

To Cite This Article: Canpolat, A. F. & Dağlı, D. (2020). Change in land use in Elazığ province (2006-2018) and the simulation of 2030. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 42, 702-723.

Submitted: June 01, 2020

Revised: July 08, 2020

Accepted: July 13, 2020

CHANGE IN LAND USE IN ELAZIĞ PROVINCE (2006-2018) AND THE SIMULATION OF 2030

Elazığ İli'nde Arazi Kullanımı Değişimi (2006-2018) ve Simülasyonu (2030)

Fethi Ahmet CANPOLAT¹

Dündar DAĐLI²

Öz

Bu çalışmada, Elazığ ilinde arazi kullanımındaki değişim ve bu değişime etki eden faktörler değerlendirilmiştir. Arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler "Land Use Change Modeler/Arazi Değişim Modelcisi" ile analiz edilmiştir. Değişimin boyutları değişim matrisi, değişim haritaları ve kazanç-kayıp grafikleri ile ortaya konmuştur. Meydana gelen değişimi açıklamak için jeomorfoloji, toprak, jeoloji, hidrografiya, arazi kabiliyet gibi değişkenlerle birlikte güncel uydu görüntüleri ve sosyo-ekonomik süreçler incelenmiştir. Söz konusu değişkenler ve değişim matrisleri kullanılarak, 2030 yılına ait arazi kullanımı simülasyonu oluşturulmuştur. Simülasyon sürecinde, ilk olarak Markov Zinciriyle arazi kullanımı projeksiyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 6 bağımsız değişken kullanılarak Yapay Sinir Ağlarıyla (YSA), geçiş alanları olasılık haritası oluşturulmuştur. Son olarak, rekabet mekanizması Hücresel Otomatı (HO) ile simülasyon haritası elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, birçok arazi kullanım sınıfında büyük ve dikkate değer değişikliklerin yaşandığını göstermektedir. Özellikle insan baskısının yoğun olduğu yerleşme alanları ile tarımsal araziler bu açıdan ön plana çıkmaktadır. Gelecekte bu alanlar daha fazla değişime ve dönüşüme uğrayacaktır. Simülasyon sonuçlarına göre, bitki örtüsü az alanlar, mera alanları ve iç sulara ait arazilerin alanı azalacak, tarım, orman, çalı ve yerleşme alanları artacaktır.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, Arazi Kullanım, CORINE, Arazi Kullanımı Projeksiyonu, HO-MARKOV, YSA-MARKOV

Abstract

In this study, the change in land use in Elazig province and the factors affecting this change were evaluated. Changes in land use were analyzed with the "Land Use Change Modeler / Land Change Modeler". The dimensions of the change are presented by the change matrix, the change maps and the gain-loss graphs. In order to explain the change that took place, current satellite images and socio-economic processes were examined with variables such as geomorphology, soil, geology, hydrography, and land capability. Using these variables and change matrices, land use simulation for 2030 was created. During the simulation process, first of all, land use projection was carried out with "Markov Chains". Then, by using 6 independent variables, Artificial Neural Networks algorithm (ANN), transition areas probability map were created. Finally, a simulation map was obtained with the competition mechanism Cellular Automata (CA). The results show that there are major and remarkable changes in many land use classes. Especially settlement areas and agricultural lands, where human pressure is intense, come to the fore in this regard. In the future, these areas will undergo more change and transformation. According to simulation results, the area of open spaces with little or no vegetation, pastures" and inland waters will decrease; agriculture lands, forests, bush and settlement fabric areas will increase.

Keywords: Elazığ, Land Use, CORINE, Land Use Projection, CA-MARKOV, ANN-MARKOV

¹ **Correspondence to:** Asst. Prof., Firat University, Faculty of Humanity and Social Sciences, Geography Department, 23150, Elazığ, TURKEY., <https://orcid.org/0000-0002-6084-7735>, facanpolat@firat.edu.tr

² Res. Asist., Firat University, Faculty of Humanity and Social Sciences, Geography Department, 23150, Elazığ, TURKEY., <https://orcid.org/0000-0001-7338-4445>, ddagli@firat.edu.tr

GİRİŞ

Arazi kullanımı, insanların belirli bir arazi örtüsünü üretmek, değiştirmek veya sürdürmek için üstlendiği düzenlemeler, faaliyetler ve girdiler ile karakterizedir. Arazi kullanımının bu şekilde tanımlanması, arazi örtüsü ile insanların, çevrelerindeki eylemleri arasında doğrudan bir bağlantı kurar (Gregrio ve Jansen, 2005). Arazi yani mekân, sınırlı bir kaynak olduğu için nüfus artışıyla birlikte üzerindeki baskı da artmaktadır. Bu nedenle her alanda olduğu gibi arazi kullanımında da verimliliğin artırılması yönünde çalışmalara ve planlamalara ihtiyaç vardır.

Arazi kullanım değişikliği iki ana süreci ifade eder. İlk süreç, farklı amaçlarla (örneğin mera, ekili alan, kentsel) kullanılan arazi alanının genişlemesi veya daralmasıyla ilgili arazi örtüsündeki değişikliklerdir. İkinci süreç ise, mevcut arazi örtüsünün işlenmesinde gerçekleşen (örneğin, sulama, gübre kullanımı, mahsul tipi, hasat uygulamaları veya geçirimsiz yüzeylerdeki farklılaşma) değişikliklerdir (Davis ve ark., 2019). Arazi kullanımı değişimi hem doğal etkiler hem de insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Lambin ve ark., 2001; Van Vliet ve ark., 2015; Gomes ve ark., 2019).

Değişimin olumlu sonuçları fazla olduğunda, pek dikkati çekmez ve devam eder. Ancak olumsuz sonuçları fazla olduğunda, değişimin yönü, hızı ve etkileri konusunda tartışmalar ortaya çıkar. Değişimin bir diğer boyutu ise süreçtir. Sürecin uzunluğu veya kısalığı, değişimin algılanmasını doğrudan etkileyebilmektedir. Özellikle uzun vadede gerçekleşen değişim, olumsuz sonuçlarına rağmen, bunlar kanıksandığı için dikkati çekmeyebilir ve problemlerin daha fazla büyümesine neden olabilir. Bu nedenle değişimin doğru algılanması, değişimin yönetimi için vazgeçilmez bir husustur (Canpolat, 2019). İçinde bulunduğumuz yüzyılda insan faaliyetlerinde, doğal ortamda ve teknolojiye bağlı olarak değişim ve bilhassa bu değişimin hızı, arazinin kullanımında da önemli etkiler meydana getirmektedir.

Arazi kullanımındaki değişim, küresel çevresel değişimin önemli bir itici gücü olarak kabul edilmektedir (Turner ve ark., 1994). Arazi kullanımındaki değişim son 40 yılda belirgin bir şekilde ivmelenmiştir (Metzger ve ark., 2006; Calzada ve ark., 2018). Bu değişim, nüfusun yoğun olarak bulunduğu kentsel alanlar ve çevresinde daha hızlı gerçekleşmektedir. Büyük kentsel bölgelerdeki en önemli değişimlerden biri, tarımdan kentsel kullanıma geçişler şeklinde ortaya çıkmaktadır (Marraccini ve ark., 2015; Abrantes ve ark., 2016; Gomes ve ark., 2019).

Arazi kullanım değişikliği modelleri, arazi kullanım sistemlerinin karmaşıklığının bir bölümünü temsil etmektedir. Bu modeller arazi kullanımının, seçilen bağımsız değişkenlerdeki değişikliklere olan duyarlılığını test etme imkânı sunarlar (Veldkamp ve Lambin, 2001). Ölçüm ve modellemeler ile arazi kullanımındaki değişimi açıklamak, istatistiksel yöntemlerle birlikte iyi gelişmesine rağmen istatistiksel belirsizlik yani ölçülemeyen değişkenler ve yapısal belirsizlik yani sistem dinamiklerini tam yansıtmama gibi özellikleri nedeniyle yanılma payı artabilmektedir (Aspinall ve Hill, 2007). Bu yanılma payını arttıran hususlardan bir diğeri de arazi kullanım kararlarındaki değişkenliktir. Bu değişkenliğin üç faktör grubundan etkilendiği belirtilmektedir. Bunlardan ilki, gayrimenkul bir değer olarak toprak, ikincisi toplumda ve ekonomide kuralları belirleyen kurumlar, üçüncüsü ise arz-talep ve benzeri ekonomik süreçlerdir (Hubacek ve Vazquez, 2002). Söz konusu yanılma paylarına rağmen arazi kullanımındaki değişimi ve simülasyon modelleri oluşturmak, değişimi yönetmek ve planlamak için gereklidir. Ayrıca simülasyonlar sosyal ve ekolojik sistemlerin sürdürülebilirliğinin test edilmesine olanak sağlar. Süreç olarak, herhangi bir model mekânsal gerçekliğin tüm yönlerini birleştirmekten yoksun olsa da bir dizi koşul altında sistemin davranışı hakkında değerli bilgiler sağlar (Veldkamp ve Lambin, 2001).

Simülasyon modelleri ile arazi kullanımına etki eden doğal ve beşeri faktörler girdiler halinde sistem analizine dâhil edilmekte ve bunlar çıktı olarak mekânı tahmin ederek açıklamaktadır. Günümüzde kentsel büyüme ve arazi kullanım/örtüsü değişimlerinin modellenmesinde Hücresel Otomat (HO), Yapay Sınır Ağları (YSA), Markov Zinciri, SLEUTH Modeli vb. çok sayıda simülasyon modeli geliştirilmiştir (Yazıcı, Öztürk ve Ayazlı, 2019). Bu modelleri kullanarak arazi kullanımındaki değişimi açıklamak ve simüle etmek için modellerden daha fazla açık kaynak kodlu veya ticari yazılım kullanılmaktadır. Bu yazılımlar içinde farklı model ve algoritmalar aracılığıyla projeksiyonlar gerçekleştirilmektedir. Söz konusu yazılımların önemli bir kısmı arazi kullanımındaki değişimin temel tetikleyicisi olarak kentsel büyüme ve kentsel alanlardaki değişimi modellemek üzere tasarlanmıştır (Chaudhuri ve Clarke, 2013; Verburg ve ark., 2002; Xiaohua ve Yongjiu, 2020). Bunun yanında hem genel arazi kullanımı hem de kentsel alanlardaki değişimi simüle etmek üzere, kullanılan yazılımlar da mevcuttur (Liu ve ark., 2017; Gismond, 2013; Eastman, 2015).

Türkiye’de arazi kullanımı ile ilgili ilk çalışmalar Erol (1959), Gözenç (1974), Tolun-Denker (1976), Mater (1982), Tunçdilek (1985) ve daha sonra giderek artan sayıda diğer araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmalar mevcut arazi kullanımının sınıflandırılması ve değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Mevcut arazi kullanımıyla birlikte değişimin ele alındığı çalışmalar, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojilerinin geliştiği ve uydu görüntülerinin aktif olarak kullanılmaya başlandığı 2000’li yıllar sonrasına karşılık gelmektedir. Arazi kullanımı simülasyonu ise son 10 yıl içinde gelişmeye başlamış ve daha çok kentsel büyüme çalışmalarında kullanılmıştır.

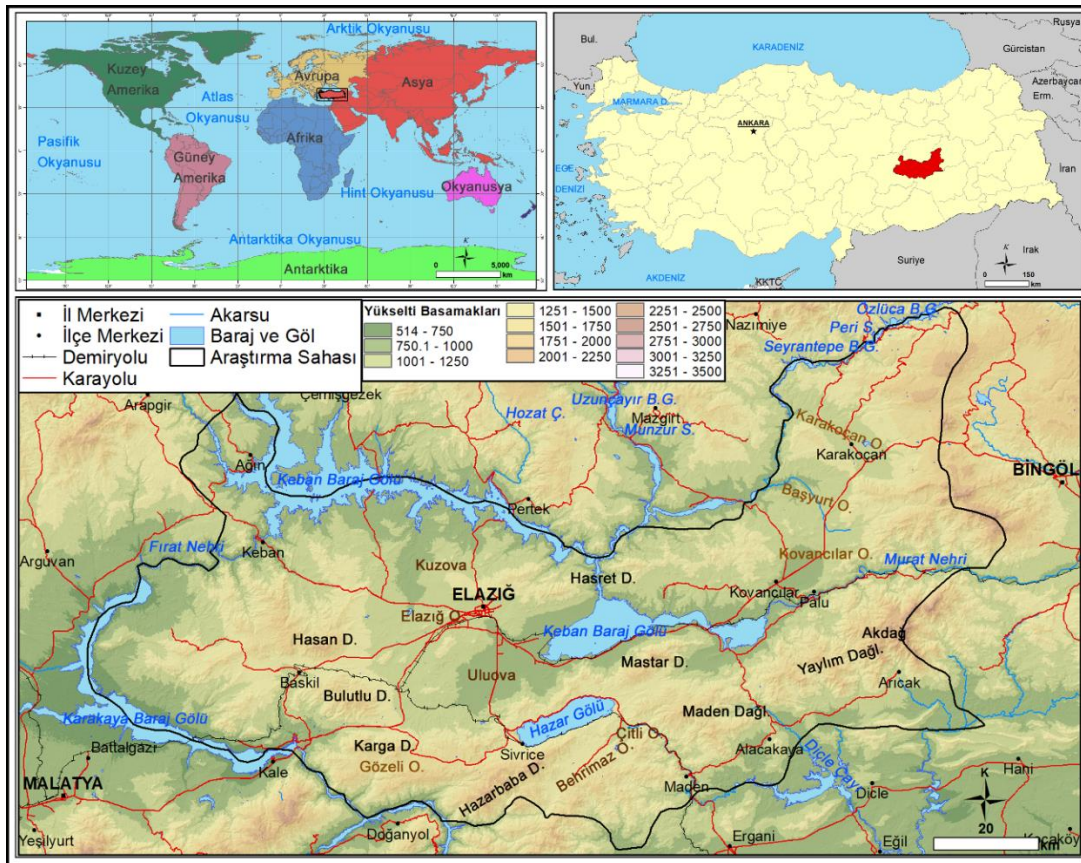
Arazi kullanımı değişimi ve simülasyonu çalışmalarında CORINE verisi, günümüzde uluslararası literatürde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Kucsicsa ve ark., 2019; Ustaoglu ve Aydınoglu, 2019; Petrişor ve ark., 2020; Cieślak ve ark., 2020).

Bu kapsamda CORINE, Avrupa kıtası ölçeğinde farklı dönemlere ait arazi kullanım sınıflarının ve durumunun gösterildiği önemli bir veri kaynağıdır. CORINE Projesi'nin temel amacı; Avrupa Çevre Ajansı'nın belirlediği kriterler ve sınıflandırma sistemi doğrultusunda Avrupa Çevre Ajansı'na (AÇA; Europa Environment Agency-EEA) üye tüm ülkelerde, arazideki çevresel değişimlerin belirlenmesi, doğal kaynakların rasyonel biçimde yönetilmesi ve çevre ile ilgili politikaların oluşturulması amaçlarına yönelik, aynı temel verilerin yönetilmesi ve standart bir veri tabanının oluşturulmasıdır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). CORINE projesinde yer alan en önemli problemlerden biri arazinin CORINE'de haritalanacak en küçük biriminin 25 ha olmasıdır (Koca ve ark., 2009). Bu problem 25 hektardan küçük arazilerin, enterpolasyonla farklı sınıflara dâhil edilmesi şeklinde gerçekleşmektedir.

