz 2024

Published: July 01, 2024

Cite as: Zincir S. 2024. Decision-making with simulation in management: case of a hospital emergency service. BSJ Pub Soc Sci, 7(2): 58-65.

1. Giriş

Günümüz iş dünyasında statizmin yerini alan dinamizm, işletmeleri sürekli iyileşme ve gelişmeye zorlamaktadır (Sayım ve Aydın, 2011). Bilgi paylaşımı ve bilgiye

erişimin belki de tarihin hiçbir döneminde bu kadar hızlı yapılmadığı günümüz dünyasında işletmelerin sürekli değişmesi ve gelişmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu baş döndürücü hız teknolojinin ve insanlığın sahip olduğu bilgi birikiminin belki de kaçınılmaz sonucudur.



Geleceği en doğru öngörenin kazandığı bir iş çevresinde teknoloji bu bağlamda şüphesiz insanoğlunun en büyük yardımcısı konumuna gelmiştir (Mourtzis ve ark., 2014). Bilgiyi elinde bulunduran ve bilişim teknolojilerini iş dünyasına hızlı adapte edebilen işletmeler geleceğin işletmeleridir. Aksini düşünen iş yöneticilerinin ve dolayısıyla işletmelerin de rekabette geriye düşerek çağı yakalayamadıkları ve günümüz iş çevresine adaptasyon probleminin sonucu olarak ya küçüldükleri ya da iş dünyasından silindikleri maalesef acı bir şekilde tecrübe edilmiştir (Bakan ve ark., 2014).

Teknolojik ilerlemelerin baş döndürücü bir hızla ilerlediği günümüz iş dünyasında karar verme süreçleri de giderek daha karmaşık hale gelmektedir. Geleneksel yöntemlerle, karmaşıklık ve belirsizlik içeren ortamlarda kararlarla başa çıkmak zorlaşmaktadır. Ancak, simülasyonla karar verme yöntemi, bu sorunlara çözüm sunan etkileyici bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. Simülasyon, gerçek dünyadaki olayları taklit ederek model oluşturma sürecini ifade eder. Oluşturulan sanal modeller özellikle karmaşık ve yüksek riskli durumlarda maliyetli hatalardan kaçınmaya yardımcı olabilir. Simülasyonla karar vermenin amacı gelecekteki belirsizliklere işletmeyi daha iyi hazırlanmak ve organizasyonel dayanıklılığı arttırmaktır.

2. Hizmet Kavramı

Ürünler fiziksel, somut, tüketiciler tarafından rahatlıkla algılanabilen nesnelere dir. Hizmetler ise fiziksel bir varlığa sahip olmamakla birlikte doğası gereği maddi değildir. Bunun yanında tıpkı ürünler gibi bir ihtiyacı karşılamaya yöneliktir. Finansal hizmetler, bankacılık hizmetleri, telekomünikasyon, iletişim hizmetleri, kurye hizmetleri, otel, konaklama hizmetleri, kara deniz ve havayolu taşımacılığı, sağlık hizmetleri, avukatlık hizmetleri, danışmanlık hizmetleri gibi hizmet türleri, aslında yukarıda açıklanan tanıma uygun olarak insan ihtiyacını karşılamaya yönelik olsa da soyut ürünlere örnektir.

Hizmetler, hizmet sağlayıcı ile müşteriler arasındaki doğrudan etkileşim yoluyla oluşturulur. Sayım ve Aydın (2011) hizmeti, insanların ya da insan gruplarının, ihtiyaçlarını gidermek amacıyla belirli bir fiyattan satışa sunulan, elle tutulamayan, koklanamayan, kolay heba olabilmeyen, standartlaştırılmayan, fayda ve tatmin oluşturan soyut faaliyetler bütünü olarak tanımlamıştır. Aslan (1998)'e göre hizmetler, hizmeti sunanın hizmetten faydalanan için faaliyette bulunması, hizmetten faydalananın hizmete ulaşmak için gereken emeği harcaması yoluyla, hizmeti sunanla hizmetten faydalanan arasındaki etkileşim sonucu üretilmektedir.

Kabataş ve Pamukçu (2010), hizmeti tanımlarken hizmetin temel özelliğinin insanla iç içe olması olduğunu, hizmetin birinci dereceden muhatabının insan olduğunu ve hizmetin bu özelliğinin hizmet üretimini, ürün üretiminden ayıran en önemli özelliği olduğunu vurgulamıştır. İslamoğlu (2011)'in yaptığı bir başka tanıma göre ise hizmet, tüketicilerin yaşantılarından

kaynaklanan ve genellikle fiziksel olmayan sorunların çözümünü kolaylaştıran sistemler, faaliyetler ve faydalar toplamıdır. Yatkin (2008)'e göre hizmet, ister bireyler tarafından ister makineler (teknik araçlar) tarafından sağlansın, sonuçta fiziksel bir varlığı yoktur ve insanların (müşterilerin) ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlamaktadır. Hizmet organizasyonları eğitimden sağlığa çeşitlilik gösteren bankacılık, havayolu ulaşımı, sigorta ve turizm, iletişim gibi boyutları içeren geniş bir yelpazede faaliyet göstermektedir.

