ÇUKUROVA TARIMSAL ÜRÜN DESENİNİN GELECEĞE YÖNELİK MODELLENMESİ

Anıl AKIN¹, Nurdan ERDOĞAN², Süha BERBEROĞLU³, Ahmet ÇİLEK⁴, Akif ERDOĞAN⁵,
Cenk DÖNMEZ⁶, Onur ŞATIR⁷

¹Dr.Öğr.Üyesi., Bursa Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Bursa

anil.tanriover@btu.edu.tr

²Dr.Öğr.Üyesi., İzmir demokrasi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir, nurdan.erdogan@idu.edu.tr

³Prof.Dr., Çukurova Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, suha@cu.edu.tr

⁴Arş.Gör.Dr., Çukurova Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, acilek@cu.edu.tr

⁵Dr.Öğr.Üyesi., Çukurova Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Adana, maerdogan@cu.edu.tr

⁶Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, [cdonmez@cu.edu.tr](mailto:cndonmez@cu.edu.tr)

⁷Doç.Dr., Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Van, osatir@yyu.edu.tr

ÖZET

Gerçek dünyada karmaşık yapıdaki ilişkilere sahip sistemlerin ya da süreçlerin, incelenebilir, anlaşılabilir ve analitik olarak yönetilebilir şekilde sadeleştirilmiş sunumları olarak tanımlanan modeller, son yıllarda alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerine yönelik çalışmalarla yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mekânsal, çok ölçekli ve dinamik modelleme yaklaşımlarının kullanımıyla oluşturulan alan kullanım/arazi örtüsü değişim modelleri, geleceğe yönelik alternatif senaryoların ortaya konmasında etkin araçlardır. Bu kapsamda çalışma, Çukurova'da en değişken alan kullanım sınıflarından biri olan tarımsal alanlarda ürün deseninin alan kullanım/arazi örtüsü değişim modelleri ile geleceğe yönelik modellenenebilirliğinin test edilmesi amaçlamıştır. Konumsal alan kullanım/arazi örtüsü değişim modelleri kentleşme, ormansızlaşma, tarımsal alanlardaki artış ya da azalış vb. genel arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin modellenmesinde oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte tarımsal ürün desenindeki değişkenlik, bu alanlarda tahmini güçleştirmektedir.

Çalışmada, mekânsal olmayan analiz modülü ve belirgin konumsal analiz modülü olmak üzere iki temel araca sahip CLUE-s modeli kullanılmıştır. İlk aşamada, bütün arazi örtüsü sınıfları için alansal değişimi hesaplarken ikinci aşamada, raster temelli sistem içerisinde arazi kullanım taleplerini/dağılımları arazi kullanım değişimleri analizlerine entegre edilmiştir. Çalışmada doğal alan, mısır, pamuk, diğer tarım, orman, su ve yerleşim olmak üzere yedi adet alan kullanımı/arazi örtüsü sınıfı belirlenmiştir. Araştırma alanında en dikkat çeken alan kullanım/arazi örtüsü değişimleri, mısır ve yerleşim alanları sınıflarında yaşanan artış ile diğer tarım sınıfındaki azalmadır. Alan kullanım/arazi örtüsü dokusunun modellenmesinde arazi kabiliyet sınıfları, barajdan olan uzaklık, yükseklik, derinlik, eğim, lagünden ve akarsu kollarından olan uzaklık, nüfus, ortalama sıcaklık, ortalama yağış, yollardan olan uzaklık, tuzluluk ve yerleşimlerden olan uzaklık olmak üzere 12 adet yersel değişken kullanılmıştır. Her bir arazi örtüsü/alan kullanımı ile yersel değişken arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile hesaplanmış ve doğruluğu ROC analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, kullanılan yersel değişkenler ile oluşturulan modelin tarımsal ürün deseninde yaşanan değişimleri açıklamada yetersiz olduğu görülmüştür. Bu durumun en önemli nedenlerinden birisi Türkiye gibi belirli bir tarım politikası olmadığı ve tarımsal ürün deseninin günlük seçimler ile sürekli olarak değişkenlik gösterdiği alanlarda modelleme çalışmalarının efektif bir şekilde gerçekleştirilmesinin zorluğudur.

