



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Gaziantep Kentinde 2040 Yılına Kadar Oluşabilecek Arazi Kullanımı/ Arazi Örtüsü Değişiminin Tahmini

Hakan OĞUZ^a, Nuri BOZALİ^b

^aKahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 46100, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

^bKahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 46100, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi – Doğal Kaynak Yönetimi ve Peyzaj Planlama DOI: 10.1501/Tarimbil_0000001268

Sorumlu Yazar: Hakan OĞUZ, E-posta: hakan@ksu.edu.tr, Tel: +90 (344) 280 18 13

Geliş Tarihi: 13 Kasım 2012, Düzeltmelerin Gelişi: 26 Mart 2013, Kabul: 22 Kasım 2013

ÖZET

Gaziantep ekonomik, endüstriyel ve sosyal yaşam standartları sebebiyle son 20 yılda hızlı bir büyüme göstermiştir. Geçmişten günümüze meydana gelen büyümenin yanı sıra gelecekte meydana gelecek büyümenin tespiti ve çevreye duyarlı senaryoların potansiyel etkisini değerlendiren bir kent büyüme modeli kentlerin gelecekteki sağlıklı büyümeleri için faydalı olacaktır. Bu yüzden, bu çalışmada SLEUTH kent büyüme modeli kullanılmıştır. Piksel tabanlı olan SLEUTH modeli son yıllarda çok kullanılan bir kent büyüme modeli olup bu çalışmada Gaziantep mücavir alanına uygulanmıştır. Model geçmiş yıllardaki uydu görüntülerinden elde edilen kent alanları kullanılarak kalibre edilip, 3 farklı: (1) Kontrolsüz/plansız büyüme (2) Kısmi kontrollü/planlı büyüme (3) Kontrollü/planlı büyüme senaryoları geliştirilerek 2040 yılına kadarki değişimin tespiti yapılmıştır. Kontrolsüz/plansız büyüme ile tarım ve orman gibi çevresel öneme sahip alanlar için hiçbir koruma öngörülmemiştir. Kısmi kontrollü/planlı büyüme senaryosu ile çevresel alanların kısmen kentleşmeden korunması planlanmıştır. Kontrollü/planlı büyüme senaryosu ile de tarım ve orman gibi yarı doğal alanlar üzerinde maksimum bir koruma sağlanması öngörülmüştür. Çalışmanın sonucunda tarım alanları en çok etkilenen sınıf olarak bulunmuştur. Kontrolsüz büyüme senaryosu dâhilinde 14.300 hektar tarım alanının yok olacağı ve kontrollü büyüme ile yaklaşık 8.000 hektarlık tarım arazisinin kurtarılacağı tahmin edilmiştir. Çalışma sonuçlarının plancılar için potansiyel kaynak oluşturması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: SLEUTH modeli; Uzaktan algılama; CBS; Landsat; Uydu görüntüsü

Prediction of Land Use/Land Cover Change in the City of Gaziantep until the Year 2040

ARTICLE INFO

Research Article— Natural Resource Management and Landscape Planning

Corresponding Author: Hakan OĞUZ, E-mail: hakan@ksu.edu.tr, Tel: +90 (344) 280 18 13

Received: 13 November 2012, Received in Revised Form: 26 March 2013, Accepted: 22 November 2013

ABSTRACT

City of Gaziantep, which has many economic, industrial, and social attractions in its region, has witnessed a rapid growth in the last two decades. A spatial modeling system that could provide regional assessments of future development and explore the potential impacts of different regional management scenarios would be useful for the future health of the cities. Therefore, SLEUTH Model was used in this study. SLEUTH is a pixel-based cellular automaton model which has been applied to several cities worldwide and has also been applied to the city of Gaziantep. The model was calibrated using historic time series of built-up areas derived from remote sensing imagery, and future growth was simulated for the year 2040 predicting three different policy scenarios: (1) unmanaged growth with no restrictions on environmental areas such as agriculture and forest, (2) managed growth with moderate protection, and (3) managed growth with maximum protection on environmental areas. The results showed that fertile agricultural land is the most affected natural resource in Gaziantep. 14.300 ha of agricultural land is predicted to be lost by the year 2040 with the unmanaged growth scenario, however, about 8.000 ha of that is predicted to be protected with managed growth scenario in Gaziantep. Finally, it's aimed that the results would be of great potential use for the planners.

Keywords: SLEUTH model; Remote sensing; GIS; Landsat; Satellite imagery

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Günümüzde dünya nüfusu hızla artmaya devam etmekte ve insanoğlu içinde yaşadığı doğal ortamı istemeyerek de olsa tahrip etmektedir. Dünya yüzeyi son 50 yılda insanoğlu tarafından özellikle kentleşme uğruna orman ve tarım alanları bakımından oldukça tahrip edilmiştir. Dünyada, kent büyümesi hem nüfus hemde mekânsal olarak arazi örtüsü değişimine yol açmıştır (Rafiee et al 2009). Geçtiğimiz son iki yüzyılda dünya nüfusu sadece 6 kat artmasına rağmen, kent nüfusu 100 katından fazla artmıştır (Stalker 2000). Tarım ve orman alanlarının yok edilme hızı da buna paralel olarak artmıştır. Devam eden bu kentsel büyüme çevre sağlığının ve ekolojik özelliklerin bozulması gibi endişelerin artmasına sebep olmaktadır.

Hızla değişen çevremizde, kent büyümesini ve değişimini anlamak plancılar için çok önemlidir (Knox 1993). PRB (2012) tahminlerine göre önümüzdeki 40 yıl için kent büyümesi kaçınılmaz olup kent büyümesinin çoğunluğu gelişmekte olan ülkelerde meydana gelecektir. Bununla birlikte 2050 yılına kadar dünya nüfusunun % 70'i kentlerde yaşıyor olacağı tahmin edilmektedir (FAO 2012). Gelişmekte olan bir ülke olarak, Türkiye de hızlı kentleşmeye maruz kalan ülkeler arasında yerini almıştır.

Kentleşme sorunlarının hızla arttığı günümüzde, plancıların çeşitli teknikler kullanarak geleceğe dönük gelişim tahminlerinde bulunduğu görülmektedir (Turner 1987; Veldkamp & Fresco 1996). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) de dinamik modelleme çalışmalarında özellikle altlık veri oluşturmada çok sık kullanılmıştır (White & Engelen 1997; Clarke & Gaydos 1998; Wu & Webster 1998; Li & Yeh 2000; Sui & Zeng 2001; Wang & Zhang 2001).

CBS'de, dinamik modelleme bir kent simülasyon aracı olarak kent plancıları ve idarecileri arasında son yıllarda hızlı bir şekilde popülerlik kazanmıştır. Önemli miktarda araştırma denemeleri, kent ve çevresel uygulamalar için farklı dinamik modeller geliştirmiştir (Turner 1987; Meaille & Wald 1990; Batty & Xie 1994a; Batty & Xie 1994b; Landis 1995; Veldkamp & Fresco 1996; Pijanowski et al 1997; White & Engelen 1997; Clarke & Gaydos 1998; Wu & Webster 1998; Li & Yeh 2000; Sui & Zeng 2001; Wang & Zhang 2001). Çoğu raster olan bu modeller tek başına çalışan ya da CBS veya kent planlama yazılımının alt bir parçası olarak geliştirilmiştir. Bu modeller ya hücresel robot (cellular automata), Markov ve Logit gibi olasılıklı ya da dinamik ekosistem modeli gibi süreç tabanlı olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Tüm bu modeller bir sınıf geçiş matrisinde geçiş olasılığının kullanımı

(Turner 1987; Veldkamp & Fresco 1996), hücresel robot (White & Engelen 1997; Batty et al 1999) ve CBS ağırlıklı yaklaşım (Pijanowski et al 1997) gibi ortak özelliklere sahiptir.

Hücresel robota dayalı kent büyüme modelleri tüm dinamik modeller içinde kent uygulamalarına bağlı olarak teknolojik gelişimi açısından belkide en etkileyici olanlardır. Hücresel robotun avantajları ise esnek olmaları, karmaşık kent dinamiklerine karşı basit oluşu, uzaktan algılama (UA) ve CBS verilerine karşı yakınlığıdır (Torrens 2000). Hücresel robota dayalı modellerin yapısını geliştirmek için özellikle kendi kendine değişiklik yapabilme (self-modification) ve geçiş kurallarına olasılık ifadelerinin eklenmesi gibi birçok çalışma yapılmıştır (Torrens & O'Sullivan 2001). Bu yeni teknolojik gelişmeler sayesinde, hücresel modelleme (cellular modeling) gelecekteki kent büyümesini tahmin etmekte kullanılan umut veren bir araç haline almış ve son yapılan araştırmalar sonucunda da ispatlanmıştır (Batty & Xie 1994a; Couclelis 1997; White & Engelen 1997; Clarke & Gaydos 1998; Wu & Webster 1998; Li & Yeh 2000; Sui & Zeng 2001; Silva & Clarke 2002; Yang & Lo 2003; Jantz et al 2003; Oğuz 2004; Şevik 2006; Oğuz et al 2007a; Oğuz et al 2007b; Oğuz et al 2008; Watkiss 2008; Rafiee et al 2009; Xibao et al 2009; Akın & Berberoğlu 2010; Jantz et al 2010; Oğuz et al 2010; Oğuz 2012; Nurlu et al 2013). Bu çalışmalardan Akın & Berberoğlu (2010), Adana kentinde büyüme politikalarının potansiyel etkilerini modelleyebilmek için SLEUTH modeli, Markov Chain, Lojistik Regresyon ve Yapay Sinir Ağlarını kullanmışlar ve en doğru sonucu üretenin SLEUTH modeli olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışma ile Gaziantep mücavir alan sınırındaki kent büyümesinin ve arazi örtüsü/arazi kullanımının 2040 yılına kadar ki değişimi SLEUTH modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Hücresel otomata tabanlı simülasyon yazılımlarından olan SLEUTH Modeli, kentsel dinamiklerin simülasyon modellerinin yaratılması amacıyla, Dr. Keith Clarke tarafından geliştirilmiştir. Modelin kuralları, tipik hücresel otomatanın kurallarından çok daha karmaşık olup, yol, topoğrafya ile beraber mevcut

ve geçmişe ait yerleşim dağılımı gibi birçok veri katmanını gerektirmektedir (Nurlu et al 2013).

