



ETMEN TABANLI BENZETİM: ANYLOGIC™ YAZILIMI VE ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Adil BAYKASOĞLU
Zeynep D.U. DURMUŞOĞLU
Latife GÖRKEMLİ

ÖZET

Küreselleşmenin arttığı günümüzün rekabetçi ortamında işletmeler birçok karmaşık problemle karşı karşıya kalmaktadır. Değişkenliğin ve belirsizliğin nispeten daha az olduğu geçmiş yıllarda, işletmelerin problemlerini çözmek için önerilen klasik yöntemler, günümüz problemlerini çözmede bazen yeterli olamamaktadır. Bunun temel nedeni bu yöntemlerin belirli durumlara uygun çözüm üretmesi ancak sistemde meydana gelen değişikliklere adapte olmakta yeterince başarılı olamamasıdır. Bir başka ifade ile günümüzde işletmeler rekabet avantajı sağlayabilmek için en az maliyetli sistemle çalışmanın yanı sıra sistemin değişken koşullara hızlı biçimde tepki verebilmesini sağlamalıdır. Değişken koşulları modelleyip çözüm üretebilmek için özellikle son yıllarda akademik ve ticari kuruluşlar tarafından ciddi ölçüde destek verilen bir konu haline gelen etmen teknolojilerinden yararlanmak kaçınılmaz hale gelmiş ve çeşitli etmen tabanlı yazılım sistemleri geliştirilmiştir. Bu yazılımlar sayesinde, yapısındaki değişkenlik ve belirsizlikten dolayı modellenmesi ve çözülmesi zor olan problemler daha kolay modellenir ve çözülebilir hale gelmiştir. Mevcut çalışmada, söz konusu yazılımlardan biri olan aynı zamanda farklı ancak birbirini tamamlayan modelleme yaklaşımlarının (kesikli olaylı benzetimi, sistem dinamiği gibi) birlikte etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayan AnyLogic™ yazılımı ele alınmış ve örnek bir model üzerinden detaylı olarak açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: AnyLogic, Etmen tabanlı benzetim, Dinamik sistemler.

ABSTRACT

In today's competitive, global environment, companies are faced with many complex problems. Classical optimization approaches are usually dealing with problems which contain relatively less variability and uncertainty. This is usually not enough to solve today's complex problems. Since these classical approaches were designed to act for some definite states of the system, they have been incapable to be adapted to changing environmental conditions. In other words, along with the efforts of producing product with lower costs, companies should also seek for capabilities to response the rapid changes in the system for obtaining competitive advantage. In recent years, agent based modeling has been a very popular approach for modeling varying conditions by providing solutions both for the problems in academic world and in commercial organizations, and in this regard various agent based software systems have been introduced. With the help of these types of software, complex problems have been modeled and handled more easily. In this perspective, this study examines AnyLogic™ software which allows different complementary modeling approaches (such as discrete event simulation, system dynamics, etc.). Moreover, the study covers an example model of a consumer market and supply chain. First, the assumptions of the model are described, and then AnyLogic™ representation of the model is given. Finally, results of the example model are shown.

Key Words: AnyLogic, Agent based simulation, Dynamic systems



1. GİRİŞ

Gerçek hayatta karşılaşılan problemleri çözmek için, özellikle ortaya koyulan çözümlerin uygulanmasının, prototip oluşturulmasının maliyet ve/ya zaman kısıtları nedeni ile zor olduğu ortamlarda, modelleme tekniklerine başvurulmaktadır. Problemin çözümünde dikkate alınan süre zarfında, dinamik değişimler söz konusu ise modelleme tekniklerinden biri olan bilgisayarlı benzetim başarılı sonuçlar vermektedir. Benzetim ile modellemede öne çıkan temel yaklaşımlar sistem dinamiği, kesikli olay ve etmen tabanlı yaklaşımlardır. Sistem dinamiği genellikle biriken değerlerin, değerler arasındaki akışların, geri bildirimlerin vb. olduğu gerçek hayat problemlerini modellemede, kesikli olay benzetimi, pasif varlıklardan oluşan, bu varlıkların tanımlanmış akışlara bağlı olarak bloklar arasında hareket ettiği, kullandıkları kaynakların tanımlandığı vb. sistemleri modellemede sıklıkta kullanılmaktadır. Etmen tabanlı modelleme de ise sistemde tanımlı varlıklar aktiftir, birbirleri ve çevreleri ile etkileşim içindedirler. Dağıtık yapıya sahip etmen tabanlı modelleme yaklaşımında, sistemin global davranışı etmenlerin davranış biçimleri ve etkileşimlerinin sonucunda oluşmaktadır [1].

