

## **SİMİO İLE ÇALIŞMA STRATEJİLERİNİN MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BENZETİMİ: BANKA ÖRNEĞİ**

**Esmâ BİRİŞÇİ\***

### **ÖZ**

Gerçek dünyadaki her sistemin bir çalışma programı bulunmaktadır. Sistemin işleyişini iyileştirmek yada değiştirmek veya yeni bir sistem oluşturmak için alınması gereken kararların maliyet ve zaman açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirmenin kolay ve etkili bir biçimde karmaşık sistemler üzerinde yapılabilmesi, benzetim modelleri ile mümkün olmaktadır. Simio, bu benzetim programlarından biri olup kullanımı kolay ve 3 boyutlu görsele sahiptir. Bu çalışmanın amacı, yeni kullanılmaya başlanan Simio benzetim programını günlük hayattan bir örnek üzerinde uygulayarak, tanıtılmasını sağlamaktır. Örnekte, bir banka işletmesinin müşteri memnuniyetini sağlayabilmesi adına yeterli elemana sahip olup olmadığının yanı sıra gerekli görülmesi halinde yeni bir çalışanın işe alınması ya da işten çıkarılmasının ekonomik olarak etkisine bakılmıştır. Gerçekleştirilen benzetim modeli sonucunda, banka işletmesinin mevcut kaynaklarla iyi bir şekilde yönetilebileceği ve tasarruf yapmak için bir çalışanın işten çıkarılmasıyla yine de kaliteli hizmet sunan bir banka işletmesine sahip olunabileceği gösterilmiştir. Sonuç olarak Simio benzetim programı, gerçek yaşam modellerinin benzetiminde kolaylıkla kullanılabilmesi gösterilmiştir.

**Anahtar Kavramlar:** Simio, Benzetim, Modelleme, Müşteri.

**Jel Kodları:** C15, E27, C61.

---

**Atf Önerisi /Cited as (APA):** Birişçi, E. (2021). Simio ile çalışma stratejilerinin müşteri memnuniyeti üzerindeki etkisinin benzetimi: banka örneği. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (60), 235,258*, DOI: 10.18070/erciyesiibd.869813

\* Arş. Gör. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri, esmabirisci@uludag.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2963-650X>

**Geliş/Received:** 28.01.2021

**Kabul/Accepted:** 28.06.2021

## SIMULATION OF THE IMPACT OF WORKING STRATEGIES ON CUSTOMER SATISFACTION WITH SIMIO: BANK EXAMPLE

### ABSTRACT

Every system in the real world has a working schedule. Decisions to be made to improve or change the system's operation or create a new system should be evaluated in terms of cost and time. It is possible to make this evaluation on complex systems with simulation models, easily and effectively. Simio is one of these simulation programs that are easy to use and has a 3D visual. This study aims to introduce the Simio simulation program, which has just started to be used as an example from daily life. In the example, the economic impact of having sufficient staff by hiring a new or firing employee to provide customer satisfaction is examined. As a result of the simulated model, it has been shown that the bank business can be managed well with the available resources and still provides a quality service by firing a teller to save. As a result, it has been shown that the Simio simulation program can be easily used in simulating real-life models.

**Keywords:** Simio, Simulation, Modeling, Customer.

**Jel Codes:** C15, E27, C61.

### GİRİŞ

Günlük hayatta çalışan bir sistem üzerinde yapılacak herhangi bir değişiklik, ya da yeni oluşturulacak sisteme ait sonuçların elde edilmesi hemen mümkün olmamaktadır. Sistemin çalışması için gerekli olan zaman ve maliyet unsurları, herhangi bir olumsuz değişiklikte kayba uğramaktadır. Bunun yanı sıra, bazı karmaşık sistemlerin çalışma sonuçlarını matematiksel modeller ile hesaplanması mümkün olmayabilir. Bu tür sistemlerin analiz ve çözümlemeleri, benzetim modellerinden faydalanarak yapılmaktadır.

Benzetim, yöneylem araştırmalarında kullanılan karar verme metodudur. Law ve Kelton'a (Law ve Kelton, 1991) göre benzetim, bilgisayar modelinin sonuçlarını kullanarak, sistemin belirli bir zaman diliminde çalışma performansının tahmin edilmesini sağlayan bir analiz aracıdır. Kavramsal bir sistem modeli tasarımı ve bu tasarım ile farklı deneyler oluşturularak sistem performansını anlamak ve karar verme süreçlerinde benzetim sonuçları kullanılmaktadır (Pegden, Sadowski, ve Shannon, 1995). Özetle benzetim, var olan ya da yeni oluşturulacak gerçek bir sistemin zamana bağlı taklit edilmesi olarak ifade edilebilir.

Modelleme bir düşüncenin veya sistemin benzetme yöntemiyle açıklanmasıdır. Sistemi incelemek veya anlayabilmek için gerçek sistemi oluşturup bunun üzerinden deneyler yapıldığı gibi sisteme ait modeli oluşturularak bu model üzerinde deneyler yapılmaktadır. Gerçek sistem ile yapılan deneyler zaman ve para kaybına sebebiyet vermeleri gerekçeleriyle fazla tercih edilmemektedir. Fakat sisteme ait model ile yapılan deneyler, kayıpları en aza indirgeyip daha hızlı sonuca ulaşılmasına imkân tanımaktadır. Sistem modeli, kendi arasında fiziksel model ve matematiksel model olarak ikiye ayrılmaktadır. Fiziksel model, bilinmeyen bir olguyu yalın kavranabilir duruma getirmek için gerçekte var olan kaynakları kullanarak yapılan modelleme ürünüdür. Atom modeli ya da güneş

sistemi modeli buna örnek verilebilir. Ancak, yöneylem alanında iyileştirme yapmak için fiziksel modelleme kullanılamaz. Yöneylem alanında daha çok matematiksel modelleme kullanılır. Matematiksel model, mantıksal ve nicel ilişkiler açısından bir sistemi temsil etmektedir (Law ve Kelton, 1991). Sistemin büyük ve karmaşık olduğu durumlarda, analitik çözüm elde etmek kolay olmayabilir. Bu durumlarda ise benzetim modellemesi karşımıza çıkmaktadır. Benzetim modeli, karmaşık ve büyük hesaplama gerektirecek olan gerçek sistemi incelemek ve iyileştirmek için kullanılır.

Gerçek sistemler zamansal, olasılıksal ve niceliksel veri türlerine göre 3 grupta sınıflandırılır. Bu grupların ilki *Statik–Dinamik modeller*. Statik benzetim, daha önce uygulanan girdi ve çıktı değerlerinin dâhili geçmişine sahip olmayan bir benzetim modelidir (Analysis Static Vs Dynamic Simulation in Quantitative, 2020). Aynı zamanda, zamanın bir faktör olmadığı bir modeli temsil etmektedir (Gargi ve Reddy, 2014). Monte Carlo modeli statik benzetim modeline örnek gösterilebilir. Dinamik benzetim ise, sistemin zamanı dikkate alarak oluşturduğu modeldir (Ersöz, 2019). Bir havaalanına saatte gelen yolcu sayısı veya bir bankanın doluluk oranının hesaplanması dinamik benzetim modeline örnek verilebilir. Bu grupların ikincisi *Deterministik–Stokastik modeller*. Bir benzetim modeli herhangi bir olasılıksal (rastgele) bileşen içermiyorsa, buna deterministik model denir (Law ve Kelton, 1991). Demirin eritilerek çeliğe dönüştürülmesi, deterministik modele örnek gösterilebilir (Ersöz, 2019). Stokastik benzetim modeli, bir veya birden fazla rassal değişkenin kullanıldığı benzetim modelidir (Ersöz, 2019). Stokastik benzetim modelinin sonuçları rastgele çıktılar üretir ve dolayısıyla modelin gerçek özelliklerinin yalnızca bir tahmini olarak ele alınmasına sebep olur. Bu durum benzetimin temel dezavantajlarından biri olarak gösterilmektedir (Law ve Kelton, 1991). Son grup ise *Kesikli–Sürekli modeller*. Kesikli olay benzetimi, durumu ayrı olan, belirli bir zaman noktasında değişen ve daha sonra bir süre bu durumda kalan sistemler için kullanılır (Özgün ve Barlas, 2009). Örnek olarak postanedeki müşteri sayısı verilebilir. Sürekli benzetim, zaman içinde sürekli olarak değişen sürekli bir duruma sahip sistemler için kullanılır (Özgün ve Barlas, 2009). Örnek olarak bir tankta bulunan sıvı miktarı veya sıcaklığı verilebilir.

Benzetim ve modellemenin amacı performans değerlendirme, kanıt, tahmin, keşif, eğlence ve eğitim içerir (Axelrod, 2003). Buna ek olarak karşılaştırma, duyarlılık optimizasyonu, darboğaz analizini yapmak için de benzetim ve modelleme kullanılır (Pegden vd., 1995). Benzetim, temel amacı alternatifleri değerlendirmek, uzun vadeli sistem performansını tahmin etmek ve iyileştirmek olan sistem tasarım projelerinde uygulanmıştır (Deo ve Molnar, 2019).