Elazığ ili, arazi kullanımındaki değişim bakımından tarımsal yapısı, yer altı kaynakları, yer üstü kaynakları ve nüfus artışı ile 1990'lı yıllardan bu yana önemli değişikliklerin yaşandığı bir ildir. Elazığ ilindeki arazi kullanımına yönelik gerek lokal (Çağlıyan, 2002; Özdemir ve Sunkar, 2003) gerekse il düzeyinde (Üstündağ, 2009; Elazığ Valiliği, 1998) çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmalar değişimden ziyade mevcut durum ve problemler üzerinden konuyu değerlendirmektedir. Bu çalışma, Elazığ ilinde genel arazi kullanımındaki değişimin, CORINE projesi verilerine dayanarak farklı ölçeklerdeki arazi sınıflarının değişimine ve projeksiyonuna odaklanmaktadır. Bu doğrultuda değişim üzerinde etkili olan süreç ve olaylar değerlendirilmekte ve geleceğe yönelik bir öngörü sunulmaktadır.

Çalışma Sahasının Konumu ve Coğrafi Özellikleri

İlin yüzölçümü yaklaşık 9271 km²'dir. Kuzeyinde Tunceli, güney ve batısında Malatya, güneydoğusunda Diyarbakır ve doğusunda Bingöl illeri ile komşudur. İlin kuzey ve batı sınırlarının büyük bölümü baraj gölleri (Keban, Karakaya, Özlüce, Seyrantepe) ve akarsular (Peri Suyu ve Fırat Nehri) üzerinden geçmektedir. Kuzeydoğu sınırı Peri Suyu ile Gayt Çayı'nın havza sınırından, güney sınırı ise Güneydoğu Torosların güney eteklerinden geçmektedir (Şekil 1).

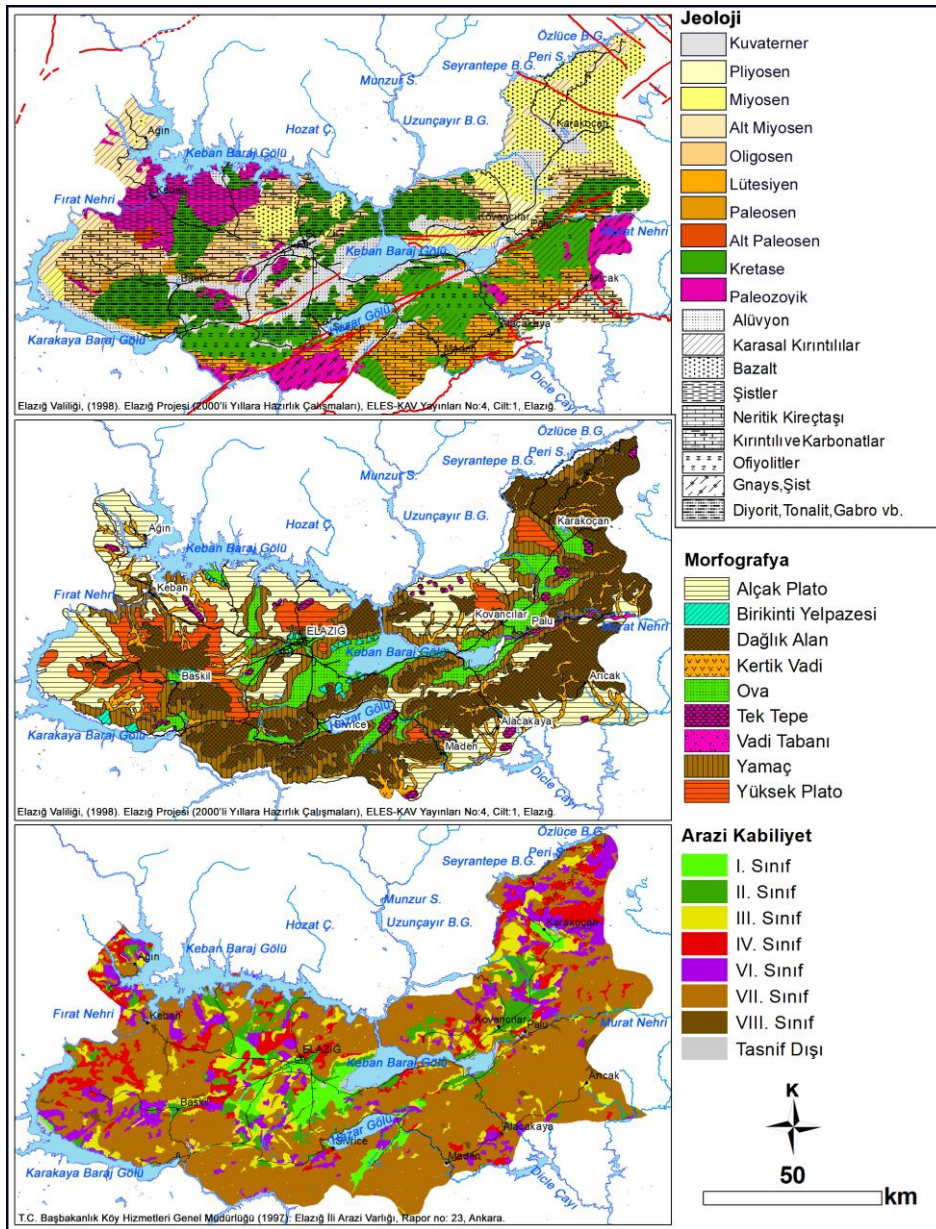


Şekil 1: Çalışma Sahasının Lokasyon Haritası

Elazığ ilini, jeomorfolojik olarak Güneydoğu Toroslar ve uzantıları ile depresyon ovaları ve plato sahaları karakterize etmektedir. İl sınırları içinde kalan arazini önemli bir bölümü dağlık alanlardan (% 27, 2357 km²) oluşturmaktadır. Güneydoğu Toroslar ve uzantılarının oluşturduğu bu dağlık alanlar içindeki vadiler, ovalar ve eğimin uygun olduğu yamaçlar arazi kullanımında beşeri faaliyetlerin payının arttığı sahalara karşılık gelmektedir. İlin yaklaşık yarısını oluşturan (% 45, 3929 km²) alçak ve yüksek platolar ile ovalar ve birikinti yelpazeleri ildeki önemli tarımsal arazilerin bulunduğu alanlara karşılık

gelmektedir. Bunlar arasında Uluova, Kuzova, Hankendi, Baskil, Behrimaz, Yarımcı Kovancılar ve Başyurt ovaları tarımsal açıdan önemlidir. Elazığ ovası ise artık tarımdan ziyade kentsel yerleşme ve gelişme alanı olması bakımından önemlidir. Ovalarda arazi kullanım çeşitliliği ve degradasyon beşeri faaliyetlerin yoğunlaşmasıyla artış göstermektedir. Yüksek ve alçak platolardaki eğimli, aşınmış ve parçalanmış kesimlerde tarımla birlikte diğer arazi kullanım sınıfları ortaya çıkmaktadır (Elazığ Valiliği, 1998; Üstündağ, 2009; Çakılcıoğlu, 2014).

İlin güney ve kuzeybatısındaki arazileri oluşturan ve temeli meydana getiren en yaşlı birimler olan Güneydoğu Anadolu metamorfit masifleri gerçekte aynı tektonik birime ait ve aynı tektonik konumdadırlar (Elazığ Valiliği, 1998). Kretase yaşlı ofiyolitler ilin güney yarısında KD-GB bir hat üzerinde dağlık arazileri oluşturmaktadır. Bu arazilerde özellikle Alacakaya ve çevresinde zengin krom yatakları yer almaktadır. Ofiyolitlerin kuzeyinde yine ilin dağlık arazileri üzerinde yer alan formasyon üst kretase yaşlı Yüksekova karmaşığı arazileridir. İlin güney ve güneydoğusunda ofiyolitlerin güneyinde aynı istikamette uzanan Üst Paleosen yaşlı formasyon yer alır. İldeki genellikle plato sahalarına karşılık gelen Lütésiye yaşlı formasyon yatay ve düşey yönde çok sık kayaç ve fasiyes değişikleri göstermekte olup, tektonizma etkisinde dar, derin ve uzun bir havzada tortulanmıştır (Turan, 1984; Elazığ Valiliği, 1998). İlin kuzey ve kuzeydoğusunda yer alan Üst Miyosen yaşlı bazalt arazileri genellikle yüksek plato ve dağlık alanlardan oluşmaktadır. Kuaterner birimleri akarsu sekilerini oluşturan eski alüvyonlar ve birikinti yelpazeleri (Pleyistosen), etek döküntüleri ve güncel taşkın yataklarını işgal eden yeni alüvyonlar (Holosen) olmak üzere dört grup halinde görülürler (Elazığ Valiliği, 1998; Şekil 2).



Şekil 2: Elazığ İlının Fiziki Ortam Özellikleri

İlin önemli hidrografik unsurları arasında Keban ve Karakaya baraj göllerinin yer aldığı Fırat Nehri, Özlüce, Seyrantepe, Pembelik ve Tatar barajlarının bulunduğu Peri Suyu, Uluova'nın batısını drene eden Haringet Çayı, Hazar Gölü'nün güneyinde yer alan Behrimaz Ovası'nı drene eden Behrimaz Deresi yer almaktadır. Ayrıca Doğu Anadolu'nun en büyük tatlı su gölü olan Hazar Gölü, il sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 2).

Arazi kabiliyet sınıfları açısından ilin % 18.5'ini eğim yapısı 0 ile % 12 arasında değişen tarıma elverişli I. II. ve III. sınıf araziler oluşturmaktadır. Söz konusu araziler ilin önemli düzlükleri ve çevresinde yer almaktadır. % 12'den fazla eğime sahip IV. sınıf araziler ise vadiler ve yamaçlar boyunca, bilhassa III. sınıf arazilerden VI. ve VII. sınıf arazilere geçiş sahalarında görülmektedir. Tarıma elverişli olmayan ve genellikle doğal bitki örtüsünün hâkim olduğu VI. ve VII. sınıf araziler % 65 ile en fazla yer kaplayan kabiliyet sınıfıdır. VIII. sınıf çıplak araziler ise genellikle ilin yükselti değeri en yüksek olan dağlık kesimlerinde ve aşınım sahalarında görülmektedir (Şekil 2).

Elazığ ilinde arazi kullanımı üzerinde doğal ortam şartları temel itici güçleri oluşturmaktadır. Ancak arazi kullanımının değişimi üzerinde beşeri faaliyetlerin baskın bir rolü görülmektedir. Beşeri faaliyetlerin yoğunlaştığı alanlar yerleşmeler ve yakın çevreleridir. İlde 550 köy, 9 belde, merkez ilçeyle birlikte 10 ilçe merkezi yerleşmesi bulunmaktadır. 2007 yılı Elazığ ili kırsal nüfusu 151484 ve kırsal nüfus oranı % 28 iken, 2019³ yılında 140547'ye ve % 28'lük orana gerilemiştir. Kentsel nüfus ise 2007 yılında 389774 ve kentsel nüfus oranı % 72 iken, 2019 yılında 450551'e ve % 76'lık orana yükselmiştir. 2007-2019 yılları arasında kentsel nüfus artış oranında % 25'lik artış ile Kovancılar ilk sırada iken, il merkezi % 18'lik artış ile ikinci sıradadır. Karakoçan (% 10), Palu (% 5), Arıcak (% 5) ve Baskil (% 2) pozitif büyüme hızlarına sahip iken Maden (% -37), Keban (% -22), Sivrice (% -13), Alacakaya (% -11) ve Ağın (% -11) ilçe merkezlerinde negatif artış gerçekleşmiş, yani nüfusları azalmıştır (TÜİK, ADNKS, 2007; TÜİK, ADNKS, 2019).

METOD VE MALZEME

Veri Değerlendirme

Bu çalışmada değişkenlerin türü nedeniyle hem nitel hem de nicel araştırma metodu kullanılmıştır. Çalışma, Elazığ ilindeki arazi kullanım sınıflarındaki değişimin dağılımlarını ve nedenlerini açıklamayı hedeflemektedir. Bu kapsamda arazi kullanımındaki değişimin coğrafi analizi yapılmaktadır. Ayrıca mevcut verilerden yola çıkarak gelecekteki arazi kullanımının simülasyonunu yapmak hedeflenmektedir. Bu kapsamda arazi kullanım haritaları dışında doğal ortamı oluşturan jeoloji, morfoloji, yükselti ve eğim haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca toprak grupları, arazi kabiliyet sınıfları, erozyon ve diğer toprak özelliklerine ait haritalar hazırlanarak arazi kullanım haritalarıyla karşılaştırılmış ve tespit edilen değişiklikler nedenleriyle birlikte açıklanmıştır.

Araştırmanın temel verisini ise CORINE arazi örtüsü sınıflandırma projesine ait veriler oluşturmaktadır (COPERNICUS, 1990; 2006; 2012; 2018). CORINE arazi kullanım projesi 1/100.000 ölçekli hazırlanmaktadır. Projede en küçük haritalandırılan ünite 25 hektardır. Projenin birinci seviye sınıflandırmasında 5 başlık, ikinci seviye sınıflandırmasında 15 başlık ve üçüncü seviye sınıflandırmasında 44 başlık bulunmaktadır. Avrupa Çevre Ajansı tarafından organize edilen CORINE (Coordination of information of the environment-Çevre ile ilgili bilgilerin koordinasyonu) programının üç amacı vardır. Bunlar tüm topluluk üyeleri için önceliğe sahip belirli konularla ilgili olarak çevrenin durumu hakkında bilgi toplamak, üye devletler içinde verinin derlenmesini sağlamak ve verilerin tutarlı/uyumlu olmasını sağlamaktır (ETC/LC, 1995: 3-6).

Arazi kullanım özellikleri 1990, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait CORINE verileri kullanılarak, öncelikle 2006-2018 yılları arasındaki değişim niceliksel ve mekânsal olarak tespit edilmiştir. Daha sonra söz konusu değişim betimsel olarak izah edilmiştir. Projeksiyon yapmak için 2006 ve 2012 yıllarına ait arazi kullanım haritası eğitim verisi olarak kullanılmış, 2018 yılına ait arazi kullanım haritası ise test verisi olarak kullanılmıştır. Böylece 2030 yılına ait bir projeksiyon yapılmıştır. Bu süreçte kullanılan bağımsız değişkenlerden karayolları Open Street Map (OSM) açık erişimli verileri (GEOFABRİK, 2020) kullanılarak Öklid mesafe haritası oluşturulmuştur. İl arazi varlığı haritasından (T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1997) elde edilen yerleşme alanları haritası ile yine OSM'den elde edilen akarsular haritası kullanılarak mesafe haritaları oluşturulmuştur. USGS (United States Geological Survey, 2020) veritabanından elde edilen sayısal yükselti modeliyle (SYM) yükselti, eğim ve bakı değişkenleri oluşturulmuştur. Tüm mekânsal veriler aynı piksel (30*30) ve projeksiyonda (UTM-37N) ayarlanarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Söz konusu haritaların ve analizlerin yapılması için ArcGIS 10.2, Terrset 18.3 ve GEOSOS-FLUS 2.4 yazılımları kullanılmıştır.