Anahtar Sözcükler: Çukurova, tarım, modelleme, CLUE-s

ABSTRACT

MODELLING the ÇUKUROVA AGRICULTURE YIELD PATTERN for the FUTURE

Complex relationships and processes in real world can be more understandable, intelligible and analytically manageable by modelling. Nowadays, modelling studies are effectively used in land use/land cover change projections. Land use/land cover change models are mostly have spatial, multi-scaled and dynamic structure and they are an effective tool for testing the potential effects of future scenarios. In this frame the study aims to test and analyse the modelling effectiveness of agricultural yield pattern which is of the most changeable land use class with the land use/land cover modelling approach. Urbanization, deforestation, gain and losses in agricultural lands can be very effectively modelled with the land use/land cover models. However, the change in yield pattern reduces the predictive accuracy of the modelling.

For the study, CLUE-s modelling approach was used. The model is sub-divided into two distinct modules, namely a non-spatial demand module and a spatially explicit allocation procedure. The non-spatial module calculates the area change for all land use types at the aggregate level. Within the second part of the model these demands are translated into land use changes at different locations within the study region using a raster-based system. Seven land use/land cover classes was determined within the study including; natural land, corn, cotton, agriculture (combined agricultural lands), forest, water

and settlement. Most considerable change was the increase in corn the settlement classes and decrease in other agricultural lands. 12 spatial variables including land ability classes, distance from dam, elevation, soil depth, slope, distance from lagoon and river network, population, average temperature, average precipitation, distance from transportation and settlement and soil saltiness were used in land use/land cover modelling. The relationships between land use classes and the spatial variables were evaluated with the regression analysis. The model accuracy was determined with the ROC analysis. The results have showed that the defined spatial variables were inadequate to clarify the change in agricultural yield pattern. One the basic reason for this is that the Turkey has no regular agricultural policy and the yield pattern changes according to diversified needs which make the future prediction studies ineffective.

Keywords: Çukurova, agriculture, modelling, CLUE-s

1. GİRİŞ

Doğal peyzajın, tarım, otlatma, ormancılık, sanayileşme, kent gelişimi ve ulaşım ağları gibi doğrudan insan kullanımları kapsamında dönüştürülmesi nedeniyle dünya yüzeyinin %50'si değişime uğramıştır. Ayrıca, bu değişimler dünya yüzeyinin %90'ından fazlasını etkilemiştir (Entwisle, 2005).

Bu noktada, alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerinin neden-sonuç ilişkileri kapsamında tanımlanması, açıklanması, geleceğe yönelik tahmini, etkilerinin değerlendirilmesi ve çözüm önerilerinin getirilmesine olanak tanıyan etkin araçlara gereksinim duyulmaktadır. Gerçek dünyada karmaşık yapıdaki ilişkilere sahip sistemlerin ya da süreçlerin, incelenebilir, anlaşılabilir ve analitik olarak yönetilebilir şekilde sadeleştirilmiş sunumları olarak tanımlanan modeller, son yıllarda alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerine yönelik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Briassoulis, 2000; Dökmeci, 2005).

Son yıllarda alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerine yönelik çok sayıda model geliştirilmiştir. Geliştirilen her modelin kendine özgü bir yaklaşımı vardır. Çalışmanın amacı, alanın ölçeği, konumu ve niteliği, modeli geliştirenlerin bilimsel altyapısı modelleri farklı açılardan özgün kılmaktadır. Çalışmada, literatürde bulunan modeller arasından Clue-s modeli tercih edilmiştir. Clue-s modelinin tercih edilme sebebi, literatürde fiziksel (doğal çevre elemanları) ve sosyo-ekonomik yapının entegrasyonunda sağlamış olduğu başarıdır. Ayrıca model, tarımsal ürün deseni değişimi çalışmalarında da kullanılabilir. Modelin bir avantajı istenilen miktarda yersel değişkenin/yönlendirici faktörün kullanılmasına olanak sağlamasıdır. Bu çalışma ile Türkiye'nin tarımsal üretim açısından en verimli ovalarından biri olan Adana, Çukurova'da, oldukça çeşitlilik gösteren tarımsal ürün deseni değişiminin 2050 yılı için modellenebilirliğinin test edilmesi hedeflenmiştir.

