

ADAPAZARI ŞEHRİNİN GELECEK YILLARDAKİ OLASI BÜYÜME PATERNİNİN CA_MARKOV YÖNTEMİ KULLANILARAK TAHMİN EDİLMESİ

Mehmet Fatih DÖKER¹, Selin YILDIZ GÖRENTAŞ², Ahmet GÜL³

¹Doç. Dr., Sakarya Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 54050, Serdivan, Sakarya, fdoker@sakarya.edu.tr

²Dr. Öğr. Üyesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 79000, Kilis, syildiz@kilis.edu.tr

³Doktora Öğrencisi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya ABD, 54050, Serdivan, Sakarya, ahmet.gul9@ogr.sakarya.edu.tr

ÖZET

Artan nüfusun ihtiyaçları şehirlerin büyümesine ve arazi kullanım biçimlerinin değişmesine neden olmaktadır. Oldukça karmaşık yapıya sahip şehirlerde geçmişten beri meydana gelen bu mekânsal tüketimin devam etmesi durumunda arazinin nasıl değişeceği sorusu akla gelmektedir. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojileri sayesinde geniş alan kaplayan ve kompleks yapı gösteren şehirlerdeki mekânsal değişim hızlı, kolay, ekonomik ve doğru bir şekilde ortaya konmaktadır. Ayrıca uydu sistemlerinin ve analiz yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte gelecek yıllara yönelik üretilen modeller, olası mekânsal sorunların tespit edilmesi ve önlemlerin önceden alınması olanağı sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, verimli tarım arazisi üzerinde konumlanmış Adapazarı şehrinin geçmişten günümüze meydana gelen mekânsal değişiminin tespit edilmesi ve Hücresel Otomat-Markov Chain yöntemleri kullanılarak gelecekteki olası arazi kullanım senaryolarının geliştirilmesidir. Çalışmada zaman sabitliği dikkate alınarak elde edilen 1990, 2005 ve 2020 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Üretilen arazi kullanım haritalarının gerçeğe uygunluk derecesini tespit etmek için doğruluk analizi uygulanmıştır. 2035 ve 2050 olmak üzere gelecek yıllara ait arazi kullanım senaryolarının üretilmesinde HO ve MC yöntemleri entegre bir şekilde kullanılmıştır. Markov Chain, durumlar arası geçiş hareketinin olasılığını dönüşüm matrisleri aracılığıyla sayısal olarak sunarken; Hücresel Otomat mekânda konumlanan hücrelerin durum değişikliğini hesaplayarak modelin mekânsal gösterimini desteklemektedir. Ayrıca şehrsel büyümeyi etkileyecek parametreler olan eğim, nehir, arazi kullanımı, korunan alanlar, yollar ve gelişmiş alanlar gibi değişkenler modellemeye uygulanmıştır. Buna göre, yaklaşık son 30 yılda Adapazarı şehrinin hızlı bir şekilde büyüyerek etki sahasını üçe katladığı ve gelecek yıllarda da benzer oranda büyüyeceği sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca bu büyümenin konut, sanayi ve ticaret amaçlı yapay alanların inşası için tarım alanların dönüştürülmesi ile gerçekleştiği bilinmektedir. Sonuç olarak, mekânın doğru kullanılması, mekânsal sürdürülebilirliğin ön planda tutulması ve doğal kaynakların korunması ilkeleri benimsendiğinde planlı ve kontrollü bir büyüme sürecinden bahsedilebilir.

Anahtar Sözcükler: Adapazarı, arazi kullanımı, Hücresel Otomat, Markov Chain, şehrsel büyüme