³ Yerel seçimler dolayısıyla kırsal nüfusta görülen sanal artış nedeniyle 2018 yılı verileri yerine, mevcut durumu daha doğru yansıtan 2019 verileri kullanılmıştır.

Arazi Değişim Modeli

Arazi kullanımı modelleri içerisinde, literatürde en yaygın olarak kullanılan yazılımlardan biri Terrset'tir (Clark Labs, 2018). Bu çalışmada, arazi kullanımındaki değişimi açıklamak için Terrset yazılımındaki "Land Change Modeler" modülü kullanılmıştır. Böylece, 2006-2018 periyodunda sınıflar arasındaki değişim elde edilmiştir. Arazi değişim modeli, daha önce deneyimlediği sınıflar arasındaki geçiş potansiyelini kullanarak etkileyen faktörlerle birlikte arazi kullanımı modellemesi yapmaktadır. Model, farklı periyotlara ait arazi kullanımı haritasından geçiş alanları matrisi oluşturmaktadır (Tablo 2). Sınıflar arasındaki geçiş alanlarına bağlı olarak geçiş olasılıkları matrisi oluşturulur ve geçiş potansiyeli yüksek alanlar tahmin edilir.

Ancak söz konusu modül, simülasyonu bir sınıfa öncelik vererek yapması nedeniyle alternatif olarak Geosos-Flus yazılımı kullanılmıştır. Arazi kullanım değişikliği modelleme yöntemlerinin güvenilirliği, her bir modelin avantajlarını birleştirmek için iki veya daha fazla simülasyon tekniği birleştirilerek geliştirilebilir. Söz konusu yazılım, öncelikle markov zinciri ile geçiş olasılıklarını tahmin etmekte, daha sonra yapay sinir ağları algoritmasıyla markov zinciri sonuçlarını kullanarak geçiş olasılık modeli/haritası oluşturmaktadır. Son aşamada ise kendinden uyarlamalı süredurum ve rekabet mekanizması algoritmalarını kullanarak Hücresel Otomat tekniğini uygulamakta ve simülasyonu gerçekleştirmektedir.

Markov Zinciri

Markov Zinciri, belirtilen tarihle birlikte önceki ve sonraki arazi örtüsü haritalarının kullanım miktarını belirler (Mishra ve ark., 2014). Prosedür, geçiş potansiyellerinin geleceğe projeksiyonuna dayanarak, sonraki tarihten tahmin edilen tarihe ne kadar arazinin geçmesi gerektiğini tam olarak belirler ve bir geçiş olasılıkları dosyası oluşturur (Mishra ve ark., 2014).

Markov zincir analizi, mekânsal değişikliklerin tanımlanması zor olduğunda, arazi kullanım değişikliğini modellemek için uygun bir araçtır. İlerideki değişimin yönü ve büyüklüğünün bir göstergesi olarak hizmet eder ve bu analiz, arazi kullanım sınıfları arasındaki geçiş olasılıklarını hesaplamaya yarayan bir süreçtir. Markov zinciri uzamsal dağılımdaki değişiklikleri modelleme ve simüle etme yeteneğine sahip değildir. Bununla birlikte, tahmin ve arazi kullanımı değişikliği miktarını tahmin edebilmek için kullanılan etkili ve güçlü bir yardımcıdır (Al-sharif ve Pradhan, 2014). Markov zinciri aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir:

$$S(t + 1) = P_{ij} \times S(t)$$

$$P_{ij} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{2n} \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{nn} \end{pmatrix}$$

$$\text{and} \left(0 \leq P_{ij} < 1 \text{ and } \sum_{j=1}^N P_{ij} = 1, (i, j = 1, 2, \dots, n) \right)$$

burada $S(t)$, t zamanındaki sistemin durumudur $S(t + 1)$, zamandaki sistemin durumudur; $(t + 1)$; P_{ij} ise bir durumdaki geçiş olasılığı matrisidir (Al-sharif ve Pradhan, 2014).

Yapay Sinir Ağları (YSA)

YSA birçok araştırma alanındaki tahmin problemlerini ele almak için kullanılmaktadır. YSA, karmaşık olgu ve davranışları modelleyen bir makine öğrenmesi algoritmasına dayanır (Mayoraz, ve ark.,1996; Pijanowski ve ark., 2002; Gomes, 2019). YSA, tipik olarak birçok girdiye (bağımsız değişkenler) bağımlı olan doğrusal olmayan işlevleri tahmin etmek veya yaklaşık olarak tahmin etmek için kullanılır. Genel olarak, çoklu giriş ve çıkış nöronlarına sahip bir YSA bir girdi katmanı, bir gizli katman ve bir çıkış katmanı olmak üzere üç katmandan oluşur. Girdi katmanında, her bir nöron, bir girdi değişkenine, örneğin Hücresel Otomat (HO) modelinde bağımsız mekânsal değişkenler, sosyo-ekonomik değişkenler ve doğal iklim değişkenlerine karşılık gelir. Matematiksel olarak şu şekilde ifade edilebilir:

$$X = [x^1, x^2, \dots, x^n]^t$$

Ancak bu formül yalnızca temel formüldür. İlgili nöronları yani girdi değişkenleri ve değişkenler arasındaki ilişki çok sayıda formülle hesaplanmakta ve sonuçlandırılmaktadır (Liu ve ark., 2017).

Bir arazi ızgarasının belirli bir arazi kullanım türüne göre geliştirilip geliştirilmeyeceği, yalnızca meydana gelme olasılığına değil, aynı zamanda tahmin dönemi boyunca farklı gelişme durumlarını açıklayan diğer değişken bileşenlerine de bağlıdır.

Bu nedenle YSA ile oluşturulan olasılık haritası, Hücresel Otomat ve komşuluk etkisi, dönüşüm ağırlığı ve rulet seçimi ile farklı arazi kullanım türleri arasında rekabeti birleştirmektedir.

Hücresel Otomat (HO)

HO metodu, uzayın hücelere bölündüğü ve bu hücrelerin zamanla diğer hücrelerden etkilenerek farklı adımlarla ilerlediği üzerine kuruludur. Hücrelerin gelişmesinde çevresindeki hücrelerin etkisi kadar hücrenin kendi karakteristiği de önemlidir. Böylece karmaşık olan sistemler basit bir matematiksel yöntemle açıklanabilmektedir (Çağlıyan ve Dağlı, 2015).

HO modelleri gerçek doğa düzenlemelerini simüle etmeyi amaçlayan ve bu doğrultuda stokastik, doğrusal olmayan ve uzamsal süreci simüle edebilen bir algoritmadır. Bu nedenle arazi kullanımı değişikliğinin modellenmesinde, sıklıkla tercih edilen yöntemlerden biridir. Çünkü tanımlanmış geçiş kurallarına dayalı, modelleme sonuçları verir. (Al-sharif ve Pradhan, 2014). HO aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir:

$$S(t, t + 1) = f(S(t), N)$$

Burada S hücrenin niteliğidir, t mevcut zaman, $t + 1$ gelecek zaman, N hücresel alan ve f mekânda hücresel durumların geçiş kuralını ifade etmektedir (Al-sharif ve Pradhan, 2014).

Modeldeki algoritmalarından biri olan süredurum katsayısı, belirli bir arazi kullanım türünün gelişme eğilimi makro taleple çelişiyorsa, katsayıyı, simülasyon esnasında dinamik olarak değiştirmektedir. Örneğin, gelecekteki durum daha fazla ekili arazi gerektiriyorsa ve simülasyon yinelenmelerinde ekili arazinin miktarı azalır, ekili arazileri korumak ve diğer arazi kullanım türlerinin ekili araziye dönüştürülmesini teşvik etmek için süredurum katsayısını arttırmaktadır. Süredurum katsayısı şu şekilde tanımlanır:

$$Inertia_k^t = \begin{cases} Intertia_k^{t-1} & \text{if } |D_k^{t-1}| \leq |D_k^{t-2}| \\ Intertia_k^{t-1} \times \frac{D_k^{t-2}}{D_k^{t-1}} & \text{if } D_k^{t-1} < D_k^{t-2} < 0 \\ Intertia_k^{t-1} \times \frac{D_k^{t-1}}{D_k^{t-2}} & \text{if } 0 < D_k^{t-2} < D_k^{t-1} \end{cases}$$

Burada t zamanı, k arazi sınıfını, D ise talebi ifade etmektedir (Liu ve ark., 2017: 99).

Kendinden Uyarlamalı Süredurum ve Rekabet Mekanizması Hücresel Otomatı modelleme sürecinde arazi kullanım sınıflarının zamansal değişimleri Markov zincir sürecinde üretilen geçiş matrislerine dayalı olarak yönlendirilir. Mekansal değişimler HO model sürecinde geçiş potansiyeli haritaları, komşuluk ve yerel geçiş kurallarının konfigürasyonu ile kontrol edilmektedir.

Dönüştürme ağırlığı ise belirli bir arazi sınıfının başka birine değişme zorluğunun kısa bir özetidir. Çalışma alanındaki tarihsel arazi kullanım verilerinin ve bölgesel uzman görüşlerinin analizine dayanılarak tahmin edilmektedir. Dönüşüm ağırlığı değeri 0 ile 1 arasında değişir (Liu ve ark., 2017).

Olasılık, komşuluk etkisi, süredurum katsayısı ve dönüşüm ağırlığı göz önüne alındığında, belirli bir arazi kullanım türü tarafından işgal edilen bir hücrenin, birleşik olasılığı aşağıdaki denklem kullanılarak tahmin edilir:

$$TP_{p,k}^t = P_{p,k} \times \Omega_{p,k}^t \times Inertia_k^t \times (1 - SC_{c \rightarrow k})$$

Formülde $TP_{p,k}^t$ p hücresinin mevcut arazi kullanım tipinden, projeksiyon süresi olan t 'de, hedef tip k 'ya dönüşme olasılığını ifade eder. $P_{p,k}$, p hücresi üzerinde arazi kullanım türü k 'nin meydana gelme olasılığını belirtir; $\Omega_{p,k}^t$ p hücresi üzerinde arazi kullanım türü k 'nin izgara hücresi p üzerindeki komşuluk etkisini belirtir. $Inertia_k^t$ yineleme zamanında yani verilen yıllar ile tahmin edilmesi istenen yıllar arasında (t), arazi kullanım tipi'nin (k) süredurum katsayısını gösterir. Son olarak $(1 - SC_{c \rightarrow k})$ orijinal arazi kullanım türü olan c 'den hedef tür k 'ya dönüşüm ağırlığını belirtir. Her yineleme süresi için birleştirilmiş olasılığı tahmin ettikten sonra, HO simülasyonu bir izgara hücresinin dönüştürülüp dönüştürülmeyeceğini belirler. Dönüştürülürse, simülasyon bir sonraki yinelemede hangi arazi kullanım türünün izgara hücresinin işgal edeceğini belirler (Liu ve ark., 2017).

BULGULAR VE YORUMLAR

Arazi Kullanımı Değişimi

Araştırma başlangıçta 1990 ve 2018 arasındaki 28 yıllık değişikliği tespit etmeyi ve analiz etmeyi amaçlamaktaydı. Ancak 1990 ve 2000 yılına ait veriler ile sonraki yıllar arasındaki arazi örtüsü sınıflandırmasındaki standartların aynı olmadığı görülmüştür. Bu nedenle arazi örtüsü geçiş standartlarının nispeten daha iyi olduğu 2006 ve 2018 arası dönem değerlendirilmiştir. CORINE arazi kullanım sınıflarına göre 1990 ile 2018 yılları arasında görülen, ancak gerçekte yalnızca sınıflandırmaya bağlı ortaya çıkan sanal değişime dair bazı örnekler şunlardır:

- Yerleşme dokusunda 1990 yılında köy merkezleri ile yakın çevresini içeren alanlar çizilmiş ancak daha sonraki dönemlerde bunlar çıkarılarak, yalnızca ilçe merkezleri bırakılmıştır.
- Sanayi ticaret ve ulaşım sınıfında 1990 yılında Şeker Fabrikasını (Yazikonak), Ferro Krom Tesislerini (Yarımca) ve Tuğla Fabrikasını (Sivrice) kapsarken, bu sınıfa diğer dönemlerde 1975 yılından beri faaliyette olan Keban Barajı eklenmiştir.
- Tarım dışı yeşil alanlar sınıfında, 1990 yılında rekreasyon alanı olarak belirtilen Fırat Üniversitesi kampüsü, daha sonra çıkarılarak kampüs içindeki Fethi Sekin Mesire Alanı bırakılmıştır.
- Sürekli ürünler sınıfında, 1990 yılında üzüm bağı olarak gösterilen arazilerin büyük bölümü ekilebilir arazi sınıfına dönüştürülmüştür.
- Orman sınıfında, 1990 yılında orman alanları olarak belirtilen alanların bir kısmı, diğer dönemde “çalı ve otsu bitkiler” sınıfına dâhil edilmiştir. Yine, 1990 yılında “çalı ve otsu bitkiler” olarak sınıflandırılan bazı alanlar da “ormanlar” olarak değiştirilmiştir.
- Çalı ve otsu bitkiler arazi örtüsü sınıfında yer alan arazilerden ilin batısında Keban Barajı’nın KB’sındaki engebeli arazide, Baskil İlçesi’nin GB’sındaki engebeli arazide ve il merkezi yakınlarındaki engebeli arazilerdeki (Meryem Dağı, Keklik Tepe) doğal çayır arazilerinin “bitki örtüsü az veya olmayan çıplak araziler” olarak sınıflandırma değişikliği yapılmıştır. Yine bu sınıfta, 1990 yılında Baskil Ovası’nın batısındaki “karışık tarım alanları”, Hasan Dağı üzerindeki “çalı ve otsu bitkiler” ve il genelinde görülen “bitki örtüsü az veya olmayan çıplak araziler” sınıfları arasında alansal olarak büyük sınıflandırma dönüşümleri gerçekleştirilmiştir.

2006-2018 yılları arasında Elazığ ilinde CORINE arazi kullanım haritalarına göre ortaya çıkan değişikliklere dair bulgular ise şu şekildedir:

Yerleşme dokusu olarak belirtilen sürekli ve süreksiz kent alanlarında gerçekleşen 1101 hektarlık artışın diğer arazi örtüsü birimleriyle ilişkisinde ilk dikkati çeken husus, tarım arazilerinden aldığı 800 hektardan fazla arazidir. Ayrıca bitki örtüsü az alanlardan, çalı ve otsu bitkiler sınıfından ve meradan 230 hektardan fazla arazi, yerleşme dokusu sınıfı olarak değişmiştir (Tablo 1, Şekil 3, 4 ve 5).