Sağlık hizmetleri, toplumun sağlığını korumak ve bireylerin sağlık ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla sunulan hizmetlerdir. Bu hizmetlerin nitelikleri, etkili ve kaliteli sağlık hizmeti sunumunu sağlamak için önemlidir. Yeterli ve dengeli bir şekilde sunulması için sağlık hizmetlerinin nüfus yoğunluğuna göre örgütlenmesi elzemdir.

Kaliteli bir sağlık hizmetinden söz edebilmek için bu hizmetlerin erişilebilirlik, etkililik ve güvenilirlik gibi özelliklere sahip olması gerekir. Bu tür hizmet kalitesi boyutlarını barındıran sağlık hizmetleri, bu hizmetten faydalananların beklentilerinin karşılanmasında yeterli olabilecek ve beklentiyle karşılaşılan arasındaki farkın kapanmasını sağlayarak kaliteyi artıracaktır.

Bakan ve ark. (2014) sağlık sektöründe sunulan hizmetin kalitesinden bahsetmiş ve insan sağlığı söz konusu olduğunda yapılan hiçbir hatanın geri dönüşünün olamayacağını belirtmiştir. Yazarlara göre sağlık örgütlerinin sürekli kendilerini geliştirmeleri, sektördeki yenilikleri takip etmeleri ve hizmette üst düzey kaliteyi yakalamaya çalışmaları ihtiyaçtan çok bir zorunluluktur.

2.1. Hizmet Kalitesi

Fiziksel ürünlerde kalite somut verilerle ölçülebilirken hizmet sunumlarında kalitenin hesaplanması ya da ölçülmesi oldukça güçtür. Hizmetin kalitesi subjektif yargılar içerir ve soyut algılamalardan ibarettir. Ayrıca, hizmet kalitesi tüketici memnuniyeti ile bağlantılıdır. Hizmet kalitesi, müşterinin algısıdır. Bununla birlikte müşteriler, hizmet kalitesi hakkında yalnızca tek bir referanstan değil, hizmeti oluşturan birçok faktörden fikir oluştururlar. Kaynarca ve Ekmekçi (2017)'ye göre hizmet kalitesinin sağlanması sadece standartlara uygunlukla değil, müşteri beklentilerinin karşılanmasıyla da ilgilidir. Beklentileri ölçmek ve gerçekleşen hizmet düzeyi ile karşılaştırmak için bir modele ihtiyaç vardır. Hernon ve Nitecki (2001)'e göre ise hizmet kalitesine verilen önem, kısaca, bir kuruluşun rekabet avantajı elde etmek için müşterileriyle bir ortaklık geliştirmesini sağlar.

Güzel ve Kotan (2013)'e göre müşterilerin bir hizmetten algıladıklarının, beklentilerinden çok aşağısında kalması durumunda tatmin gerçekleşmez. Hizmetin kalitesi oldukça önemli bir kavramdır ve hizmetin kalitesi müşterilerin beklentileri ile algıları arasındaki farka dayanarak belirlenir. Shirkavand ve ark. (2015) hizmet kalitesinin, beş boyutu içeren karmaşık bir konu olduğunu ve bu boyutların güvenilirlik, hesap verebilirlik, güvence, empati ve görünüm gibi boyutlardan

oluşturduğunu öne sürmüştür. Güzel ve Kotan (2013)'e benzer şekilde yazar hizmet kalitesi kavramının müşterinin beklentileri ile algıladıkları arasındaki farka dayandığını açıklamıştır.

Parasuraman ve ark. (1985)'e göre hizmet kalitesi, hizmetlere özgü üç özellik nedeniyle soyut ve anlaşılması zor bir yapıdır: soyutluk, heterojenlik ve üretim ile tüketimin ayrılmazlığı. Benzer şekilde Kazançoğlu ve Kazançoğlu (2013) hizmet kalitesi ölçümünün tüketicilerin beklentilerine ilişkin algıları üzerinden tanımlanmasından ve bu algıların sayısal değerlere dönüştürülmesinin zorluğundan bahsetmiştir. Parasuraman ve ark. (1985), hizmet kalitesi kriterlerinin on boyutundan bahsetmiştir. Aşağıda bu boyutlar ve boyutlara ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

- Sürdürülebilirlik: Performans istikrarı ve güvenilirliği
- Yanıt verebilirlik: Çalışanların hizmet sunmaya istekli veya hazır olması
- Rekabet edebilirlik: Hizmeti gerçekleştirmek için gerekli beceri ve bilgiye sahip olma
- Erişilebilirlik: Ulaşılabilirlik ve kolay iletişim kurulabilme
- Nezaket: Müşteriyle iletişim kuracak personelin nezaketi, saygısı, düşünceliliği ve samimiyeti
- İletişim: Müşterileri anlayabilecekleri bir dilde bilgilendirme ve onları dinleme
- Güvenilirlik: İnanılabilirlik, dürüstlük
- Güvenlik: Tehlike, risk veya şüpheden uzaklık
- Müşteriyi anlama: Müşteri ihtiyaçlarını anlamak için çaba sarf etme
- Somutluk: Hizmetin fiziksel kanıtları (Parasuraman ve ark., 1985).

