

ÇOKLU ETMEN SİSTEMLERİ VE CBS'NİN ENTEGRASYONU

Burç ERDEDE¹, S. Bilge ERDEDE², Derya ÖZTÜRK³

¹ Sahra Sıhhiye Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı, 55100, Samsun, burcerdede@gmail.com

² Tapu ve Kadastro X. Bölge Müdürlüğü, 55100, Samsun, bilgeerde@gmail.com

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 55139, Samsun, dozturk@omu.edu.tr

ÖZET

Nesnelerin coğrafi ve öznel bilgilerinin toplanması, depolanması, işlenmesi ve yönetilmesine olanak veren Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), karmaşık problemlerin çözümünde yetersiz kalmaktadır. Bugün bilgisayar sistemlerindeki gelişmeler farklı sistemlerin entegrasyonuna olanak tanımakta ve entegre sistemler ile karmaşık problemler çözümlenebilmektedir. Bu çalışmada mekansal problemlerin çözümü için "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çoklu Etmen Sistemlerinin (ÇES) entegrasyonu" araştırılmıştır. Bu kapsamda etmen, etmen ortamı, etmen modeli, etmen özellikleri ile ÇES ve CBS'nin entegrasyonunda kullanılan yöntemler ele alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: Etmen, Çoklu Etmen Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, ÇES, CBS.

ABSTRACT

INTEGRATION OF MULTI-AGENT SYSTEMS AND GIS

Geographic Information System (GIS) -though it is capable of collecting, storing, manipulating, analyzing and managing of the geographic data and attributes- falls short in providing solution to complex problems. Today, developments in computer systems allow the integration of different systems and the complex problems can be solved using new integrated systems. In this study, the integration of Geographic Information Systems (GIS) and Multi Agent Systems (MAS) was investigated. In this context, agent, agent environment, agent model, agent properties and the methods used in the integration of MAS and GIS were investigated.

Keywords: Agent, Multi Agent Systems, Geographic Information Systems, MAS, GIS.

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca sürekli olarak "karar verme" durumunda kalmış ve verilecek her bir kararın istenen bir sonuç doğurabileceği gibi hiç istenmeyen durumlarla da karşı karşıya bıraktığı görülmüştür. Bu nedenle karar verme süreci, amaca uygun ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Bu maksatla son yıllarda yönetici ve liderlerin karar verme aşamasında Karar Destek Sistemleri (KDS) kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Geliştirilen KDS'ler organizasyonların içinde veya dışında ihtiyaç duyulan bilgilere hızlı ve zamanında erişim sağladığı gibi kararların zamanında alınmasına yardım ederek verimliliği ve alınan kararların kalitesini yükseltmektedir. Günümüzün küreselleşen dünyasında ise sorunlar geçmişe nazaran her yönüyle daha da karmaşıklaşmış ve problemlere hızlı ve doğru çözüm bulunması zorlaşmıştır. Karmaşık problemler karşısında mevcut sistemlerin yetersizliği yeni bir yaklaşım olan Çoklu Etmen Sistemleri (ÇES) kavramını ortaya çıkarmıştır. ÇES, temel olarak yazılım sistemlerinin doğasında bulunan karmaşıklık yönetmek için kullanılan bir araçtır ve diğer sistemlerle entegre edildiğinde etkinliği artmaktadır (Luo vd., 2004; Cruz vd., 2010). Karmaşık sosyal, ekonomik, çevresel vb. sorunların çözümüne yönelik olarak, mekana dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, büyük hacimli coğrafi verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, mekansal analizi, sorgulaması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntem bütünü olarak tanımlanan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) (URL 1) oldukça karmaşık analitik fonksiyonlar barındırır. Önceleri bir CBS'nin güçlü ve tam işlevsel olması, tüm fonksiyonların tek başına tek bir CBS içerisinde sağlanması beklenmekteydi. Ancak böyle bir yapıda sisteme aşırı yük binmekte ve kullanıcı açısından işlemler zorlaşmaktadır. Etmen teknolojilerinin adaptasyonu CBS fonksiyonları atomize edilebilir ve ağ üzerinde bağımsız fonksiyon birimleri dağıtık olarak formlandırılabilir (Yi vd., 2010).