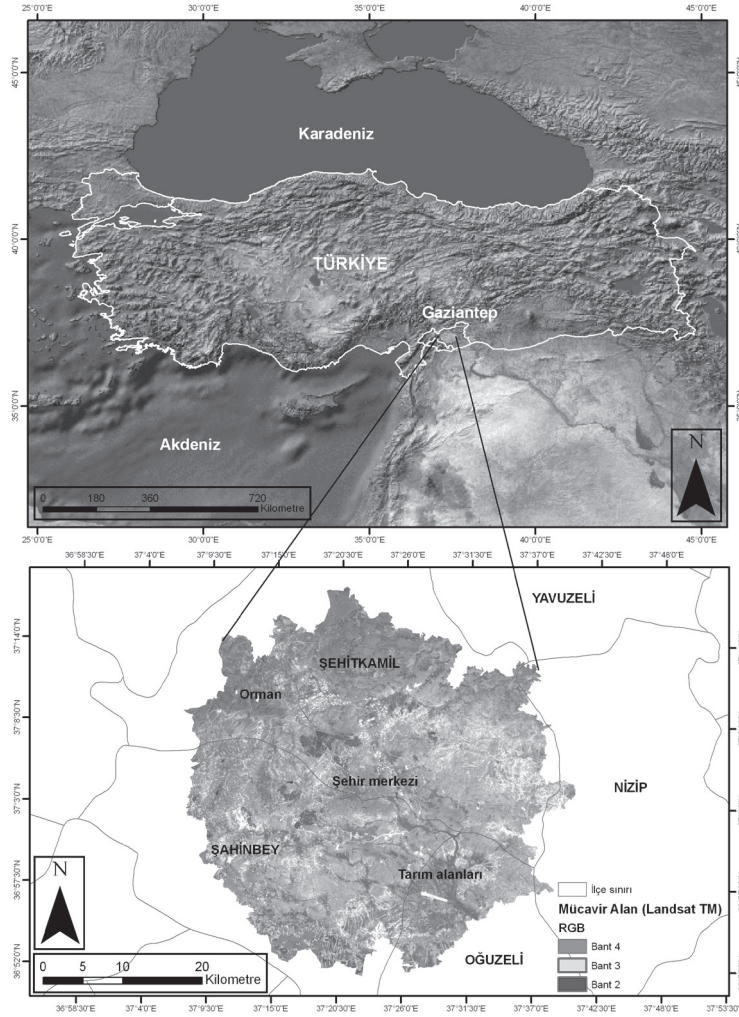
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Akdeniz bölgesi ile Güneydoğu Anadolu bölgesinin birleştiği noktada konumlanan Gaziantep; tarihi, sanayi, ticaret ve turizm alanındaki gelişmişliği ile ülkemizin en önemli illerinden biridir. Gaziantep kentinin, 5.000 yıllık tarihi boyunca sayısız medeniyetlere ev sahipliği yapması ve dünya üzerindeki konumu kentin önemini iyice artırmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin en büyük, Türkiye'nin ise 6. büyük kenti olan Gaziantep, Anadolunun ilk yerleşim alanlarından biridir. Merkez ilçeler deniz seviyesinden 850 m yükseklikte olup, ilin kuzey kesimleri dağlıktır. Kent, Fırat nehrinin kollarından biri olan Alleben deresinin aktığı kuzeyinde ve güneyinde iki yükseltinin sınırladığı vadide kurulmuştur. Alleben deresi kenti doğu-batı yönünde ikiye ayıran doğal bir eşik konumundadır. Diğer doğal sınırlayıcılar ise kuzeybatıda Düllük ormanı ve askeri alandır (TÜİK 2009).

Son yıllarda hızlı nüfus artışına rağmen yetersiz altyapı ve konut stoku gibi nedenlerle Gaziantep'te çeşitli çevre sorunları görülmektedir. Bu yüzden, bu çalışmada çalışma alanı olarak Gaziantep mücavir alanı seçilmiştir (Şekil 1). Mücavir alan sınırı Gaziantep Büyükşehir Belediyesinden temin edilmiştir. Çalışma alanı Gaziantep'in merkez ilçeleri olan Şahinbey, Şehitkamil ve Oğuzeli'nin bir kısmını kapsamaktadır. Gaziantep mücavir alanı yaklaşık 156.898 hektarlık alanı kapsamaktadır. Mücavir alan içerisindeki arazi yükseltisi 580 m ile 1476 m arasında değişmektedir. Gaziantep mücavir alanındaki eğimin yaklaşık % 97'si, % 0 - 25 değerleri arasında yer almaktadır. Ortalama yıllık sıcaklık 15.1 °C olup, yıllık ortalama yağış miktarı ise 552.8 mm dir (DMİ 2009).

Gaziantep, demiryolu, karayolu ve havayolu ağlarıyla bölgede güçlü bir sanayi şehri konumunda bulunmaktadır. Gaziantep'in bugünkü konumu değerlendirildiğinde Mersin Limanı'na en yakın

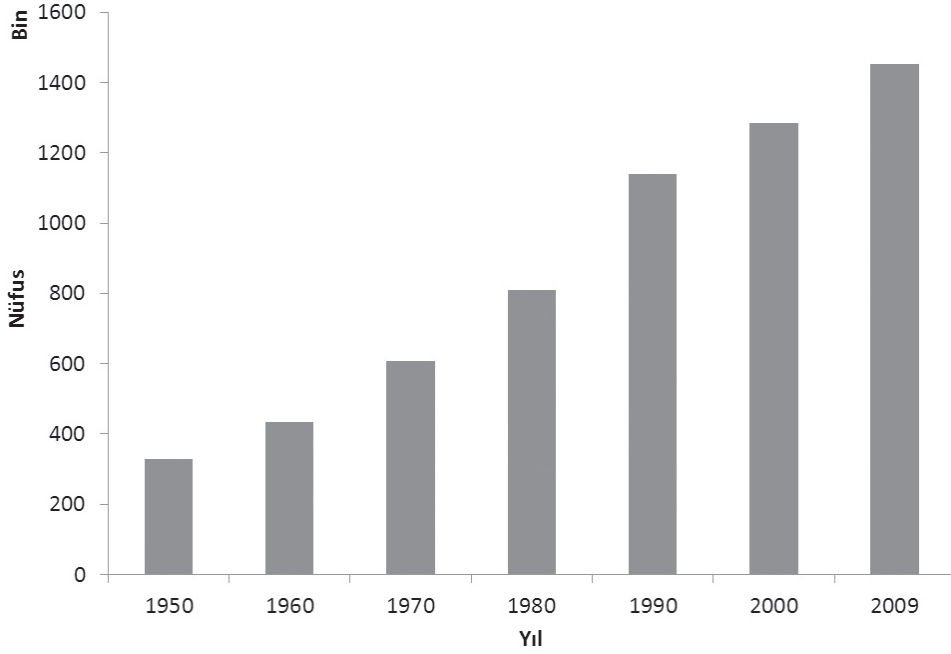


Şekil 1- Çalışma alanı lokasyon haritası

Figure 1- Location map of the study area

yerleşmedir ve demiryolu bağlantılarının üzerinde yer almaktadır. Gaziantep karayolu ulaşımında da ileri bir konumdadır. Tarsus-Adana-Gaziantep otoyolu sayesinde ulaşım kolaylaşmıştır. Geleneksel adı İpek Yolu olan E-24 Karayolu kentin içinden geçmektedir. Bölge mallarının Gaziantep üzerinden en yakın mesafedeki Mersin Limanı'na ulaştırılabilmesi ve E-24 karayolu ile Ortadoğu'ya açılan kapı olması, Gaziantep'i önemli bir konuma getirmiştir (GBB 2007). Sanayi ürünlerinin dolaşımı bakımından da

Gaziantep ayrıca batı, güney ve güneydoğudaki yerleşimlerin bağlantısını sağlayarak bölgede önemli bir ticaret merkezi konumuna gelmiştir. Gaziantep Havaalanı 1976 yılında hizmete girmiş olup, 1993 yılında uluslararası yolcu ve yük taşımacılığına başlamıştır. Dünyanın en eski yerleşim yerlerinden biri olan Gaziantep, tarihi İpek Yolu üzerinde olması nedeniyle de ticaretle uğraşanların uğrak yeri olmuş ve kurulduğu eski çağlardan beri nüfusu artışı göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 2- Gaziantep nüfus artışı

Figure 2- Gaziantep population growth

2.2. Kullanılan veriler

Gaziantep kenti için aşağıdaki tarihlere ait 4 adet Landsat 5 TM (Path/Row: 174/34) uydu görüntüsü kullanılmıştır: 21.08.1984, 22.08.1990, 14.06.2000 ve 10.08.2009. Bu uydu görüntülerinden SLEUTH modelinde kullanmak amacıyla 1984, 1990, 2000 ve 2009 yılları için kent katmanları; 1984 ve 2009 yılları için de arazi kullanımı/arazi örtüsü katmanları elde edilmiştir. Yol verisi olarak 1984, 1990, 2000 ve 2009 yıllarına ait Landsat 5 TM uydu görüntülerinden sayısallaştırma sonucunda büyük/önemli yolları gösteren ulaşım verisi katmanları oluşturulmuştur.