Karmaşık problemlerin çözümünde gerekli olabilecek bütün bu yaklaşımların birlikte kullanılması, probleme uygulanabilir, hızlı oluşturulabilir, daha az maliyetli, değişen koşullara uyum sağlayabilen çözümler elde edilmesinde etkilidir. Bu amaçla değişken sistemleri modellemede belki de en etkili yaklaşımlardan biri olan etmen tabanlı benzetimden 2. bölümde bahsedilecektir. 3. bölümde ise söz konusu yaklaşımların birlikte kullanılabilirdiği ve farklı avantajlara sahip AnyLogic™ yazılımı bir örnek model üzerinden anlatılmıştır.

2. ETMEN TABANLI BENZETİM VE ANYLOGIC™

Etmen tabanlı modelleme ve benzetim, karmaşık sistemleri modellemek için birbiri ile etkileşim içinde olan otonom etmenlerden oluşmuş nispeten yeni bir yaklaşımdır [2]. Çoklu-etmen sistemleri çeşitli etmenlerin bazı amaçları başarabilmek için etkileştikleri ya da birlikte çalıştıkları sistemlerdir [3]. Etmen tabanlı yaklaşımların problemleri çözmek için en belirgin özellikleri “işbirliği ve iletişim” mekanizmalarını kullanmalarındır [4].

Dağıtık ve karmaşık yapıya sahip problemlerin çözümünde kullanılan etmen tabanlı benzetim yönteminde, modelin kontrolü dağıtıktır ve sistemde yer alan etmenler birbirleri ile ve çevreleri ile etkileşim içindedirler. Etmen tabanlı benzetim aşağıdaki durumlarda problem çözümünde tercih edilirse başarılı sonuçlar elde edilebilir [5].

- Problemin kapsadığı alan genişse; etmen tabanlı yaklaşımlar problemi daha küçük yerel problemlere bölmeyi önerir, böylece büyük boyutlu problemlerin çözümü kolaylaşır.
- Sistemin parçalarının yetmezliği yüksek ise; merkezi yapıdaki çözüm yöntemleri alt sistemlerde meydana gelen hatalardan daha çok etkilenir; sistemin parçalarından biri hata görürse bağlantılardan dolayı tüm sistem hasar görür. Ancak etmen tabanlı sistemlerde sistemin bir parçasında problem varsa, dağıtık yapısından dolayı genellikle söz konusunu kısımda hata oluşur, genel süreç çalışmaya devam edebilir.
- Eğer hızlı bir şekilde probleme çözüm elde edilmek isteniyorsa; etmenler kendileri ile ilgili çevre ile ilgilenip, kendileri ile ilgili kararlar verdikleri için, çok karmaşık problemler ile uğraşmazlar. Ayrıca etmenler senkronize bir şekilde hareket etmedikleri için başka etmenlerin kararlarını da beklemek zorunda değildirler. Bunlar da problemlerin hızlı bir şekilde çözülmesine yardımcı olur.
- Eğer problemin yapısı da dağıtık ise; bu durumda etmen tabanlı benzetim çok daha uygundur.
- Problemin yapısı sık-sık değişiyorsa; etmen tabanlı sistemler değişimlere açıktır, sisteme yeni etmen ekleyip çıkarmak kolaydır.

Kulkarni ve Tai [6]’nin de belirttiği gibi; etmen tabanlı benzetimin, kesikli olay benzetimi ve sistem dinamiği gibi benzetim modelleriyle kıyaslandığında ortaya çıkan iki ayırt edici özelliği; etmenlerin popülasyondaki heterojenliğinin modellenmesi vurgusu ve kendini örgütlemidir. Kesikli olay benzetim



modelleri ile etmen tabanlı benzetim modellerini kıyaslayan bir başka çalışma da Siebers ve ark. [7] tarafından gerçekleştirilmiştir. Söz konusu kıyaslama Tablo 1 de verilmektedir.