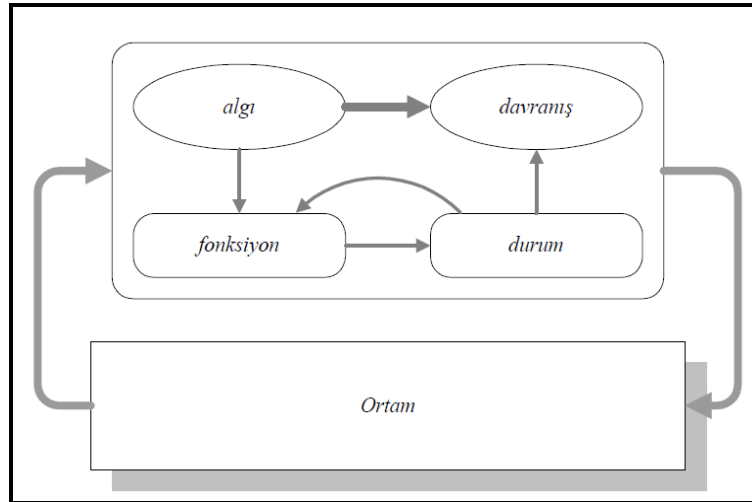
Bu çalışmada mekansal veriye erişme, analiz etme, problem çözme ve karar verme süreçlerinde ÇES ve CBS'nin entegrasyonu konusuna odaklanılmıştır. 2. Bölümde etmen, etmen ortamı, etmen modeli ve etmen özellikleri, 3. Bölümde ÇES, 4. Bölümde ÇES ve CBS entegrasyonunda kullanılan yöntemler ele alınmış ve 5. Bölümde bir örnek çalışma incelenmiştir.

2. ETMEN

Şaşırtıcı bir şekilde, etmenin tam olarak ne olduğu hakkında gerçek bir fikir birliği yoktur. Etmen kavramı geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Bu nedenle her yeni teknoloji için genel bir sorun olan standartların da belirlenmesi gerekmektedir (Saarloos, 2006). Etmen sistemleri ve mimarileri üzerinde çalışan çeşitli üniversiteler ve kuruluşlar, geliştirdikleri uygulamalar ve sistemler için çeşitli tanımlar sunmuşlardır. Tanımların farklı olması, tasarlanan etmenlerin yapılarının, tasarım amaçlarının ve yaşam modellerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Sariel, 2002). Bununla birlikte, geniş bir kesim tarafından kabul görmüş tanımıyla etmen şu şekilde açıklanabilir:

Etmenler, canlıların içinde buldukları ortamlardan duyu organları yoluyla algıladıkları verileri değerlendirip bilgi ve inançları doğrultusunda bir davranış sergilemesi modelini örnek alarak tasarlanmış birimler olup (Sariel, 2002) kendisinden beklenenleri yerine getirmek için belli bir ortamda belli derecede özerklik çerçevesinde çalışan, algılayıcıları ile ortamdaki dinamik değişimleri algılayan ve elde ettiği algılara göre bilgisini, amaçlarını yeniden değerlendiren, amaçları doğrultusunda planlama yaparak bu planlara ilişkin eylemleri yapan, diğer etmenler ile etmenler arası iletişim dili aracılığı ile iletişimde bulunma yeteneği olan ve bulunduğu ortamda süreklilik gösteren yazılım veya donanım tabanlı sistemdir (İlksen, 2010).

Etmen, içinde bulunduğu ortam üzerinde tam veya kısmi bir kontrole sahip olabilir ve ortamını bu dereceye göre etkiler. Etmenlerin farklı anlarda gösterdiği tepkiler, ortamı farklı şekilde etkileyebilir veya istenilen etkiyi yaratmayabilir. Etmen için en önemli problem, amaçlarını gerçekleştirmek üzere davranış repertuarından hangi davranışları seçmesi gerektiğine karar vermesidir. Şekil 1'de etmen yapısı ve ortamı ile etkileşim dinamiği görülmektedir (Sariel, 2002).