Ayrıca, çalışma alanını içine alan sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılarak yüzdellik eğim ve gölgeleme (hillshade) haritaları oluşturulmuştur. Yüzdellik eğim katmanı ise azami eğim değeri üzerindeki alanlarda kentleşmenin meydana gelmesini engellemek için kullanılmıştır. Bu çalışmada azami eğim değeri olarak % 25 alınmıştır.

Gölgeleme katmanı ise, yine aynı DEM verisinden elde edilmiş olup, sadece modelin simülasyon sonuçlarının görüntülenmesinde kullanılmıştır.

Harici bölge (Excluded Layer) katmanı, kent büyümesinin giremeyeceği alanları gösteren bir katmandır. Bu harici bölge katmanı, Gaziantep kentindeki doğal alanlar göz önüne alınarak kısmen veya tamamen büyümeden hariç tutulan park, kent ormanı, mezarlık, su yüzeyleri, tarım alanları gibi alanları göstermektedir. Bu büyümeden hariç tutulan bölgeler kendi aralarında sayısal bir değer (0 – 100) verilerek o bölgenin ne derece büyümeden korunacağı belirtilmiştir. Çizelge 1’de verilen tüm bu veri katmanları (input data) birbirleri ile karşılaştırılacağı için aynı coğrafi projeksiyonda, aynı çözünürlükte ve aynı boyutlarda olması gerekmektedir. Bu verilerin işlenmesinde ise ERDAS Imagine ve ArcGIS yazılımları kullanılmıştır.

Çizelge 1- Çalışmada kullanılan veri katmanları

Table 1- Input data layers used in the study

Katman sayısı	Katman adı	Yıl	Kaynak
4	Kent	1984, 1990, 2000, 2009	Landsat 5 TM (path/row:174/34)
2	AK/AÖ	1984, 2009	Landsat 5 TM (path/row:174/34)
4	Yol	1984, 1990, 2000, 2009	Sayısallaştırıldı
1	Harici bölge*	--	--
1	Eğim	--	DEM
1	Gölgeleme	--	DEM

*, her bir senaryo için ayrı harici bölge katmanı geliştirilmiştir.

2.3. Yöntem

Bu çalışmada SLEUTH Kent Büyüme Modeli kullanılmıştır. SLEUTH Modeli (eski adıyla Clarke Cellular Automaton Kent Büyüme Modeli) Kaliforniya Üniversitesi (Santa Barbara) profesörü Keith C. Clarke tarafından, Amerika Ulusal Jeoloji Servisi (USGS) ve Amerika Ulusal Bilim Derneğinin (NSF) destekleriyle geliştirilmiştir. SLEUTH modeli dünyada küçük bir kasabadan metropol şehirlerlere kadar birçok bölgede uygulanmıştır. SLEUTH modeli C programlama dilinde yazılmış hücresel bir robot modelidir. Bu sistemde mekansal/uzamsal (spatial) büyüme iki boyutlu grid üzerinde modellenmekte ve yalnızca UNIX ile Linux işletim sisteminde çalışmaktadır. Microsoft Windows işletim sisteminde çalıştırabilmek için ise Cygwin (Linux) emülatörüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada Microsoft Windows XP Pro işletim sistemi üzerine Cygwin kurulduktan sonra SLEUTH modeli bu sistem üzerinden çalıştırılıp modelleme yapılmıştır.

Model kent/kent olmayan dinamikleri ile birlikte kent/arazi kullanımı dinamiklerini modelleyebilme tekniğine sahiptir. Bu iki teknik, ana model altında 2 alt-modelin: kent büyüme modelinin ve arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi modelinin oluşmasına olanak sağlamıştır. Eğer sadece kent büyümesi analiz edilecek ise arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi, model tarafından aktif hale getirilmezken, kent büyümesinin yanında arazi kullanımı da analiz edilecek ise her iki alt-model de aktif hale getirilmektedir.

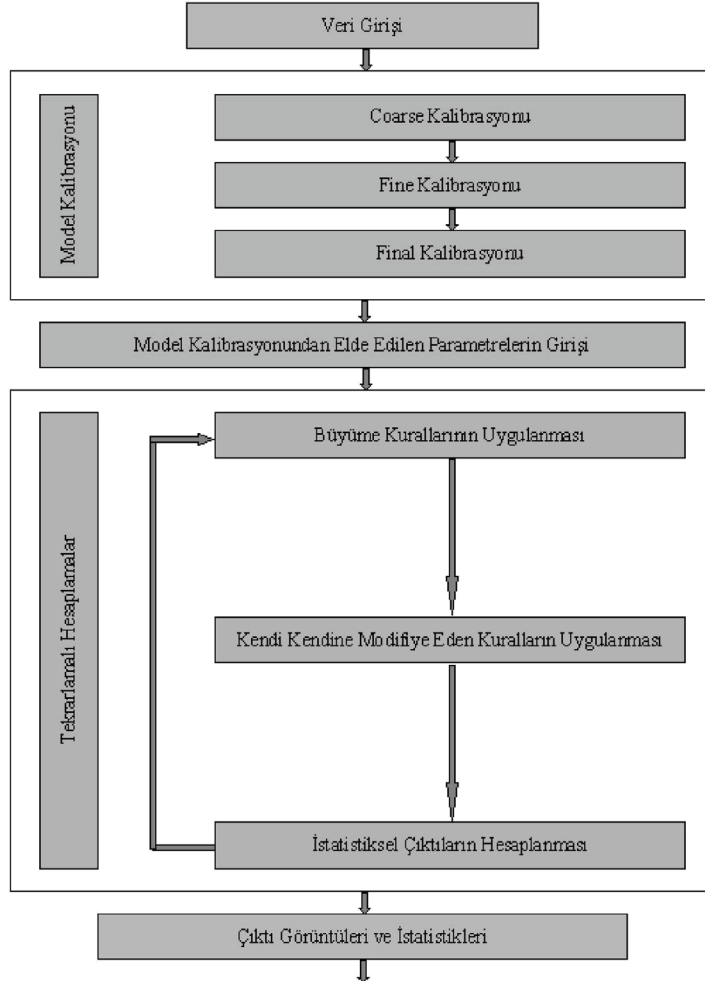
SLEUTH, bir dizi önceden tanımlanmış büyüme kuralları ile donatılmış olup, bu büyüme kuralları hücelere (piksel) tek tek uygulanır. Kent olma olasılığı olan hücreler model tarafından rastgele seçilir ve büyüme kuralları hücrelerin ve komşu olan hücrelerin özelliklerini değerlendirir. Model bu değerlendirmede söz konusu hücrenin önceden kent olup olmadığını, eğimlerinin ne olduğunu ve yola yakınlığını göz önüne alır.

SLEUTH ismi, modeli çalıştırmak için gerekli veri katmanlarının baş harflerinden meydana gelmektedir:

- Slope (eğim),
- Landuse (arazi kullanımı),
- Excluded layer (büyümeden hariç tutulan bölge),
- Urban (kent),
- Transportation (ana yollar), ve
- Hillshade (gölgeleme).

SLEUTH modeli ile geleceğe dönük kent büyümesinin ve arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiminin tahminini yapabilmek için, 2 adet arazi kullanımı/arazi örtüsü katmanı, 4 adet kent dokusu katmanı, en az 2 adet yol katmanı ve birer tane harici bölge, eğim, gölgeleme katmanları gerekmektedir. Bu çalışmada 2 adet arazi kullanımı/arazi örtüsü katmanı (1984 ve 2009), 4 adet kent dokusu katmanı (1984, 1990, 2000, 2009), 4 adet yol katmanı (1984, 1990, 2000, 2009) ve birer tane harici bölge, eğim, gölgeleme katmanları kullanılmıştır.

SLEUTH modeli olasılıklı (probabilistic) bir model olup Monte Carlo programını kullanarak birçok büyüme simülasyonu üretmektedir. Model