Uygulanan ilk benzetim modellemesi ayrık olaylar için kullanılmış olup, etkinlik tabanlı SIMSCRIPT benzetim programlamasından faydalanılmıştır (Markowitz, Hausner, ve Karr, 1962). Etkinlik tabanlı modeller, sistem içindeki olayları tanımlayarak, modellerin durum değişikliklerini, bu ayrık olaylar meydana geldiğinde gerçekleşmesi olarak tanımlanır (Pegden, 2008). Sonraki yıllarda, olay-

etkinlik tabanlı benzetim modeli etkinliğini kaybederek, süreç tabanlı benzetim modeli baskın yaklaşım olarak kullanılmıştır (Pegden vd., 1995). Süreç tabanlı benzetim, sistemdeki varlıkların hareketlerini süreç akışı olarak gösterilmesidir (Pegden ve Ham, 1982). Pegden, Alan, ve Pritsker (1979) süreç tabanlı benzetim modelini kullanarak, SIMAN ve SLAM benzetim programlarını geliştirmiştir. Daha sonra animasyon ve grafik modellemesinden faydalanarak benzetim sonuçlarını görüntüleme ve doğrulama imkânı sağlanmıştır. Böylece, süreç tabanlı modellerin oluşturulma işlemlerinin basitleştirilmesi sağlanmıştır. Süreç tabanlı benzetim modellemesinden faydalanılarak, hiyerarşik süreç modellemesinde kavramsal bir ilerleme kaydedilmiştir. Bu ilerlemeyi Arena sistemi olarak tanımlayan Pegden ve Davis (Pegden ve Davis, 1992), nesne tabanlı programlamanın temellerini oluşturmuştur.

Nesne tabanlı programlamanın çalışma prensibi, nesnelerin modelleyiciler tarafından oluşturulmasından sonra farklı proje modellemelerinde tekrardan kullanılmasıdır. Oluşturulan nesnelere, program kütüphanesinde saklanır ve kolayca paylaşılır. Programcılar kendi nesnelerini tekrardan inşa etmek istediklerinde, sistem bunu kolay bir şekilde yapılmasına olanak sağlar, böylece kendilerine özgü akıllı nesnelere hiyerarşik modellerde kullanmak üzere oluşturabilirler.

Oluşturulan nesnelere makine, uçak, çalışan, müşteri veya doktor olabilir. Sistemin fiziksel bileşenlerini temsil eden nesnelere birleştirilerek bir model oluşturulur. Oluşturulan bu model gerçek sisteme benzer ve nesne 3 boyutlu olarak canlandırılabilir. Nesnelerin değişen durumlarını, örneğin bir forkliftin asansör gibi çalışması veya robotun kısıpçalarının açılıp kapanması, hareketli resimlerle birlikte sistemin çalışması rahatlıkla görülebilir.

Nesne tabanlı benzetim programlarından birisi Simio'dur. 2007 yılında geliştirilen Simio (Vik, Dias, Pereira, Oliveira, ve Abreu, 2010), akıllı nesnelere dayanmaktadır (Pegden, 2008). Simio'da, farklı nesnelere kullanarak modellemeler yapılabildiği gibi, o modellerin 3 boyutlu izlenmesine imkân sunan bir benzetim sağlamaktadır. Diğer nesne yönelimli benzetim sistemlerinin aksine nesnelerin oluşturulma süreçleri oldukça basit ve tamamen grafikselidir. Yeni nesnelere oluşturmak için programlama kodu yazılması gerekmemektedir. Bir model oluşturulma fikri ile bir nesne oluşturulma düşüncesi Simio'da aynıdır (Pegden ve Sturrock, 2011). Simio'da oluşturulan her model, daha yüksek seviyeli modeller oluşturulmak istendiğinde tekrardan kullanılabilen yapılardan oluşur. Bir diğer kullanım kolaylığı ise, modelleme algoritması ve animasyon tek bir adımda hazırlanmasıdır.

Bu çalışmada, Simio benzetim programının örnek uygulama dâhilinde tanıtımı amaçlanmıştır. Bu uygulamada, bir bankanın müşteri memnuniyetini artırabilmek için gerekli olan kararların alınmasında banka yöneticisine yardımcı olan benzetim modellemesi oluşturulmuştur.

## I. LİTERATÜR TARAMASI

Yönelem ve benzetim alanındaki çalışmalar (Forgionne, 1983; Harpell, Lane, ve Mansour, 1989; Shannon, Long, ve Buckles, 1980; Thomas ve DaCosta, 1979), bilgisayar teknolojisindeki yenilikler ve erişebilirliğin artmasıyla birlikte benzetim kullanımının yaygınlaşmasına ve etkili biçimde kullanılmasına sebep olmuştur. Üretimden işletmeye, kamu hizmetlerinden sosyolojiye kadar her alanda benzetim uygulamalarını yapmak mümkündür.

Otomotiv, mobilya imalat ve diğer sanayilerin üretim sistemlerini geliştirmek ve analiz etmek için benzetim modelleme yöntemi kullanılmaktadır. Sütçü, Karşıyaka, Burhan (2019) çalışmasında, bir mobilya fabrikasının üretim süreçleri için performans iyileştirmesini Arena 14.0 benzetim yazılımı ile uygulayıp, %10 üretim verimliliği ve zamanında teslim edilen ürün sayısında artış elde etmişlerdir. Ghani, Monfared, ve Harrison (2012), enerji tüketimini izlemek için sanal mühendislik tasarım ve benzetim modelleme arasında bir uyum yöntemi önermiş ve sonuç olarak enerji optimizasyonu adına bir benzetim yöntemi geliştirilmiştir. Benzetim, tedarik zincirinde kullanılan sipariş verimlilik düzeyine dikkat çekmek ve yeni yöntem çözümlerini nispeten kısa süre içinde değerlendirmek için sıklıkla kullanılan bir araçtır (Iannone, Miranda, ve Riemma, 2007). Bottani ve Montanari (2010) yaptığı kesikli olay benzetim modeli ile tekrarlanan hızlı tüketim tedarik zincirinde, nicel olarak elde edilen toplam tedarik zinciri maliyetlerini ve kamçı etkisinin farklı kaynaklara etkilerini değerlendirmiştir.

Benzetimin asıl avantajı, sistemlerin etkinlik ve verimlilik tahminlerini sağlayabilecek kapasitede olmasının yansıra değiştirilen giriş parametrelerinin sonuç performansına etkisini gerçek vaka örneklerini incelemekten elde edebilmektir (Harrison, Lin, Carroll, ve Carley, 2007). Buschiazzo, Mula, Campuzano-Bolarin (2020) çalışmalarında, özel bir sağlık kurumunda envanter yönetimi sorunu için benzetim modeli oluşturmuş olup, elde edilen sonuçların optimizasyon sonuçlarından az da olsa daha iyi olduğu gösterilmiştir. Sistemin karmaşıklığı ve etkisi göz önünde bulundurulduğunda bu farkın önemli olduğu düşünülebilir. Gelişmiş büyük şehirlerin en büyük sorunlarından biriside hava kirliliği olmakla birlikte bu kirliliğin en büyük etkeni trafikteki araçlardır. Aristizabal, Azumendi, Franco, Mura (2020), toplu taşımalardaki PM2.5 trafik emisyonlarında yapılan herhangi bir değişikliğin etkisini kesikli olay benzetim modeli ile tahmin ederek, şehirdeki hava kalitesinde iyileşme sağlandığını ortaya çıkarmıştır.

Simio yeni bir benzetim programı olduğundan dolayı, bu programdan faydalanılarak son zamanla artan bir ivme ile çalışmalar yapılmaktadır. Hastaneler için ameliyathane ve doktorların verimli kullanımı, hasta memnuniyeti ve yüksek verimlilik açısından önemlidir. Zheng, Shen, Liu, Fang, Xiang (2011), cerrahi işlemler için ameliyathanelerin kesikli olay benzetimini Simio kullanarak oluşturmuştur. Kaynak kullanımı ve akış zamanının incelenmesiyle gerçekleştirilen