3. Modelleme ve Simülasyon

Gerçek bir sistem üzerinde deneyler yapılması her zaman mümkün değildir. Bu nedenle gerçek bir sistemi tüm özellikleri ile ifade edecek bir araca ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araç gerçek sistemin daha iyi anlaşılmasını sağlayan sistemin modellenmesiyle elde edilebilir. "Simülasyon, ürün, süreç ve sistem tasarımı ve konfigürasyonunun denenmesine ve doğrulanmasına izin verdiğinden, dijital üretimin başarılı bir şekilde uygulanması için vazgeçilmez bir teknolojik araçlar ve yöntemler seti içerir. Özellikle küreselleşme gibi mega trendlerden ve daha yüksek derecede ürünlere nitelik kazandırma ve tüketiciye özel ürünler üretme için sürekli artan taleplerden etkilenen günümüzün çalkantılı üretim ortamında, simülasyonun değeri açıktır (Mourtzis ve ark., 2014). Simülasyon sistemlerin gerçek performansını taklit etmek için önemli bir araçtır. İş süreçlerinde farklı senaryoların denenerek olası sonuçların analiz edilmesi ancak simülasyon yardımıyla mümkün olabilir. Simülasyon olmadan, deneme yanılma yöntemi için çok maliyetli hale gelir, hatta bazı süreçlerde deneme yanılma imkansızdır. Mevcut sistemlerin performanslarının önceden farklı parametrelerle

iyileştirilmesi ancak simülasyon kullanımı ile yapılabilir. Bu yüzden simülasyon yöneticiler için vazgeçilmez bir araçtır (Gürsel, 2018).

Cros ve ark. (2006)'ya göre model, bir sistemin davranışlarıyla ilgili sanal deneyleri yürütmemize imkân sağlayan, bilgisayara uyarlanmış bir temsil vasıtasıyla söz konusu sistemin basitleştirilmiş tanımıdır. Sezen ve ark. (2012)'ye göre bir benzetim modeli, gerçek bir sistemin süreçlerinin bilgisayarda tasarlanması yoluyla zaman içindeki işleyişini gösterir. Yazara göre sistem varlıklarının, sistem kaynakları ile etkileşimi bilgisayar programları ya da başka bir deyişle bir yazılım yardımıyla modellenir.

Modelleme ve simülasyon kavramları zaman zaman birbirinin yerine kullanılsa da bu iki kavram arasındaki farkı Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi şu şekilde açıklamaktadır. Model, gerçek veya ideal sistemin matematiksel, mantıksal, fiziksel ya da prosedürel bir temsildir ve modelleme, bir model geliştirme sürecidir. Simülasyon ise bir modelin yürütülebilir biçimde uygulanması ve bu modelin zaman içinde ilerletilmesidir (National Research Council, 2002).

Ergüt (2019) simülasyonun, sistemin genel işleyişi, üretim sürecinin geliştirilmesi, performans tahminlerinin yapılması, sistem üzerinde yapılacak değişikliklerin sisteme etkisinin belirlenmesi, üretim sistemlerinin analizi gibi safhalarda sıklıkla kullanılan bir araç olduğunu belirtmiştir. Yazara göre üretim sistemlerinde simülasyon, sistem gereksinimlerinin belirlenmesi, amaçlara uygun çözümlerin ortaya çıkarılması ve değerlendirilmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Demirbilek (2016) gerçek ortamlarda öğretilmesi ve uygulanması zor ve sorun yaratabilecek uygulamaların model üzerinde gerçekleştirilerek öğrencilerin öğrenme sürecini kolaylaştırma yolunda kullanılacağını belirtmiştir.

Günümüzde yapay zeka veya sanal gerçeklik, simülasyonlarda kullanılan olağan destekleyici tekniklerdir. Simülasyonun önemi, esas olarak sistemlerin artan karmaşıklığı ile artmaktadır. Simülasyon esas olarak, hatalı bir kararın, verimsiz yatırım, uzun vadeli ekonomik kayıplar ve rekabet gücünün zayıflaması anlamına gelebileceği durumlarda kullanılırlar (Grznar, ve ark., 2020). Hafner (2019)'a göre simülasyon, gerçek hayatta değiştirilemeyen veya değiştirilmesi pratik olmayan değişkenlerin sisteme dahil edilmesi ya da çıkarılması yoluyla sistem davranışını incelememize yardımcı olmaktadır.

Karar vermede simülasyon, karmaşık sistemleri anlamak ve gelecekteki olası sonuçları tahmin etmek için kullanılan güçlü bir araçtır. Özellikle belirsizliklerin ve risklerin olduğu durumlarda, simülasyonlar, karar verme sürecini desteklemek için kullanılır. Simülasyonlar, riskleri değerlendirmek ve yönetmek için kullanılır. Özellikle finansal piyasalarda veya karmaşık projelerde, farklı senaryoları modelleyerek risklerin etkilerini anlamak ve uygun önlemleri almak için simülasyon araçlarını kullanmak işletmelerin önünde duran en zor

sorunlara çözüm getirmesine katkı sunacaktır.

Kurumlar stratejik kararlar alırken, değişkenler arasındaki ilişkileri ve olası etkilerini anlamının öneminin farkında olmalıdır. Simülasyonlar, farklı stratejilerin uygulanabileceği senaryoları modelleyerek en uygun stratejilerin belirlenmesine yardımcı olur. İşletmeler mali hedefler belirlerken, gelecekteki gelir ve giderleri tahmin etmek zorundadır. Simülasyonlar, farklı finansal senaryoları modelleyerek bütçeleme sürecini destekler ve daha sağlam kararlar alınmasını sağlar.