ABSTRACT

PREDICTING FUTURE URBAN GROWTH PATTERN OF ADAPAZARI BY USING CA_MARKOV MODEL

Increasing populations in the cities cause spatial growth and changes in the land use patterns. This arises the following question: how the land will change in the future if the spatial consumption continues in the cities. Remote Sensing (RS) and Geographical Information Systems (GIS) help to reveal the spatial changes in the complex cities accurately, easily, economically, and rapidly. Furthermore, the development in the satellite systems and new analysis methods make it possible to develop successful models to predict future spatial consumptions in the cities. This study firstly aims to determine the spatial changes in Adapazarı, which is located on a fertile agricultural land, from 1990 to 2020. Secondly, it aims to develop an accurate model to predict possible future land use scenarios for the city by using Cellular Automata-Markov Chain (CA-MC) methods. This study used the Landsat satellite images of the years 1990, 2005, 2020, which were obtained by considering the time constant, and were classified by supervised classification method. An integrated CA-MC model has been developed and put on an accuracy assessment test to detect the degree of accuracy of the produced land use scenarios. The integrated CA-MC model produced future land use scenarios for the city for the years of 2035 and 2050. While the Markov Chain presents the probability of interstate transition movement quantitatively through transition matrices; the Cellular Automata supports the spatial representation of the model by calculating the state change of the cells located in the space. Variables that will affect urban growth such as slope, river, land use, protected areas, roads, and developed areas have been applied to the modelling. Accordingly, it has been concluded that the city of Adapazarı has grown rapidly in the last 30 years and tripled its existing area and will grow at a similar rate in the coming years. It is also known that this growth is occurred by the conversion of agricultural lands for the construction of artificial areas for residential, industrial, and commercial purposes. Consequently, a planned and controlled growth process can be mentioned when the principles of proper use of space, prioritizing spatial sustainability and protecting natural resources are adopted.

Keywords: Adapazarı, Cellular Automata, land use, Markov Chain, urban growth

1. GİRİŞ

Çevresel değişim ve sürdürülebilir kalkınmanın araştırma konularından biri olan arazi kullanımı değişimi (Guan vd. 2011), UA ve CBS teknolojileri sayesinde şehirlerin mekân üzerinde nasıl dağıldıkları, alansal tüketimin ne zaman ve nerede meydana geldiği, insanın mekânı nasıl işgal edip dönüştürdüğü üzerine odaklanmaktadır. Şehrsel büyümeden kaynaklanan doğal alanların insan faaliyetleri için dönüştürülmesi, tarım ve orman alanlarının tahrip edilmesi, arazinin kontrolsüz, plansız ve yanlış kullanılması gibi sorunların devam edeceğinin öngörülmesi, gelecek dönemlerde şehir alanlarındaki mekânsal değişimin tahmin edilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır (Belal ve Moghanm, 2011; Cai vd.,

2015; Ishtiaque vd., 2017; Mundia ve Aniya, 2005). Şehir büyüme modelleri kullanılarak geliştirilen simülasyonlar şehirlerin gelecekteki olası büyüme yönlerinin, sınırlarının ve arazi kullanım değişimlerinin bir varsayımını sunmaktadır (Kong vd., 2012). Böylece gelecekteki mekânsal örüntünün tahmin edilmesi sayesinde doğal alanların tahribatının önceden önlenerek planlamaların mekâna dayalı yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada verimli tarım alanları üzerinde kurulmuş olan Adapazarı şehrinin gelecek yıllardaki olası mekânsal örüntüsünün Hücresele Otomat ve Markov Chain yöntemleri kullanılarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Buna yönelik olarak bölgenin geçmişten günümüze arazi kullanım haritaları elde edilmiş (1990, 2005, 2020) ve dönüşüm matrisleri üretilmiştir. Ardından 2020 yılının modellenmesi yapılarak gerçek arazi kullanımı haritası ile simülasyon haritası karşılaştırılmıştır. Modellemenin doğruluğunun tespit edilmesinden sonra farklı değişkenlerin tanımlanmasıyla uygunluk analizleri yapılmış ve 2035 ile 2050 yıllarının olası arazi kullanımını tespit etmek için CA-Markov yöntemi ile modelleme gerçekleştirilmiştir.

2. VERİ VE YÖNTEM

Gelecekteki şehrsel büyümenin ve arazi kullanımı değişiminin tahmin edilmesini konu edinen bu çalışmanın veri analizi iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak United States Geological Survey (USGS) üzerinden elde edilen Landsat uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma ve doğruluk analizi uygulanmıştır. İkinci aşamada ise üretilen arazi kullanım haritaları değişim tespiti, uygunluk analizi, CA_Markov ve doğrulama işlemlerinden oluşan modelledir.