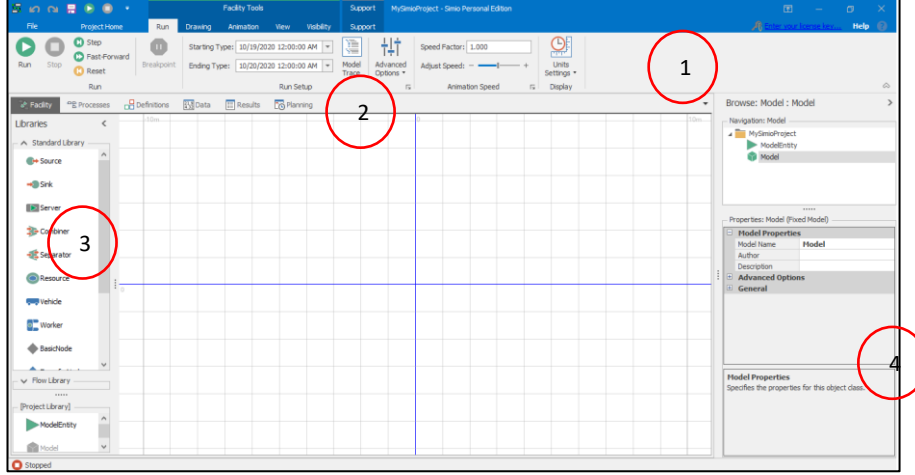
bu çalışmada, asıl problemin ameliyathane işletme biriminden kaynaklandığını ve farklı kaynak dağılımlarının benzetimi oluşturarak ameliyathane verimliliği artırılmıştır. Vik, Dias, Pereira, Oliveira, Abreu (2010) kesikli olay benzetim modellemesini kullanarak geliştirdiği çimento fabrika tesisin tasarımında, başarısızlıkların, arızaların, kazaların etkilerini test etmek ve bu durumların üstesinden gelmenin yollarını Simio programını kullanarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Li ve Wang (2011), büyük ölçekli tren yolcu istasyonuna ait bilet gişesinin performans ve hizmet düzeyini doğru bir şekilde değerlendirebilmek amacıyla, bilet gişesine ilişkin Simio benzetim modelini oluşturarak biletleme sürecinin yolcu davranış özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Masmoudi, Leclaire, Cheutet, Casalino (2014), acil servislerin etkinlik ve verimliliklerini artırmak ve hastaların bekleme süresini mümkün olduğunca azaltmak için, insan ve malzeme kaynaklarının uygun bir şekilde tahsis edilmesini Simio benzetim programını kullanarak incelemiştir. Ojstersek, Lalic, ve Buchmeister (2019) çözümledikleri esnek atölye planlama optimizasyon probleminin sonuçlarını Simio programında kullanarak, matematiksel ve benzetim modelleme etkileşiminin sınırlamaları ile ilgili sorusuna cevap vermiştir. Deo ve Molnar (2019), endüstri 4.0 ortamında Simio uygulanması oluşturarak, Simio benzetim modelini, sistemin tasarımının değerlendirilmesi ve oluşturulması açısından Endüstri 4.0 ortamında günlük operasyonların planlanmasında önemli bir iş aracı haline geldiğini göstermiştir. Vaz, Varela, Gonçalves, ve Machado (2020), baskı fabrikasının ait uygulamaları Simio tabanlı bir benzetim modeli önererek göstermiştir. Bu çalışmalar, karmaşık ve gerçek yaşam modellemesinde Simio'nun ne kadar kullanışlı ve etkili bir benzetim programı olduğunu göstermektedir.

## II. SİMİO

Pegden, 2005 yılında düzenlenen Kış Benzetim Konferansında (Winter Simulation Conference), Titan konuşması için geliştirdiği Simio benzetim programını 2008 yılında piyasaya sunmuştur. Simio, kodlama ihtiyacı duyulmadan ve genişletilmesi kolay bir benzetim programı olarak geliştirilmiştir (Stephen ve Pegden, 2017).

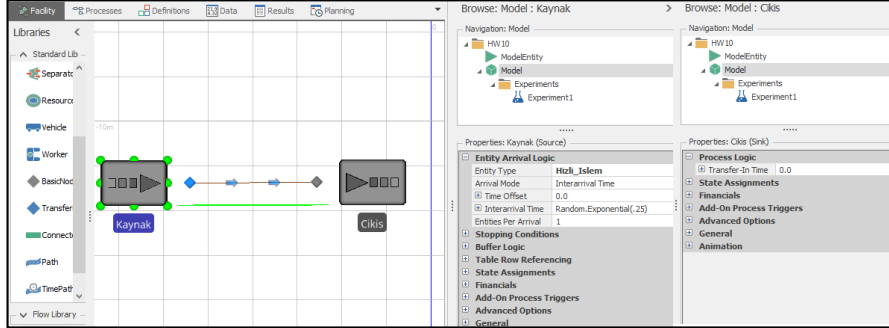
Şekil 1'de belirtildiği üzere, Simio programının çalıştırılmasıyla birlikte açılan ekranda 4 alan yer almaktadır. Bunlar: 1:Üst şeritler, 2:Sekmeli paneller, 3:Kütüphaneler ve 4:Göz atma paneli şeklindedir. Üst şeritler kısmında programı çalıştırılmasını sağlayan çalıştır (run) butonu, ne kadar süre boyunca çalıştırılmasının tanımlandığı ve animasyon hızının ayarlandığı alan bulunmaktadır. Sekmeli paneller altı kısma ayrılmakla birlikte bunlar: Facility (*Tesis*): görsel modellemenin yapıldığı çalışma alanı, Process (*İşlem*): Eklenti işlemlerinin yapıldığı alan, Definition (*Tanımlar*): Model için gerekli olan durum değişkenlerin oluşturulduğu alan, Data (*Veriler*): Modelde kullanılacak verilerin tutulduğu alan, Results (*Sonuçlar*): Model çalıştıktan sonra elde edilen tüm sonuçların gösterildiği alan ve Planning (*Planlama*): Modele ait Gantt şemasının oluşturulduğu alandır.

Şekil 1: Simio Programının Genel Görünümü



Kütüphane paneli standart kütüphane ve proje kütüphanesi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Standart kütüphane bölümünde, oluşturacağımız modeller için gerekli olan nesnelere, proje kütüphanesinde ise modelde kullanacağımız Entity (Varlıklar) yer almaktadır. Standart kütüphane panelinde bulunan nesnelere aşağıda ifade edilecektir.

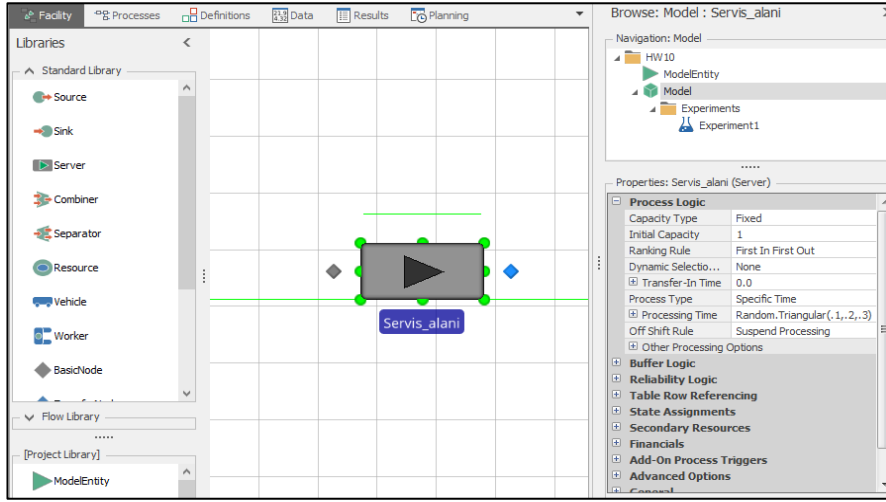
Şekil 2: “Source”- Kaynak ve “Sink”- Çıkış Nesnesi



Şekil 2’de Source (Kaynak) ve Sink (Çıkış) nesnelere gösterilmektedir. Kaynak nesnesi modelde yer alacak varlıkların oluşturulmasından sorumludur. Ekran üzerinde sağ tarafta yer alan “Properties”- özellikler penceresinde, oluşturulan varlıkların türü, varış biçimi ve varışlar arası zaman göstergelerinin ayarlaması yapılabilmektedir. Buna ek olarak, özellikler penceresi eklenti, tablo, referans, renk biçim değiştirme gibi birçok işlemin kolaylıkla yapılabilme imkânı sunmaktadır. Çıkış nesnesi ise varlıkların sistemden çıkarılmasına ve varlıkla ilgili tüm işlemin sonlandırılmasını sağlamaktadır. Çıkış nesnesi ayrıca eklenti işlemlerinin tanımlanmasına da izin vermektedir.

Şekil 3’de “Server”- servis alanı nesnesini gösterilmektedir. “Server”-servis alanı nesnesi, belirtilen kapasiteye bağlı olarak, varlıkların işlem görmesini sağlanan tek bir ya da aynı işi yapan birçok işlem merkezi olarak kullanılır. Örnek verilecek olursa, masa fabrikasındaki masanın üretilmesi ya da bankaya gelen müşterinin hizmet görmesi gibi sistemde gerekli olan işlemler bu nesne üzerinde gerçekleştirilir.

**Şekil 3:** “Server”- Servis Alanı Nesnesi

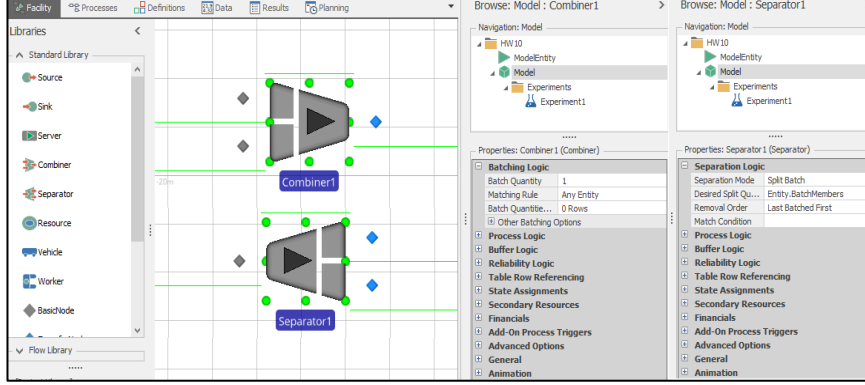


Şekil 4’de, “Combiner”-Birleştirici ve “Separator”-Ayrıcı nesnelere gösterilmektedir. Birleştirici nesne, birden çok varlığı eşleştirerek bir grup haline getirir ve ardından toplu olan bu üyeleri bir ana varlığa atar. Başka bir ifadeyle, toplu olan tüm üyelerden yeni bir ana varlık oluşturur. Örnek olarak, araba parçalarının toplanarak yeni bir ana ürün olan arabayı üretmesi verilebilir. Birleştirici nesnesinde, ana ve üye olmak üzere iki giriş düğümü ve bu düğümlere ait arabellek kuyrukları, işlem kuyruğu ve çıktı düğümü bulunmaktadır. Simio programı ile varlıkların ana giriş ve üye giriş düğümleri üzerindeki hareketi rahatlıkla görselleştirebilmektedir. Bu özellik, modelin doğru çalışıp çalışmadığına ilişkin kontrolün yapılmasını sağlamaktadır.