Tablo 1. Model Türünü Tanımlayan Özellikler [7]

Kesikli Olay Benzetim Modelleri	Etmen Tabanlı Benzetim Modelleri
Süreç doğrultusunda (yukarıdan aşağıya modelleme yaklaşımı) odak noktası varlıklar değil de sistemin detaylı olarak modellenmesidir	Birey tabanlı (aşağıdan yukarıya modelleme yaklaşımı) odak noktası varlıklar ve aralarındaki ilişkidir
Yukarıdan aşağıya modelleme yaklaşımı	Aşağıdan yukarıya modelleme yaklaşımı
Kontrol tek yürütme biriminden (Merkezi)	Her etmenin kontrollü kendi yürütme biriminden (Özerk)
Varlıklar pasiftir; varlıklar sistem boyunca hareket ederken bazı şeyler yaptırılır; zekâ (örneğin karar verme) sistemin bir parçası olarak modellenir	Varlıklar aktiftir; varlıklar bazı şeyler için inisiyatif alabilir; zeka her bir varlığın içinde tanımlanmıştır
Kuyruklar anahtar elemandır	Kuyruklar diye bir kavram yok
Varlıkların sistem boyunca akışı; genel davranış modellenir	Akış kavramı yok; genel davranış modellenmez, bireysel etmenlerin küçük davranışından ortaya çıkar
Girdi dağılımları çoğunlukla toplamaya/ölçülen(amaçlanan) veriye dayalı	Girdi dağılımları çoğunlukla teorilere ve öznel verilere dayalı

Karmaşık sistemlerin modellenmesinde ise çoğu zaman etmen tabanlı benzetimin yanında diğer benzetim tekniklerinin de birlikte kullanılması gerekmektedir. Farklı benzetim tekniklerinin birlikte yer aldığı modellerin oluşturulmasında etkin bir platform olan AnyLogic™ yazılımının web sitesi olan <http://www.xjtek.com/> web sitesinde, gerek etmen tabanlı gerekse diğer benzetim tekniklerinin de birlikte kullanıldığı birçok uygulama çalışmasına yer verilmiştir.

AnyLogic™ yazılımında etmen tabanlı bir model oluşturulurken genel olarak, araştırmacı sistemdeki aktif varlıklar olan etmenleri, onların davranışlarını, buldukları çevreyi, birbirleri ile olan etkileşimlerini tanımlamalıdır. Oluşturulan benzetim modeli çalıştırıldığında birbiri ve çevreleri ile iletişim halindeki bireylerin etkileşim ve davranışları sonucu sistemin genel davranışı ortaya çıkmaktadır. AnyLogic™ etmen tabanlı kütüphanesi ve dinamik etmen oluşturma ve yok etme, etmenlerin bağlantıları ve haberleşmeleri gibi çeşitli tanımlamaları ile etmen tabanlı model oluşturmada, araştırmacılara kolaylıklar sağlamaktadır [8]. Etmen tabanlı yazılımlar ile ilgili detaylı bilgi, Allan [9]'in çalışmasından edilebilir.

Java programlama dilini ve nesne yönelimli programlama mantığını kullanması ile de araştırmacıların dikkatini çeken AnyLogic™ yazılımı ile farklı alanlarda yapılan, birçok çalışma mevcuttur. Örneğin, [10] melez sistemlerin dağıtık olarak modellenmesinde, [11] ve [12] tedarik zinciri yönetiminde, [13] malzeme taşıma sisteminin modellenmesinde, [13] araç çizelgelemede, [14] güvenilirlik ile ilgili çalışmalarında AnyLogic™ yazılımı kullanmışlardır. AnyLogic™ yazılımını kullanan başka bir çalışma ise [16] tarafından gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmada, araç yerleştirme problemini çözebilmek için etmen tabanlı benzetim ve sistem dinamiği tekniklerinden oluşan bir yaklaşım AnyLogic™ platformunda modellenmiştir.