Tablo 1: Elazığ İlinde CORINE Arazi Sınıflarına Göre 2006-2018 Yılları Arası Değişimi

1.Seviye	2006	2018	2.Seviye	2006	2018	3.Seviye	2006	2018	Fark			
1. Beşeri Alanlar	7630	10206	1.1. Yerleşme Dokusu	4658	5759	1.1.1. Sürekli Kent Alanı	465	465	0			
						1.1.2. Süreksiz Yerleşme Alanı	4193	5294	1101			
			1.2. Sanayi, Ticaret ve Ulaşım Üniteleri	1052	1631	1.2.1. Sanayi ve Ticaret Alanı	1707	2584	1.2.2. Karayolu ve Demiryolu Eklentileri	0	35	35
									1.2.4. Havaalanı	85	299	213
									1.3.1. Maden Ocağı	1581	2146	564
									1.3.2. Çöplük Alanı	41	45	3
			1.3. Maden Ocağı, Çöplük ve İnşaat Alanları	1707	2584	1.3.3. İnşaat Alanı	212	232	1.3.3. İnşaat Alanı	85	394	309
									1.4.1. Kentsel Yeşil Alan	78	78	0
									1.4.2. Rekreasyon Alanı	135	154	19
									2.1.1. Kuru Tarım	64067	64911	844
2. Tarımsal Alanlar	284706	289459	2.1. Ekilebilir Arazi	121478	122597	2.1.2. Sulamalı Tarım	57411	57686	276			
						2.2. Sürekli Ürünler	6712	6641	19			
			2.3. Mera	12021	10545	2.3.1. Mera	144495	149675	2.3.1. Mera	12021	10545	-1476
									2.4.2. Karışık Tarım Alanı	69792	70328	536
			2.4. Karışık Tarım Alanları	144495	149675	2.4.3. Doğal Bitki Örtüsü ve Tarım Alanları	258510	248017	2.4.3. Doğal Bitki Örtüsü ve Tarım Alanları	74703	79347	4645
									3.1.1. Yayvan Yapraklı Orman	12341	12758	417
									3.1.2. İğne Yapraklı Orman	780	1572	792
									3.1.3. Karışık Orman	1792	1799	8
			3. Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	574345	567463	3.1. Ormanlar	14913	16130	3.2.1. Doğal Çayır	209866	210210	344
									3.2. Çalı ve Otsu Bitkiler	300996	303317	1977
3.3. Bitki Örtüsü Az veya Olmayan Çıplak Araziler	258510	248017				3.3.1. Kumsal Alanlar	258510	248017	3.2.4. Yer Yer Ağaçlıklı Çalılık	91130	93107	1977
									3.3.1. Kumsal Alanlar	1602	2198	597
									3.3.2. Çıplak Kayalık	21820	21076	-744
									3.3.3. Düşük Yoğunluklu Bitki Örtüsü	235015	224742	-10273
									3.3.4. Yanmış araziler	73	0	-73
									5.1.1. Akarsu	2181	3087	906
5. Hidrografik Alanlar	60422	60048				5.1. İç Sular	60422	60048	5.1.2. Göl ve Gölet	58241	56962	-1280

Yerleşme dokusu sınıfı içinde yer alan, 3.seviyede sürekli kent alanı olarak geçen sınıfa ait araziler yalnızca Elazığ kentinde yer almaktadır. Bu alan kentin merkezi iş sahasını ve yakın çevresini oluşturmaktadır ve ilgili dönemde sabit kalmıştır. Ancak süresiz yerleşme alanı 1101 hektar artmıştır. Bu artışta kentin nüfusundaki artışla birlikte, “2009 yılındaki depremden sonra depreme dayanıklı konutlara yönelik talebin artmasıyla, kent çevresindeki eğimli sahalara doğru büyümesi (Canpolat, 2019)” etkili olmuştur. Elazığ ilinde, il nüfusunun yarısından fazlası Elazığ şehrinde ikamet etmektedir. Bu nüfusa ikametini almadığı halde kentte yaşayan ve gününbirlik/mevsimlik olarak kente gelenler dâhil edildiğinde, il nüfusunun yaklaşık dörtte üçünün şehirde yaşadığı söylenebilir (Canpolat, 2019). Dolayısıyla yerleşme dokusundaki değişimin il merkezi odaklı olması, öngörülebilir bir durumdur.

Yerleşme dokusu 2006 ile 2018 yılları arasında gerçekte daha fazla büyüme göstermiştir. Nitekim 1997 yılında hazırlanan il arazi varlığı haritasında Elazığ kenti hariç toplam yerleşme alanı yaklaşık 5000 hektar olarak hesaplanmıştır. Son yıllarda köylerde yeni yapılan meskenler, artık yola ve insanların kendi tarım arazisine yakın yerlerde ve daha az eğimli yüzeylerde yapılmaktadır (Canpolat ve Hayli, 2018: 2240). Sonuçta kırsal yerleşmelerin daha gevşek bir dokuya sahip alanlara dönüşmesi nedeniyle, yerleşme alanlarının beklenenden daha fazla büyümesi gerekirdi. Ancak CORINE sınıflandırmasında arazi sınıfına ait alanın, en az 25 hektar büyüklüğünde olması gerektiğinden beklenenden daha düşük bir artış/değişim yaşanmıştır.

Tablo 1: CORINE Arazi Sınıfları 2.Seviye'ye Göre 2006-2018 Yılları Arası Değişim Matrisi (Hektar)

2.Seviye Arazi Sınıfları	Yerleşme Dokusu	Sanayi, Ticaret, Ulaşım	Maden, Çöplük, İnşaat	Tarım Dışı Yeşil Alan	Ekilebilir Arazi	Sürekli Ürünler	Mera	Karışık Tarım Alanı	Ormanlar	Çalı ve Otsu Bitkiler	Bitki Örtüsü Az Alanlar	İç Sular	Fark Toplam
Yerleşme Dokusu	0	19	25	0	220	4	37	595	-2	49	146	3	1096
Sanayi, Ticaret, Ulaşım	-19	0	24	0	273	0	-1	77	0	-1	192	-1	544
Maden, Çöplük, İnşaat	-25	-24	0	0	67	17	118	52	0	335	339	-1	878
Tarım Dışı Yeşil Alan	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	11	0	18
Ekilebilir Arazi	-220	-273	-67	-7	0	-1	367	22	1	298	372	648	1140
Sürekli Ürünler	-4	0	-17	0	1	0	5	6	0	-9	-45	-6	-69
Mera	-37	1	-118	0	-367	-5	0	-712	-571	25	373	-64	-1475
Karışık Tarım Alanı	-595	-77	-52	0	-22	-6	712	0	-259	2652	3405	-593	5165
Ormanlar	2	0	0	0	-1	0	571	259	0	398	9	-16	1222
Çalı ve Otsu Bitkiler	-49	1	-335	0	-298	9	-25	-2652	-398	0	6256	-215	2294
Bitki Örtüsü Az Alanlar	-146	-192	-339	-11	-372	45	-373	-3405	-9	-6256	0	618	-10440
İç Sular	-3	1	1	0	-648	6	64	593	16	215	-618	0	-373
Fark Toplam	-1096	-544	-878	-18	-1140	69	1475	-5165	-1222	-2294	10440	373	0

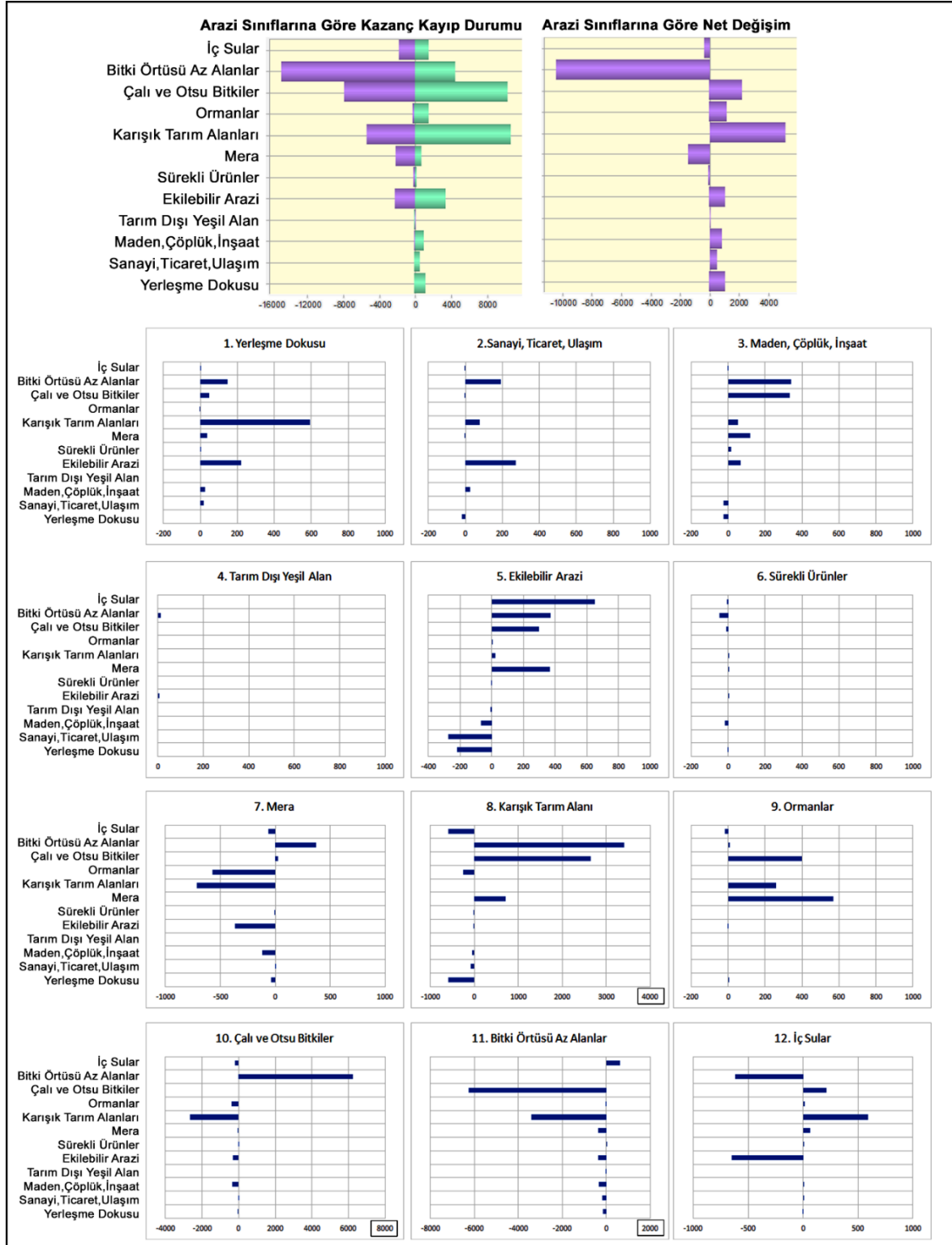
Chi-square = 201109680.0000, df = 144, P-Level = 0.0000, Cramer's V = 0.9147, Kappa =0,97

Sanayi, ticaret ve ulaşım ünitelerini oluşturan sınıfta 579 hektarlık bir artış gerçekleşmiştir. Bu artış üzerinde, tarımsal arazilerden alınan 350 hektarlık alan önemlidir. Ayrıca bitki örtüsü az alanlardan 190 ha. arazi yine bu sınıfa dönüştürülmüştür. Bu arazi örtüsünde gerçekleşen mekânsal değişiklikler arasında kentin doğusunda Şehir Hastanesinin yapılması, Fırat Üniversitesi alanının ve Organize Sanayi bölgesinin genişletilmesi, havalimanının yerinin değiştirilerek büyütülmesi, kentin batısında özel bir şirkete ait ticari bir sahanın oluşturulması ve onun hemen güneyinde cezaevinin yapılması yer almaktadır. Sanayi Ticaret ve Ulaşım alanlarında ortaya çıkan negatif veriler yani kaybedilen araziler, aslında bir sonraki dönemde yapılan çizimde gerçekleştirilen düzeltmelere bağlı küçük değişikliklerdir (Tablo 1).

Maden ocağı, çöplük ve inşaat alanları 1707 hektardan 2584 hektara genişlemiştir. Söz konusu büyüme üzerinde mevcut maden alanlarının genişletilmesi ve yeni maden alanlarının açılması belirleyici olmuştur. Bu arazi sınıfı kentin batısındaki kuru tarım arazisinden 150 hektardan fazla arazi almıştır. Ancak alınan bu arazi önce inşaat alanı olarak tahsis edilmiş daha sonra sanayi alanına dönüştürülmüştür. Ayrıca mera, çalı ve otsu bitkiler ile bitki örtüsü az alanlardan 800 hektardan fazla arazi alınmıştır. Bu araziler ise maden ocaklarına dönüştürülen arazileri göstermektedir. Açılan veya genişletilen maden ocakları krom madenine bağlı olarak, Alacakaya ve Arıcak çevresinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca Keban ilçe merkezinin KD'sunda, Uçağaç Köyü (Keban ilçesine bağlı), Sütluçe Köyü (Merkez ilçeye bağlı), Elazığ kentinin batısında ve güneyinde açılan 4 maden ocağıyla birlikte yeni maden ocağı alanları ortaya çıkmıştır. Maden, çöplük ve inşaat alanlarından yerleşme dokusuna ve sanayi, ticaret ve ulaşım sınıfına ise bu dönemde 50 hektar arazi verilmiştir. 2018 yılı itibarıyla inşaat alanı olarak gösterilen yerler arasında Fırat Üniversitesi Kesikköprü kampüsü, Elazığ merkez ilçesindeki Kültür Park ve 1. Organize sanayi bölgesinin doğu kesimi ile Baskil'in KB'sındaki bir baraj alanı yer almaktadır.

Tarım dışı yeşil alanlar sınıfı içinde 2006 yılı itibarıyla tarihi Harput yerleşmesi, Asri mezarlık, Yurtbaşı Ilıcısı ve kent içinde bulunan mesire yeri bulunmaktadır. 2018 yılında söz konusu alanlar aynı kalmış ancak Harput yerleşmesi ile Asri mezarlıkta 19 hektarlık alansal bir büyüme gerçekleşmiştir. Bu sınıf içinde yer alması gereken ancak gösterilmeyen rekreasyon sahaları arasında Hazar gölü kıyıları, Keban Barajı ve baraj gölü çevresi gibi büyük alanlar yer almaktadır.