Ayrıcı nesnenin ise iki amacı bulunmaktadır. Bunlardan ilki varlığın kopyalarını oluştururken ikincisi bir ana varlıktan toplu üyeleri ayırma amaçlı kullanılır. Bu durum, birleşicinin tersi işlemi yapması şeklinde algılanması mümkündür. Toplu olan varlıkları ayırarak iki farklı çıktı üretir. Örnek olarak, aynı hat üzerinde çalışan taksi ve onu kullanan yolcular verilebilir. Yolcular varmak istedikleri yere geldiğinden arabadan inip işlerine devam ederken, taksiler tekrar kullanılmak üzere taksi durağına geri dönmesi verilebilir. Birleştiricilerin aksine ayırıcılarda tek giriş düğümü, iki çıkış düğümü ve bunların ara bellek kuyrukları bulunmaktadır.

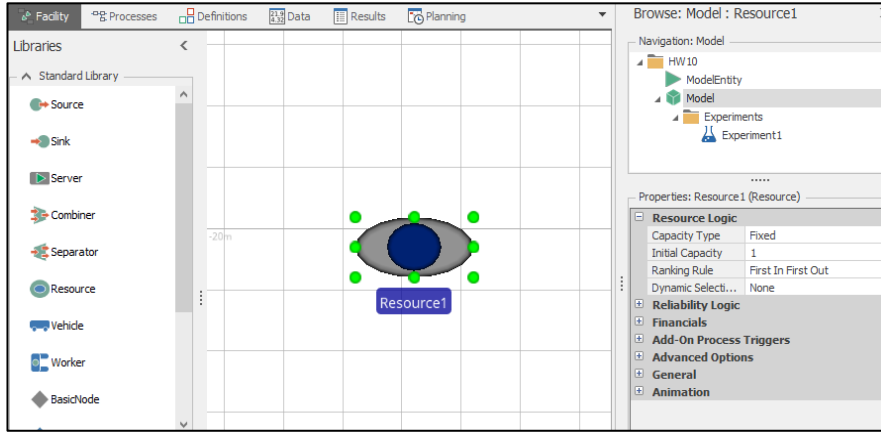


Şekil 4: “Combiner”- Birleştirici ve “Separator”- Ayırıcı Nesnelar



Şekil 5’de “Resource”- İkincil Kaynak nesnesi gösterilmektedir. İkincil kaynak, diğer nesnelar tarafından ele geçirilebilen ve serbest bırakılabilen kapasiteye sahip genel nesnedir. Diğer nesneların aksine, varlıklar bu nesne üzerinden geçiş yapmazlar. Bu nesnenin modele yerleştirilmesindeki amaç yalnızca yeni bir kaynak türünün varlığını bildirmektir. Örneğin bir hastane işletmesinde, doktorların veya hemşirelerin hasta geldiğinde meşgul duruma geçmeleri ve aynı şekilde hastanın işlemi bittiğinde müsait durumda dönmeleri, modelde ikincil kaynak kullanımı olarak gösterilir. İkincil kaynağın varlıklarla ilişkisi bulunmamaktadır.

Şekil 5: “Resource”- İkincil Kaynak Nesnesi

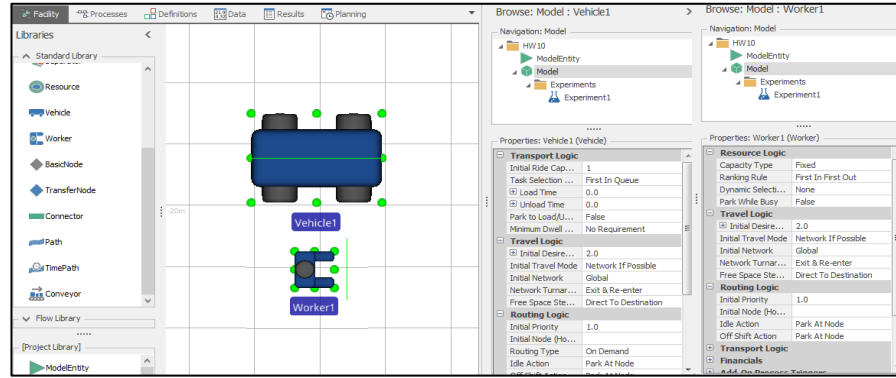


Şekil 6’da “Vehicle”-Araç ve “Worker”- İşçi nesnelar gösterilmektedir. Araç nesnesi sabit bir rotayı takip eden araçları (ör. Otobüs, tren vb.) veya dinamik teslim alma taleplerini (ör. Taksi) modellemek için kullanılır. İkincil kaynak kullanımda olduğu gibi araç nesnesi, yeni bir araç türünün varlığını bildirmeyi

amaçlamaktadır. Araç nesnesi herhangi bir başka nesneye bağlı olmadığından dolayı varlıklar bu nesne üzerinden geçiş yapmazlar.

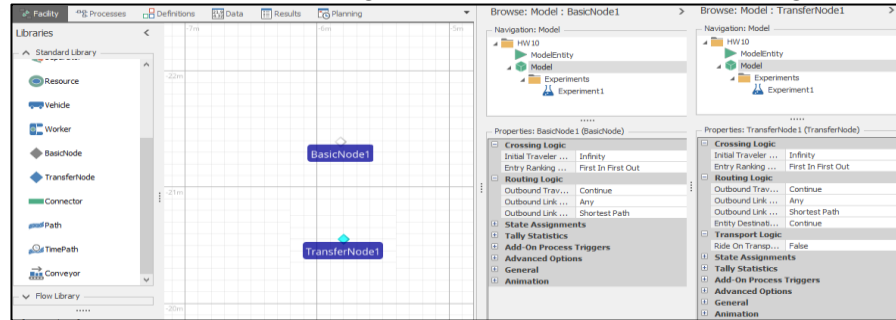
İşçi nesnesi, kullanılan ve serbest bırakılan veya düğümler arası varlıkları taşımak için kullanılan, hareket edebilen bir kaynağı tanımlamaktadır. İşçi her zaman talep üzerine çalışır, yani işçi her zaman bir ziyaret talebi veya bir taşıma talebi için bekler. Ayrıca, araçtan farklı olarak, işçinin bir çalışma programını takip etme özelliği bulunmamasıyla birlikte her zaman ziyaret talebini taşıma talebine göre öncelikli olarak atmaktadır.

**Şekil 6:** “Vehicle”-Araç ve “Worker”- İşçi Nesnesi



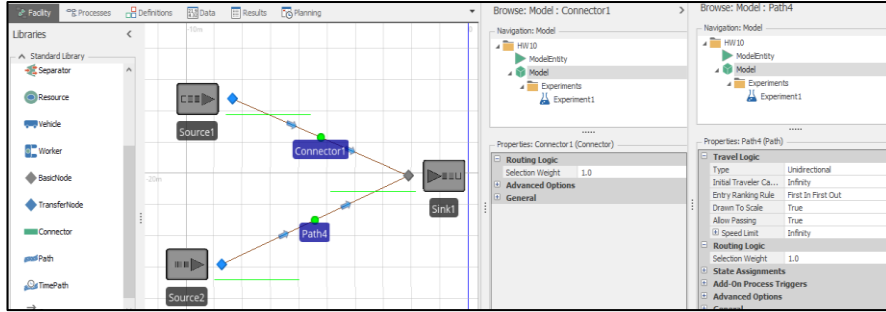
Şekil 7’de “BasicNode”- Esas düğüm ve “TransferNode”-Aktarım düğümleri gösterilmektedir. Esas düğüm, birden çok bağlantı kesişlerini basitçe modellemek ve ayrıca nesnelerin giriş düğümlerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Esas düğüm nesnesi, hedef üzerindeki değişiklikleri modelleyemez. Aktarım düğümü, karmaşık kesişmelere sahip olan gezi biçimlerini modellemede kullanılır. Esas düğümden farklı olarak, hedef üzerindeki değişiklikleri modelleyebilir. Bunun yanı sıra, aktarım düğümü nesnelerin çıkış düğümleri olarak kullanılabilir.