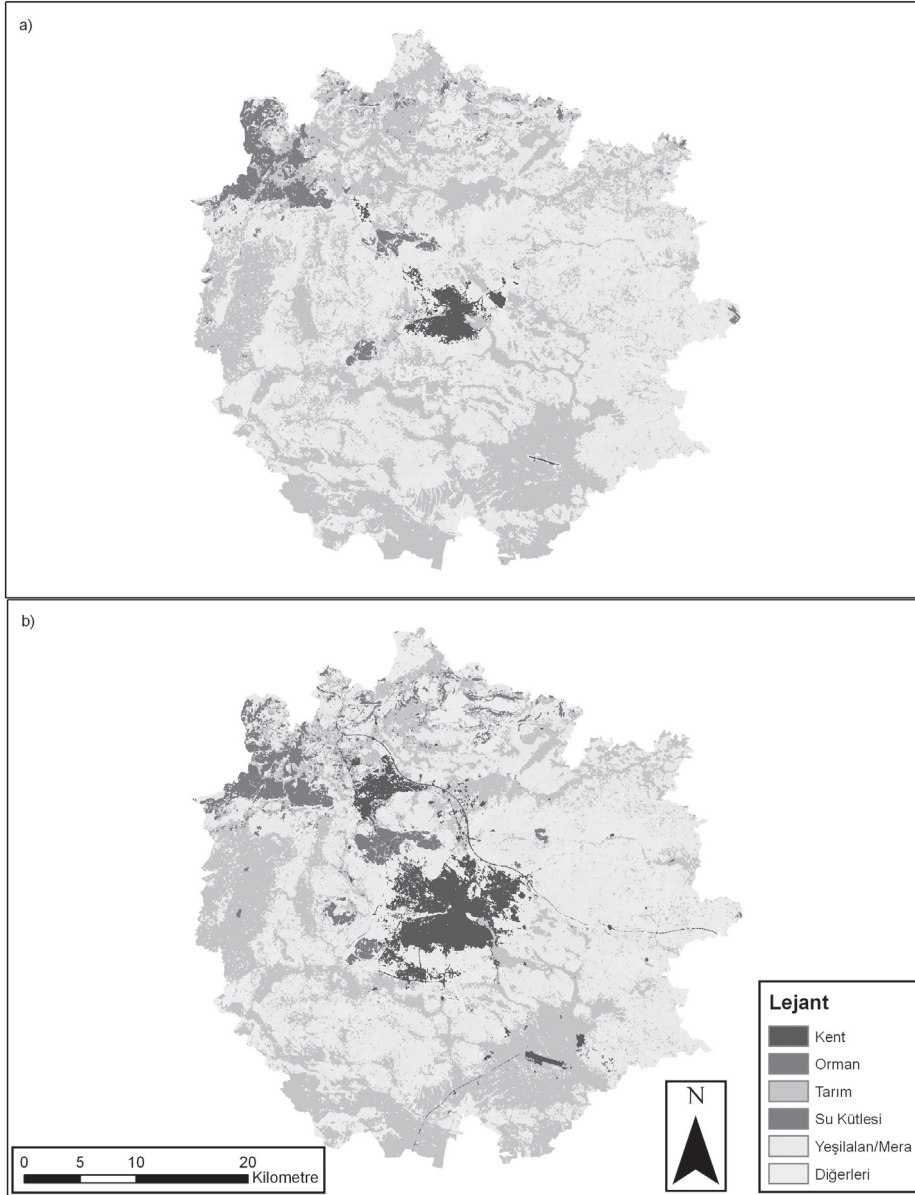
Şekil 3- SLEUTH modelinin işleyiş şeması

Figure 3- Flowchart of the SLEUTH model

iki genel aşamadan oluşmaktadır: Kalibrasyon ve Tahmin. Kalibrasyon kısmında model geçmişteki büyüme eğilimini tekrarlaması için eğitilmekte ve tahmin kısmında ise bu geçmişteki büyümenin ileriki yıllara (2040) uygulamasını yapmaktadır. Bu model kullanılarak farklı büyüme planlarının etkilerini veya arazi kullanımı değişimi senaryolarının etkilerini test etmek için birçok farklı tahminler geliştirilebilmektedir. SLEUTH modelinin işleyiş şeması Şekil 3’de görülmektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

Gaziantep Büyükşehir Belediyesinden temin edilen mücavir alan sınırı ile çalışma alanı uydu görüntüsünden kesilerek elde edilmiştir. Daha sonra 1984 ve 2009 yıllarına ait görüntüler ERDAS Imagine programında hem kontrolsüz (unsupervised) hem de kontrollü (supervised) sınıflandırma yapılmış ve çalışma alanı 6 farklı sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4): 1-Kent, 2-Orman, 3-Tarım, 4-Su kütlesi, 5-Yeşil alan/Mera, 6-Diğerleri.



Şekil 4- Çalışma alanındaki AK/AÖ katmanları: a, 1984; b, 2009

Figure 4- LULC layers of the study area: a, 1984; b, 2009

SLEUTH modeli ayrıca 2 adet arazi kullanımı/ arazi örtüsü katmanı gerektirmektedir. Bu çalışmada 1984 ve 2009 yıllarına ait arazi kullanımı/arazi örtüsü katmanları kullanılmıştır (Şekil 4). Sınıflandırmadan

sonra doğruluk analizi yapılmış, 1984 ve 2009 arazi kullanımı/arazi örtüsü katmanları için sınıflandırma doğrulukları ve kappa değerleri Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 2- Çalışma alanının 1984 yılı AK/AÖ doğruluk analizi

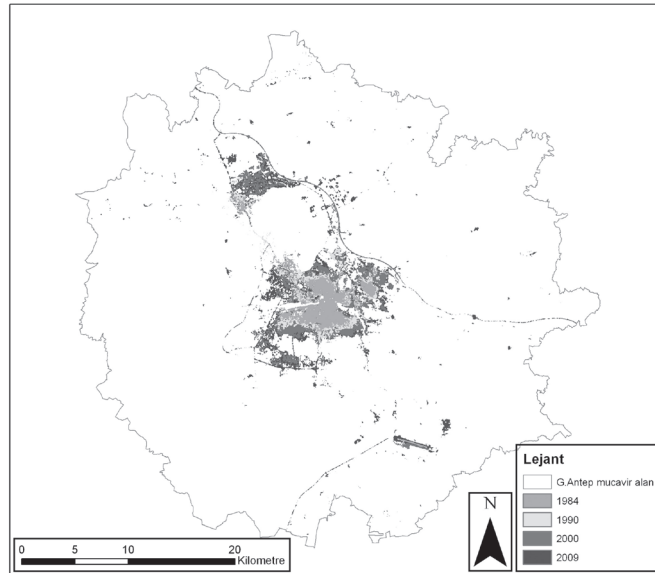
Table 2- Classification accuracy of the study area for the year 1984

AK/AÖ	Referans veri							Üretici doğruluğu (%)	Kullanıcı doğruluğu (%)
	Kent	Orman	Tarım	Su Küt.	Yeşil/Mera	Diğer	Satır toplam		
Kent	19	0	0	0	1	0	20	90.48	95.00
Orman	0	21	2	0	0	0	23	84.00	91.30
Tarım	0	3	70	0	0	4	77	95.89	90.91
Su Kütlesi	0	0	0	0	0	0	0	--	--
Yeş./Mera	0	1	0	0	84	4	89	97.67	94.38
Diğer	2	0	1	0	1	37	41	82.22	90.24
Satır Top.	21	25	73	0	86	45	250		
Sınıflandırma doğruluğu = % 92.40									
Kappa istatistiği = 0.8976									

Çizelge 3- Çalışma alanının 2009 yılı AK/AÖ doğruluk analizi

Table 3- Classification accuracy of the study area for the year 2009

AK/AÖ	Referans veri							Üretici doğruluğu (%)	Kullanıcı doğruluğu (%)
	Kent	Orman	Tarım	Su Küt.	Yeşil/Mera	Diğer	Satır toplam		
Kent	17	0	0	0	0	1	18	94.44	94.44
Orman	0	13	1	0	0	1	15	100.00	86.67
Tarım	0	0	74	0	0	0	74	91.36	100.00
Su Kütlesi	0	0	0	5	0	0	5	100.00	100.00
Yeş./Mera	0	0	5	0	86	2	93	100.00	92.47
Diğer	1	0	1	0	0	43	45	91.49	95.56
Satır Top.	18	13	81	5	86	47	250		
Sınıflandırma doğruluğu = % 95.20									
Kappa istatistiği = 0.9346									