Ekilebilir arazi sınıfında 1180 hektardan daha fazla bir büyüme gerçekleşmiştir. Bu büyümede “mera, çalı ve otsu bitkiler” ile “bitki örtüsü az alanlardan” alınan araziler temel belirleyici olmuştur. Ayrıca “iç sulardan” alınan 600 hektardan fazla arazi, dikkati çeken bir değişikliktir. Ekilebilir arazi sınıfında diğer arazi türlerinden toplam 1700 hektardan fazla arazi alınmış; “yerleşme dokusu”, “sanayi, ticaret, ulaşım”, “maden, çöplük, inşaat” arazi kullanım sınıflarına 500 hektardan fazla arazi verilmiştir. Dolayısıyla bu arazi örtüsündeki toplam değişim 2200 hektardan daha fazladır. Değişimin mekânsal örüntüsünde dikkati çeken en önemli değişim ise Uluova'nın batısında Keban Baraj Gölünün sularının çekilmesiyle buradaki arazilerin sulamalı ve kuru tarım arazilerine dönüştürülmesidir (Tablo 1, Şekil 3, 4 ve 5).



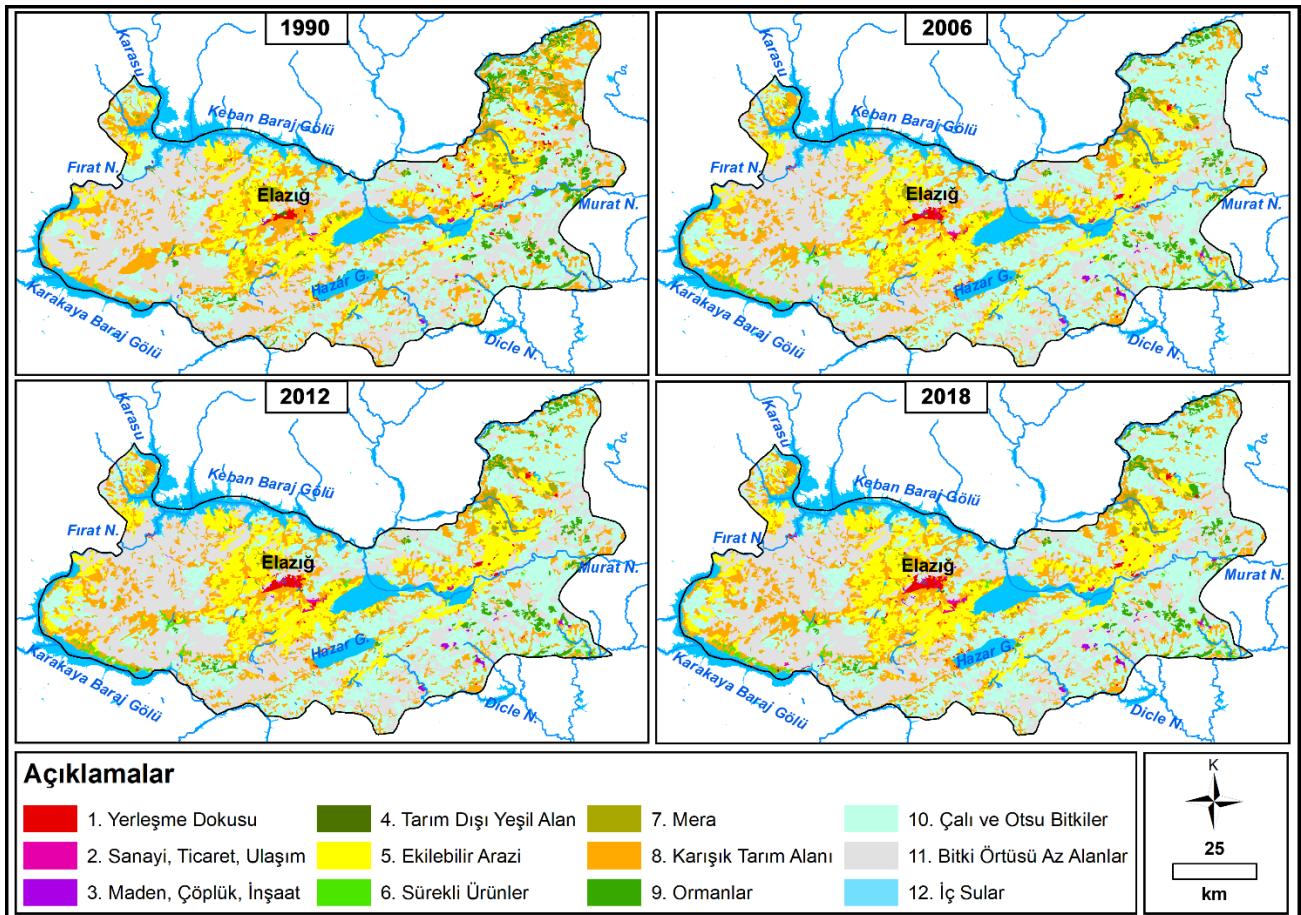
Şekil 3: Arazî Sınıflarına Göre 2006-2018 Yılları Arasında Kazanç ve Kayıp Alanları ile Net Değişim (Hektar)

Sürekli ürünler sınıfında 2006-2018 döneminde dikkate değer bir değişim görülmemektedir. Ancak bu sınıftaki esas önemli değişim, 1990'lı yıllardan itibaren bilhassa kayısı yetiştiriciliğinin etkisiyle, Baskil İlçesi'nde gerçekleşmiştir. İlçe merkezinin çevresinde, güneyinde ve batısında farklı nitelikteki tarım arazilerinin dönüştürülmesi ve yenilerinin açılmasıyla meyvecilik alanlarında dikkate değer bir artış gerçekleşmiştir. Bir diğer önemli değişim ise 1990'lı yıllardan sonra Uluova'daki sürekli ürünlere ait arazilerin, karışık tarım ve sulamalı tarım arazilerine dönüşmesi şeklinde gerçekleşmiştir.

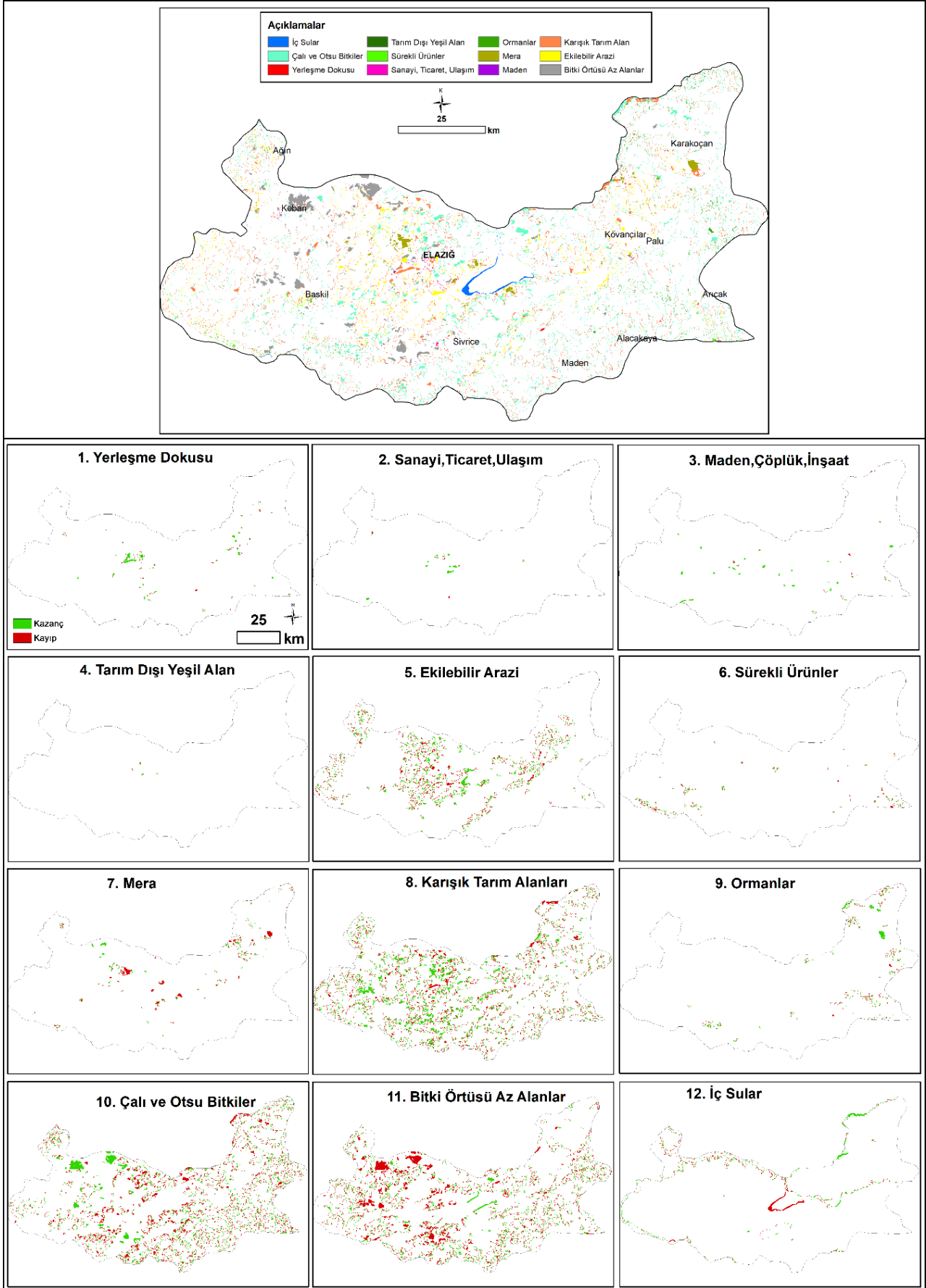
Mera alanlarında genel olarak kayıplar yaşanmıştır. Bitki örtüsü az alanlardan sonra en fazla alan yitiren arazi sınıfıdır. Mera arazilerinin yaklaşık 1000 hektarlık bölümü tarımsal arazilere, 500 hektarlık bölümü ise orman sınıfına dönüştürülmüştür. Bunun dışında "yerleşme dokusu" ile "maden, çöplük, inşaat" sınıflarına 150 hektar arazi vermiştir. Mera sınıfına, bitki örtüsü az alanlardan yaklaşık olarak 400 hektarlık bir arazi dâhil edilmiştir. Mekânsal dağılış açısından dikkati çeken değişiklikler arasında ise il merkezinin kuzeyinde yer alan mera arazilerinin karışık tarım arazilerine, Karakoçan ilçe merkezinin GD'sundaki mera arazilerinin, ormanlara dönüştürülmesi yer almaktadır.

Karışık tarım alanları sınıfı diğer arazi türlerini göre alanını en fazla genişleten sınıftır. Doğal bitki örtüsü ve tarım alanlarını kapsayan bu sınıf doğal alanlarla iç içedir. Çalı ve otsu bitkiler ile bitki örtüsü az alanlardan 6000 hektardan fazla arazi, karışık tarım alanları sınıfına dönüştürülmüştür. Ayrıca 700 hektardan fazla mera arazisi karışık tarım alanları olarak değişmiştir. Yani değişim hem arazi örtüsü sınıfında gerçekleşen değişimle, hem de sınıflandırmada yapılan dönüşümle ilgilidir. Karışık tarım alanları sınıfındayken, yerleşme dokusu ile sanayi ve ticaret alanları gibi sınıflara dönüştürülen arazi miktarı 700 hektardan fazladır. Bunun yanında karışık tarım alanları sınıfındaki arazilerin bir bölümü, orman arazisine dönüştürülmüştür. Kazanılan ve kaybedilen araziler toplu olarak değerlendirildiğinde, 8000 hektara yakın bir değişim yaşandığı görülmektedir. Mekânsal pattern açısından ise karışık tarım alanları sınıfında, genellikle periferik bir alansal değişim yaşanmıştır. Yani mevcut alanların bitişiğinde, kazanç veya kayıp gerçekleşmiştir.

Ormanlar sınıfında, toplam 1280 hektardan fazla bir artış gerçekleşmiştir. Orman arazi örtüsü sınıfı, ağırlıklı olarak meralardan ve çalı/otsu bitkiler sınıfından arazi kazanmıştır. Karışık tarım alanlarından, ormanlara dönüştürülen arazi ise değişimden ziyade, sınıflandırmada yapılan bir değişiklik ile ilgilidir. İlin dağlık kesimlerinde yoğunlaşan orman arazilerinde en belirgin mekânsal değişim, Karakoçan İlçesi sınırları içinde görülmektedir.



Şekil 4: Elazığ İli CORINE Arazi Örtüsü Haritaları (1990, 2006, 2012, 2018 Yılı)



Şekil 5: Arazi Sınıflarına Göre Kazanç-Kayıp Durumu ve Toplu Değişim (2006-2018)

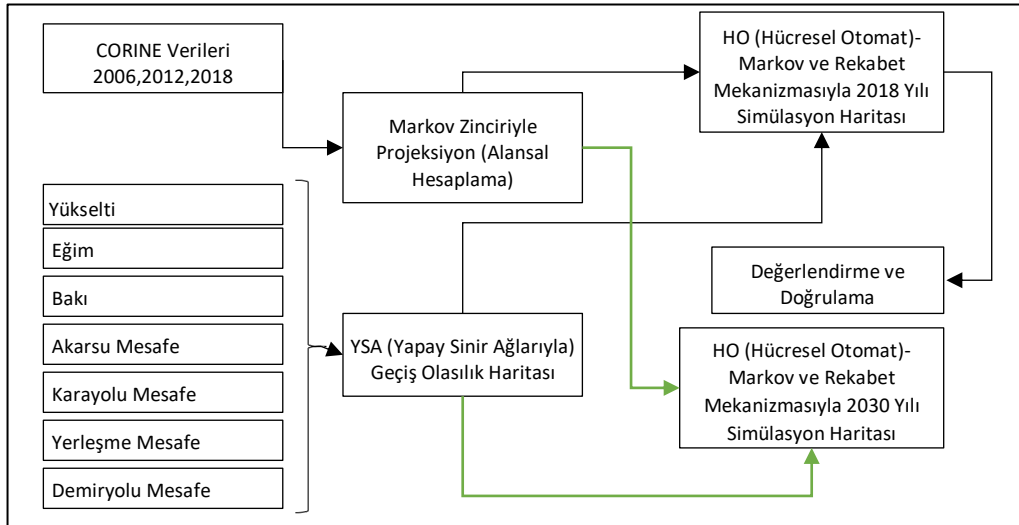
Çalı ve otsu bitkiler sınıfında bitki örtüsü az olanlardan alınan 6000 hektardan fazla arazi dışında başta “karışık tarım alanları” olmak üzere “ormanlar”, “ekilebilir araziler”, “iç sular”, “maden, çöplük ve inşaat alanları” sınıfı ile “yerleşme dokusu” sınıfına verilen, yaklaşık 4000 hektarlık arazidir. Değişim 3 şekilde gerçekleşmiştir. Birincisi, il genelinde birçok alanda görüleceği üzere mevcut doğal çayır alanlarının genişletilmesi şeklindedir. İkincisi, ilin batısında Keban Barajı’nın KB’sındaki engebeli arazide, Baskil İlçesi’nin GB’sındaki engebeli arazide ve il merkezi yakınlarındaki engebeli arazilerdeki (Meryem Dağı, Keklik Tepe) doğal çayır arazilerinin “düşük yoğunluklu bitki örtüsü alanları” olarak değiştirilmesi şeklindedir. Üçüncüsü ise, 1990 yılında Baskil Ovası’nın batısındaki “karışık tarım alanlarının”, Maden Dağları ve Yaylın Dağları başta olmak üzere il genelinde görülen “düşük yoğunluklu bitki örtüsü alanlarının” bir bölümünün bu sınıfa dönüştürülmesi şeklinde olmuştur (Tablo 1, Şekil 3,4 ve 5).