4. Çok Kriterli Karar Verme

Çok kriterli karar verme, karar alternatiflerinin, çok sayıda performans kriteri altında objektif şekilde değerlendirilmesini destekleyen, matematiksel hesaplamalarla gerçekleştirilen gelişmiş bir yöneylem araştırması dalıdır. Karar kavramı, bir dizi alternatif arasından bir seçimin yapılması olarak tanımlanır ve yapılan bu seçimin, alternatifler arasında "en iyisi" olacak şekilde yapılması gerekir. Çok kriterli karar verme yöneticiyi ulaşmak istediği en iyi çözüme ulaştırma hedefini taşır. Çok kriterli karar verme yöntemleri, tercih edilen bir alternatifi belirleme, alternatifleri en aza indirgeme ve alternatifleri nesnel bir şekilde değerlendirip eleyerek nihai sonuca ulaşma amaçlarıyla kullanılır.

Pangsri (2015)'e göre modern işletme organizasyonlarının uyguladığı çok çeşitli proje seçim yöntemleri mevcuttur. Ancak en popüler olanı, çok fazla sayıda ve çelişkili değerlendirmeler yapmakla karşı karşıya kalan karar vericilere yardımcı olmayı amaçlayan bir araç olan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemidir. Kar ve ark. (2018) günümüz politika yapıcılarını, sağlık yöneticilerini, finansörleri ya da yatırımcıların alternatif karar kümelerini performans kriterlerine göre en iyiden en kötüye doğru sıralayarak ideal sonucu belirleme ihtiyacı ile karşı karşıya kaldıklarını ve bu süreçte karar vericilerin alternatif çözümler arasında en iyiye çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak ulaşabileceğini belirtmiştir. Hamurcu ve Eren (2018)'e göre çok kriterli karar verme yöntemleri analitik olmakla birlikte kolay ve anlaşılabilir süreçlerdir. Çok kriterli karar verme karar vericilerin, çeşitli faktörleri göz önünde bulundurarak alternatifleri değerlendirmesine yardımcı olur. Yazara göre Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Network Prosesi (ANP), TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE ve ELECTRE karar vermede en fazla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleridir.

4.1. PROMETHEE II Yöntemi

PROMETHEE II, sonlu bir uygulanabilir alternatifler kümesinde en iyiden en kötüye doğru tam bir sıralama sağlamak için kullanılır. Bu yöntemin temel prensibi, değerlendirilen her bir kriter boyunca alternatiflerin ikili olarak karşılaştırılmasına dayanır (Pirdashti ve Behzadian, 2009).

Yapılan çalışmada en ideal çözüme ulaşabilmek amacıyla Arena simülasyon yazılımı tarafından üretilen sonuçlar üzerinde PROMETHEE II yöntemine göre

şağıdaki aşamalar gerçekleştirilerek sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Aşama₁: Karar verme süreci, karar problemlerinin, karar vericilere sunulması KVi, i = 1,...,m karar alternatiflerinin A = {a, b,...} belirlenmesi ve karar verme kriterlerinin K = {k1, k2,...,kn} saptanması işlemleri ile başlar. Burada her bir karar verici görüşü birbirine göre değişkenlik göstereceğinden wi = {w1,w2,...,wm}, wi > 0, i = 1,..., m ve Xm=1 wi = 1 olacak şekilde karar vericilerin ağırlık vektörleri belirlenir (Macharis ve ark., 1998). Çalışmamızda hizmet kalitesi ölçümlenirken üç kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerden en önemlisinin hastaların ortalama bekleme süreleri olduğu saptanmıştır ve bu kriteri önem derecesine göre hastalara harcanan katma değerli süreler ve personelin ortalama verimlilik oranları takip etmektedir (Eşitlik 1 ve 2).

$$R_{ij} = [x_{ij} - \min(x_{ij})] / [\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})] \quad (1)$$

$i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n$

$$R_{ij} = [\max(x_{ij}) - x_{ij}] / [\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})] \quad (2)$$

PROMETHEE II yönteminde kriterler fayda ve maliyet olarak kategorize edilerek fayda olarak sınıflandırılan kriterler için 1. karar matrisi; maliyet olarak sınıflandırılan kriterler için 2. karar matrisi uygulanmıştır.

PROMETHEE II yöntemi uygulanırken hastaların ortalama bekleme süreleri maliyet olarak görülmüş ve minimize edilmeye çalışılmıştır. Hastaların bekleme süreleri düştükçe hizmet kalitesinin yükseleceği anlaşılmaktadır. Diğer kriterlerden hastalara harcanan katma değerli süreler ve personelin ortalama verimlilik oranları ise fayda olarak görülmüş ve maksimize edilmeye çalışılmıştır.

Aşama₂: PROMETHEE II yönteminin 2. aşaması farklı alternatifler arasındaki kriter değeri (dj) farkının ikili olarak hesaplanmasını içerir.