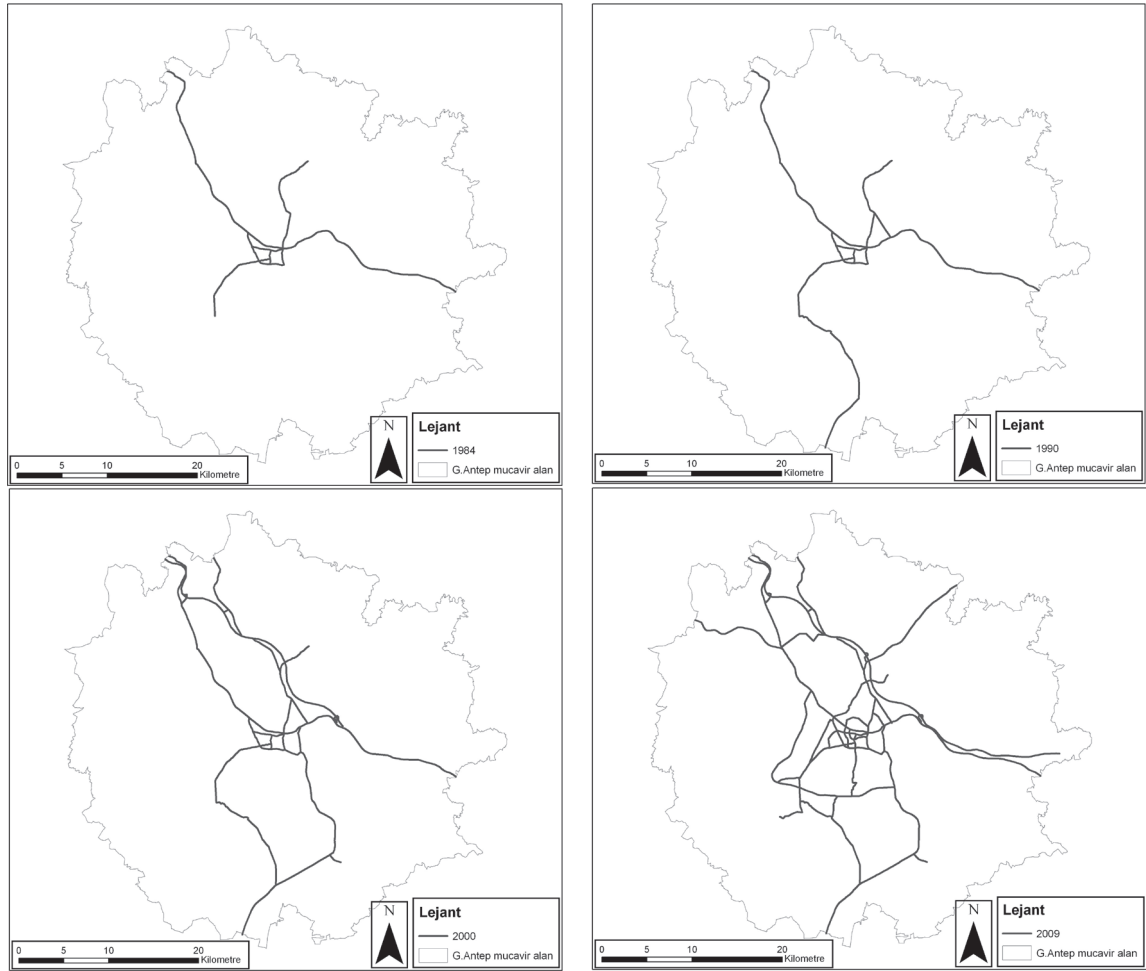


Şekil 5- Çalışma alanındaki kent katmanları

Figure 5- Urban layers of the study area

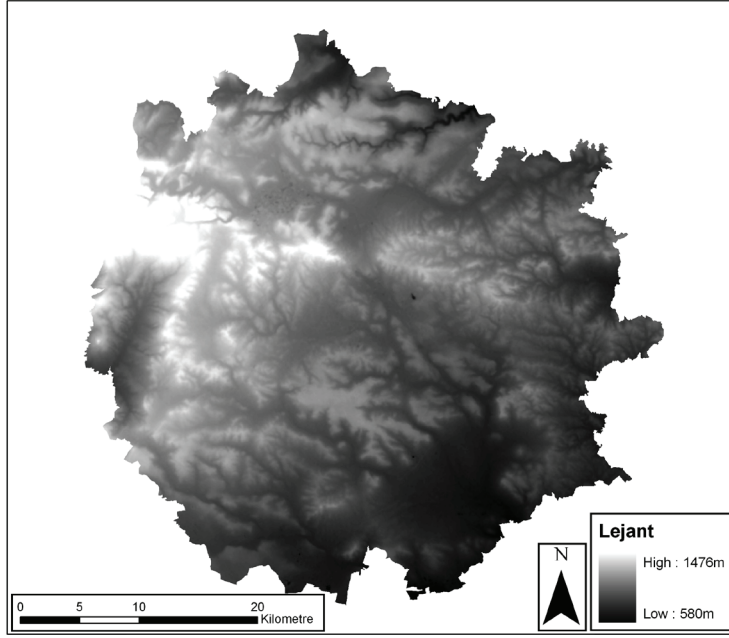
Yine aynı şekilde 1990 ve 2000 yıllarına ait görüntülerden ise ERDAS Imagine programı yardımıyla kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma sonucu sadece kent dokusu elde edilmiştir. Tüm yıllara (1984, 1990, 2000, 2009) ait Gaziantep kent dokusu ise Şekil 5’de görülmektedir.

Çalışma alanına ait yol katmanları ise 1984, 1990, 2000 ve 2009 Landsat 5 TM uydu görüntülerinin ArcGIS programında sayısallaştırılmasıyla elde edilmiştir. Böylece dört farklı yol katmanı oluşturulmuştur (Şekil 6). Ayrıca, SLEUTH modelinde sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılarak, eğim (yüzelik) ve gölgeleme katmanları oluşturulmuştur (Şekil 7, 8 ve 9).

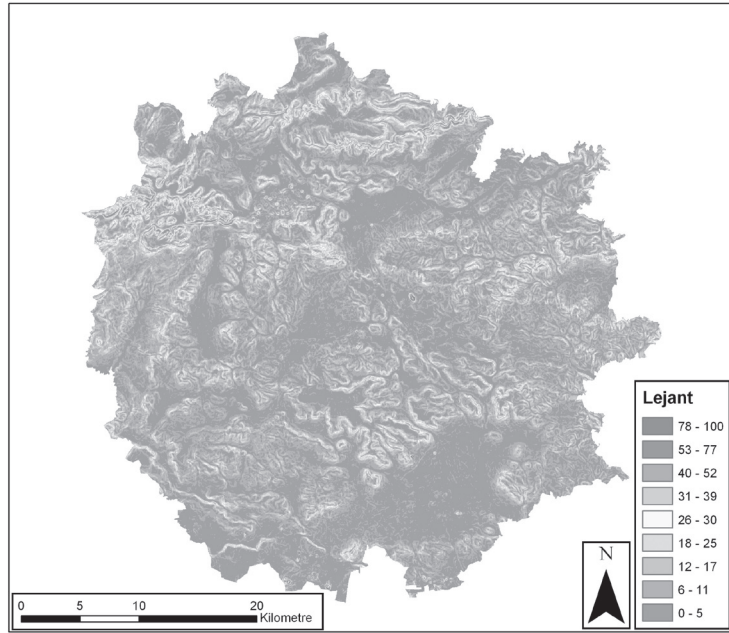


Şekil 6- Çalışma alanındaki yol katmanları

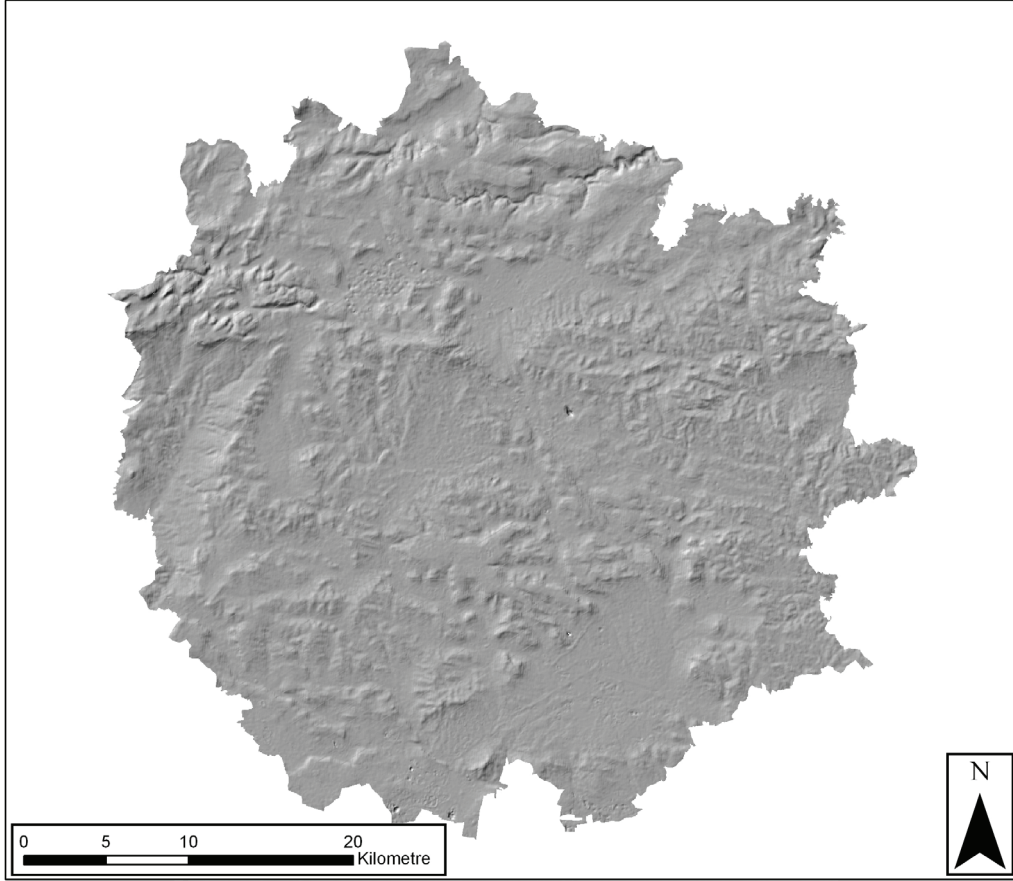
Figure 6- Transportation layers of the study area



Şekil 7- Çalışma alanının DEM katmanı
Figure 7- DEM layer of the study area



Şekil 8- Çalışma alanının eğim (yüzelik) katmanı
Figure 8- Percent slope layer of the study area