Bitki örtüsü az veya olmayan çıplak araziler diğer arazi sınıflarının potansiyel olarak büyüme sahalarını içermektedir. Ancak bu karakteri, 10000 hektardan fazla gerçekleşen azalmayı açıklamak için yeterli değildir. Dolayısıyla bitki örtüsü az alanlardan, çalı ve otsu bitkiler sınıfına dâhil edilen 6300 hektar arazi ve karışık tarım alanlarına dâhil edilen 3400 hektardan fazla arazi, değişimden ziyade bir sınıflandırma dönüşümünü göstermektedir. Bunun yanında, başta il merkezi çevresi olmak üzere “ekilebilir araziler”, “yerleşme dokusu”, “sanayi, ticaret, ulaşım” ve “maden, çöplük, inşaat” sınıfına verdiği yaklaşık 1000 hektarlık arazi gerçek değişimi karşılık gelmektedir. Ayrıca Keban Barajı göl alanının azalmasına bağlı olarak, 600 hektardan fazla bir arazi buradan kazanmıştır.

İç sular sınıfında “ekilebilir araziler” ve “bitki örtüsü az alanlar” sınıflarının her birine yaklaşık 600 hektarlık arazi vermesi Keban Barajı sularının çekilmesi ile ilgilidir. Ayrıca yeni yapılan baraj ve göletler (Peri Suyu-Pembelik Barajı, Kavaktepe Köyü-Hatunköy Barajı, Işıktepe Köyü-Işıktepe Göleti) nedeniyle “karışık tarım alanları”, “çalı ve otsu bitkiler” ile “mera” sınıfından 800 hektarlık bir arazi kazanmıştır.

Arazi Kullanımı Simülasyonu

CORINE verileri 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait haritalardan oluşmaktadır. Projeksiyon yaparken ve simülasyon haritaları oluşturulurken nispeten daha iyi bir standarda sahip 2006 yılı ve sonraki arazi kullanım haritaları kullanılmıştır. Sonuçta 2006 ile 2018 yılları arasındaki 12 yıllık zamansal farka uygun olarak, 2030 yılına ait simülasyon haritası oluşturulmuştur (Şekil 6).

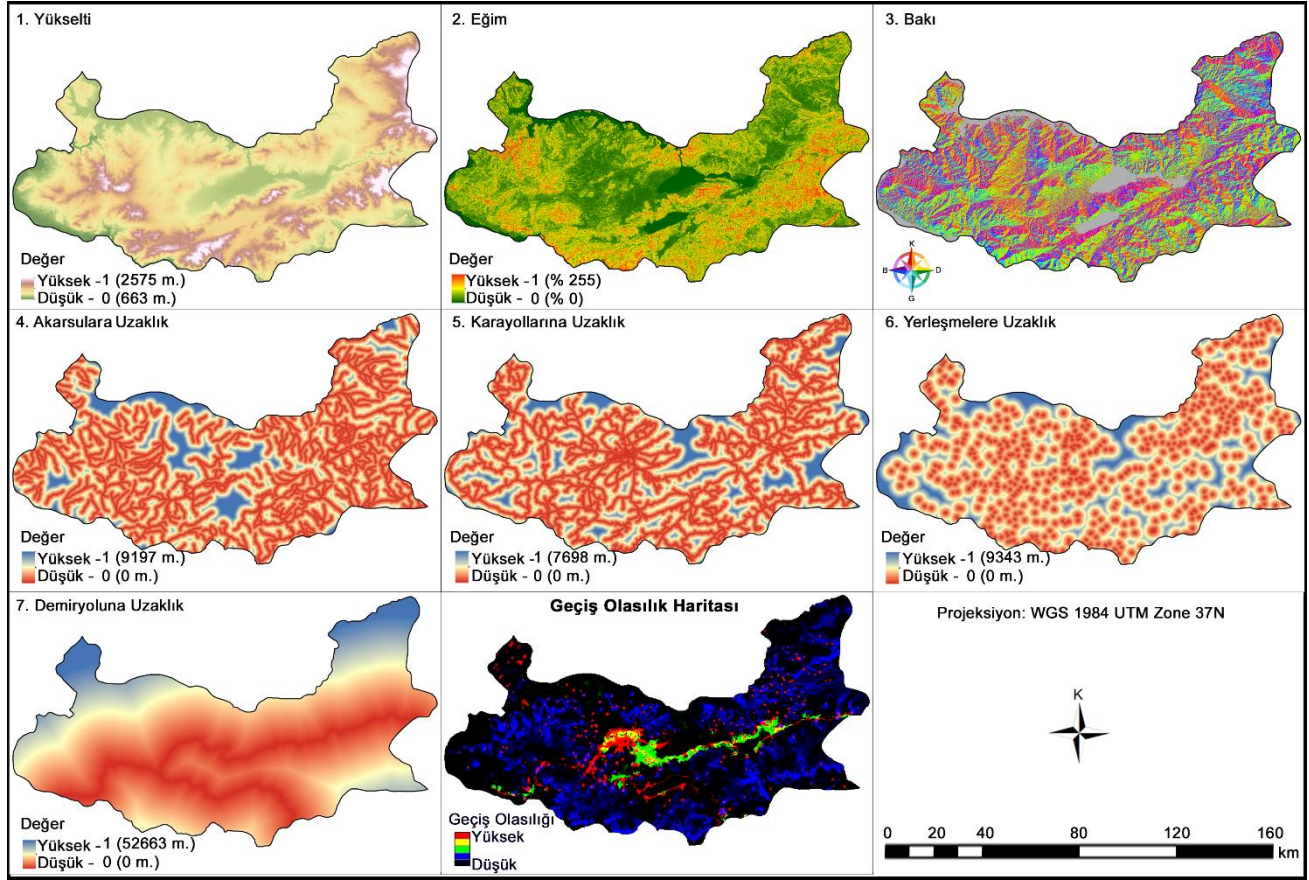


Şekil 6: Yöntem Akış Süreci

Simülasyon haritasında kullanılan bağımsız değişkenler arasında yükselti, eğim, bakı, akarsulara uzaklık, karayollarına uzaklık, yerleşmelere uzaklık ve demiryoluna uzaklık yer almaktadır. Söz konusu bağımsız değişkenlerle birlikte 2006 ve 2018 yıllarına ait arazi kullanım haritaları kullanılarak geçiş olasılık haritası oluşturulmuştur. Daha sonra arazi kullanım haritası ve geçiş olasılık haritası kullanılarak simülasyon haritaları oluşturulmuştur (Şekil 7, Şekil 8).

Modelin doğruluk değerlendirmesinde, 2006, 2012 ve 2018 yılları arazi kullanımı verileri kullanılmıştır. 2006 ve 2012 yılı arazi kullanımı verileri ile 2018 yılı arazi kullanımı simüle edilmiş ve kontrol modeli olan 2018 yılı gerçek arazi kullanımı verisiyle kıyaslanmıştır. Böylece, 2018 yılı arazi kullanımı simülasyon modeline ait Kappa değeri, 0.94 olarak hesaplanmıştır. Kappa değeri, YSA modellerin performansını değerlendirmek için kullanılan bir indistir. Ölçüm değerleri ile model tahmini arasındaki hata oranını belirlemek için kullanılan RMSE (ortalama hata kareleri karekökü) değeri 0 ile 1

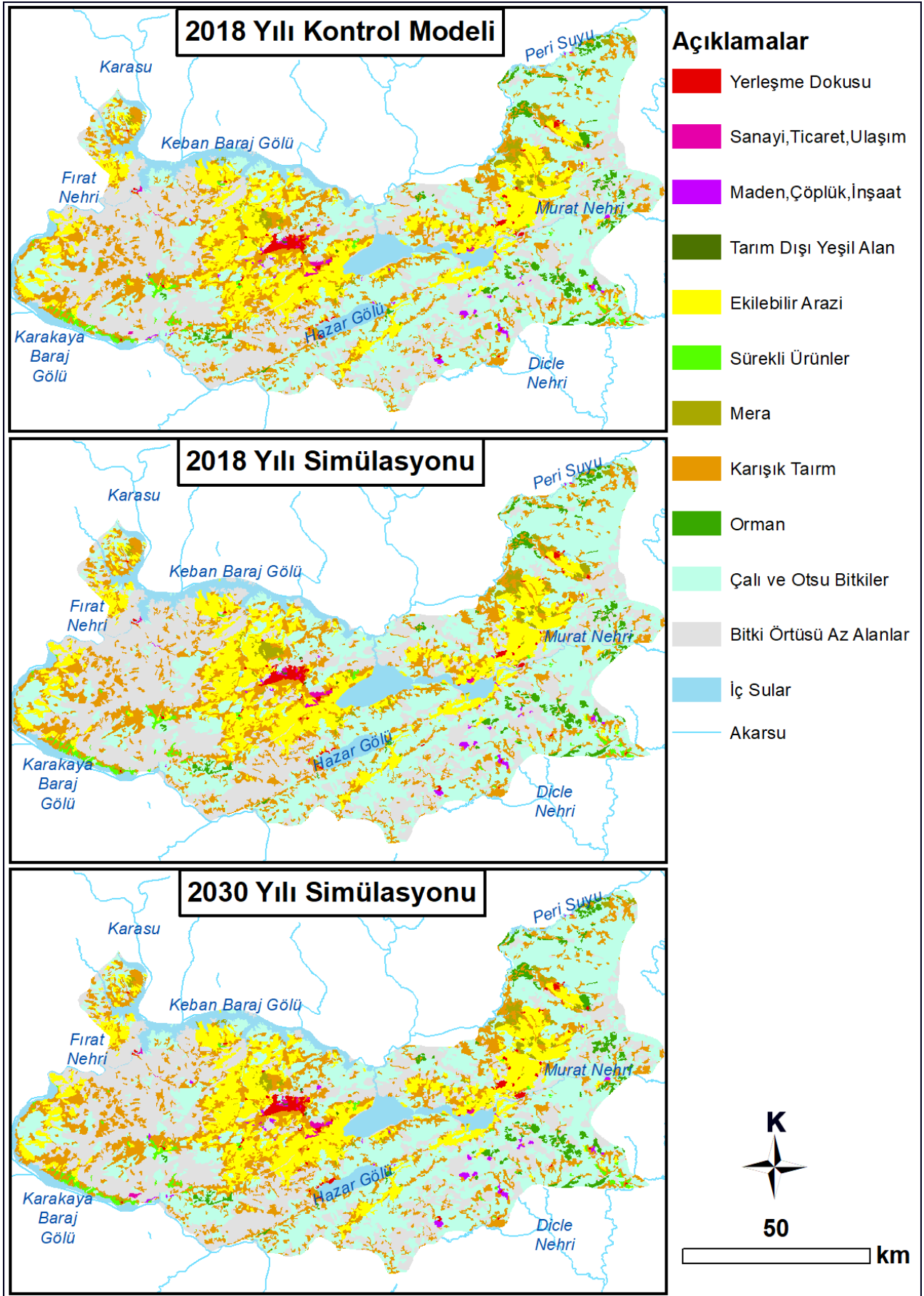
arasında değişir ve 0'a yaklaştıkça doğruluk oranı artar (Willmott, 1981). 2006-2012 yıllarına ait arazi kullanım haritalarının eğitim verisi olarak kullanıldığı ve 2018 yılının simüle edildiği modelde RMSE değeri 0.215 olarak hesaplanmıştır. 2006-2018 yıllarına ait arazi kullanım haritalarının eğitim verisi olarak kullanıldığı ve 2030 yılının simüle edildiği modelde RMSE değeri aynı çıkmıştır.



Şekil 7: Arazi Kullanımı Simülasyonunda Kullanılan Normalize Edilmiş Değişkenler ve Geçiş Olasılık Haritası

Mevcut arazi kullanımı (2018) ile projeksiyonu yapılan arazi kullanımı (2018) kıyaslandığında, bazı arazi kullanımı sınıfları hariç (maden, çöplük ve inşaat) tüm sınıflarda % 90'ın üzerinde bir tahmin doğruluğu gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, modelin projeksiyona uygun olduğunu göstermektedir. Böylece, 2006 ve 2018 yıllarındaki gerçek arazi kullanımından hareketle 2030 yılı arazi kullanımı projeksiyonu yapılmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre, sürekli ürünler, mera alanları, bitki örtüsü az alanlar ve iç sular da azalma, diğer sınıflarda artış görülecektir. Özellikle yerleşme alanlarında, sanayi, ticaret, ulaşım alanlarında, maden, çöplük, inşaat alanlarında ve tarım dışı yeşil alanlarda önemli artışlar öngörülmektedir. Kentsel nüfusun artışı ile birlikte fonksiyonel arazi kullanımındaki büyüme eğiliminin etkisiyle söz konusu sınıflarda artış yaşanması muhtemel görülmektedir. Bilhassa 24 Ocak 2020 tarihinde gerçekleşen Elazığ depremi sonrasında ise bu durum daha fazla kesinlik kazanmıştır. Çünkü kent içinde hasar gören ve yıkılan konutlar nedeniyle, devletin müdahalesiyle kentin güney ve güneydosundaki arazilerde başlatılan çok sayıda yeni konut projesi, hızlı bir şekilde devam etmektedir. Afetzedeler için inşa edilen konutlar, zeminin daha güvenli olduğu güney ve güneydoğudaki tepelik arazilerde yapılmaktadır. Dolayısıyla kentsel büyümenin kent içinde ve çevresindeki yeni konutlarla hız kazanacağı beklenmektedir (Tablo 2).

2018 yılına ait simülasyon haritasına göre, en yüksek doğruluk oranı (% 95 +) sürekli ürünler, ekilebilir arazi, bitki örtüsü az alanlar, iç sular, tarım dışı yeşil alan, çalı ve otsu bitkiler sınıflarında gözlenmiştir. Simülasyon, arazi geçişlerinin daha az olduğu sınıfları gerçeğe daha yakın bir şekilde tahmin etmiştir. En düşük doğruluk oranı ise maden, çöplük ve inşaat alanlarında gerçekleşmiştir. Elazığ şehri ve yakın çevresine karşılık gelen bu arazi sınıfının küçük alanlara karşılık gelmesi ve sosyo-ekonomik süreçlerden daha çok etkilenmesi nedeniyle simülasyon tahmini daha düşük çıkmıştır. Yerleşim alanına karşılık gelen yerleşme dokusu ile sanayi, ticaret ve ulaşım alanlarında da genel doğruluk oranı % 90'ın altında gerçekleşmiştir. Bunun temel nedeni, özellikle kentsel alanlarda gerçekleşen büyümeye bağlı arazi sınıflarındaki geçişlerin daha karmaşık olmasıdır. Nitekim kentsel alanlar için daha ayrıntılı ve özel yöntemler simülasyon için kullanılmaktadır (Şekil 8, Tablo 2).