**Şekil 7:** “Basicnode” Esas Düğüm ve “Transfernode”-Aktarım Düğümü



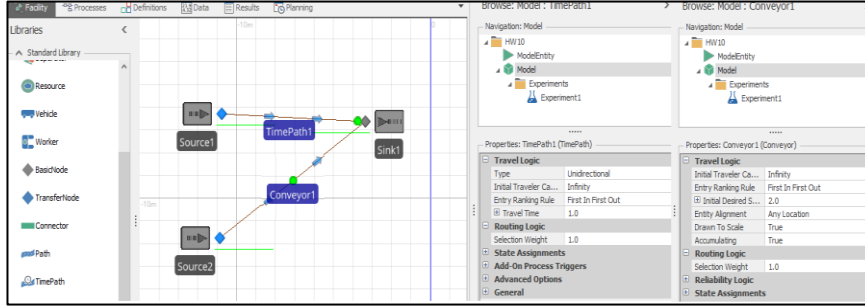
Şekil 8’de “Connector” – Bağlayıcı ve “Path”-Yol nesnesi gösterilmektedir. Bağlayıcı, varlıkların nesnelere arasında bağlantıyı temsil eder ve iki bağlantı noktası arasındaki seyahat süresini sıfır olarak tanımlar. Bir başka deyişle, iki düğüm arasındaki geliş-gidiş zamanı sıfırdır. Yol ise, kendi hız oranlarında bağımsız olarak hareket edebilen varlıklar üzerindeki bağlantıları temsil eder. Bağlayıcıların aksine, oluşturulan yolların iki yönlü olarak kullanılmasına izin verir.

Şekil 8: “Connector” Bağlayıcı ve “Path”-Yol Nesnesi



Şekil 9’da “TimePath”- Zamanlı yol ve “Conveyor”-Taşıyıcı nesnelere gösterilmektedir. Zamanlı yol, iki düğüm arasında belirli bir seyahat süresine sahip varlıkları aktarmak için kullanılır. Taşıyıcı ise, varlık hareketlerini taşıyıcılar ile sağladığı sistemdir. Varlıkların gerekli olan hareketi biriken veya birikmeyen taşıyıcılar tarafından sağlanır.

Şekil 9: “Timepath”- Zamanlı Yol ve “Conveyor”- Taşıyıcı



Ayrıca her bir nesne, sistem için gerekli olan durum atamaları ve eklenti işlemleri gibi üstün özellikleri düzenleme kapasitesine sahiptir. Eklenti işlemleri, hem kullanımı daha kolay hem de daha güçlü oldukları için önemli bir özelliktir.

### III. BANKACILIK SİSTEMLERİNDEKİ DEĞİŞİM

Gelişen ekonomi, teknoloji düzeyindeki artış ve küreselleşme sonucu ulusal ve uluslararası bankacılık sistemlerine olan ihtiyaç artmıştır (Tunay, 2009).

Rekabet ortamında banka işletmeleri, piyasada tutunabilme adına farklı çözümler kullanarak varlıklarını etkili bir şekilde sürdürmeye çalışmaktadırlar. Banka işletmeleri, hedeflerine ulaşabilmek için elinde bulundurdukları tüm kaynakları (insan, para, makine) doğru ve iyi bir biçimde kullanmalıdırlar. Rekabetin yüksek olduğu bankacılık sektöründe, müşteri memnuniyeti ve çalışma verimliliğinin arttırmak ve devamlılığını sağlamak büyük bir çaba gerektirmektedir. Bankaların içinde veya dışında bulunan ATM (Automatic Teller Machine) sayılarının az olması, yoğunluğun fazla olduğu saatlerde yetersiz gişe memurunun olması şeklindeki etmenler, müşteri memnuniyetini azaltmakta ve dolayısıyla bankanın kârlılığına etki etmektedir.

Bankalar, yaşanan bu rekabeti kazanabilmesi için daha iyi hizmet vermeli ve bu hizmeti sürdürebilir kılmalıdır. İyi bir kapasite analizi ve eniyileme çözümü ile bankacılık işletmeleri bunu sağlayabilir. Bunun için en etkili yöntem, benzetim modellemesinin oluşturulmasıdır. Benzetim modeli ile sistemde oluşabilecek sonuçların gözlemlenmesi ve düzeltilmesi sağlanır. Yeni bir çalışanın istihdam edilmesi veya ekstra ATM makinasının kurulması şeklindeki imkânlar, banka yöneticisinin müşteri memnuniyetini arttırmak amacıyla karar kılacağı seçenekler olarak görülebilir. Bu çalışmada, söz konusu seçeneklerden hangisinin uygulanması gerektirdiğine karar verilmesinde Simio programlamasında benzetim modeli oluşturularak, banka yöneticisine yardımcı olunması amaçlanmıştır.

#### A. ÖRNEK OLAY

Küçük bir banka şubesinde müşteri işlemlerinin yapılması amacıyla bir yönetici ve iki çalışandan oluşan üç veznedar bulunmaktadır. Her bir müşteri tek sıra halinde kuyruğa girmekte, sırası geldiğinde işlemini bitirip bankayı terk etmektedir. Şube hafta içi 08:00-17:00 ve Cumartesi günleri 08:00-12:00 saatleri arasında açıktır. Banka çalışanlarının ise, her gün öğle yemeği için belirli bir saati bulunmakta olup bunlar 11:00-12:00 (erken öğle yemeği), 12:00-13:00 (normal öğle yemeği) ve 13:00-14:00 (geç öğle yemeği) şeklindedir.

Bankaya gelen müşteri portföyü ise üç farklı gruptan oluşmaktadır. Gelen müşterilerin % 70'i çek depozitosu veya hesap bakiyesi gibi hızlı işlemlere ihtiyaç duymakta, % 25'i bir bakiyeye itiraz etmek veya bir hesap açmak gibi yavaş işlemler gerektirmekte ve kalan % 5' in kasaya erişim gibi güvenlik işlemi bulunmaktadır. Ayrıca, bankada çalışanların tümü güvenli erişim sağlayabilmektedir. Müşterilere ait işlem süreleri *üçgensel dağılıma* sahip olup parametre değerleri Tablo 1'de (dakika olarak) verilmiştir.

**Tablo 1:** Müşterilerin İşlem Süreleri

İşlem Türü	Min	Mode	Max
Hızlı işlemler	0.5	1	1.5
Yavaş işlemler	1	2.5	3.5
Güvenli erişim	3	4	5

Müşterilerin bankaya geliş oranı (saat başına ortalama varış sayısı) Poisson sürecine göre olup Tablo 2’de belirtilen zamana göre değişmektedir.

**Tablo 2:** Müşterilerin Saat Başına Ortalama Varış Sayısı

Saat Aralığı	Müşteri geliş oranı
08:00- 09:00	80
09:00-12:00	60
12:00-13:00	100
13:00-17:00	60

Gelen müşteriler, işlem kuyruğunun çok uzun olduğunu düşünürlerse (aşağıdaki koşullardan herhangi biri meydana gelirse), hizmet almadan bankadan ayrılma eğiliminde oldukları bilinmektedir.

- Bankaya girildiğinde sıra uzunluğunun en fazla 10 kişi olması
- Müşterilerin 5 dakikadır bekliyor olmaları.

Yönetici, müşterilerin en az % 80’ini tatmin etmeyi hedeflemektedir. Başka bir ifadeyle, müşterilerinin kuyruktan ayrılmadan işlemlerini tamamlamış olmaları sağlamaya çalışmaktadır. Banka işletmesinin hizmet kalitesinin belirlenmesi için gerekli olan sorular sırasıyla: Müşterilerin ne kadarı bankada işlemini yapmadan ayrılıyor? Banka işletmecisi gerekirse daha fazla veznedar tutmaya hazırdır bunun için kaç tane yeni veznedar işe alınmalıdır? Banka çalışanlarının vardiyaları ne şekilde olmalı? Yönetici ayrıca, yalnızca hızlı işlemlere ihtiyaç duyan müşterilere yönelik bir ATM eklemeyi düşünmektedir. Bir ATM'nin maliyeti iki çalışan kadardır ancak çalışanlar banka açık olduğu sürece kullanılabilir. Bu iyi bir fikir mi?

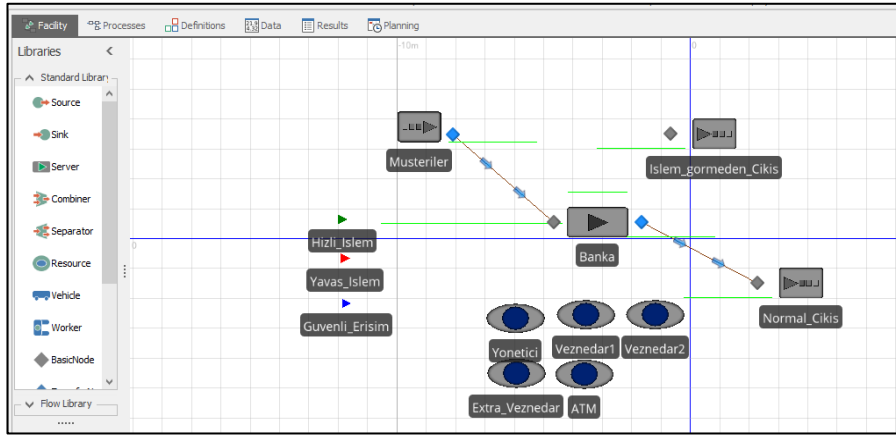
Banka siteminin benzetim modeli Simio yardımıyla oluşturup yukarıdaki sorulara cevap aranması amaçlanmaktadır. Modelleme kısmında dikkat edilmesi gerekenler aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

- Veznedarı bir kaynak olarak modelleyip, her birine bir vardiya atanması,
- Kaynağın bir ücret tablosuna ihtiyacı olması (bu hafta boyunca yapılmalı),
- Bankaya vardığınızda sıranın uzun olduğu bilgisini tutan “Eklenti işleminin” belirlenmesi,
- Kuyrukta beklenen zamanın belirlenmesi,
- Bankadan işlem görmeden ayrılan müşteriler için yeni bir çıktı düğümü oluşturarak istatistiklerinin takip edilmesi,
- ATM, yalnızca hızlı işlemlerden gelen talepleri kabul eden bir kaynak olarak belirlenmesi.