2.1. Sınıflandırma ve Doğruluk Analizi

30 metre mekânsal çözünürlüğe sahip ve 1990, 2005, 2020 olmak üzere 15 yıl aralıklara temin edilen Landsat uydu görüntüleri, belirlenen 6 arazi kullanım sınıfına göre kontrollü sınıflandırma yöntemiyle sınıflandırılmıştır (Çizelge 1). Tabakalı rastgele örnekleme yöntemine göre her bir arazi kullanım haritasına 250 adet nokta atılarak her bir noktanın ait olduğu yıldaki gerçek arazi kullanım sınıfı tanımlanmıştır ve sınıflandırılmış haritaların gerçeğe uygunluk dereceleri hesaplanmış ve hata matrislerine ulaşılmıştır. Buna göre, üretilen arazi kullanım haritalarının genel doğruluk oranları ve Kappa değerleri %90'ın üzerindedir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Arazi kullanım sınıfları

Arazi Kullanım	Tanım
Orman	Ormanlık alanlar, yeşil sahalar
Su Kütleleri	Göl, akarsu
Yerleşme	Yerleşme alanları, kamu binaları, ticari ve endüstriyel alanlar
Çıplak Arazi	Boş ve çıplak sahalar
Tarımsal Arazi	Ekilebilir alanlar, kuru ve sulu tarım alanları, bağ ve bahçeler
Yollar	Karayolları

Çizelge 2. Doğruluk analizi sonuçları

	1990	2005	2020
Genel Doğruluk (%)	94	93	94
Kappa (%)	92	90	90

2.2. Modelleme

Çalışma alanının gelecek yıllardaki arazi kullanım değişiminin tahmin edilmesi; dönüşüm matrisleri ile uygunluk haritalarının üretilerek modellemenin uygulanması ve simülasyonun doğruluğunun test edilmesi esasına dayanmaktadır. Markov analizi sonucunda arazi kullanım sınıflarının diğer sınıflara dönüşüm hareketinin olasılık bazındaki matrislerine ulaşılmıştır. Uygunluk analizi için değişkenlerin tanımlanması, bulanık mantık uygulaması, değişken ağırlıklarının saptanması süreçlerini kapsayan Çok Kriterli Analiz (Multi Criteria Evaluation-MCE) yöntemi kullanılmıştır. CA_Markov analizi ile 2020, 2035 ve 2050 yıllarına ait olası arazi kullanımı haritaları elde edilmiştir. Model doğrulama analizi ile 2020 yılının simülasyon haritası ile gerçek arazi kullanımı haritasının karşılaştırılarak %92 genel doğruluk değerine ulaşılmıştır.

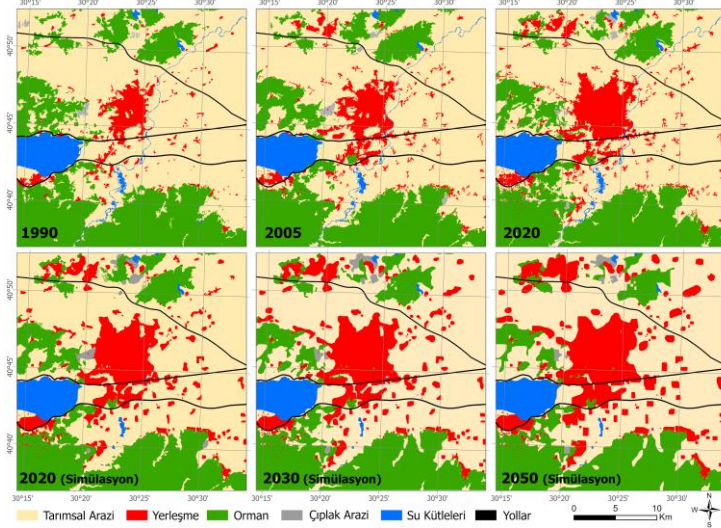
3. BULGULAR

2020 yılının gerçek ve simülasyon haritasında arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının birbirine oldukça yakın sayısal sonuçlar verdiği ve mekânsal olarak kapladıkları alanların örtüşerek yüksek oranda benzerlik taşıdıkları anlaşılmaktadır (Çizelge 3). 1990 yılında 3.947 ha ile bölgenin %5'ini kaplayan Adapazarı şehri günümüzde 8.392 ha alana ulaşarak çalışma alanının %10,5'ine karşılık gelmektedir. Hızlı yayılmanın devam etmesi durumunda 2050 yılında Adapazarı şehrinin etkinlik sahasını 3 katına çıkaracağı, bu büyümenin ise tarımsal arazi ve orman alanlarının tüketimi sonucunda gerçekleşeceği tahmin edilmektedir.