AnyLogic™ yazılımının sağladığı diğer avantajlardan bir kısmı aşağıda belirtilmiştir [17]:

- Farklı ancak birbirini tamamlayan modelleme yaklaşımlarının (kesikli olaylı benzetimi, sistem dinamiği, etmen tabanlı modelleme gibi) birlikte etkin bir şekilde kullanılmasını sağlaması. Birçok benzetim programı bahsedilen özelliklerin birini kullanarak modelleme yapma imkanı sağlamaktadır.
- Hem basit kavramsal modellerin oluşturulmasında hem de büyük ölçekli modellerin çözümünün elde edilmesinde etkin olması.
- Gerektiğinde farklı platformlar ile bağlantı kurulabilmesi (Excel, DP, ERP, CRM, Java kullanmakta).



- Nesne yönelimli programlama yapısına sahip olup bu duruma uygun kütüphanelerinin olması.
- Oluşturulan modellerin görsel olarak da izlenebilmesi.

3. ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Farklı modelleme metodlarının problemlere daha etkin çözümler üretebilmek için birlikte kullanılabilirdiği AnyLogic™ platformu, bu modelleme yaklaşımlarının birlikte kullanıldığı bir örnek çalışma [18] üzerinde detaylı olarak anlatılacaktır. Söz konusu örnek çalışma AnyLogic™ yazılım firması, XJ Technologies, tarafından hazırlanmış olan "How to Build, a Combined Agent Based/System Dynamics Model in AnyLogic" isimli bilgilendirici rehberden alınmıştır [18]. Örnek çalışma, sisteme gerçek hayatta dinamik olarak ortaya çıkabilecek iki olay daha eklenerek geliştirilmiştir. Bunlardan birisi sisteme zamanla yeni tüketicilerin eklenmesi, diğeri ise pazara yeni bir firmanın girmesidir. Tüketici pazarı ve tedarik zinciri yönetimini temel alan örnek çalışmada aşağıdaki durumlar dikkate alınmıştır [18]:

- Rekabet halinde olan iki firma birbirinin muadili olan A ve B ürünlerini üretmektedir. Ürün fiyatları aynıdır.
- Tüketiciler (tüketici sayısı=1000) başlangıçta bu ürünlere sahip değildir ancak hepsi de ürünler ile ilgilenmektedir (potansiyel kullanıcı).
- Tüketiciler reklamlara karşı duyarlı olup, diğer tüketicilerin fikirlerinden etkilenmektedirler.
- İki firmada reklam yapmaktadır. Reklam etkinliği=0.011 olup, söz konusu oranda potansiyel kullanıcı gün içerisinde üründen (A veya B) almaya karar vermektedir.
- Tüketiciler birbirleri ile görüşmekte olup, ortalama görüşme miktarı günde 5 kişidir. Bu görüşmelerden potansiyel kullanıcılar etkilenmektedir. Eğer A ürünü kullanan bir tüketici potansiyel bir kullanıcı ile görüşürse 0.015 olasılıkla A ürünü almak istemektedir. Aynı durum B ürünü için de geçerlidir.
- Satılan ürünlerden hatalı ürün çıkabilmekte olup (düzgün (17,23) gün), bu durumda firma hatalı ürünü yenisi ile değiştirmektedir.
- A ürünü almak isteyen bir tüketici, ürünün hazır olmasını maksimum 2 gün süre ile beklemekte, eğer ürün maksimum sürede hazır olmazsa iki üründen hangisi hazır olursa onu almaktadır. Bu durum B ürünü için de geçerlidir.
- İki firmanın kendisi ait farklı tedarik zincirleri vardır.
- Müşteriler sadece satış merkezlerinden alım yapabilmektedir ve başlangıçta satış merkezlerinde 100'er adet ürün bulunmaktadır.
- Ürünler fabrikalarda üretilmektedir, üretim miktarları talebe bağlı olarak belirlenmektedir.
- Fabrikada üretimi tamamlanan ürünler satış merkezlerine 2 günde gönderilmektedir.

A ve B ürünlerinin pazar paylarının, talep miktarlarının, tedarik zincirindeki envanter miktarlarının tespit edilmesi için benzetim modelinin oluşturulması ve sonuçların analizi önemlidir. Görüldüğü gibi sistemde zamana bağlı olarak değişen tedarik zinciri aşamalarındaki stok miktarları, tüketiciler, tüketicilerin birbirleri ile etkileşimleri, tüketicilerin sistem dinamikleri ile etkileşimleri söz konusudur.