1.1. CLUE-s Modeli

Çalışmada kullanılan CLUE-s (Conversion of Land Use and its Effects at Small regional extent), makro ölçekteki çalışmalar için geliştirilen CLUE modelinin, yerel ve bölgesel ölçeklerdeki çalışmalarda uygulanabilmesi doğrultusunda geliştirilmiştir (Verburg ve ark., 2007; Veldkamp and Fresco 1996). CLUE-s modeli 2 ana bölümden oluşmaktadır. Yersel/mekânsal olmayan analiz modülü ve belirgin konumsal analiz modülü (Şekil 1). İlk modül, bütün arazi örtüsü sınıfları için alansal değişimi hesaplarken ikinci modül, raster temelli sistem içerisinde arazi kullanım taleplerini/dağılımlarını arazi kullanım değişimleri analizlerine entegre eder (Verburg, 2007). Mekânsal olmayan talep bölümünde, değişim alanı her bir alan kullanım/arazi örtüsü şekli için ayrı ayrı belirlenmektedir. Talep modülünde, basit eğilim analizlerinden karmaşık ekonomik modellere kadar çok farklı teknikler kullanılabilir. Bu teknikler arasında yapılacak seçimde, en önemli alan kullanım/arazi örtüsü değişiminin doğası etkili olmaktadır.

Tekrarlayan bir yapıya sahip olan mekânsal değer atama bölümü, mekânsal analiz ve dinamik modelleme tekniklerinin birleşiminden oluşmaktadır. Mekânsal analizde, alan kullanım/arazi örtüsünün mekânsal dağılımı ile bu dağılımı etkileyen yönlendirici faktörler arasındaki ilişkiler ortaya konmaktadır. Bu aşamada, lojistik regresyon analizi kullanılmaktadır. CLUE-s modelinin; (i) yersel politikalar ve kısıtlamalar, (ii) arazi kullanımı dönüşümleri, (iii) arazi kullanım talepleri, (iv) yersel özellikler olmak üzere dört farklı gereksinimi vardır (Luo at al., 2010).

1.2. CLUS-s Model Basamakları

1.2.1. Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Sınıflaması

Çalışmada 1984 ve 2015 yıllarına ait arazi örtüsü/alan kullanım sınıflaması, obje tabanlı yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Obe tabanlı sınıflama, görüntüdeki formu, yansıma özelliklerini ve tekstürü dikkate alarak komşu pikselleri anlamlı bölgeler halinde gruplandırır. Segmentasyon işlemi olan bu uygulamada istenirse çalışma için uygun olan bantlar ağırlıklandırılabilir. Yerleşim (konut alanları, endüstriyel alanlar), doğal alanlar (kumullar, kumul vejetasyonu, tuzlu düzlükler), mısır, pamuk, soya, narenciye, diğer tarım (mevsimlik sebze ve

meyveler, kuru tarım), orman ve su olmak üzere dokuz adet sınıf belirlenmiştir. Fakat modelleme sürecinde soya ve narenciye, diğer tarım sınıfına kaydırılmış ve yedi adet sınıf için 2050 yılı tahmin görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil 1).

Şekil 1. 1984-2015 yılları arazi örtüsü/alan kullanım haritası.