Şekil 1. Etmen Yapısı ve Ortamı İle Etkileşim Dinamiği (Sariel, 2002)

2.1 Etmen Ortamı

Etmen tanımında bahsi geçen ortam, erişilebilir ya da tümüyle erişilememeye, determinist ya da determinist olmama, bağımlı ya da ayrık olaylar içermeye, statik ya da dinamik olma, ayrık ya da sürekli olma özelliklerine sahip olabilir (Sariel, 2002):

- **Erişilebilen / Erişilemeyen:** Erişilebilen bir ortamda etmen, ortam durumu hakkında tümüyle doğru ve güncel bilgiye sahiptir. Karmaşık ortamlar (örneğin canlıların içinde buldukları ortam, internet vb.) genellikle tümüyle erişilebilir değildir.
- **Determinist / Determinist Olmayan:** Etmenin bir hareketinin ortam üzerindeki etkisi (gerçek dünyada olduğu gibi) her zaman aynı sonucu doğurmayabilir. Bu durumda ortam determinist değildir.
- **Bağımlı / Ayrık Olaylar İçerme:** Ortam ayrık olaylardan oluşuyorsa etmenin başarımı bu olaylara bağlıdır. Bu olaylar arasında bir bağlantı yoktur (Örn: e-posta sıralama sistemi). Karar için sadece o anki durum değerlendirilir. Olaylar arasında bağlantı kurmaya gerek yoktur.
- **Statik / Dinamik:** Ortam, statik ise etmenin etkileri olmadığında sabit kalan bir ortamdır. Ortam, dinamik olduğunda ortam üzerinde başka etmenler veya süreçler çalışmaktadır ve değişimler etmen kontrolü dışındadır.

- **Ayrık / Sürekli:** Belirli sabit sayıda davranış ve algı söz konusu ise ortam ayrıktır. Örneğin satranç oyununda etmen, ayrık bir ortamda, taksi şoförlüğünde ise sürekli bir ortamda bulunmaktadır.

Gerçeklenmesi en zor ortamlar, tümüyle erişilemeyen, determinist olmayan, bağımlı olaylardan oluşan, dinamik ve sürekli ortamlardır (Sariel, 2002).

2.2 Etmen Modeli

Durum tabanlı etmenin çalışma modelinde tanımlı değişkenler:

I: Etmenin durumlar kümesi, P: Etmenin algıladığı veri, S: Ortam durumu

A: Etmen davranışı olmak üzere,

Algı: $S \rightarrow P$

Davranış: $I \rightarrow A$

Sonraki durum: $I \times P \rightarrow I$ geçişleri şeklinde tanımlanmaktadır.

Etmen bir başlangıç durumunda çalışmasına başlar. Ortam bilgisini alır. Sonraki durum fonksiyonu, etmenin durumunu günceller. Bu duruma göre etmenin yeni algıya karşılık davranışı seçilir. Bu davranış, etmen tarafından gerçekleştirildikten sonra etmen bir başka çevrimde algı ile başlayan aynı işlemleri gerçekleştirir. Durum tabanlı etmen modeli güçlü bir yapıya sahip olmasa da etmenlerin çalışma yapıları açısından temel bir model oluşturur (Sariel, 2002).

2.3 Etmen Özellikleri

- **Otonom olma:** İnsanlar ve diğer uzman sistemler ile doğrudan iletişim kurmadan iş yapabilme ve karar verebilme yeteneğidir.
- **Sosyal olma:** Ortamdaki etmenler ve kullanıcılar ile iletişim kurabilme yeteneğidir. Etmen iletişim dillerini kullanırlar.
- **Tepkisel davranma:** Fiziksel dünya, grafik kullanıcı arayüzü ve diğer etmenlerden oluşan bir topluluk, internet veya bunların bir kombinasyonu olan ortamdan aldıkları bilgiye göre ortama tepki verirler.
- **Amaca yönelik çalışma (Pro-activeness):** Tasarımları esnasında veya yürütme anında belirlenen görevlerini yerine getirirler. Tepkisel davranma özelliği ile dengelenmesi gereken bir özelliktir.
- **Zamanda sürekli olma:** Sistemde sürekli canlı bulunma özelliğidir.
- **Hareketlilik (Mobility):** Görevini yerine getirmek üzere diğer yürütme ortamlarına hareket edebilme özelliğidir.
- **Öğrenebilme yeteneği:** Etmenin daha önce sahip olmadığı özellikleri ve yetenekleri veya tasarım amaçlarını gerçekleştirmek üzere işine yarayan bilgileri öğrenebilmesi özelliğidir.
- **Rasyonellik:** Etmenin kendi inançları doğrultusunda kendi amaçlarını gerçekleştirmek üzere hareket etmesi, amaçları ve inançlarına ters düşen durumlarla karşılaştığında davranış veya hareketlerini kısıtlaması özelliğidir.
- **Dürüstlük (Veracity):** Diğer etmenlerle iletişim kurduğunda doğru bilgiler aktarma özelliğidir.
- **Yardımsızlık (Benevolence):** Etmenlerin birbirlerine zıt amaçları olmaması ve bir etmenin kendisinden yapılması beklenen işi yapmak üzere çalışması özelliğidir.