Aşama₃: 3. aşamada ise tercih fonksiyonu belirlenir ve aşağıdaki formüle göre hesaplama yapılır (Eşitlik 3 ve 4).

$$P_j(i, i') = (r_{ij} - r_{i'j}) \text{ if } r_{ij} > r_{i'j} \quad (3)$$

$$P_j(i, i') = 0 \text{ if } r_{ij} < r_{i'j} \quad (4)$$

Aşama₄: 4. aşamada aşağıdaki eşitlik kullanılarak toplam tercih fonksiyonu (Eşitlik 5) belirlenir.

$$\pi(A, B) = \sum_{i=1}^k (w_i P_i(A, B)) \quad (5)$$

Aşama₅: Karar noktaları için pozitif (Φ+) ve negatif (Φ-) üstünlük değerleri sırasıyla Eşitlik 6 ve 7'de formüller kullanılarak belirlenir.

$$\Phi^+ = \frac{1}{n-1} \sum \pi(A, x) \quad (6)$$

$$\Phi^- = \frac{1}{n-1} \sum \pi(x, A) \quad (7)$$

Aşama₆: Eşitlik 8'de verilen formül kullanılarak net üstünlük akış değerleri elde edilir (Siahaan ve Mesran, 2017).

$$\varphi(i) = \varphi^+(i) - \varphi^-(i) \quad (8)$$

Aşama7: PROMETHEE II'nin son aşamasında sıralama, bir önceki formülden elde edilen "(i)" değerine göre tespit edilir. Bu değer "0" ile "1" arasında yer alır ve en iyi karar alternatifi en yüksek " $\varphi(i)$ " değerine başka bir deyişle "1"e en yakın değere sahip alternatiftir.

5. Bulgular

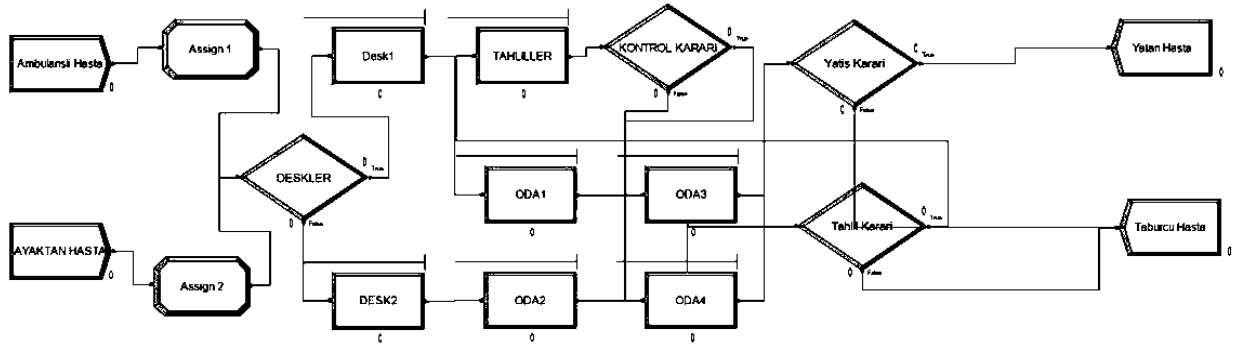
Hastane Acil Servis Departmanının modellenmesi ihtiyaç duyulan veriler Kahramanmaraş'ta bir kamu hastanesinden alınan 2022 yılı verileridir. Verilerden bazıları hastane sisteminden çıktı olarak temin edilmiş bazıları da gözlem yoluyla elde edilen değerlerden oluşturulmuştur. Dolayısıyla sistemin modellenmesinde kullanılan bazı değişkenler yaklaşık değerleri içermektedir. Hastane acil servis iş akış süreci Arena Simülasyon yazılımı üzerinde modellenmiş ve optimum hizmet kalitesi için gereken optimum personel sayısı, optimum personel kullanım oranı ve birim zamanda hastalara harcanan maksimum katma değerli sürelerle ulaşabilmek amacıyla model üzerinde farklı değişkenler denenerek oluşturulan senaryolar doğrultusunda model

koşulmuş ve ortaya çıkan raporlar analiz edilmiştir. Acil servisin modellenmesinde aşağıdaki verilerden faydalanılmıştır. Modelleme yapılırken verilerin olasılık dağılımları için Kolmogorov-Smirnov uyum testi yapılmış ve veri setindeki maddelerin hangi olasılık dağılımına uyduğu ispatlanmıştır. Araştırmada simülasyon modelinin ürettiği sonuçlar arasında en ideal çözüme ulaşabilmek amacıyla PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır.

Şekil 1'de Hastane Acil Servis Birimi'nin iş akış şeması görülmektedir. Simülasyon yazılımı üzerinde modelleme yapılırken süreç yukarıdaki şekildeki sıraya göre dizayn edilmiş ve model oluşturulmuştur. Hastane yönetimiyle yapılan görüşme sonrası bu araştırmada hastane acil servis biriminde hizmet kalitesini belirlemek için üç kriter ele alınmıştır.

- Hastaların bekleme süreleri
- Personel kullanım oranları
- Hastalar için harcanan katma değerli süreler

Hastane Acil Servis Biriminin Modelenebilmesi için Tablo 1'de kullanılan değişkenlerden faydalanılmıştır.



Şekil 1. Arena simülasyon yazılımı hastane acil servis süreç akış şeması.