1.2.2. Arazi örtüsü/alan kullanım taleplerinin belirlenmesi

CLUE-s modelleme yaklaşımında “mekânsal olmayan talep” olarak isimlendirilen bölümde, alan kullanım/arazi örtüsünde gelecekte meydana gelebilecek değişimler, miktar olarak belirlenmektedir. Bu aşamada, doğrusal eğilim analizlerinden, kapsamlı ekonomik modellemelere kadar çok değişik yöntemler kullanılabilmektedir. Her bir alan kullanım/arazi örtüsü şekli için yıllık olarak belirlenen talep değişimleri, mekânsal değer atama (simülasyon) sürecinin doğrudan girdisi olarak kullanılmaktadır. 1984-2015 yılları arasında meydana gelen değişim eğilimleri nitel ve nicel olarak belirlenmiştir. Belirlenen değişime doğrusal eğilim analizi uygulanarak, 2050 yılına kadar her bir yıl için olabilecek alan kullanımları miktar olarak hesaplanmıştır. Diğer bir ifadeyle bir değişkenin, geçmişte almış olduğu değerler ile gelecekte alacağı değerler, tahmin edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. 2014-2050 yılı mekânsal talep değerleri (ha).

	İbrelî	Yapraklı	Mera	Açık Alan	Yerleşim	Tarım	Diğer
2014	394116.75	35183.2512	12323.25	1114000.35	18252	266508.006	117306
2015	399669	36114.6575	12180	1103203.75	18957	270259.225	117306
2016	405221.25	37046.0638	12036.75	1092407.15	19662	274010.444	117306
2017	410773.5	37977.4701	11893.5	1081610.55	20367	277761.663	117306
2018	416325.75	38908.8764	11750.25	1070813.95	21072	281512.882	117306
2019	421878	39840.2827	11607	1060017.35	21777	285264.101	117306
2020	427430.25	40771.689	11463.75	1049220.75	22482	289015.32	117306
2021	432982.5	41703.0953	11320.5	1038424.15	23187	292766.539	117306
2022	438534.75	42634.5016	11177.25	1027627.55	23892	296517.758	117306
2023	444087	43565.9079	11034	1016830.95	24597	300268.977	117306
2024	449639.25	44497.3142	10890.75	1006034.35	25302	304020.196	117306
2025	455191.5	45428.7205	10747.5	995237.75	26007	307771.415	117306
2026	460743.75	46360.1268	10604.25	984441.15	26712	311522.634	117306
2027	466296	47291.5331	10461	973644.55	27417	315273.853	117306
2028	471848.25	48222.9394	10317.75	962847.95	28122	319025.072	117306
2029	477400.5	49154.3457	10174.5	952051.35	28827	322776.291	117306
2030	482952.75	50085.752	10031.25	941254.75	29532	326527.51	117306
2031	488505	51017.1583	9888	930458.15	30237	330278.729	117306
2032	494057.25	51948.5646	9744.75	919661.55	30942	334029.948	117306
2033	499609.5	52879.9709	9601.5	908864.95	31647	337781.167	117306
2034	505161.75	53811.3772	9458.25	898068.35	32352	341532.386	117306
2035	510714	54742.7835	9315	887271.75	33057	345283.605	117306
2036	516266.25	55674.1898	9171.75	876475.15	33762	349034.824	117306
2037	521818.5	56605.5961	9028.5	865678.55	34467	352786.043	117306
2038	527370.75	57537.0024	8885.25	854881.95	35172	356537.262	117306
2039	532923	58468.4087	8742	844085.35	35877	360288.481	117306
2040	538475.25	59399.815	8598.75	833288.75	36582	364039.7	117306
2041	544027.5	60331.2213	8455.5	822492.15	37287	367790.919	117306
2042	549579.75	61262.6276	8312.25	811695.55	37992	371542.138	117306
2043	555132	62194.0339	8169	800898.95	38697	375293.357	117306
2044	560684.25	63125.4402	8025.75	790102.35	39402	379044.576	117306
2045	566236.5	64056.8465	7882.5	779305.75	40107	382795.795	117306
2046	571788.75	64988.2528	7739.25	768509.15	40812	386547.014	117306
2047	577341	65919.6591	7596	757712.55	41517	390298.233	117306
2048	582893.25	66851.0654	7452.75	746915.95	42222	394049.452	117306
2049	588445.5	67782.4717	7309.5	736119.35	42927	397800.671	117306
2050	593997.75	68713.878	7166.25	725322.75	43632	401551.89	117306