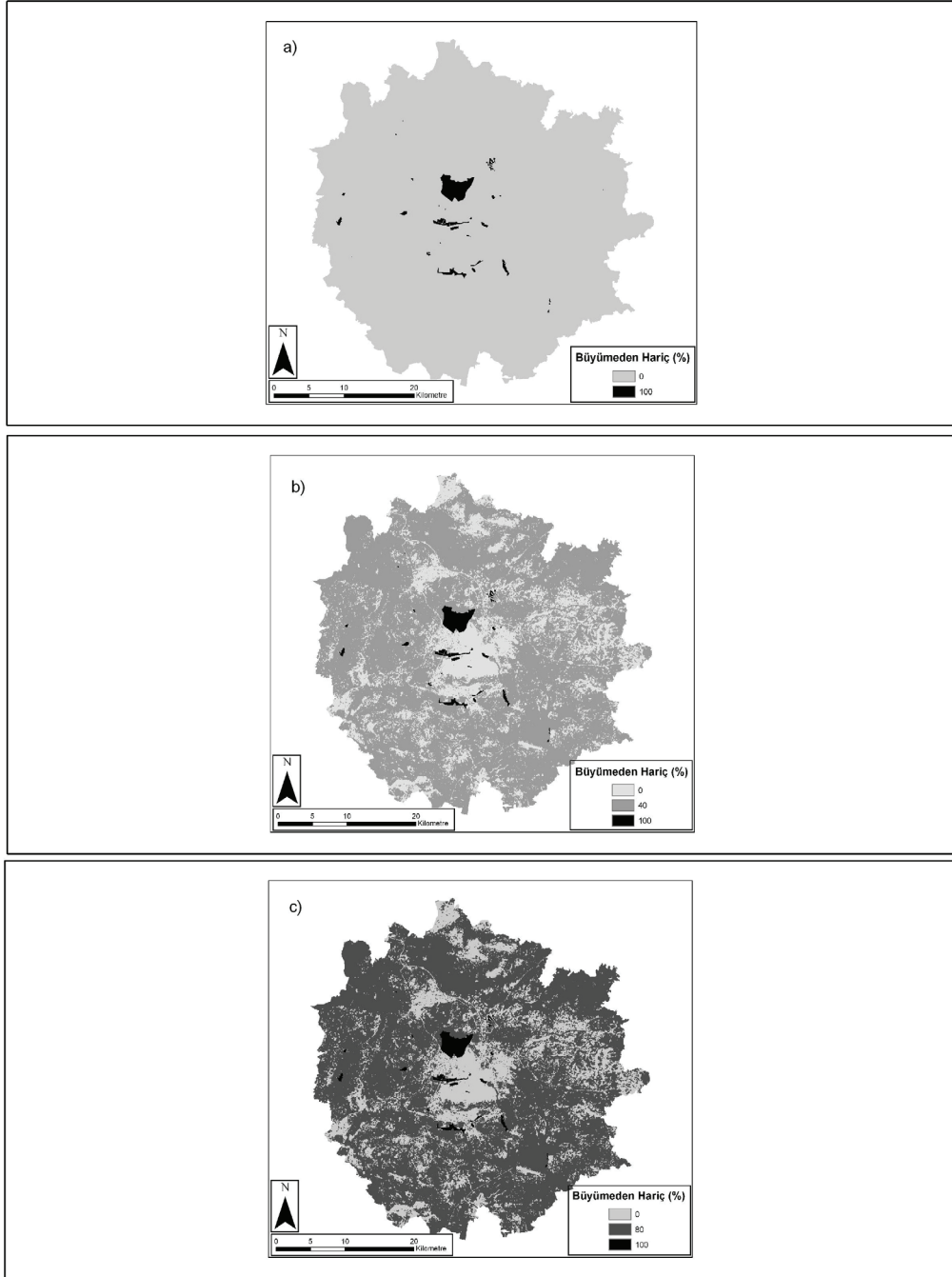


Şekil 9- Çalışma alanının gölgeleme katmanı

Figure 9- Hillshade layer of the study area

Bu çalışmada Şekil 10’da görüldüğü gibi kent büyümesinin ve arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiminin modellenmesine imkân veren senaryoların oluşturulmasında kullanılan üç harici bölge katmanı geliştirilmiştir: 1) Kontrolsüz büyüme, 2) Kısmi kontrollü büyüme ve 3) Kontrollü büyüme harici katmanları. Çizelge 4’de bu çalışmada kullanılan 3 farklı senaryo için geliştirilen harici bölge katmanlarının aldığı değerler görülmektedir. Kontrolsüz büyüme senaryosu ile kentleşmeye karşı hiçbir müdahalenin olmadığı bir büyüme yani plansız bir büyüme simüle edilmiştir. Bu senaryo ile kentin çevresindeki doğal veya yarı doğal alanların nasıl bir değişime uğrayacağı görülecektir. Bu

çalışmada, tasnif dışı alanlar, kent ve bölge parkları, yapay veya doğal göller, ırmaklar, askeri alanlar, fuar alanları, mezarlıklar ve rekreasyon alanları kentleşmeden % 100 korunmuştur. Buna rağmen, orman, tarım alanları ve yeşilalan/mera gibi doğal veya yarı doğal alanlar kentleşmenin bu baskısından hiçbir şekilde korunmamıştır. İkinci olarak ise kısmi kontrollü büyüme senaryosu ile orman, verimli tarım arazileri ve yeşil alan/mera alanları % 40 oranında kentleşmeden korunmuş olup, kontrollü büyüme senaryosunda ise bu oran % 80 e çıkartılarak doğal/ yarı doğal alanlar kentleşmeden % 80 oranında korunmuştur.



Şekil 10- Harici bölge katmanları: a, kontrolsüz; b, kısmi kontrollü; c, kontrollü büyüme

Figure 10- Excluded region layers: a, unmanaged; b, managed with moderate protection; c, managed with maximum protection

Çizelge 4- Gaziantep için harici bölge katmanının aldığı değerler

Table 4- Excluded layer values of the study area

Alanlar	Kontrolsüz büyüme	Kısmi kontrollü büyüme	Kontrollü büyüme
Tasnif Dışı Alan	100	100	100
Su Kütleli	100	100	100
Askeri Alan	100	100	100
Rekreasyon Alanı	100	100	100
Park Alanı	100	100	100
Fuar Alanı	100	100	100
Orman	0	40	80
Tarım	0	40	80
Yeşilalan/Mera	0	40	80
Diğerleri	0	0	0
Kritik eğim (Critical Slope)	25	25	25

Tüm veri katmanlarının SLEUTH modelinde çalışabilmesi için gri tonlamalı (grayscale) 8-bit GIF formatında olması gerekmektedir. Bu nedenle tüm veri katmanları aynı projeksiyon (UTM 37N), aynı çözünürlük (30 m) ve aynı boyutta (1644x1624) getirildikten sonra ArcGIS programı yardımıyla gri tonlamalı GIF formatına dönüştürülmüştür. Sonraki aşamada model önce kendisiyle birlikte gelen test veri katmanlarıyla test edilmiştir. Daha sonra Gaziantep mücavir alanı veri katmanlarımızla test modunda çalıştırılmış ve modelin problemsiz çalıştığı tekrar test edilmiştir. Model daha sonra 3 aşamalı (Coarse, Fine, Final) kalibrasyon aşamasından geçirilmiş ve elde edilen parametre değerleri ise Şekil 11'de verilmiştir. Her bir parametre 0 ile 100 arasında değer alabilmektedir. Bu parametre değerleri modelin tahmin aşamasında kullanılmıştır. Şekilde açıkça görüldüğü gibi difüzyon ve eğim parametrelerinin çok küçük değerlere (1) sahip olmasından dolayı kentin büyümesi üzerine etkisinin olmadığı, buna karşın yayılma ve yol etkisi parametrelerinin kentin büyümesi üzerindeki en etkili parametreler oldukları tespit edilmiştir.

Gaziantep arazi kullanımı/arazi değişimi ile 2040 yılındaki tahmin her üç senaryo için aşağıdaki Şekil 12'de verilmiştir. Kent gelişiminin genelde kent dokusu çeperlerinde oluştuğu, bununla birlikte özellikle kuzeybatı yönünde bir

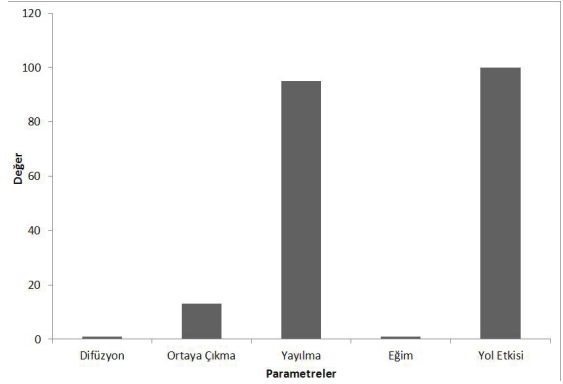
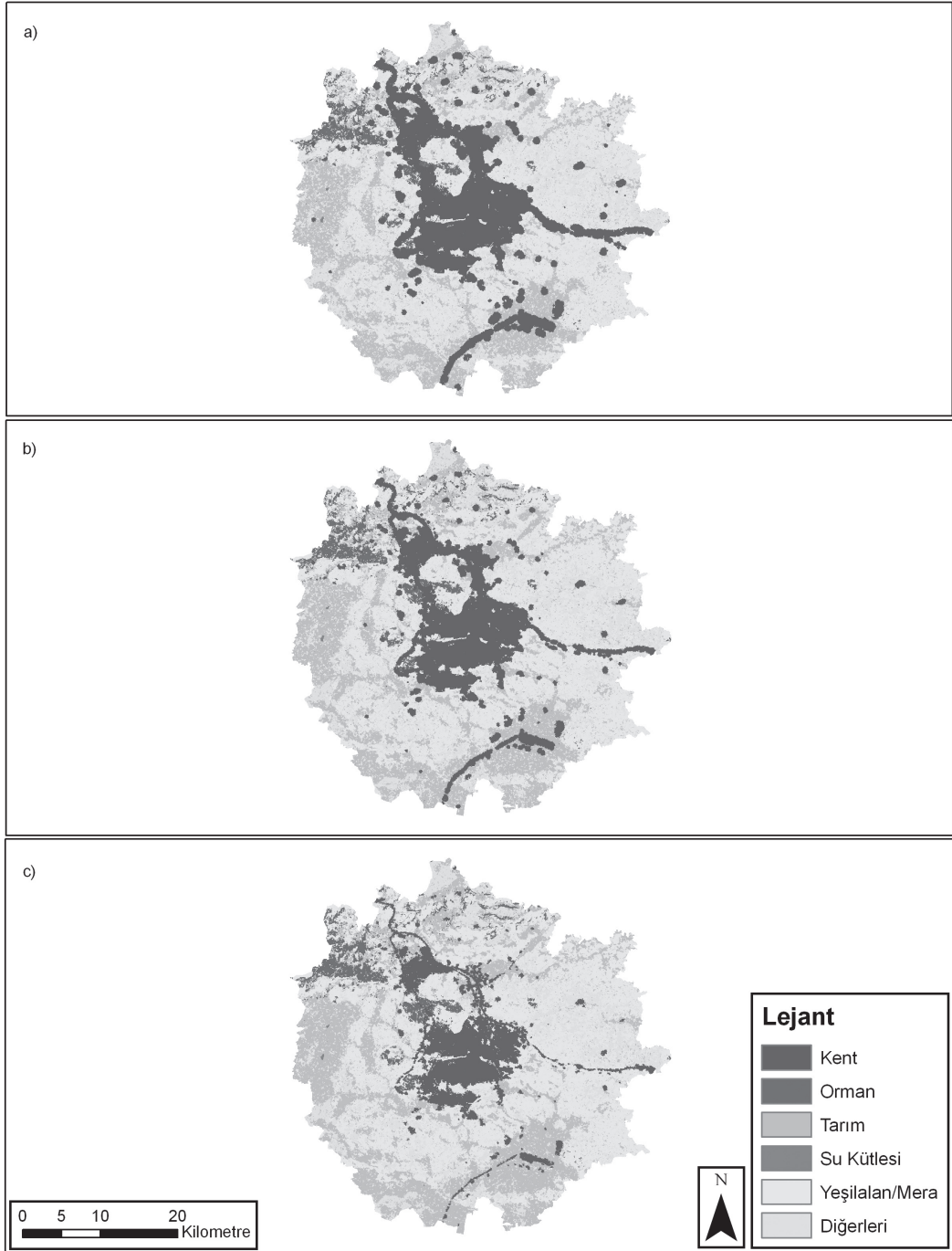
**Şekil 11- Tahmin aşamasında kullanılan parametre değerleri**