## **B. SİMİO İLE MODELLEME**

Banka işletim modeli, varlıkları oluşturan kaynak nesnesi, oluşan varlıkların hizmet aldığı servis nesnesi ve bunların sistemden çıkarıldığı iki çıkış düğümü nesnelere kullanarak oluşturulur (Şekil 10). Kaynak, servis ve çıkış düğümleri bir Simio benzetim modelini oluşturmak için gerekli temel nesnelere. Ayrıca farklı müşteri tiplerini temsil eden varlıklar oluşturularak servis nesnesinden banka hizmeti alınması sağlanmıştır. Kullanılan 2 çıkış düğümü ise, işlem görmeden ve bankada işlem gördükten sonra ayrılan müşterilerin istatistiklerinin tutulduğu düğümlerdir.

**Şekil 10:** Simio’da Oluşturulan Banka Modeli



Bankaya gelen müşterilerin geliş oranları ile birlikte günün saatlerine göre geliş yoğunlukları farklılık göstermektedir. Ayrıca, her müşterinin hizmet süresi farklıdır. Tüm bu bilgiler ve birbirleri ile olan ilişkilerin tutulduğu veriler, “Data”-veri sekmesi altındaki tablolarda oluşturulan “Customer” müşteriler tablosunda bulunmaktadır (Şekil 11). Müşteriler tablosunda, her bir müşterinin gelme olasılıkları ile gerekli olan servis zamanları belirlenebilmektedir.

**Şekil 11:** Müşteri Tablosu

	Musteri_turu	Mix	Servis_Zamani (Minutes)
1	Hizli_Islem	70	random.triangular(0.5, 1, 1. ...)
2	Yavas_Islem	25	random.triangular(1, 2.5, 3. ...)
3	Güvenli_Erisim	5	random.triangular(3, 4, 5)
*			

Günün saatlerine göre müşteri yoğunluğunun belirtilmesini kolaylaştıran bir diğer yapı ise “Data”- veri sekmesi altındaki “Rate table” – oran tablosu kısmında yer almaktadır (Şekil 12). Günün her saat dilimi için ayrılan kısımlara, varlıkların geliş oranları örnek olayda yer alan verilerden faydalanılarak sistem tanımlanmış olur. Önemli olan bir diğer kısım ise, tanımlanan “rate table”-oran tablosunun kaynak kısmındaki varlıkların oluşturulması esnasında kullanılmasıdır. Kaynak nesnesi tıklandığında, sağ tarafta nesneye ait özelliklerin olduğu pencere görülmektedir. Bu pencerede yer alan “arrival mode” seçeneğini, “Time varying arrival rate” seçip alt tarafta açılan ikinci pencereden oluşturduğumuz “Rate Table1” özelliğinin seçilmiş olduğunun belirtilmesi gerekmektedir.

**Şekil 12:** Yoğunluk Oranı Tablosu

Starting Offset	Ending Offset	Rate (events per hour)
Day 1, 00:00:00	Day 1, 01:00:00	0
Day 1, 01:00:00	Day 1, 02:00:00	0
Day 1, 02:00:00	Day 1, 03:00:00	0
Day 1, 03:00:00	Day 1, 04:00:00	0
Day 1, 04:00:00	Day 1, 05:00:00	0
Day 1, 05:00:00	Day 1, 06:00:00	0
Day 1, 06:00:00	Day 1, 07:00:00	0
Day 1, 07:00:00	Day 1, 08:00:00	0

Sistemin bir diğer kısmı ise, çalışma vardiyalarının modele aktarılmasıdır (Şekil 13). Banka çalışanları için üç öğle yemeği vardiyası bulunmaktadır. Buna ek olarak, Cumartesi günleri sadece 12:00’a kadar banka açık kalmaktadır. Buna göre, erken, standart, geç ve yarım gün olmak üzere dört farklı gün modellerinin, “Data”-veri sekmesi altında bulunan “Work Schedule” tablolarında tanımlanması gerekmektedir.

Şekil 13: Çalışma Vardiyası Tablosu

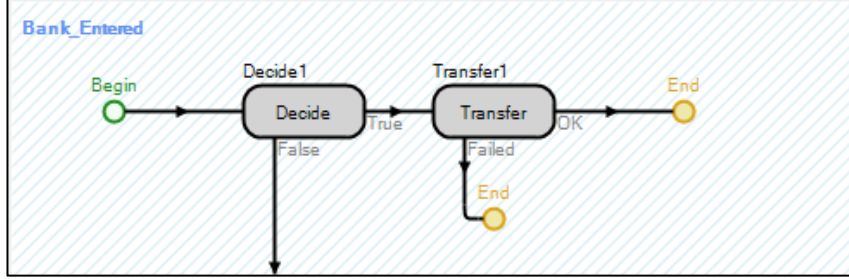
Name	Start Date	Description	Days	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
Yonetid_vardiyasi	11/7/2013	Standard Work Week Schedule	7	StandardDay	StandardDay	StandardDay	StandardDay	StandardDay	Yarim...	
Veznedar_1_vardiyasi	11/11/2013		7	Erken_Ogley	Erken_Ogley	Erken_Ogley	Erken_Ogley	Erken_Ogley	Yarim...	
Veznedar_2_vardiyasi	11/11/2013		7	Gec_Ogley	Gec_Ogley	Gec_Ogley	Gec_Ogley	Gec_Ogley	Yarim...	

Müşterilerin bankaya ulaştığında ilgili veznedarın atama işlemini yapabilmesi bir diğer ifadeyle banka çalışanlarının meşgul mü yoksa müsait mi olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla “Resource”-ikincil kaynak nesnesi kullanılmalıdır. “Defination” tanımlar kısmında, atama yapacağımız banka çalışanlarını listeye aktararak, gerekli olduğu durumda, listeden çağrılıp müşteri ile ilgilenmesi sağlanır. Müşterilerin işlemleri tamamlandığında, banka çalışanı diğer bir müşteri ile ilgilenmesi için tekrardan listeye geri gönderilir.

Banka işletmesindeki müşteri memnuniyeti için önemli olan bir diğer kısım ise sıradaki müşteri sayısı ve bekleme zamanıdır. Müşterilerin 5 dakikadan fazla bekleyip beklemediğini veya kuyruktaki müşteri sayısının 10 dan fazla olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Eğer bu durumlardan en ez biri mevcut ise, müşteri işlem görmeden bankayı terk etmektedir. İlk olarak kuyruktaki müşteri sayısını ele alalım. Kuyruktaki müşteri sayısı, hizmet alınan “Banka” servis nesnesinde bulunan, Simio’nun otomatik olarak belleğinde tuttuğu “AllocationQueue” değişkeninde tutulmaktadır. Yapılması gereken tek işlem, bu verinin 10 dan büyük ya da küçük olup olmadığının karar vermektir. Bu kararı verebilmek için Simio’nun önemli bir özelliği olan “Add-on process” -eklenti işlemleri özelliği kullanılır. “Add-on process”, Simio’da benzetim için gerekli olan karmaşık mantık işlemlerinin yapıldığı alandır. Banka servis alanının özelliklerinde olan ve sağ tarafta göz at sekmesinin özellikler kısmında bulunan “Bank Entered” kısmı çift tıklanarak, açılan pencerede gerekli adımlar kullanarak oluşturulur (Şekil 13). Müşteri bankaya girdiği anda çalışmaya başlar ve kuyruktaki müşteri sayısının 10’dan az olup olmadığı “Decide”-Karar adımı kullanılarak belirlenir ve fazla olduğu durumda gelen müşterilerin “Transfer” adımı ile sistemden çıkarılması sağlanır (Şekil 14).