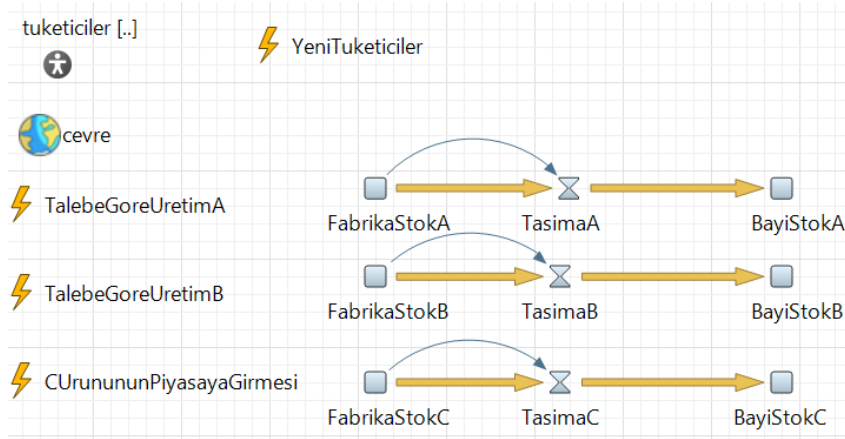
Ayrıca burada dikkate alınan örnekte iki önemli değişiklik yapılmış ve bu değişiklikler de modele yansıtılmıştır. Söz konusu değişiklikler:

- Sistemdeki tüketici sayısı başlangıçta 1000 olarak alınmış, buna ek olarak yeni tüketiciler önceden tanımlanmayan farklı zamanlarda (düzgün (0,3) gün) sisteme dahil edilmiştir.
- Sistem çalışmaya başladıktan sonra diğer firmalarla aynı özelliklerde üretim yapan yeni bir firma başlangıç satış merkezi stoku olmadan, önceden tanımlanmayan bir zamanda (düzgün (0,100) gün) pazara girmiştir. C ürününe ait firma ve tüketici davranışları diğer ürünler ile aynıdır. Ancak yeni ürün diğerlerine göre pazar payını artırmak için reklama daha fazla önem vermektedir, reklam etkinliği 0.3 olarak alınmıştır.