Bu özelliklerden ilk dördü, etmenler için temel olan özelliklerdir. Diğer özellikler tasarımcı tarafından uygulamaya göre eklenir. Etmenler, ortamı üzerinde bilgiye ait çeşitli davranışlar sergileyen bilgi işlemsel birimler olarak istek, niyet, yükümlülükler, seçimler gibi içsel duygulara da sahip olabilir. Bilgiye ait davranışlar etmenin ortamına ait sahip olduğu düşüncelerdir. İçsel duygular, etmenin ortam üzerindeki davranışlarını etkiler (Sariel, 2002).

3. ÇOKLU ETMEN SİSTEMLERİ (ÇES)

Tek bir etmenin yalnız başına kendi bilgi ve bireysel yeteneklerini kullanarak çözemediği veya etkin bir biçimde çözemeyeceğini düşündüğü problemleri birbirleriyle işbirliği yaparak eşgüdümlü bir biçimde çözmek için bir araya gelen etmenlerin oluşturduğu ağ, çoklu etmen sistemleri (ÇES) olarak adlandırılmaktadır (Erdur, 2001). ÇES, büyük

ölçekli yazılım sistemlerinin düzenlenmesindeki sorunları gidermek ve tutarlılığı güvence altına almak için yeni bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. ÇES'lerin görevlerini yerine getirebilmesi için etmenlerin birbirleriyle yatay ve dikey yönlü iletişim kurmaları gerekmektedir (Saarloos, 2006). ÇES'deki etmenlerin üst düzey amaçların gerçekleştirilmesi için kendi amaçları vardır ve bu amaçlarına ulaşmak için hareket eder ve etkileşirler.

ÇES, yazılım mühendisliğinin uygulama alanındaki ihtiyaçlarını gideren çok yönlü bir araç haline geldiği gibi bilişim bilimi araştırmalarının spektrumunu genişletmekte ve teorik çalışmalardan uygulamalara kadar geniş bir yelpazede gittikçe daha fazla dikkat çekmektedir. Bugüne kadar; iş akışı yönetimi, ağ yönetimi, hava trafik kontrolü, veri yönetimi, e-ticaret, eğitim, e-posta, dijital kütüphaneler, komuta ve kontrol, yapay zeka, veritabanı gibi birçok sektörde kullanılmıştır (Saarloos, 2006).

Tek başlarına belirli görevleri olan etmenler birlikte çalışarak sistem bütününe sistemden beklenen işi gerçekleştirirler. ÇES içinde bulunan etmenler heterojen olabilirler. Etmenler, sistem içinde tek başlarına akıllı birimler olmayabilir. Bir sistemin ÇES olabilmesi için, etmenlerin ortaklaşa çalışarak bütünde belli bir görevi yürütüyor olması gerekir (Sariel, 2002).

ÇES doğası gereği dağıtık ve işbirlikçi bir yapıya sahiptir (Eliaçık vd., 2009). ÇES'i diğer dağıtık sistemlerden ayıran temel özellikler şunlardır (Erdur, 2001):