Şekil 8: 2018 ve 2030 Yıllarına Ait Simülasyon Haritaları

Tablo 2: Elazığ İli 2030 Yılı Arazi Kullanımı Projeksiyonu ve Doğruluk Analizi Sonuçları

No	Arazi Kullanım Türü	Mevcut Arazi Kullanımı		Simülasyon Arazi Kullanımı		2006-2018 Gerçek Fark	2006-2018 Projeksiyon Farkı	2006-2018 Projeksiyon Farkı %	2006-2018 Projeksiyon Doğruluk %	2030 Yılı Projeksiyon	2018-2030 Farkı	2018-2030 Fark %
		2006	2018	2018	Harita Doğruluk Oranı %							
1	Yerleşme Doku	4657	5754	5688	89	1096	-65	-1.1	98.9	6864	1110	20.7
2	Sanayi, Ticaret, Ulaşım	1053	1596	1691	81	544	95	5.6	94.4	2129	533	25.9
3	Maden, Çöplük, İnşaat	1704	2582	2200	70	878	-382	-17.4	82.6	3395	813	54.3
4	Tarım Dışı Yeşil Alan	213	231	213	96	18	-18	-8.5	91.5	248	17	16.6
5	Ekilebilir Arazi	121378	122518	121011	97	1140	-1507	-1.2	98.8	123594	1077	2.1
6	Sürekli Ürünler	6705	6636	6705	98	-69	69	1.0	99.0	6571	-65	-2.0
7	Mera	12009	10534	11651	92	-1475	1116	9.6	90.4	9311	-1223	-20.1
8	Karışık Tarım Alanı	144412	149578	143627	93	5166	-5951	-4.1	95.9	154325	4747	7.4
9	Ormanlar	14901	16122	15231	91	1221	-891	-5.8	94.2	17260	1138	13.3
10	Çalı ve Otsu Bitkiler	300793	303086	300443	96	2293	-2643	-0.9	99.1	305057	1970	1.5
11	Bitki Örtüsü Az Alanlar	258313	247873	257239	97	-10440	9366	3.6	96.4	238101	-9773	-7.4
12	İç Sular	60374	60003	60814	97	-372	811	1.3	98.7	59658	-345	-1.9

Simülasyon (2030) sonuçlarına göre, en yüksek değişimin yerleşme alanları ve yakın çevresinde meydana geleceği öngörülmektedir. 2030 yılı projeksiyonuna göre, oransal olarak en hızlı büyüme sanayi, ticaret, ulaşım (% 33), maden, çöplük, inşaat (% 31.5) ve yerleşme doku (% 19) sınıflarında meydana gelecektir. En büyük değişimin meydana geleceği bir diğer arazi kullanımı sınıfı mera alanlarıdır. Sürekli azalma trendinde olan mera alanları tarım ve orman alanlarının lehine % 11 oranında küçülecektir. İlde büyüme eğiliminde olan orman alanlarındaki (% 7) artış devam edecektir. Özellikle ilin doğusunda geniş yayılım gösteren orman alanları, onun çevresinde büyümeyecektir. Tarım alanları ise az da olsa büyüme eğilimi göstermiştir. Özellikle karışık tarım alanlarında en fazla büyüyen (% 3) arazi kullanımı sınıfı olacaktır. Bunun yanında, rekreasyon alanlarına karşılık gelen tarım dışı yeşil alanların hızla arttığı gözlenmiştir. Gelecekte bu alanlar da özellikle kent çevresinde daha da büyüyeceği (% 7) düşünülmektedir. Simülasyon haritasında diğer arazi kullanımı sınıflarında meydana gelecek değişim önemli boyutlarda değildir. Fakat Keban Barajı su yüzeyinin alansal olarak sürekli azaldığı ve gelecekte de azalma eğiliminde (% -0,57) olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 8, Tablo 2).

SONUÇ

Arazi kullanımı insan ve mekân arasındaki etkileşiminin en önemli sonucudur. Bu sonuca bağlı olarak etkileşimin seyri ve boyutları değişir. Değişimin farklı ölçeklerde insana ve mekana olan etkisini sürdürülebilir kılabilmek ve araziden faydalanmada optimum bir süreç sağlayabilmek için farklı ölçeklerde planlama yapılması gerekmektedir. Elazığ ilinde arazi kullanımındaki değişimin analiz edildiği çalışmanın birinci bölümünde, süreç içinde görülen temel değişiklikler şunlardır.

- Elazığ ilinde nüfusun kent merkezine kaymasının etkisiyle kentsel yerleşme alanı büyümüştür.
- Tarımsal araziler “bitki örtüsü az alanlar”, “çalı ve otsu bitkiler” ve “mera” sınıflarından kazandığı arazilerle belirgin bir artış göstermiştir.
- İç sular sınıfında, Keban Barajı rezervuar alanındaki azalmaya bağlı bir düşüş gerçekleşmiş; bu arazilerin bir kısmı tarımsal arazilere, bir kısmı ise bitki örtüsü az alanlara dönüşmüştür.
- Ağaçlandırma faaliyetleri ile mera, çalı ve otsu bitkiler sınıfında yer alan araziler, ormanlara dönüştürülmüştür.

Çalışmanın ikinci bölümünde 2006-2012-2018 yıllarına ait arazi örtüsü sınıfları kullanılarak gerçekleştirilen simülasyonda diğer arazi sınıfları için en önemli potansiyel büyüme alanlarına karşılık geldiği için bitki örtüsü az alanlarda, daralma gerçekleşmesi beklenmektedir. Keban Baraj sularının elektrik üretiminde aktif olarak kullanılması ve bundaki artış eğilimi baraj rezervuar alanındaki azalma eğiliminin devam edeceği yönünde bir kanaat oluşturmaktadır. Mera arazilerinin özellikle beşeri müdahaleye açık bir konumda bulunması sebebiyle bu arazi örtüsündeki azalmanın, tarım alanlarının lehine devam edeceği düşünülmektedir. İl merkezi ve yakın çevresinde beşeri müdahalenin artacağı ve buna bağlı olarak mevcut tarımsal ve doğal arazi sınıflarının “yerleşme”, “sanayi, ticaret ve inşaat alanları” gibi sınıflara dönüşmesi beklenmektedir. Kentsel nüfusun rekreasyon ihtiyacına bağlı olarak tarım dışı yeşil alanların artış göstermesi oldukça muhtemeldir. Ekilebilir arazi ve karışık tarım alanlarında büyüme beklenmekle beraber bu büyümenin sınırlı olacağı düşünülmektedir. Yeni ağaçlandırma faaliyetlerine bağlı olarak, orman arazi örtüsündeki büyümenin devam etmesi beklenmektedir. Son olarak maden, çöplük ve inşaat sınıfında dönemin şartlarına bağlı olarak dinamik bir değişim gösterdiğinden net bir değişim eğilimi ifade etmek zordur. Nitekim projeksiyonda en düşük doğruluk oranı bu sınıfa aittir.

Bu çalışmanın diğer önemli sonucu, CORINE verilerinin kullanılabilirliği üzerine olmuştur. Bu kapsamda CORINE verileri simülasyon haritaları yapımında kullanılacak veriler olmasına rağmen birtakım dezavantajları bulunduğu görülmektedir. Söz konusu dezavantajlar içinde en önemlisi, farklı dönemlerde arazi kullanımında değişim olmasa bile, alanların farklı arazi sınıflarına geçirilmesinden kaynaklanmaktadır.

EXTENDED ABSTRACT

CHANGE IN LAND USE IN ELAZIĞ PROVINCE (2006-2018) AND THE SIMULATION OF 2030

INTRODUCTION

Land use is characterized by the arrangements, activities and inputs people undertake in a certain land cover type to produce, change or maintain it. Definition of land use in this way establishes a direct link between land cover and the actions of people in their environment (Gregrio ve Jansen, 2005). As space is a limited resource, the pressure on land use increases with the increase in population. Therefore, studies and planning are needed to increase efficiency in land use, as in all areas.

Land use change refers to two major processes. The first process is a change in land cover associated with the expansion or contraction of the area of land used for different purposes (e.g., pasture, cropland, urban). The second process is a change in the type of management on existing land cover (e.g., changes in irrigation, fertilizer use, crop type, harvesting practices, or impermeable surfaces). Land use change related to management can occur without changing the extent of different land covers (Davis et al., 2019). The change in land use occurs both as a result of natural effects and human activities (Lambin et al., 2001; Van Vliet et al., 2015; Gomes et al., 2019).

Land-use change models represent part of the complexity of land-use systems. They offer the possibility to test the sensitivity of land-use patterns to changes in selected variables. (Veldkamp and Lambin, 2001: 1). Although statistical methods for management of uncertainty associated with measurement, models, and predictions are relatively well developed, other types of uncertainty require attention. (Aspinall and Hill, 2007). One of the factors that increase this rate of error is the variability in land use decisions. Land use decisions are influenced by three groups of factors. First, physical, biological, and technical factors include the quantity, nature, availability and characteristics of land resources, which set definite limits on what operators can do in using land resources. These physical properties refer to the raw land. But what an owner of land really owns is not raw land but real estate. The existence of parcels of land or real estate is a matter of human institutions. Real estate comes into existence and is maintained in its existence as a result of complicated networks of institutional facts, whereas raw land is not. Second, institutional factors provide the 'rules of the game' in a society, establishing the human devised constraints and unconscious habits that shape human interactions. Contributing to this institutional setting are cultural, economic, political, religious, social, and traditional factors. Third, economic factors, such as supply and demand, shape present land use. (Hubacek and Vazquez, 2002: 3). Despite the margin of error, it is necessary to conduct "land use change analysis" and create "simulation models" in order to manage and plan the change in land use. Also land-use change models should represent part of the complexity of land use systems. They offer the possibility to test the sensitivity of land use patterns to changes in selected variables. They also allow testing of the stability of linked social and ecological systems, through scenario building. (Veldkamp and Lambin, 2001).

CORINE data is used extensively in the international literature today in land use change and simulation studies (Kucsicsa et al., 2019; Ustaoglu and Aydinoglu, 2019; Petrişor et al., 2020; Cieślak et al., 2020). This study focuses on land use change and land use projection based on the CORINE project data in Elazığ province.

Location and Geographical Features of the Study Area

The area of the province is approximately 9271 km². Elazığ province has Tunceli province in the north, Malatya province in the south and west, Diyarbakır province and Bingöl province in the east. Most of the northern and western borders of Elazığ province pass over dam lakes (Keban, Karakaya, Özlüce, Seyrantepe) and streams (Peri Stream and Euphrates River). The northeast border of the province passes through the watershed border of Peri Stream and Gayt Stream, and the southern border passes through the southern skirts of the Southeast Taurus Mountains.

Natural environment conditions on land use in Elazığ province are the main driving forces. However, the dominant role of human activities is observed on the change of land use. The areas where human activities are concentrated are settlements and their near surroundings.

METHOD AND MATERIAL

Data Evaluation

Due to the type of variables included in this study, both qualitative and quantitative research methods were used. The study aims to explain the distribution and reasons of the change in land use classes in Elazığ province. In addition, by making the projection and simulation of the change in land use, it makes predictions about this issue. Different thematic maps and land use maps prepared in this context were compared and the changes identified were explained with the reasons.

Main roads and Euclidean distance maps were created using Open Street Map-OSM ([GEOFABRİK, 2020](#)) open access data. Distance maps were created using the map of settlement areas obtained from the provincial land assets map (Republic of Turkey Prime Ministry Rural Services General Directorate, 1997) and the streams map obtained from OSM. With the numerical elevation model obtained from the [USGS \(United States Geological Survey, 2020\)](#) database, elevation, slope and aspect variables were created. Calculations were carried out by adjusting all spatial data in the same pixel (30 * 30) and projection (UTM-37N).

The main data of the study are the data of CORINE land cover classification project ([COPERNICUS, 1990; 2006; 2012; 2018](#)). Firstly, the change between 2006 and 2018 was determined quantitatively and spatially. Later, the change was explained descriptively. Land use map for 2006 and 2012 was used as training data for projection and simulation, and land use map for 2018 was used as test data. Thus, a projection and simulation of 2030 was made. ArcGIS 10.2, Terrset 18.3 and GEOSOS-FLUS 2.4 software were used to make these maps and analyzes.

The Land Use Change Model

Among the land use modellings, one of the most widely used software in the literature is Terrset ([Clark Labs, 2018](#)). In this study, "Land Change Modeler" module in Terrset software was used to explain the change in land use. Thus, the change between classes was achieved in the period 2006-2018.

However, the module does this by giving priority to a class while simulating. Because of this disadvantage, Geosos-Flus software was used instead of Terrset software to simulate. The software in question predicts the possibilities of transition with the markov chain first. Secondly, using the markov chain results, it creates a transition probability model with an artificial neural network algorithm. At the last stage, performs the simulation by using the self-adaptive inertia and competition mechanism cellular automata.

Markov Chains

Markov Chain determines the amount of using the earlier and later land cover maps along with the date specified ([Mishra et al., 2014](#)). The procedure determines exactly how much land would be expected to transition from the later date to the predicted date based on a projection of the transition potentials into the future and creates a transition probabilities file ([Mishra et al., 2014](#)).

Artificial neural networks (ANN)

ANN with multiple input and output neurons consists of three layer types: an input layer, a hidden layer and an output layer (Fig. 4). In the input layer, each neuron corresponds to an input variable, e.g., independent spatial variables, socio-economic variables and natural climate variables in the CA model. In artificial neural networks, neurons or input variables and the relationship between the variables are calculated and concluded with numerous formulas ([Liu et al., 2017](#)).

Cellular Automata (CA)

CA models are able to simulate stochastic, non linear and spatial process. Many studies have illustrated that cellular automata models have the potentials to model the complex spatio-temporal process of land use change, urban systems and its patterns in an understandable manner. In this reason CA model has been used increasingly in land use change and urban expansion modelling. Because the model gives results based on defined transition rules ([Al-sharif and Pradhan, 2014](#)).

One of the algorithms in the model, the "coefficient of continuity", changes dynamically during simulation if the development trend of a particular land use type contradicts macro demand. For example, if future planning requires more cultivated land and the amount of cultivated land decreases in simulation repeats, the algorithm increases the "coefficient of survival" to protect the cultivated land and promote the transformation of other land use types into cultivated land.

In the process of "Self-adaptive inertia and competition mechanism cellular automata" the temporal changes of land use classes are guided based on the transition matrices produced in the Markov chain process. Spatial changes are controlled by the transition potential maps, neighborhood and local transition rules configuration in the cellular automaton model process.

The conversion cost defined is a brief summary of the difficulty for a specific land grid to change from one land use type to another. It is estimated based on an analysis of the historical land use data in the study area and regional expert opinions. Conversion weight value ranges from 0 to 1 (Liu et al., 2017).