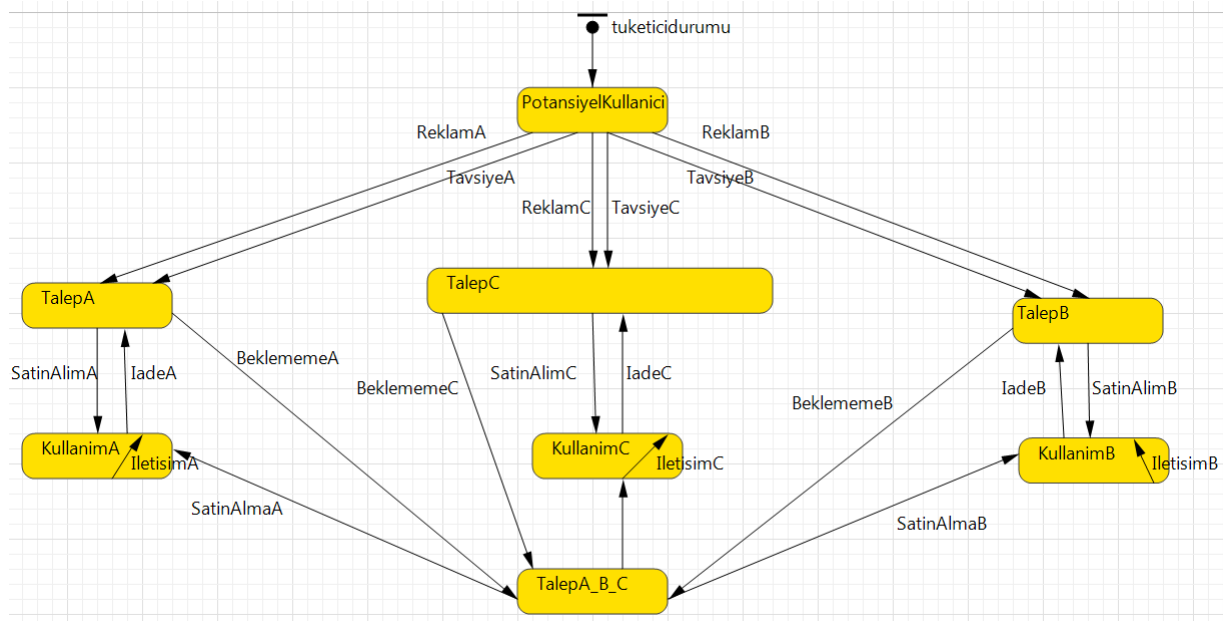


AnyLogic™ yazılımı ile tüketiciler ve davranışları etmen tabanlı olarak, tedarik zinciri ise sistem dinamikleri dikkate alınarak modellenmiş, etkileşimler de dikkate alınarak bu farklı modelleme yaklaşımları birleştirilmiştir. Ayrıca söz konusu süre boyunca dinamik olarak gelişen durumlar da modele dahil edilmiştir.

Şekil 1. ve Şekil 2.'de, oluşturulan modeldeki tedarik zinciri ve tüketicilerin davranışlarına ait ara yüzler verilmiştir. Tüketiciler modelde birer etmen olarak yer almaktadır. Tedarik zincirindeki ürünlerin sistemde farklı noktalarda stoklanması, sistem dinamikleri kullanılarak yapılmıştır. Tüketicilerin (etmenlerin) davranışları ise durumlar ve geçişler kullanılarak modellenmiştir. Mevcut durumdan başka bir duruma geçiş, tanımlanan belirli sürenin geçmesi, başka bir tüketiciden mesaj gelmesi, bayi stokunda ürünün olup olmaması gibi çeşitli tetikleyici olaylar sonucunda olmaktadır. Sisteme dahil olan yeni tüketiciler, yapılan üretimlerin talebe bağlı olarak belirlenmesi ve yeni ürünün piyasaya girmesi olay tanımlaması kullanılarak yapılmıştır. Aynı ortamda (çevre) bulunan etmenlerin birbirleri ile haberleşmeleri mesajlaşma ile olmuştur.



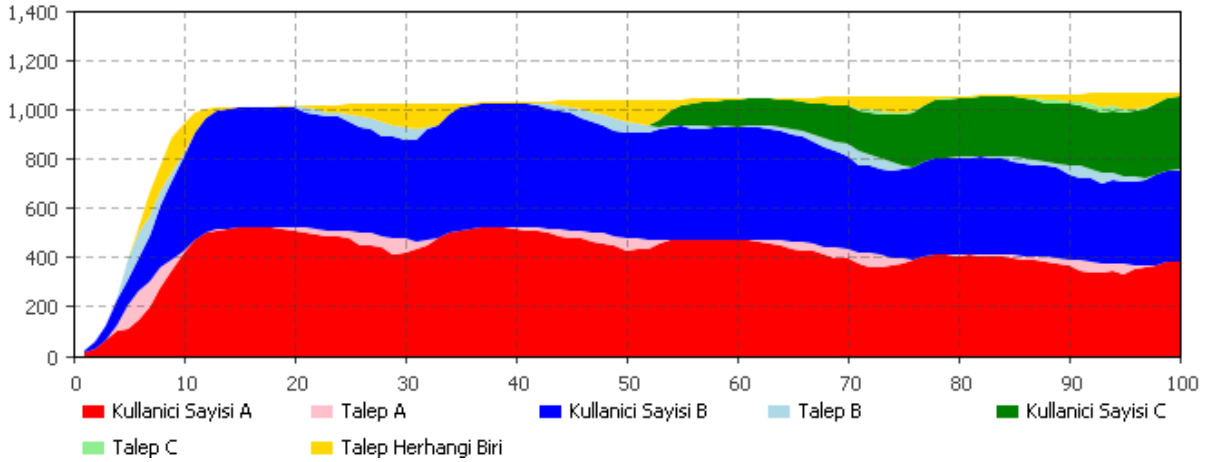
Şekil 1. Oluşturulan Modelin Ana Ara Yüzü.