Figure 11- Parameter values used in prediction phase

büyümenin oluştuğu göze çarpmaktadır. Göze çarpan diğer bir nokta ise, Gaziantep kentinde kent dokusu büyümesinin anayolların çevrelerinde oluştuğudur. Kontrolsüz büyüme senaryosunda kent dokusunun diğer kısmi kontrollü büyüme senaryosuna göre daha dağınık bir büyüme gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 12 a). Kısmi ve kontrollü büyüme ile hem dağınık büyüme biraz olsun engellenmiş hem de kentin çevresindeki doğal/yarı doğal alanları yok etmesi minimize edilmiştir (Şekil 12 b ve c).



Şekil 12- 2040 yılı AÖ/AK tahmini: a, 1. senaryo; b, 2. senaryo; c, 3. senaryo

Figure 12- Predicted LULC layers for the year 2040: a, scenario 1; b, scenario 2; c, scenario 3

Gaziantep için yapılan geleceğe dönük tahminlerde ise kontrolsüz büyüme senaryosunda yaklaşık 22.000 hektarlık bir alanın kentsel alana dönüşeceği, bununla birlikte 14.000 hektarlık tarım alanında ve 2.500 hektarlık orman alanında kayıplar yaşanacağı görülmektedir (Şekil 13). Kontrollü büyüme ile 22.000 hektarlık artış yerine sadece 8.000 hektarlık bir kentsel alanın oluşacağı ve böylece yaklaşık 14.000 hektarlık bir alanın kente dönüşmekten kurtarılacağı görülmektedir. Burada dikkati çeken bir nokta ise tarım ve orman alanlarının aksine yeşil alan/mera alanlarının her üç senaryoda da azalmayıp az da olsa bir artış göstermiş olmasıdır.

Gaziantep kentsel alanının 2040 yılına kadar kontrolsüz büyüme senaryosu ele alındığında yaklaşık 32.000 hektarlık alanı kapsaması tahmin edilmektedir (Şekil 14). Kısmi kontrollü büyüme senaryosu yaklaşık 7.000 hektarlık bir alanın, kontrollü büyüme senaryosu dâhilinde ise 14.500 hektarlık alanın kente dönüşümü önlenmiş olacaktır.

4. Sonuçlar

İnsanoğlunun tarımsal faaliyete geçmesiyle yerleşik yaşama geçmesi kentleşme sürecinin başlangıcı olarak bilinmektedir. Önceleri yerleşim yeri seçiminde arazinin topoğrafik yapısı, ulaşım ve güvenlik önemliyken, günümüzde sanayileşme süreci kentleşme eğilimleri üzerine etkili olmaktadır (Nurlu et al 2013).

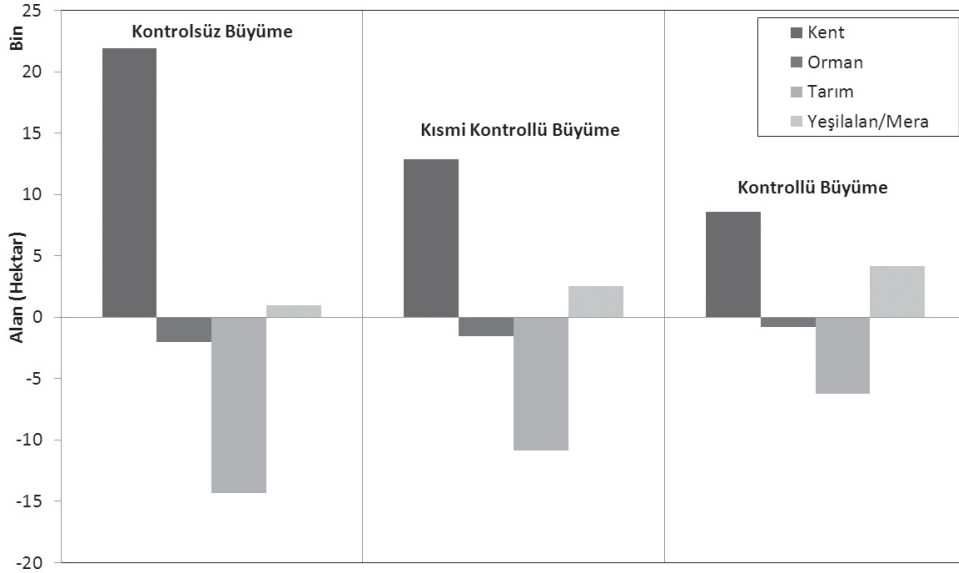
Birleşmiş Milletlerin (UN 2012) yaptığı araştırmaya göre 2010 dünya nüfusunun % 52'si kentlerde yaşıyorken, bu oran 2030 yılında % 60 seviyelerine çıkması tahmin edilmektedir. Elbette kentlerdeki bu artış kentlerdeki fiziksel mekân gereksinimini arttırmaktadır. Bu gereksinimin ortaya koyduğu yapılaşma, alan kullanım/arazi örtüsünde değişimine neden olmaktadır. Doğal çevrenin bozulması ve peyzaj parçalanmalarında bu değişimin hızı ve miktarı ile bağlantılıdır (Nurlu et al 2013).

Gaziantep kentini konu alan bu çalışmada, veri setini SLEUTH modelinde kullanabilecek

hale getirmek oldukça zaman alıcı olmuştur. Bu çalışmada da en çok zamanı veri setini hazırlamak almıştır. İkinci en çok zamanı ise modelin kalibrasyonu almıştır. Bu çalışmanın sonuçları Gaziantep'in geleceği için ilginç olduğu kadar korkutucu öngörüler ortaya koymaktadır. Özellikle kontrolsüz büyüme senaryosunun görsel çıktıları (harita vb), yerel halkın bilinçlendirilmesinde çok önemlidir. Görsel çıktılar, kentsel gelişime herhangi bir kısıtlama getirilmezse doğal/yarı doğal alanların nelere maruz kalacağını göstermek için mükemmel bir araçtır. Ayrıca harici bölge katmanı farklı kentsel büyüme senaryolarını oluşturmada çok etkili bir araç olarak kullanılabilir ve modelleme işlemi CBS ortamı ile birleştirilebilmektedir.

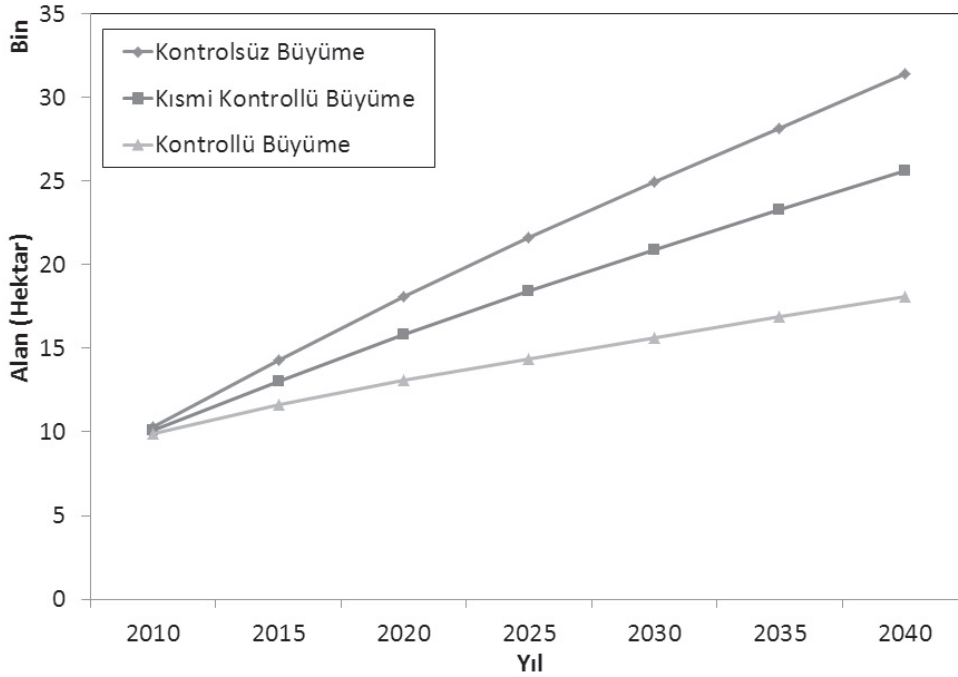
Şekil 11'de görüldüğü gibi, Gaziantep kentinin tahmin işleminde kullanılmak üzere elde edilen parametre değerleri dikkate alındığında, eğim ve difüzyon parametre değerlerinin çok küçük olduğu görülmüştür. Difüzyon parametresinin çok küçük çıkmasının nedeni çalışma alanındaki kent dağılımının fazla olmamasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Eğim parametre değerinin çok küçük çıkmasının nedeni ise Gaziantep mücavir alanının çoğunluğunun yüzdelik eğim değerinin SLEUTH modelinde kritik eğim değeri olarak seçtiğimiz % 25 değerinden daha düşük olmasından kaynaklanabilir. Çalışmanın sonuçları teşvik edici olmakla birlikte, daha fazla kısıtlayıcı kriterler göz önüne alınarak yapılan simülasyonların daha etkili sonuçlar vereceği tahmin edilmektedir.