Tablo 1. Modellemede kullanılan veriler (süreler (dk.) ve olasılık dağılımları)

Ambulanslı Hasta Gelişleri Arası Süre	35 dk. (üssel dağılım)
Ayaktan Hasta Gelişleri Arası Süre	4 dk. (üssel dağılım)
Hasta Kayıt ve Triyaj Süresi	Üçgensel dağılım (1,2,4) Trijaj Rengine Göre
İlk Doktor Muayenesi Süresi	(Kırmızı Renk : Normal Dağılım (8, 2) (Sarı Renk : Üssel Dağılım (5) (Yeşil Renk : Üçgensel Dağılım (3, 5, 8)
Tahlil Süresi	Üçgensel Dağılım (20,30,45)
İkinci Doktor Muayenesi Süresi	Üçgensel Dağılım (5,8,10)
Hastaların Triyaj Rengi Oranları	Ambulansla Gelenler %65 Kırmızı %35 Sarı Ayaktan Gelenler %12 Kırmızı %26 Sarı %62 Yeşil
Trijaj Rengine Göre Tahlil İhtiyacı Oranları	Trijaj Rengi Kırmızı ve Sarı Hastaların %10'u Yatan Hasta (Trijaj Rengi Kırmızı ve Sarı Hastaların yaklaşık %80'i)
Tedavi Sonrası Oransal Karar	Taburcu Hasta (Trijaj Rengi Yeşil Hastaların Tamamı) (Trijaj Rengi Kırmızı ve Sarı Hastaların yaklaşık %20'si)

Tablo 2. Modelin koşulması sonucu arena simülasyon yazılımı tarafından üretilen sonuçlar

SENARYOLAR	Kaynaklar (adet)				Hizmet Kalitesi Kriterleri		Personel Ortalama Verimlilik Oranları (%)			
	Kayıt ve Triyaj Personeli	Hemşire	Doktor	Laboratuvar Personeli	Hastaların Ortalama Bekleme Süreleri (dk)	Hastalara Harcanan Ortalama Katma Değerli Zaman (dk.)	Kayıt ve Triyaj Personeli	Doktor	Hemşire	Laboratuvar Personeli
1	2	1	3	1	21226 (dk,)	8,87 (dk,)	% 32	% 33	% 100	% 32
2	1	2	3	1	17,6 (dk,)	9,44 (dk,)	% 31,5	% 54	% 81,50	% 30
3	2	2	4	1	18 (dk,)	9,38 (dk,)	% 32	% 41	% 82,5	% 29
4	1	3	3	1	15,29 (dk,)	9,42 (dk,)	% 65	% 54	% 28,66	% 29
5	1	3	4	1	15,29 (dk,)	9,42 (dk,)	% 65	% 41,25	% 28,66	% 29

Tablo 3. Smirnov-Kolmogorov dağılıma uygunluk testi sonuçları

	İstatistik	Standart Sapma
Mean	7,9250	0,18530
95% Güven Aralığı	Lower Bound	7,5581
	Upper Bound	8,2919
5% Trimmed Mean	7,9907	
Median	8,0000	
Variance	4,120	
Std. Deviation	2,02987	
Minimum	2,00	
Maximum	12,00	
Range	10,00	
Interquartile Range	2,00	
Skewness	-0,375	0,221
Kurtosis	0,161	0,438

Tablo 4. PROMETHEE II yöntemine göre analiz sonuçları

Senaryo1	0,729	1,501875	-0,77275	5
Senaryo2	0,853	0,28025	0,57225	1
Senaryo3	0,439	0,660875	-0,22213	4
Senaryo4	0,787	0,41425	0,372875	2
Senaryo5	0,627	0,57725	0,04975	3

Tablo 1'deki değişkenler kullanılarak modeller oluşturulmuş ve bu modellerin koşulması sonrası Arena simülasyon yazılımı tarafından üretilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 3'deki çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde bu değerlerin -1,5 ve +1,5 arasına olduğu görülmektedir. Dolayısıyla 1. Doktor muayene süresinin normal dağılıma uyduğu ispatlanmış olur (Tabachnick ve Fidell, 2012).

Çok kriterli karar analizi, birden fazla kriteri dikkate alarak karar verme sürecini kolaylaştıran ve alternatifler arasında en iyi bileşenin tespit edilmesini sağlayan bir yaklaşım sunmaktadır. Bu bağlamda, PROMETHEE yöntemi, çok kriterli karar verme problemlerine çözüm sunan etkili bir analiz aracı olarak öne çıkmaktadır.

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), karar alıcıların tercihleri doğrultusunda alternatifler arasında sıralama yapmalarına ve en iyi seçeneği belirlemelerine olanak tanır. Bu yöntem, her bir kriterin önem düzeyini değerlendirirken aynı zamanda alternatiflerin avantajlarını ve dezavantajlarını göz önünde bulundurarak kapsamlı bir karar matrisi oluşturur. Böylece, karar alıcılar karmaşık karar verme problemlerini daha anlaşılır ve yönetilebilir bir formata dönüştürebilirler.

Görüldüğü üzere senaryolar arasından optimum kriterleri sağlayan seçenek, bir, çok kriterli karar verme yöntemi olan PROMETHEE II aracılığıyla elde edilmiştir. Kriterlerin değer ağırlıkları için hastane uzmanlarından

yardım alınmış ve hizmet kalitesini belirleyen en ağırlıklı kriterlerin, hastaların bekleme süreleri ve hastalara harcanan katma değerli süre olduğu anlaşılmıştır. Yukarıdaki matrise göre Tablo 4'te Arena simülasyon yazılımı tarafından üretilen veriler, çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE II yöntemiyle analiz edildiğinde en ideal kriterleri Senaryo2'nin sağladığı görülmektedir. Başka bir deyişle bu hastane Acil Servis Departmanının hasta ve iş yoğunluğu durumuna göre 1 adet kayıt ve triyaj personeli 2 adet hemşire, 3 adet doktor ve 1 adet laboratuvar personeli çalıştırılması durumunda hastalara sağlanan hizmet kalitesi optimuma ulaşacaktır.