Şekil 2. Oluşturulan Modelde Tüketici Etmenine Ait Ara Yüz

AnyLogic™ yazılımının bir diğer özelliği de, oluşturulan model ile ilgili sonuçların ve istatistiklerin görsel bir şekilde sunulmasıdır. Şekil 3.'te model çalıştırdıktan sonra her bir firma için ortaya çıkan

pazar payları görülmektedir. Sistemdeki potansiyel tüketici miktarı zamanla artmakta olup, karşılanamayan talep söz konusudur. 3. firmanın büyük bir reklam ile pazara girmesi ile diğer 2 firmanın pazar payları düşmüştür.



Şekil 3. Firmaların Belirlenen Pazar Payları

Oluşturulan model, firmaların pazar paylarının belirlenmesinde, tedarik zincirinde belirlenen noktalardaki stok miktarlarının tespitinde, firmaların reklam için katlanmaları gereken maliyetin belirlenmesinde etkilidir. Ayrıca sistemde karşılanamayan talebi, karşılamada en uygun üretim stratejisinin tespitinde önemli bir araç olan model, firmaların kalite kontrol faaliyetlerine ne kadar önem vermeleri gerektiğini belirlemede de karar vericiye destek verebilir.

SONUÇ

Mevcut çalışmada, tek bir platformda, etmen tabanlı benzetim de dahil olmak üzere, farklı benzetim tekniklerinin kullanılmasına izin veren anylogic™ yazılımı ile örnek bir model anlatılmıştır. Sonuçlardan da görüldüğü gibi, karmaşık ve değişken sistemlerin modellenmesinde etmen tabanlı yaklaşımların kullanımı başarılı sonuçlar vermektedir. Anylogic™ yazılımı etmen tabanlı benzetim için uygun bir platform olup, birçok farklı modelleme yaklaşımının birlikte kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Farklı modelleme yaklaşımlarının birlikte kullanılması ile gerçek hayat problemlerine daha anlamlı ve uygulanabilir çözümler elde edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] BORSHCHEV, A., FILIPPOV, A., "From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools", The 22nd International Conference of the System Dynamics Society, July 25 - 29, 2004, Oxford, England.
- [2] MACAL, C. M., NORTH, M. J., "Tutorial on Agent-based Modeling and Simulation", Journal of Simulation, 4, 151-162, 2010.
- [3] LIU, J., ZHONG, W., JIAO, L., "A Multiagent Evolutionary Algorithm for Combinatorial Optimization Problems. Systems", Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on, 40(1), 229-240, 2010.
- [4] YAN, Y., YANG, S., WANG, D., WANG, D., "Agent based Evolutionary Dynamic Optimization", Agent-Based Evolutionary Search, 5, 97-116, 2010.
- [5] DAVIDSSON, P., JOHANSSON, S.J., PERSSON, J.A., WERNSTEDT, F., "Agent-based Approaches and Classical Optimization Techniques for Dynamic Distributed Resource Allocation:



- A preliminary study”, In AAMAS’03 workshop on Representations and Approaches for Time Critical Decentralized Resource/Role/Task Allocation, 2003.
- [6] KULKARNI, A.J., TAI, K., “Probability Collectives: A Multi-Agent Approach for Solving Combinatorial Optimization Problems,” Applied Soft Computing, 10, 759–771, 2010.
- [7] SIEBERS, P.O., MACAL, C.M., GARNETT, J., BUXTON, D., PIDD, M., “Discrete-event Simulation is Dead, Long Live Agent-based Simulation!”, Journal of Simulation, 4, 204-210, 2010.
- [8] <http://www.xjtek.com/anylogic/approaches/agentbased/>, son erişim, 18.06.2011
- [9] ALLAN, R. J., “Survey of Agent Based Modeling and Simulation Tools”, Science and Technology Facilities Council, Technical Report, DL-TR-2010-007, October 2010.
- [10] BORSHCHEV, A., KARPOV, Y., KHARİTONOV, V., “Distributed Simulation of Hybrid Systems with AnyLogic and HLA”, Future Generation Computer Systems, 18(16), 829-839, 2002.
- [11] WANG, S., LIU, S., WANG, W., “The Simulated Impact of RFID-Enabled Supply Chain on Pull-Based Inventory Replenishment in TFT-LCD Industry”, International Journal of Production Economics, 112(2), 570-586, 2008.
- [12] LAM, C.Y., IP, W.H., “A Customer Satisfaction Inventory Model for Supply Chain Integration”, Expert Systems with Applications, 38(1), 875-883, 2011.
- [13] HAO, Q., SHEN, W., “Implementing a Hybrid Simulation Model For a Kanban-Based Material Handling System”, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 24(5), 635-646, 2008.
- [14] MERKURYEVA, G., BOLSHAKOV, V., “Vehicle Schedule Simulation with AnyLogic”, 12th International Conference on Computer Modelling and Simulation, 169-174, 2010.
- [15] EUSGELD, I., NAN, C., DIETZ, S., ““System-Of-Systems” Approach for Interdependent Critical Infrastructures”, Reliability Engineering & System Safety, 96, 679-686, 2011.
- [16] BAYKASOĞLU, A., DURMUŞOĞLU, Z.D.U., GÖRKEMLİ, L., “Solving Vehicle Deployment Planning Problem by Using Agent Based Simulation Modeling”, 2nd International Symposium on Computing in Science & Engineering, Gediz University Publications, editor: M. Güneş, ISBN:978-605-61394-2-0, pp.338-340, Kuşadası, Aydın, Turkey, June, 1-4, 2011.
- [17] http://www.xjtek.com/anylogic/why_anylogic/, son erişim, 18.06.2011
- [18] <http://www.xjtek.com/>, Tutorial, “How to Build, a Combined Agent Based/System Dynamics Model in AnyLogic”, XJ Technologies, Tutorial Based on the Materials of AnyLogic Workshop, System Dynamics Conference 2008 - Multimethod Simulation Software Tool AnyLogic, 2008.