Araştırma alanının gelecekteki olası alan kullanım/arazi örtüsü yapıları, (1) kontrolsüz büyüme, (2) kısmi kontrollü büyüme ve (3) kontrollü büyüme olmak üzere üç farklı kentleşme senaryosu oluşturularak incelenmiştir. SLEUTH modeli kullanılarak 2040 yılı için oluşturulan bu üç senaryo birbiri ile karşılaştırıldığında kentsel alanlardaki artış miktarlarında bir azalma olurken, bu yapılaşmanın azalmasından dolayı da diğer yarı doğal alanlarda bir artış görülmüştür. Şekil 13'den de açıkça görüleceği gibi yarı doğal alanlar içinde tarım alanları en fazla tahribata uğrayan sınıf olmuştur.



Şekil 13- Üç senaryo için etki değerlendirmesi

Figure 13- Impact assessment for the three scenarios



Şekil 14- Senaryo bazında kentsel gelişim değişimi (2010-2040)

Figure 14- Urban growth change for each scenario (2010-2040)

Çalışmanın sonucunda belirli koruma planları uygulanabildiğinde yapılaşmadan korunacak doğal ve yarı doğal alanların sayısal ve konumsal verileri elde edilmiştir. Bilindiği gibi kısıtlı bir dünyada yaşıyoruz fakat nüfus sürekli artmakta. Sürdürülebilir bir kentleşmenin söz edildiği günümüzde bu kısıtları çok verimli bir şekilde kullanmalıyız.

Teşekkür

Bu çalışma 109Y164 no'lu TÜBİTAK projesi desteği ile gerçekleştirilmiştir. Desteğinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akın A & Berberoğlu S (2010). Kentsel gelişimin geleceğe yönelik modellemesinde farklı yaklaşımlar. *I. Ulusal Planlamada Sayısal Modeller Sempozyumu*. Bildiriler Kitabı: 24 – 26 Kasım, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü. Taşkılla, İstanbul, s. 457-471
- Batty M & Xie Y (1994a). From cells to cities. *Environment and Planning B: Planning and Design* **21**: 531-548
- Batty M & Xie Y (1994b). Modeling inside GIS: Part 2. Selecting and calibrating urban models using Arc-Info. *International Journal of Geographic Information Systems* **8**(5): 470-541
- Batty M, Xie Y & Sun Z (1999). Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata. *Computers, Environment and Urban Systems* **23**: 205-233
- Clarke K C & Gaydos L J (1998). Loose coupling a cellular automaton model and GIS long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. *International Journal of Geographical Information Science* **12**(7): 699-714
- Couclelis H (1997). From cellular automata to urban models: new principles for model development and implementation. *Environment and Planning B: Planning and Design* **24**: 165-174
- DMİ (2009). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, yıllık toplam yağış verileri. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=gaziantep> (Erişim Tarihi: 01.07.2012)
- FAO (2012). Food and Agriculture Organization of the United Nations, How to feed the world in 2050. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf (Erişim Tarihi: 12.11.2012)
- GBB (2007). Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Stratejik Planı 2007-2011. <http://www.ekosep.net/web/Docs/stratejik%20plan/antepstr.pdf> (Erişim Tarihi: 10.10.2011)
- Jantz C A, Goetz S J, Donato D & Claggett P (2010). Designing and implementing a regional urban modeling system using the SLEUTH cellular urban model. *Computers, Environment and Urban Systems* **34**: 1-16
- Jantz C A, Goetz S J & Shelley M K (2003). Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in the Baltimore-Washington metropolitan area. *Environment and Planning B: Planning and Design* **30**: 251-271
- Knox P L (1993). The restless urban landscape. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Landis J (1995). Imaging land use features: applying the California Urban Futures Model. *Journal of the American Planning Association* **61**: 438-457
- Li X & Yeh A G (2000). Modeling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS. *International Journal of Geographical Information Science* **14**(2): 131-152
- Meaille R & Wald L (1990). Using geographical information systems and satellite imagery within a numerical simulation of regional urban growth. *International Journal of Geographical Information Systems* **4**: 445-456
- Nurlu E, Erdem Ü, Doygün H & Oğuz H (2013). Entegre değerlendirme yöntemleri kullanılarak İzmir Kenti için sürdürülebilir alan kullanım önerileri geliştirilmesi. TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu (Proje No: 109Y210)
- Oğuz H (2004). Modeling urban growth and land use/land cover change in the Houston metropolitan area from 2002-2030. PhD Thesis, Texas A&M University, USA
- Oğuz H (2012). Simulating future urban growth in the city of Kahramanmaraş, Turkey from 2009 to 2040. *Journal of Environmental Biology* **33**: 381-386
- Oğuz H, Klein A G & Srinivasan R (2007a). Calibration of the Sleuth Model Based on the Historic Growth of Houston. *Journal of Applied Sciences* **7**(14):1843-1853

- Oğuz H, Klein A G & Srinivasan R (2007b). Using the Sleuth Urban Growth Model to Simulate the Impacts of Future Policy Scenarios on Urban Land Use in the Houston-Galveston-Brazoria CMSA. *Research Journal of Social Sciences* **2**: 72-82
- Oğuz H, Klein A G & Srinivasan R (2008). Predicting Urban Growth in a US Metropolitan Area with No Zoning Regulation, *International Journal of Natural and Engineering Sciences* **2**(1): 09-19
- Oğuz H, Kesgin B, Nurlu E & Doygun H (2010). Narlıdere-Balçova/İzmir Örneğinde Sleuth Model Yardımıyla Kentleşme Senaryolarının Geliştirilmesi. *I. Ulusal Planlamada Sayısal Modeller Sempozyumu*. Bildiriler Kitabı: 24 – 26 Kasım, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü. Taşkışla, İstanbul, s. 473-485
- Pijanowski B C, Long D T, Gage S H & Cooper W E (1997). A land transformation model: conceptual elements, spatial object class hierarchies, GIS command syntax and an application for Michigan's Saginaw Bay Watershed. NCGIA at http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/landuse97/papers/pijanowski_bryan/paper.html (Erişim Tarihi: 18.03.2012)
- PRB (2012). Population Reference Bureau, World population data sheet. http://www.prb.org/pdf12/2012-population-data-sheet_eng.pdf (Erişim Tarihi: 10.02.2012)
- Rafiee R, Mahiny A S, Khorasani N, Darvishsefat A A & Danekar A (2009). Simulating urban growth in Mashad City, Iran through the SLEUTH model (UGM). *Cities* **26**: 19-26
- Silva E A & Clarke K C (2002). Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Spain. *Computers, Environment and Urban Systems* **26**: 525-552
- Stalker P (2000). Handbook of World. Oxford University Press. New York
- Sui D Z & Zeng H (2001). Modeling the dynamics of landscape structure in Asia's emerging Desakota regions: a case study in Shenzhen. *Landscape and Urban Planning* **53**: 37-52
- Şevik Ö (2006). Application of SLEUTH model in Antalya. Master Thesis. Middle East Technical University, Turkey
- Torrens P M (2000). How cellular models of urban systems work, WP-28, Center for Advanced Spatial Analysis, University College London. CASA at http://www.-casa.ucl.uk/-how_ca_work.pdf (Erişim Tarihi: 04.02.2011)
- Torrens P M & O'Sullivan D (2001). Cellular automata and urban simulation: where do we go from here. *Environment and Planning B: Planning and Design* **28**: 163-168
- TÜİK (2009). Türkiye İstatistik Kurumu, il ve ilçe nüfus göstergeleri http://www.tuik.gov.tr/yillik/Ist_gostergeler.pdf (Erişim Tarihi: 11.02.2011)
- Turner M G (1987). Spatial simulation of landscape changes in Georgia: A comparison of 3 transition models. *Landscape Ecology* **1**: 29-36
- United Nations (2012). World Urbanization Prospects: The 2011 Revision. United Nations publication
- Veldkamp A & Fresco L O (1996). CLUE: A conceptual model to study the conversion of land use and its effects. *Ecological Modeling* **85**: 253-270
- Wang Y & Zhang X (2001). A dynamic modeling approach to simulating socioeconomic effects on landscape changes. *Ecological Modeling* **140**: 141-162
- Watkiss B M (2008). The SLEUTH urban growth model as forecasting and decision-making tool. Masters Thesis. Stellenbosch University
- White R & Engelen G (1997). Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional analysis. *Environmental and Planning B: Planning and Design* **24**: 235-246
- Wu F & Webster C J (1998). Simulation of land development through the integration of cellular automata and multi-criteria evaluation. *Environment and Planning: Planning and Design* **25**: 103-126
- Xibao X, Yang G & Zhang J (2009). Simulation and prediction of urban spatial expansion of Lanzhou City. *Arid Zone Research* **26**(5): 763-769
- Yang X & Lo C P (2003). Modeling urban growth and landscape changes in the Atlanta metropolitan area. *International Journal of Geographical Information Science* **17**: 463-488