6. Tartışma ve Sonuç

Güzeler ve Akyüz (2024), çalışmalarında temizlik ürünleri üreten bir şirkette çok kriterli karar verme yöntemini ürün gamına dahil edilmesi planlanan ürünlerin seçiminde kullanmıştır. Yazarlar maliyet, üretim süresi, tedarik süresi, öngörülen talep vs. değişkenler üzerinde denemeler yaparak simülasyon yardımıyla satış miktarının maksimizasyonu ve maliyet ve ürün kayıplarını minimize edebilecek optimum çözüm yöntemine ulaşmaya çalışmışlardır.

Khadem ve ark. (2008) çalışmalarında bir kamu hastanesinin acil servis biriminin yerleşim planını revize ederek öncelikle hasta bekleme süresini en aza indirerek hasta memnuniyetini artırmak sonrasında ise bölümün kapasitesini arttırmak amacıyla yerleşim planını simüle etmiş ve sonucunda revize edilen yerleşim planının uygulanmasıyla, belirli bir hasta kategorisinin ortalama bekleme süresinin %75 azaldığını ve bölümün kapasitesinin ayda %10 arttığını ispatlamışlardır.

Gül ve ark. (2012) çalışmalarında ortalama hasta kalış uzunluğunu azaltma, birim zamanda hizmet gören hasta sayısını arttırma, kaynak kullanım oranlarını yükseltme ve bu bağlamda optimum personel sayısını belirleme amacıyla senaryolar geliştirerek bu senaryolar arasında ideal çözüme ulaşabilmek amacıyla çok kriterli karar vermeyi kullanmışlardır. Yazarlar çalışmalarında mevcut vardiyalara ek vardiya ekleyerek oluşturdukları senaryonun çalışmalarında amaçladıkları sonuçlara ulaşmada en başarılı senaryo olduğuna karar vermişlerdir.

Çalışmamızda ise hastane acil servis departmanının Arena simülasyon yazılımı tarafından simüle edilmesine yönelik uygulama, hastane sistemi ve hastane içerisinden gözlem yoluyla elde edilen gerçek veriler kullanılarak sağlanmış ve farklı personel sayısı, farklı hizmet kalitesi kriterleri ve farklı personel verimlilik oranları kombinasyonlarına göre 5 adet alternatif senaryo belirlenerek senaryolar arasında maliyeti en düşük ve faydası en yüksek senaryoya karar verilmesi ÇKKV yöntemlerinden PROMETHEE II yöntemi kullanılarak sağlanmıştır.

Örneklerden de görüldüğü gibi, simülasyonlar karmaşık karar verme süreçlerinde faydalı araçlar olarak kullanılmaktadır. Ancak, simülasyonlar her zaman gerçek

dünyayı tam olarak yansıtmayabilir, bu nedenle dikkatli bir şekilde tasarlanmalı ve yorumlanmalıdır. Bu çalışma modern dönemde işletme yöneticilerinin karmaşık ortamlarda kritik kararların verilmesine yardımcı iki aracı (simülasyon, çok kriterli karar verme) bir araya getirerek işletme yöneticilerinin işletme lehine en avantajlı kararları vermesine yeni bir yaklaşım ortaya koymaya çalışmıştır. Bu çalışma gelecekte işletme yöneticilerine karar verme sürecinde yeni yaklaşımlar sunulmasına yönelik ortaya konabilecek orijinal çalışmalara ilham vermeye çalışmıştır.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarın katkı yüzdesi aşağıda verilmiştir. Yazar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

	S.Z.
K	100
T	100
Y	100
VTI	100
VAY	100
KT	100
YZ	100
KI	100
GR	100
PY	100
FA	100

K= kavram, T= tasarım, Y= yönetim, VTI= veri toplama ve/veya işleme, VAY= veri analizi ve/veya yorumlama, KT= kaynak tarama, YZ= Yazım, KI= kritik inceleme, GR= gönderim ve revizyon, PY= proje yönetimi, FA= fon alımı.

Çalışma Beyanı

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Etik Beyan

Bu araştırmada hayvanlar ve insanlar üzerinde herhangi bir çalışma yapılmadığı için etik kurul onayı alınmamıştır.

Kaynaklar

- Aslan MH. 1998. Hizmet ekonomisi. Alfa Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, pp: 420.
- Bakan İ, Erşahan B, Büyükbeye T, Sezer B, Taş F, Şirikçi A. 2014. Sağlıkta hizmet kalitesi öğrenen örgüt ve iş tatmini ilişkisi: Bir alan araştırması. KSU İİBF Derg, 4(2): 187-200.
- Cros MJ, Garcia F, Martin-Clouaire R, Rellier JP. 2006. Modelleme ve Simülasyon. Handbook Agri Eng, 2006: 109-124.
- Demirbilek M. 2016. Tıp fakültesi öğretim üyelerinin öğretimde bilgisayar tabanlı simülasyon kullanımı hakkında görüşlerinin araştırılması. Uludağ Üniv Eğit Fak Derg, 29(1): 1-23.
- Ergüt Ö. 2019. Üretim sistemlerinde bir simülasyon uygulaması. Osmaniye Korkut Ata Üniv İİBF Derg, 3(2): 244-258.
- Grznar P, Gregor M, Krajcovic M, Mozol S, Schickerle M, Vavrik V. 2020. Modeling and simulation of processes in a factory of the future, applied sciences. Multidis Digital Publis Inst, 10(13): 1-24. <https://doi.org/10.3390/app10134503>.
- Gül M, Çelik E, Güneri AF, Gümüş AT. 2012. Simülasyon ile