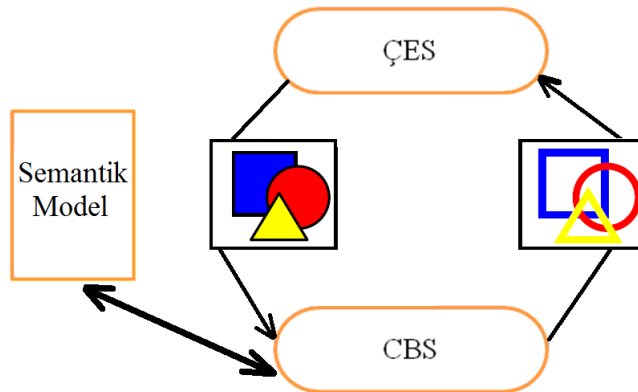
- Sistemdeki herhangi bir etmende problemin çözümüne yönelik bilgilerin tamamı bulunmamaktadır.
- Sistemdeki herhangi bir etmende problemi çözebilmek için gerekli olan yeteneklerin tamamı bulunmamaktadır.
- Sistem kontrolü dağıtıktır.
- Veri merkezi olarak tutulmamaktadır, dağıtıktır.
- İşleyiş eş zamansızdır.

4. ÇES ve CBS'NİN ENTEGRASYON METOTLARI

ÇES; CBS tabanlı genelleştirme modeli, simülasyon ve karar destek modeli tasarlamadaki güç durumlarda özerk karar verme yeteneğinden dolayı, CBS tasarımları için tercih edilebilecek bir yaklaşım olmuştur. ÇES ve CBS'nin entegrasyonunda temel olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; i) esnek bağ tasarımı, ii) sıkı bağ tasarımı ve iii) tam entegrasyondur (Yi vd., 2010).

4.1 Esnek Bağ Tasarımı (Loose coupling)

ÇES ve CBS birbirinden bağımsız birimlerdir ve birbirleri arasında iletişim ve veri değişimi dosyalar veya veritabanı üzerinden gerçekleştirilir. Mekansal bilginin işlenmesinde esnek bağ tasarımının diğer tasarımlara göre programlama iş yükü daha azdır ve dolayısıyla gerçekleştirimi daha kolaydır. Ayrıca ÇES ve CBS'yi birbirine bağlamak için ek sistem arayüzleri tasarlamaya gerek kalmaz. Ancak, iki sistem arasındaki geçişlerde sıklıkla hatalar olması, basit ve yetersiz işlevler ve düşük verimlilik bu yaklaşımın dezavantajlarını oluşturmaktadır (Yi vd., 2010). ÇES ve CBS'nin esnek bağ tasarımı ile entegrasyonu Şekil 2'de gösterilmiştir.

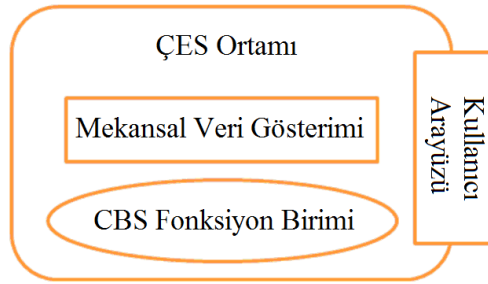


Şekil 2. Esnek Bağ Tasarımı ile Entegrasyon

4.2 Sıkı Bağ Tasarımı (Close coupling)

Sıkı bağ tasarımı ile entegrasyonda, ÇES ve CBS aynı sistem ortamında bulunur ve genellikle aynı işlem arayüzünü kullanır. Ayrıca, bu iki sistemin arasındaki veri iletişimi aynı işlem arayüzü altında yürütülmektedir. Interoperabilite sistem arabirimi, sıkı bağ tasarımının temelini oluşturur ve genel sistem fonksiyonlarının bütünselliğini sağlar. Sıkı bağ tasarımının iki yolu vardır: Birinci yol, ilgili işlevleri gerçekleştirmek için CBS araçlarının ÇES model sistemine gömülmesidir. Diğer yol, dağıtık çoklu-etmenin CBS'ye eklenmesidir (Yi vd., 2010).