ÖZGEÇMİŞ

Adil BAYKASOĞU

Prof. Dr. Adil Baykasoğlu Isparta Teknik Lisesi Makina bölümünden mezun olduktan sonra Lisans ve Yüksek Lisans derecelerini Makina Mühendisliği alanında 1993 ve 1995 yıllarında Gaziantep’te, doktora derecesini ise YÖK bursu ile gittiği Nottingham Üniversitesinden 1999 yılında Endüstri Mühendisliği alanında almıştır. 1993-2010 yılları arasında Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde çalışan Prof. Baykasoğlu halen Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde çalışmaktadır. Prof. Baykasoğlu ulusal ve uluslar arası bilimsel dergi ve kongrelerde 300 civarında bilimsel makale yayımladı. Yazarın ayrıca üç adet yayımlanmış kitabı, düzenleyip editörlüğünü yaptığı çeşitli ulusal ve uluslar arası kongre kitapları bulunmaktadır. Yazarın çalışma alanları genelde yöneylem araştırması, bilişimsel yapay zekâ, zeki etmenler, lojistik ve üretim sistemleri yönetimi/tasarımı, bilgisayar destekli üretim, kalite ve benzetim konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Prof. Baykasoğlu çok sayıda uluslararası dergide hakem ve yayın kurulu üyesi olarak görev yapmakta olup aynı zamanda Turkish Journal of Fuzzy Systems dergisinin eş-editörlüğünü yürütmektedir. Prof. Baykasoğlu’na 2007 yılında Türkiye Bilimler Akademisi Üstün Başarılı Genç Bilim İnsanı ödülü, 2008 yılında ODTÜ M. Parlar araştırma teşvik ödülü, 2010 yılında ise Tübitak Teşvik ödülü verilmiştir.

Zeynep Didem UNUTMAZ DURMUŞOĞLU

Zeynep D.U. Durmuşoğlu Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Lisans ve yüksek lisans derecelerini Gaziantep Üniversitesi Endüstri



Mühendisliği Bölümü'nden 2006 ve 2009 yıllarında almıştır. Şu an ise yine Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde doktora çalışmalarına devam etmektedir. Araştırma ve ilgi alanları, yöneylem araştırması modelleri ve teknikleri, benzetim, sezgiseller, müzakere mekanizmaları, çoklu ajan sistemleri.

Latife GÖRKEMLİ

Latife Görkemli Erciyes Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisidir. Lisans ve yüksek lisans derecelerini Erciyes Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2007 ve 2009 yıllarında almıştır. Şu an Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde doktora çalışmalarına devam etmektedir. Araştırma ve ilgi alanları, yöneylem araştırması modelleri ve teknikleri, benzetim ve sistem dinamikleri, rastsal süreçler ve modelleme, bulanık küme teorisi, ajan teorisi.