- bütünleşik çok kriterli karar verme: bir hastane acil departmanı için senaryo seçimi uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniv Fen Bil Derg*, 11(22): 1-18.
- Gürsel G. 2018. Decision making by simulation- A case study. *Uluslararası İİB Derg*, 4(1): 84-97.
- Güzel D, Kotan G. 2013. Kütüphanelerde hizmet kalitesi ölçümü: atatürk üniversitesi merkezi kütüphanesi'nde bir uygulama. *KSu İİBF Derg*, 3(2): 11-24.
- Güzeler YY, Akyüz G. 2024. Yeni ürün seçiminde çok kriterli karar verme ile simülasyonu birleştiren yaklaşım. *Gazi Üniv Müh Mim Fak Derg*, 39(2): 1193-1208.
- Hafner BF. 2019. Simulation options for airport planning. *The National Academies Press, Washington, US*, pp: 78. <https://doi.org/10.17226/25573>.
- Hamurcu M, Eren T. 2018. Yüksek kapasiteli elektrikli otobüslerin seçiminde hibrit çok kriterli karar verme uygulaması. *Transist*, 11: 1-10.
- Hernon P, Nitecki DA. 2001. Service quality: A Concept not fully explored. *Library Trends*, 49(4): 687-708.
- İslamoğlu AH. 2011. Pazarlama yönetimi. *Beta Basım Yayım, İstanbul, Türkiye*, pp: 526.
- Kabataş Y, Pamukçu A. 2010. TMS - 2 stoklar standardı kapsamında hizmet üretim maliyetlerinin muhasebeleştirilmesi. *Muhas Finans Derg*, 48: 191-199.
- Kar A, Özer Ö, Avcı K. 2018. Acil servislerin TOPSIS ve gri ilişkisel analiz yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Akad Araş Çalış Derg*, 10(19): 442-459.
- Kaynarca ÖA, Ekmekçi İ. 2017. Service quality measurement model in urban public transportation: The case of IETT. *J Int Trade Logist Law*, 3(1): 1-10.
- Kazançoğlu Y, Kazançoğlu İ. 2013. Benchmarking service quality performance of airlines in Turkey. *Eskişehir Osmangazi Üniv İİBF Derg*, 8(1): 59-91.
- Khadem M, Bashir HA, Al-Lawati Y, Al-Azri F. 2008. Evaluating the layout of the emergency department of a public hospital using using computer simulation modeling: A case study. *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, December 8-11, Singapore, pp: 1709-1713.
- Macharis C, Brans JP, Mareschal B. 1998. The GDSS promethee procedure. *J Decis Syst*, 7(4): 283-307.
- Mourtzis D, Doukas M, Bernidaki D. 2014. Simulation in manufacturing: Review and challenges. *Int Coll Res Prod Eng* 25: 213-229. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.10.032>.
- National Research Council. 2002. Modeling and simulation in manufacturing and defense acquisition: Pathways to success. *The National Academies Press, Washington, US*, pp: 197. <https://doi.org/10.17226/10425>.
- Pangsri P. 2015. Application of the multi criteria decision making methods for project selection. *Univ J Manag*, 3(1): 15-20. <https://doi.org/10.13189/ujm.2015.030103>.
- Parasuraman A, Zeithaml VA, Berry LL. 1985. A conceptual model of service quality and its implications for future research. *J Market*, 49(4): 41-50.
- Pirdashti M, Behzadian M. 2009. Selection of the best module design for ultrafiltration (UF) membrane in dairy industry: An application of AHP and PROMETHEE. *Int J Eng*, 3(5): 426-442.
- Sayım F, Aydın V. 2011. Hizmet sektörü özellikleri ve sistematik olmayan risklerin sektör menkul kıymetleri ile etkileşimine dair teorik bir çalışma. *Dumlupınar Üniv Sos Bil Derg*, 29: 245-262.
- Sezen HK, Kaya Ş, Günalı M. 2012. Hastane kliniğinde kaynak dengeleme amaçlı bir benzetim modeli uygulaması. *Uludağ Üniv İİBF Derg*, 31(3): 179-191.
- Shirkavand F, Hosseini SM, Mokhtarihesari P. 2015. Service quality assesment in selected branches of social security organization using SERVQUAL model. *Res J Busin Manag*, 2(4): 441-454.
- Siahaan A, Mesran M. 2017. Best student selection using extended Promethee II Method. *Int J Recent Trends Eng Res*, 3(8): 21-29. <https://doi.org/10.23883/IJRTER.2017.3382.SK4CV>.
- Tabachnick BG, Fidell LS. 2012. *Using Multivariate Statistics*, 6th Ed. *Pearson Education, Boston, US*, pp: 983.
- Yatkin A. 2008. Etik düşünce ve davranışın yerel yönetimlerde hizmet verimliliğinin artırılmasında rolü ve önemi (Elazığ Belediyesi örnek alan araştırması). *Fırat Üniv Sos Bil Derg*, 18(1): 211-231.