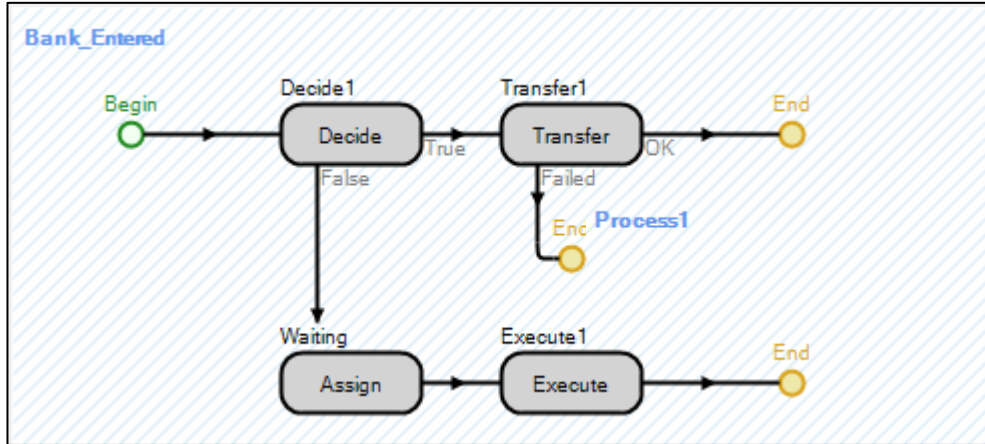


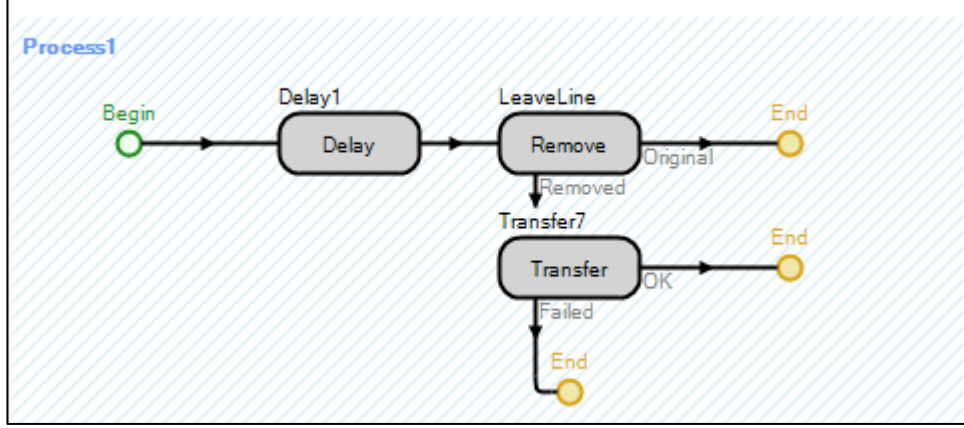
Şekil 14: “Decide”- Karar ve “Transfer” Eklenti İşlemleri



Banka sisteminde bekleyen müşteri sayısı 10'dan az ise, müşteri kuyruğa geçip beklemeye başlamaktadır. Bu durumda müşterinin beklemiş olduğu zaman diliminin bellekte tutulması gerekmektedir. Bu işlemin yapılması için “Assign”– Atama adımı kullanılır. Atama adımında o anki zaman müşteriye atanarak (Şekil 15), “Delay” -Ertele adımı ile 5 dakika daha sistemde kalmasına izin verilir (Şekil 16). 5 dakikanın ardından eğer müşteri işlem görmeyip bekliyorsa, direk olarak müşteri sistemden çıkarılarak bankadan ayrılması sağlanır.

Şekil 15: Bankadaki Bekleme Zamanı Ataması



**Şekil 16:** Bekleme Zamanına Göre Karar Verme

Oluşturulan sistemin, müşterilerin memnuniyet durumunu belirleyebilmek için, sistem üzerinde kontrol edebilme imkânı tanıyan bir deney kısmı oluşturulmalıdır. Bu amaçla ikincil kaynak nesnelere kullanılarak farklı çalışma grupları oluşturulmuştur. Örneğin, bankadaki iki çalışan ve bir yönetici için “TellersManager” nesnesi oluşturulmuştur. Aynı şekilde, “TellersManagerATM” nesnesi için 2 çalışan bir yönetici ve bir ATM nesnelere oluşan yeni bir ikincil kaynak nesne grubu eklenmiştir. Bunun gibi 6 farklı ikincil kaynak grupları oluşturularak, deney kısmında kullanılabilen çeşitli nesnelere belirlenmiştir (Şekil 17).

Şekil 17: İkincil Kaynak Grupları

Name	Object Type
<b>Objects</b>	
TellersManagerATM	Objects
TellersManager	Objects
ExtraTellerManager	Objects
MangerTeller	Objects
ManagerATM	Objects
OnlyManager	Objects

Object
Teller1
Teller2
Manager
*

Bu oluşturulan nesne grupları, farklı deney modellerinde kullanılarak modeller arasında karşılaştırma yapılabilmesine imkân sağlayacaktır. Simio'daki "Experiment" deneyler kısmı, oluşturulan modelin farklı veriler ile tekrardan çalıştırılması yerine, kontrol kısımları yardımı ile tek ekran üzerinde aynı deneyin farklı veriler ile çalıştırılarak sonuçların elde edilmesi sağlanır.

Şekil 18 de görüldüğü gibi, sistemde farklı çalışma gruplarının olduğu durumlarda sistem sonuçları liste halinde verilmiştir. Bu sonuçlara bakarak banka yöneticisinin karar vermesi sağlanır. Deneyler kısmında toplam gelen müşteri, işlem görmeden bankadan ayrılan müşteri, işlem gören müşteri sayıları gibi birçok sorunun cevabını bulmak mümkündür. Bu liste, aradığımız cevaba göre değiştirilebilir. Ayrıca, deneylerin birden fazla çalıştırılmasıyla sistemin normal işleyişine benzemesi sağlanır. Bu özelliği, Simio sonuçlarının ne kadar güvenli olabileceğinin önemini vurgulamaktadır.

### BULGULAR VE SONUÇ

Mevcut sistem de farklı ikincil kaynak grupları kullanarak 6 farklı senaryo tanımlanmıştır. Her bir satır, bir senaryoyu temsil etmekte ve "Responses" - Cevaplar kısmında her bir kaynak kullanıma bağlı deney sonuçları gösterilmektedir (Şekil 18).

**Şekil 18:** Deneysel Kısımdaki Kontrol Değişkenleri ve Sonuçlar

Scenario		Replications		Controls	Responses					
Name	Status	Required	Completed	All_Teller	Toplam_Mus...	Banka_islem_go...	Islem_Gormeden...	Memnun_Olan_Mus...	Memnun_olmayan_Musteri...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario1	Idle	10	10 of 10	TellersManager	3218.2	3213.4	4	0.99851	0.00123831
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario2	Idle	10	10 of 10	TellersManagerATM	3216.5	3216.3	0	0.999937	0
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario3	Idle	10	10 of 10	MangerTeller	3215	2892.9	310	0.90012	0.0961622
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario4	Idle	10	10 of 10	ExtraTellerManager	3220	3220	0	1	0
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario5	Idle	10	10 of 10	OnlyManager	3235.8	1456.8	1729.1	0.450284	0.534291
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario6	Idle	10	10 of 10	ManagerATM	3232.1	2505.6	679.4	0.775434	0.209996

1. Birinci senaryoda, iki veznedar ve bir yönetici bulunmaktadır. Bu kaynaklar kullanılarak hizmetini almış memnun müşteri oranını yaklaşık % 99 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, yönetici hedefinin (%80) üzerindedir.
2. İkinci senaryoda, iki veznedar, bir yönetici ve bir ATM kullanılmaktadır. Daha fazla kaynak eklenmesine rağmen, sistem verimliliğinde çok fazla değişimin gerçekleşmediği görülmektedir. Ancak, ATM eklendiğinde, bankaya gelen tüm müşteriler işlem yaparak sistemden ayrılmıştır.
3. Üçüncü senaryoda, sadece bir yönetici ve bir veznedar bulunmaktadır. Memnun müşteri oranı yaklaşık olarak % 10 azalmasına karşın, % 80 olan müşteri memnuniyeti yönetici hedefini karşılamaktadır.
4. Oluşturulan dördüncü senaryoda veznedar veya ATM eklemek arasında bir fark olup olmadığını görmek için ATM yerine bir veznedar daha eklenmiştir. Bu durumda sistemde üç veznedar ve bir yönetici bulunmaktadır. Sonuç olarak, işlem görmeden ayrılan hiç bir müşteri bulunmamakla birlikte tüm müşterilerin memnun olduğu görülmektedir.
5. Sadece yöneticinin tüm müşterilerle ilgilendiği beşinci senaryoda, işlem görmeden bankadan ayrılan müşteriler oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu durumda sistemdeki yöneticiye yardımcı ihtiyacı duyulmaktadır.
6. Banka yöneticisine yardımcı olması için ATM eklenerek altıncı senaryo oluşturulmuştur. Çünkü ATM sadece hızlı işlem yapan müşterilere hizmet vermekte ve bu müşteriler toplam müşterilerin yalnızca % 70'ini oluşturmaktadır. Sonuç olarak müşteri memnuniyetinde artış (%77) sağlanmasına karşın banka yöneticisinin arzu ettiği (%80) hedefe ulaşamadığı görülmektedir.

Örnek olayın sorularını cevaplamak için ilk senaryoda, mutsuz müşterilerin oranının % 1'den az olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum, yöneticinin daha fazla veznedara ihtiyacı olmadığını, yeni veznedarların işe alınması gerektiğini göstermektedir. İşe almak yerine, yöneticinin hedefini (müşteri memnuniyetinin %80 den fazla olması) karşılamak ve çalışanlara daha az para ödemek için bir veznedarı işten çıkarmak daha uygun olabilir. Senaryo 2 ve 6'da, modele ATM eklenmesinin müşteri memnuniyetini artırmaya yardımcı olmadığını, bu yüzden bankanın pahalı bir ATM makinesini satın alınmamasının iyi bir karar olmayacağını göstermektedir. Bunun yerine bir veznedarı işe çıkarmak daha iyi bir seçenek olup daha az para ödeyerek müşteri memnurluk oranının %100'e yükseltmesine ve bu durum bankaya gelen her müşterinin mutlaka işlem yaparak bankadan ayrılması olarak yorumlanır.