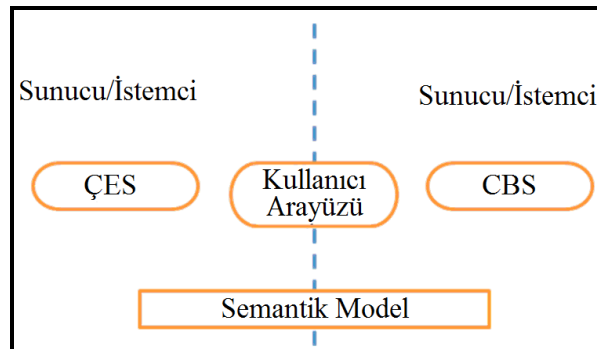
Sıkı bağ tasarımının esnek bağ tasarımından farkı, genellikle ara veri sonuçlarına ihtiyaç duymamasıdır. Sistemin işleyişi açısından, fonksiyon gereksinimleri değişmedikçe ve sistem arayüzü aynı olduğu sürece coğrafi verilerin görselleştirilmesi, mekansal analiz ve modelleme tamamlanabilir. Bu durum ara dosyaların hatalarını azaltır. Bu yapı aynı zamanda CBS'ye uyumlu olarak ÇES arayüzü ve fonksiyonlar sağlar, dolayısıyla işleyişteki verimi artırır. Sıkı bağ tasarımının gerçekleştirilmesi oldukça karmaşıktır. Bu yapıda bütün sistem katmanları göz önüne alınmalı ve ayrıca sistem yüksek düzey CBS fonksiyonlarını içermelidir. Sıkı bağ tasarımı ile entegrasyon Şekil 3'te gösterilmiştir (Yi, 2010).



Şekil 3. Sıkı Bağ Tasarımı ile Entegrasyon

4.3 Tam Entegrasyon (Full integration)

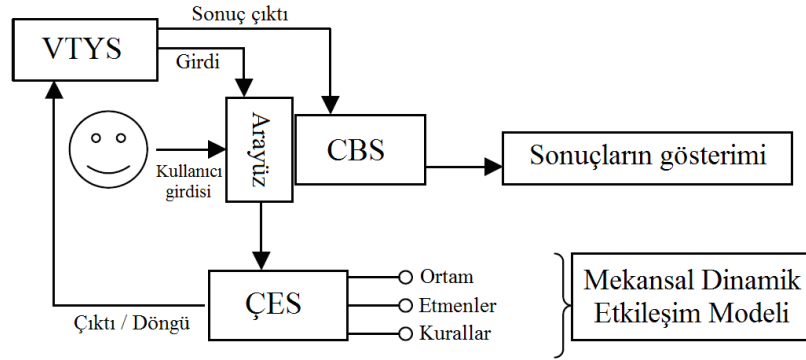
Tam entegrasyonda, ÇES modeli ve CBS, bir sistemin farklı modülleri olarak kabul edilir. Bu şekilde, entegre sistemin üniform bir matematiksel modeli, ortak veri yapısı ve aynı sistem arayüzü vardır. Bu bağ tasarımı, sistemin altında ÇES modeli ve CBS fonksiyonlarının tasarlanması ve geliştirilmesini gerektirir. Bunun yanı sıra bu yöntem, yeni sistemin gereklerine uygun olarak iki üniform düzenleme gerektirir. Bu nedenle, yeni sistem ÇES işlem mekanizmasına ve tüm CBS fonksiyonlarına sahiptir. Buna ek olarak, sistem modüllere ayrılabilir. Bu durum sistem fonksiyonlarının genişletilmesi için uygun ve sistem bakımı için faydalıdır. Özetle, yeni sistem ÇES ve CBS'nin avantajlarını birleştirir, uygulama alanlarını genişletebilir ve sistem işletim verimliliğini artırabilir. Halihazırda, tam entegrasyonun gerçekleştirilmesi ve tasarlanması halen araştırma ve geliştirme aşamasındadır (Yi, P. vd., 2010). Şekil 3'te tam entegrasyon metodu gösterilmiştir.