Yaklaşık son 30 yıllık süreçte Adapazarı şehri çevreye doğru radyal düzlemde büyüme göstermiş ve 2050 yılında da benzer düzeyde büyüyeceği tahmin edilmiştir (Şekil 1). Buna ilaveten bölgenin kuzeybatısındaki gelişme bölgesinin ve şehrin doğu kanadındaki kuzey güney yönlü uzanan kırsal yerleşmelerin gelecek dönemlerde yayılış alanını genişleteceği görülmektedir. Adapazarı şehrini diğer yerleşim birimlerine bağlayan ve fonksiyonel anlamda ilişkilerin sürdürülmesine olanak tanıyan ana yolların bu hızlı büyüme üzerindeki etkisi büyüktür.

Çizelge 3. Arazi kullanımı sınıflarının değişimi (ha, %)

Arazi Kullanımı	1990		2005		Gerçek Harita (2020)		Simülasyon (2020)		2035		2050	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Orman	24.018	30,2	22.678	28,5	21.934	27,7	21.181	26,7	20.564	25,9	18.912	23,7
Su Kütleleri	3.622	4,5	3.579	4,5	3.591	4,5	3.203	4	3.121	3,9	3.076	3,9
Yerleşme	3.947	5	6.304	8	8.392	10,5	11.019	13,8	12.598	15,8	15.128	19
Çıplak Arazi	238	0,3	350	0,4	349	0,4	661	0,8	645	0,8	543	0,7
Tarımsal Arazi	47.392	59,6	46.315	58,2	44.961	56,5	43.219	54,3	42.328	53,2	41.624	52,3
Yollar	358	0,4	349	0,4	348	0,4	292	0,4	319	0,4	292	0,4
Toplam	79575	100	79575	100	79575	100	79575	100	79575	100	79575	100

**Şekil 1.** Adapazarı şehri ve çevresinin arazi kullanımı haritaları

4. SONUÇ

Bu çalışmada Adapazarı şehrinde geçmişten günümüze meydana gelen mekânsal değişim ile gelecekteki olması muhtemel mekânsal örüntü Uzaktan Algılama yöntemleriyle ortaya konmuştur. 1990 yılından günümüze gelindiğinde hızlı bir şekilde büyüyen Adapazarı şehrinin etkinlik sahasını üç katladığı bilinmektedir. Gelecek dönemlerde de yerleşme alanlarının çalışma alanının %19'unu oluşturacağı tahmin edilmektedir. Bu büyümenin doğal alanların tahribatı ve tarım alanlarının amaç dışı kullanılması sonucunda gerçekleşeceği öngörüsü mekânsal sürdürülebilirliğe önem veren daha kontrollü ve planlı mekan yönetimi ihtiyacını zorunlu kılmaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Belal, A., Moghanm, F. S.,** 2011. Detecting Urban Growth Using Remote Sensing and GIS Techniques in Al Gharbiya Governorate, Egypt, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 14(2): 73-79. doi:10.1016/j.ejrs.2011.09.001.
- Cai, Y., Zhang, H., Pan, W.,** 2015. Detecting Urban Growth Patterns and Wetland Conversion Processes in a Natural Wetlands Distribution Area, *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(5): 1919-1929. doi: 10.15244/pjoes/58593.
- Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T., Hokao, K.,** 2011. Modeling Urban Land Use Change by the Integration of Cellular Automaton and Markov Model, *Ecological Modelling*, 222(20-22): 3761-3772. doi:10.1016/j.ecolmodel.2011.09.009.
- Ishtiaque, A., Shrestha, M., Chhetri, N.,** 2017. Rapid Urban Growth in the Kathmandu Valley, Nepal: Monitoring Land Use Land Cover Dynamics of a Himalayan City with Landsat Imageries, *Environments*, 4(4): 72. doi:10.3390/environments4040072.
- Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., James, P.,** 2012. Simulating Urban Growth Processes Incorporating a Potential Model with Spatial Metrics, *Ecological Indicators*, 20: 82-91. doi:10.1016/j.ecolind.2012.02.003.
- Mundia, C. N., Aniya, M.,** 2005. Analysis of Land Use/Cover Changes and Urban Expansion of Nairobi City Using Remote Sensing and GIS, *International Journal of Remote Sensing*, 26(13): 2831-2849. doi:10.1080/01431160500117865.