Simio benzetim programının örnek uygulama dâhilinde tanıtımının amaçlandığı bu çalışmada, farklı çalışma programlarına sahip personel ve kaynaklara sahip banka işletmesi için yeni bir model oluşturulmuştur. Çalışanlar için zamanlama tabloları ve müşteriler için varış oranı tablosu kullanarak, modelin gerçeğine uygun olarak işletilmesi sağlanmıştır. Eklenti işlemlerinden çalıştırılma, gecikme, ayar düğümü gibi süreçler kullanarak, Simio'nun nasıl kolay çalışılabilen bir modelleme programı olduğu gösterilmeye çalışılmıştır.

Müşterilerin mevcut sistemden memnun olma durumu farklı senaryolar dâhilinde Simio'da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, sistemin zaten mevcut kaynaklarla iyi bir şekilde yönetildiğini ve hatta tasarruf yapma adına bir veznedarın işten çıkarılmasıyla hala hizmet kalitesi yüksek bir banka işletmesine sahip olunabileceği ortaya konulmuştur. Buna benzer hastane, havaalanı gibi karmaşık yapıya sahip işletmelerin iş akışları, büyük fabrikaların yerleşim planına ait modelleme çalışmalarında Simio uygulamasından faydalanabileceği önerilmektedir.

**KAYNAKÇA**

- Analysis Static Vs Dynamic Simulation in Quantitative (2020). Static vs Dynamic Simulation in Quantitative Analysis. <https://study.com/academy/lesson/static-vs-dynamic-simulation-in-quantitative-analysis.html> adresinden erişildi.
- Aristizabal, J. D., Azumendi, D., Franco, J. F., ve Mura, I. (2020). Simulation to Predict the Impact of Public Transport Changes on Air Pollutants Emissions. *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*. <https://doi.org/10.12783/dtce/msam2020/34229>
- Axelrod, R. (2003). Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. *Japanese Journal for Management Information System, Special Issue on Agent-Based Modeling*, 12(3).
- Bottani, E., ve Montanari, R. (2010). Supply chain design and cost analysis through simulation. *International Journal of Production Research*, 48(10), 2859–2886. <https://doi.org/10.1080/00207540902960299>
- Buschiazzo, M., Mula, J., ve Campuzano-Bolarin, F. (2020). Simulation Optimization For The Inventory Management Of Healthcare Supplies. *International Journal of Simulation Modelling*, 19(2).
- Deo, D., ve Molnar, A. D. (2019). The Application of Simio Scheduling in Industry 4.0. İçinde *2019 Winter Simulation Conference (WSC)* (ss. 3793–3801). <https://doi.org/10.1109/WSC40007.2019.9004859>
- Ersöz, F. (2019). *Benzetim ve Modelleme Arena ve Promodel Uygulamalarıyla* (2. Baskı). Ankara, Türkiye: Seçkin Kitabevi.
- Forgionne, G. A. (1983). Corporate Management Science Activities: An Update. *Interfaces*, 13(3), 20–23. <http://www.jstor.org/stable/25060412> adresinden erişildi.
- Gargi, M., ve Reddy, V. (2014). A case study of static and dynamic models using simulation in Matlab. İçinde *2014 International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies* (ss. 269–272). <https://doi.org/10.1109/ICCICCT.2014.6992968>
- Ghani, U., Monfared, R. P., ve Harrison, R. (2012). Energy optimisation in manufacturing systems using virtual engineering-driven discrete event simulation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 226(11), 1914–1929. <https://doi.org/10.1177/0954405412458625>
- Harpell, J. L., Lane, M. S., ve Mansour, A. H. (1989). Operations Research in Practice: A Longitudinal Study. *Interfaces*, 19(3), 65–74. <http://www.jstor.org/stable/25061224> adresinden erişildi.

- Harrison, J. R., Lin, Z., Carroll, G. R., ve Carley, K. M. (2007). Simulation modeling in organizational and management research. *The Academy of Management Review*, 32(4), 1229–1245. <https://doi.org/10.2307/20159364>
- Iannone, R., Miranda, S., ve Riemma, S. (2007). Supply chain distributed simulation: An efficient architecture for multi-model synchronization. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 15(3), 221–236. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.simpat.2006.10.004>
- Law, A. M., ve Kelton, W. D. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill. Tarihinde adresinden erişildi [https://books.google.com.tr/books?id=\\_viJQgAACAAJ](https://books.google.com.tr/books?id=_viJQgAACAAJ)
- Li, J., ve Wang, L. (2011). Microscopic simulation on ticket office of large scale railway passenger station. İçinde *7th Advanced Forum on Transportation of China (AFTC 2011)* (ss. 41–47). <https://doi.org/10.1049/cp.2011.1374>
- Markowitz, H. M., Hausner, B., ve Karr, H. W. (1962). *SIMSCRIPT: A Simulation Programming Language*. RAND Corporation PP - Santa Monica, CA. <https://doi.org/10.7249/RM3310>
- Masmoudi, M., Leclair, P., Cheutet, V., ve Casalino, E. (2014). Modelling and Simulation of the Doctors' Availability in Emergency Department with SIMIO Software. Case of Study: Bichat-Claude Bernard Hospital BT - Mechatronic Systems: Theory and Applications. İçinde M. S. Abbas, J.-Y. Choley, F. Chaari, A. Jarraya, ve M. Haddar (Ed.) (ss. 119–129). Cham: Springer International Publishing.
- Ojstersek, R., Lalic, D., ve Buchmeister, B. (2019). A new method for mathematical and simulation modelling interactivity: A case study in flexible job shop scheduling. *Advances in Production Engineering ve Management*, 14(4), 435–448. <https://doi.org/https://doi.org/10.14743/apem2019.4.339>
- Özgün, O., ve Barlas, Y. (2009). Discrete vs. Continuous Simulation: When Does It Matter? İçinde *Proceedings of the 27th International Conference of The System Dynamics Society*. Albuquerque, NM, USA.
- Pegden, C. Dennis. (2008). Introduction to Simio. İçinde *2008 Winter Simulation Conference* (ss. 229–235). <https://doi.org/10.1109/WSC.2008.4736072>
- Pegden, C. Dennis, Sadowski, R. P., ve Shannon, R. E. (1995). *Introduction to Simulation Using SIMAN* (2nd baskı). USA: McGraw-Hill, Inc.
- Pegden, C. Dennis, ve Sturrock, D. T. (2011). Introduction to Simio. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, (ss. 29-38.). Phoenix, AZ.
- Pegden, Claude Dennis, Alan, A., ve Pritsker, B. (1979). SLAM: simulation language for alternative modeling. *SIMULATION*, 33(5), 145–157.

<https://doi.org/10.1177/003754977903300502>

- Pegden, Claude Dennis, ve Davis, D. A. (1992). Arena: a SIMAN/Cinema-based Hierarchical Modeling System. *1975 Winter Simulation Conference* (ss. 390–399).
- Shannon, R. E., Long, S. S., ve Buckles, B. P. (1980). Operation Research Methodologies in Industrial Engineering: A Survey. *A I I E Transactions*, 12(4), 364–367. <https://doi.org/10.1080/05695558008974528>
- Stephen, D. R., ve Pegden, D. (2017). History Of Simulation Modeling. <https://www.simio.com/resources/papers/WinterSim2017/History-of-simulation-modeling.php> adresinden erişildi.
- Sütçü, A., Karşiyaka, O., ve Burhan, M. E. (2019). Bir Mobilya Üretim Tesisinde İş Analizi ve Benzetim Uygulaması ile Süreç Verimliliğinin Artırılması. *European Journal of Science and Technology*, 17, 45–57. <https://doi.org/10.31590/ejosat.609563>
- Thomas, G., ve DaCosta, J.-A. (1979). A Sample Survey of Corporate Operations Research. *Interfaces*, 9(4), 102–111. <http://www.jstor.org/stable/25059780> adresinden erişildi.
- Vaz, J. P., Varela, L., Gonçalves, B., ve Machado, J. (2020). Production Planning and Setup Time Optimization: An Industrial Case Study BT - *Advances in Design, Simulation and Manufacturing III*. V. Ivanov, J. Trojanowska, I. Pavlenko, J. Zajac, ve D. Peraković (Ed.) (ss. 220–230). Cham: Springer International Publishing.
- Vik, P., Dias, L., Pereira, G., Oliveira, J., ve Abreu, R. (2010). Using Simio for the Specification of an Integrated Automated Weighing Solution in a Cement Plant. İçinde *Proceedings of the Winter Simulation Conference* (ss. 1534–1546). Winter Simulation Conference.
- Zheng, Q., Shen, J., Liu, Z., Fang, K., ve Xiang, W. (2011). Resource allocation simulation on operating rooms of hospital. İçinde *2011 IEEE 18th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (C. Part 3, ss. 1744–1748). <https://doi.org/10.1109/ICIEEM.2011.6035502>