Şekil 4. Tam Entegrasyon

5. ÇES VE CBS'nin ENTEGRASYONU İLGİLİ ÖRNEK BİR TASARIMIN İNCELENMESİ

Lombardo ve Petri (2005), mekansal etkileşim yaklaşımıyla bir servis dinamikleri simülasyonu tasarlamıştır (Şekil 5). Burada etmenlerin davranış kuralları (servis kullanıcıları ve servis sağlayıcılar) matematiksel eşitliklerdir ve her tür etmen davranışı etmenlerin belirli bir özelliğini temsil eden bazı parametrelerle bir denklem içerisinde yapılandırılmıştır. ÇES'in bir CBS içerisine entegre edildiği bu tasarıma göre CBS verileri bir arayüz vasıtasıyla doğrudan doğruya kullanıcı tarafından ya da Veritabanı Yönetim Sistemi (VTYS) tarafından sağlanmaktadır. Kullanıcılar, kullanıcı arayüzü ile etmen ve etmen ortamının özelliklerine dışarıdan müdahale edebilmekte ve değişiklikler yapabilmektedir (örneğin x çevriminde yeni bir yerleşim alanı, x+y çevriminde ise yeni bir fonksiyon ekleyebilmektedir). Veriler CBS ortamında işlenmektedir. Dinamik simülasyonun her çevriminin sonunda, servislerin yeni dağılımı ve ulaşım akışının yapısı VTYS'de kaydedilmektedir. Sistem dengeye ulaştığında veya belirlenen maksimum iterasyon tamamlandığında simülasyon bitmekte ve CBS ile sonuç çıktılar tematik haritalar şeklinde görselleştirilmektedir.



Şekil 5. ÇES ve CBS'nin entegrasyonu ile servis dinamikleri simülasyonu

6. SONUÇLAR

Mekansal problemlerin gün geçtikçe karmaşıklaşması ve bilişim teknolojilerinden artan talepler, mevcut sistemlerin revize edilmesi veya farklı sistemlerin entegre edilerek daha etkin çözümler üretilmesi arayışlarını doğurmuştur. Son zamanlarda CBS ile entegrasyonu araştırma konusu olan ÇES, birbirleriyle işbirliği yaparak eşgüdümlü çalışan etmenlerin oluşturduğu bir ağdır. Bu çalışmada etmen kavramı, ÇES, ÇES ve CBS'nin entegrasyonu konuları araştırılmış ve araştırma neticesinde tam entegrasyon yaklaşımının henüz tam olarak gerçekleştirilemediği anlaşılmıştır. ÇES ve CBS'nin entegrasyonu konusunda önümüzde uzun bir yol olsa da problemlerin daha doğru, daha kısa zamanda, daha az personelle ve daha az maliyetle çözülmesi için yeni teknolojik arayışlar hız kesmeden devam edecektir.

KAYNAKLAR

Cruz, V.G., Figueroa L.L., Gonzalez R.M., 2010, Using Geographic Information System in a Multi-Agent System for Site Selection: An Application to Upcat Test Centers, ISPRS Archives – Volume XXXVIII-4-8-2/W9, 86-89.

Eliacık, A.B., Ekinci, E.E., Dikenelli, O., 2009, Rol Tabanlı Çoklu Etmen Sistemleri İçin İletişim Mimarisi, 4. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu - Uyms'09, 8-10 Ekim 2009. Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş-İstanbul.

Erdur, R.C., 2001, Yazılım Etmeni Teknolojisinin İnternet Tabanlı Yazılım Yeniden Kullanımına Uygulanması, *Doktora tezi*, Ege Üniversitesi, İzmir.

İlksen, Ö., 2010, Çok Etmenli Sistemlerde Yükün Dengelenmesi İçin Hybrid Yaklaşım, *Yüksek lisans tezi*, Ege Üniversitesi, İzmir.

Luo Y., Wang X, Xu Z., 2004, Spatial multi-agent system and its applications, Proc. SPIE 5444, Fourth International Conference on Virtual Reality and Its Applications in Industry, 192 (March 19, 2004); doi:10.1117/12.561137; http://dx.doi.org/10.1117/12.561137.

Lombardo, S., Petri, M., 2005, Multi Agent System: three behavioural frameworks integrated into a GIS, The 8th AGILE International Conference on Geographic Information Science, May 26-28, 2005, Estoril, Portugal.

Saarloos, D.J.M., 2006, A Framework for a Multi-Agent Planning Support System, Technische Universiteit Eindhoven, Rotterdam, Netherlands, s38.

Sariel, S., 2002, Kullanıcı Kesitleriyle Yüz İfadelerini Analiz Eden Bir Çoklu Etmen Sistemi Uygulaması, *Yüksek lisans tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yi P., Meng L., Lin C., 2010, Second International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing, Miami, Florida, USA.

URL 1: Coğrafi Bilgi Sistemi, http://tr.wikipedia.org/wiki/Co%C4%9Fraf%C4%B1_bilgi_sistemi (16.08.2014)