FINDINGS AND DISCUSSION

Land Use Change

The research initially aimed to detect and analyze the 28-year change between 1990 and 2018. However, the data for 1990 and 2000 were not the same as the land cover classification between the following years. For this reason, data for 2006 and 2018 were used.

The findings regarding the changes that occurred according to the CORINE land use maps in Elazığ province between 2006-2018 are as follows:

In the "*settlement fabric*" class, more than 800 hectares of land taken from agricultural lands has the largest share in the increase of 1101 hectares. Apart from this, more than 230 hectares of land from "open spaces with little or no vegetation", "scrub and/or herbaceous vegetation associations", and "pastures" were converted into a "settlement fabric" class.

In the "*industrial, commercial and transport units*" class there was an increase of 579 hectares. 350 hectares of land from "arable land" is important for this growth. In addition, 190 hectares of land with from "open spaces with little or no vegetation" class was converted into this class.

In the "*mine, dump and construction sites*" class has expanded from 1707 hectares to 2584 hectares. The expansion of existing mining areas and the opening of new mining areas were effective on this growth.

In the "*artificial, non-agricultural vegetated areas*" class occurred a spatial growth however some major recreation areas that should be included in this class are not shown.

In the "*arable land*" class, there has been more than 1180 hectares. In this growth, there are "pastures", "scrub and/or herbaceous vegetation associations" and the lands taken from "open spaces with little or no vegetation". In addition, there are more than 600 hectares of land taken from inland waters.

In the "*permanent crops*" class, there is no significant change in the period of 2006-2018. However, in the previous period, namely after 1990s, there was a significant change in Baskil District, especially with the effect of apricot growing.

In the "*pastures*" class, general losses were experienced. After "open spaces with little or no vegetation", the most area is the land losing class. Approximately 1000 hectares of pasture lands have been converted to "arable lands" and 500 hectares of them have been converted to "forests" class.

The "*heterogeneous agricultural areas*" class is the class that extends its area the most. The change in this land class is related to both the change in the land cover class and the transformation in the classification.

In the "*forests*" class, there has been an increase of more than 1280 hectares. The "forests" class gained mainly land from "pastures" and "scrub and/or herbaceous vegetation association" class. The land converted from "heterogeneous agricultural areas" to "forests" is a change in the classification rather than a spatial change.

In the "*scrub and/or herbaceous vegetation associations*" class, there is a growth in both areal growth and transformation in the classification.

"Open spaces with little or no vegetation" constitute potential growth areas of other land types. However, this class has decreased more than 10000 hectares. This situation shows its transformation in classification rather than a spatial change.

In the "inland waters" class, it gives about 600 hectares of land to each of the "arable land" and "open spaces with little or no vegetation" classes, it is related to the withdrawal of Keban Dam waters. The land gained from other classes is due to newly built dams and ponds.

Land Use Simulation

According to the projection results, "permanent crops", "pastures", "open spaces with little or no vegetation" and "inland waters" will also decrease, while other classes will increase. Significant increases are expected, particularly in "settlement fabric", "industrial, commercial and transport units", "mine, dump and construction sites" and "artificial, non-agricultural vegetated areas".

According to the results of simulation (2030), the highest change is predicted to occur in the "settlement fabric" and its immediate surroundings. According to the projection of 2030, the fastest growth will occur in "industrial, commercial and transport units" (33 %), "mine, dump and construction sites" (31.5 %) and "settlement fabric" (19 %) classes.

RESULT

The main changes seen in this study, which analyzed the change in land use in Elazig province by using the data of 2006-2018 of CORINE land use map prepared throughout Europe, are as follows.

- The urban settlement area has grown in Elazig with the effect of the population shifting to the city center.
- Agricultural lands showed a significant increase with the lands gained from "open spaces with little or no vegetation", "bush and herbaceous plants" and "pasture" class.
- In the "inland waters" class, there was a decrease due to the decrease in the Keban Dam reservoir area; some of these lands turned into agricultural lands and some of them turned into "open spaces with little or no vegetation" areas.
- With the afforestation activities, some of the lands in the range of "pastures", "scrub and/or herbaceous vegetation associations" have been turned into forests.

As a result of the projection, contraction is expected to occur in "open spaces with little or no vegetation" corresponding to the most important potential growth areas for other land classes. The use of Keban Dam waters, due to the increasing trend in electricity generation, shows that the decrease in the "inland waters" will continue. As "pastures" are open to human intervention, the downward trend in this land cover is expected to continue. Especially in the city and its immediate surroundings, it is expected that human intervention will increase and the existing agricultural and natural land classes will turn into "settlement fabric" and similar land use classes. Depending on the recreation needs of the urban population, it is quite possible for "artificial, non-agricultural vegetated areas" to increase. Although growth is expected in "arable land" and "mixed agriculture areas", this growth is expected to be limited. Depending on the new afforestation activities, the growth in "forests" land cover is expected to continue. Finally, it is difficult to express a clear trend, as the "mine, dump and construction sites" class varies dynamically, depending on the conditions of the period. Indeed, the lowest accuracy rate in projection and simulation map belongs to this class.

Another important result of this study was on the usability of CORINE data. In this context, although CORINE data is the data that can be used in making simulation maps, it is seen that it has some disadvantages. The most important of these disadvantages is that, even if there is no change in land use in different periods, the areas are transferred to different land classes.

Kaynakça / References

- Abrantes, P., Fontes, I., Gomes, E. & Rocha, J. (2016). Compliance of land cover changes with municipal land use planning: Evidence from the Lisbon metropolitan region (1990-2007). *Land Use Policy*, 51, 120–134.
- Al-sharif, A. A. & Pradhan, B. (2014). Monitoring and predicting land use change in Tripoli Metropolitan City using an integrated Markov chain and cellular automata models in GIS. *Arabian journal of geosciences*, 7(10), 4291-4301.
- Aspinall, R. J. & Hill, M. J. (2007). *Land Use Change: Science, Policy and Management*. Boca Raton: CRC Press.

- Calzada, L., Meave, J.A., Bonfil, C. & Figueroa, F. (2018). Lands at risk: Land use/land cover change in two contrasting tropical dry regions of Mexico. *Applied Geography*, 99, 22–30.
- Canpolat, F. A. (2019). Kentsel değişimin coğrafi boyutları: Elazığ örneği. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 70-105.
- Canpolat, F. A., Hayli, S. (2018). Coğrafi göstergeler açısından Türkiye’de kırsal değişim (1980-2012 dönemi). *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2229-2256.
- Chaudhuri, G. & Clarke, K. (2013). The SLEUTH land use change model: A review. *Environmental Resources Research*, 1(1), 88-105.
- Cieślak, I., Biłozor, A. & Szuniewicz, K. (2020). The use of the corine land cover (clc) database for analyzing urban sprawl. *Remote Sens*, 12, 282.
- Clark Labs, (2018). About Clark Labs. Clark Labs. 16 Haziran 2020 tarihinde <https://clarklabs.org/> adresinden edinilmiştir.
- COPERNICUS, (1990). 10 Şubat 2020 tarihinde <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-1990>, adresinden edinilmiştir.
- COPERNICUS, (2006). 10 Şubat 2020 tarihinde <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2006>, adresinden edinilmiştir.
- COPERNICUS, (2012). 10 Şubat 2020 tarihinde <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012>, adresinden edinilmiştir.
- COPERNICUS, (2018). 10 Şubat 2020 tarihinde <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>, adresinden edinilmiştir.
- Çağlıyan, A. (2002). Baskil İlçesi (Elazığ) Coğrafyası, (Doktora tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, adresinden edinilmiştir.
- Çağlıyan, A., Dağlı, D. (2015). Arazi kullanımında simülasyon modelleri ve entegre kullanımları. TÜCAÜM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
- Çakılçoğlu, K. (2014). Elazığ İlinde Bağcılık, (Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, adresinden edinilmiştir.
- Davis, K. F., Dalin, C., DeFries, R., Galloway, J. N., Leach, A. M. & Mueller, N. D. (2019). Sustainable pathways for meeting future food demand. Ferranti, P., Berry, E. & Jock, A. (Ed.). *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. (pp.14-20), Elsevier.
- Eastman, J. R. (2015). TerrSet manual. Worcester, Massachusetts, US: Clark University. 3 Şubat 2020 tarihinde <https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2016/10/Terrset-Manual.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Elazığ Valiliği, (1998). *Elazığ Projesi (2000’li Yıllara Hazırlık Çalışmaları)*. Elazığ: ELES-KAV Yayınları.
- Erol, O. (1959). Mihaliççık dağlarının jeomorfolojisi ve araziden faydalanma. *Ankara Üniv. Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 17, 519-531.
- ETC/LC (European Topic Centre / Land Cover) (1995). CORINE landcover. Commission of the European Communities, 10 Ekim 2019 tarihinde <https://www.eea.europa.eu/publications/CORO-landcover> adresinden edinilmiştir.
- GEOFABRİK, (2020). 15 Şubat 2020 tarihinde <https://download.geofabrik.de/europe/turkey.html> adresinden edinilmiştir.
- Gismondi, M. (2013). MOLUSCE—an open source land use change analyst. FOSS4G OSGeo’s Global Conference for Open Source Geospatial Software (17-21 September), Nottingham, Birleşik Krallık.
- Gomes, E., Abrantes, P., Banos, A., Rocha, J. & Buxton, M. (2019). Farming under urban pressure: Farmers’ land use and land cover change intentions. *Applied Geography*, 102, 58–70.
- Gözenç, S. (1974). Arazinin kullanılması ve değerlendirilmesinin coğrafi yönden tetkiki. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 20-21, 169-180.
- Gregrio, A. & Jansen, J. (2005). Land cover classification system (LCCS); Classification concepts and user manual for software version 2. 16 Şubat 2020 tarihinde <http://www.fao.org/3/y7220e/y7220e00.htm> adresinden edinilmiştir.
- Hubacek, K. & Vazquez, J. (2002). The economics of land use change. *International Institute for Applied Systems Analysis*, 2, 43-56.
- Koca, Y. K., Doran, İ. & Kılıç, T. (2009). Arazi sınıflandırma yöntemi CORINE’e eleştirel bir yaklaşım. TÜCAUM V. Coğrafya Sempozyumu (16-17 EKİM 2008) Bildiriler Kitabı, Ankara.
- Kucsicsa, G., Popovici, E. A., Bălteanu, D., Dumitraşcu, M., Grigorescu, I. & Mitrică, B. (2019). Assessing the potential future forest-cover change in Romania, predicted using a scenario-based modelling. *Environmental Modeling & Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s10666-019-09686-6>.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W. & George, P. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261-269.
- Liu, X., Liang, X., Li, X., Xu, X., Ou, J., Chen, Y. & Pei, F. (2017). A future land use simulation model (FLUS) for simulating multiple land use scenarios by coupling human and natural effects. *Landscape and Urban Planning*, 168, 94-116.
- Marraccini, E., Debolini, M., Moulery, M., Abrantes, P., Bouchier, A. & Chéry, J.-P. (2015). Common features and different trajectories of land cover changes in six Western Mediterranean urban regions. *Applied Geography*, 62, 347–356.
- Mater, B. (1982). *Urla Yarımadasında Arazinin Sınıflandırılması İle Kullanılışı Arasındaki İlişkiler*. İstanbul: Edebiyat Fakültesi Matbaası.

- Mayoraz, F., Cornu, T. & Vulliet, L. (1996). Using neural networks to predict slope movements. In Proc. 7th Int. Symp. on Landslides (Vol. 1, pp. 295-300). Retrieved April 20 Mayıs 2020 from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.52.1852&rep=rep1&type=pdf>.
- Metzger, M. J. & Rounsevell, M. D. A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R. & Schröter, D. (2006). The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114, 69–85.
- Mishra, V., Rai, P. & Mohan, K. (2014). Prediction of land use changes based on land change modeler (LCM) using remote sensing: A case study of Muzaffarpur (Bihar), India. *Zbornik Radova Geografskog Instituta Jovan Cvijic, SANU*, 64(1), 111–127.
- Özdemir, M. A. & Sunkar, M. (2003). Keban çayı havzası'nda doğal ortam insan ilişkileri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 129-146.
- Petrişor, A. I., Sirodoev, I. & Ianoş, I. (2020). Trends in the national and regional transitional dynamics of land cover and use changes in Romania. *Remote Sensing*, 12(2), 230.
- Pijanowski, B. C., Brown, D. G., Shellito, B. A. & Manik, G. A. (2002). Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a land transformation model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 26(6), 553-575.
- T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (1997). *Elazığ İli Arazi Varlığı, Rapor no: 23*, Ankara: T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020). 10 Şubat 2020 tarihinde <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/amac.html> adresinden edinilmiştir.
- Tolun-Denker, B. (1976). *Şehir İçi Arazi Kullanılışı*, İstanbul: İstanbul Üniv. Edeb. Fak. Yayınları.
- Tunçdilek, N. (1985). *Türkiye'de Relief Şekilleri ve Arazi Kullanımı*. İstanbul: İÜ Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Turan, M. (1984). *Baskil-Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği*, (Doktora tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, adresinden edinilmiştir.
- Turner, B. L., Meyer, W. B. & Skole, D. L. (1994). Global land-use/land-cover change: towards an integrated study, *Ambio*, 23(1), 91 - 95.
- TÜİK, ADNKS. (2007). 29 Mart 2020 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, adresinden edinilmiştir.
- TÜİK, ADNKS. (2019). 29 Mart 2020 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, adresinden edinilmiştir.
- USGS. (2020). 15 Şubat 2020 tarihinde <https://earthexplorer.usgs.gov/> adresinden edinilmiştir.
- Ustaoglu, E. & Aydinoglu, A. C. (2019). Regional variations of land-use development and land-use/cover change dynamics: a case study of Turkey. *Remote Sensing*, 11(7), 885.
- Üstündağ, Ö. (2009). Elazığ ilinde genel arazi kullanımının yükselti kuşaklarına göre değişimi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 1 Mayıs 2020 tarihinde https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/465ce9a7904ba9f_ek.pdf adresinden edinilmiştir.
- Van Vliet, J., de Groot, H. L. F., Rietveld, P. & Verburg, P. H. (2015). Manifestations and underlying drivers of agricultural land use change in Europe. *Landscape and Urban Planning*, 133, 24–36.
- Veldkamp, A. & Lambin, E.F. (2001). Predicting land-use change, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1–3(85), 1-6.
- Verburg, P. H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V. & Mastura, S. S. (2002). Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environmental management*, 30(3), 391-405.
- Willmott, C. J. (1981). On the validation of models, *Physical Geography*, 2(2), 184-194.
- Xiaohua, T. & Yongjiu, F. (2020). A review of assessment methods for cellular automata models of land-use change and urban growth. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(5), 866-898.
- Yazıcı, A.D., Öztürk, D. & Ayazlı, İ. (2019). Kentsel büyümenin modellenmesi ve simülasyon modelleri, *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 3(1), 44-47.