1.2.3. CLUE-s Yönlendirici Faktörler

Alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerine yönelik doğru politika ve plan kararlarının alınabilmesi için, alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerinin nitel ve nicel olarak ortaya konması, değişimin altında yatan nedenlerin, diğer bir ifadeyle yönlendirici faktörlerin (driving factors) anlaşılması gerekmektedir. Yönlendirici faktörler, alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerine neden olan ve değişimin yönü ile miktarını belirleyen faktörlerdir (Hersperger and Bürgi, 2007). Çalışmada, arazi kabiliyet sınıfları, barajdan olan uzaklık, yükseklik, derinlik,

eğim, lagünden ve akarsu kollarından olan uzaklık, nüfus, ortalama sıcaklık, ortalama yağış, yollardan olan uzaklık, tuzluluk ve yerleşimlerden olan uzaklık olmak üzere 12 adet yersel değişken kullanılmıştır (Şekil 2).

AKK

Barajdan olan uzaklık

Yükseklik

Derinlik

Eğim

Lagünden ve akarsu kollarından uzaklık

Şekil 2. CLUE-s yönlendirici faktörler.

1.2.4. Olasılık Haritalarının Oluşturulması

Alan kullanım/arazi örtüsü değişim modellerinin temel aşamalarından birisini, alan kullanım/arazi örtüsü yapısı ile bu yapıyı etkileyen yönlendirici faktörler arasındaki ilişkilerin sayısal olarak belirlendiği “mekânsal analiz” bölümü oluşturmaktadır. İstatistiksel tekniklerin kullanıldığı bu aşamada, genellikle regresyon analizleri uygulanmaktadır (Erdoğan, 2011).

Lojistik Regresyon Analizinin amacı, en az değişkeni kullanarak, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi uyuma sahip olabilecek şekilde tanımlayabilen ve kabul edilebilir bir model oluşturmaktır (Oğuzlar, 2005). Diğer bir ifadeyle regresyon analizinin amacı, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi, bu ilişkiyi en iyi şekilde temsil edecek doğru denklemi bularak belirlemektir. Lojistik Regresyon yöntemi ile her bir alan kullanım/arazi örtüsü sınıfının, önceki bölümde tanımlanan yersel değişkenler ile ilişkisi belirlenmiştir. CLUE-s modelleme yaklaşımında, mekânsal analiz güncel alan kullanım/arazi örtüsü dokusuna dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle Lojistik Regresyon Analizi, 2015 yılı alan kullanım/arazi örtüsü haritası referans alınarak, her bir alan kullanım/arazi örtüsü sınıfı için ayrı ayrı uygulanmıştır. Analizdeki bağımlı değişken, arazi örtüsü/alan kullanım haritasındaki sınıflardır. Her bir sınıf, tek bir bağımlı değişkeni temsil etmektedir. Bunun için sınıflama görüntüsüne Boolean (var-yok) yaklaşımı uygulanmıştır. Bağımsız değişkenler ise, iklim, yükseklik gibi verilerdir. Her bir sınıf için öncelikli ve önemli değişkenleri belirlemek için önce Stepwise yöntemi uygulanmış, sonrasında her bir yersel değişken için uygun katsayı değeri ve sabit değer hesaplanmıştır.

Şekil 3. Arazi Örtüsü/alan kullanımı ROC eğrileri ve değerleri.

1.2.5. Dönüşüm Kuralları

Araştırma, alan kullanım/arazi örtüsü yapısına yönelik olarak mekânsal analiz sonucunda belirlenen ilişkiler dışında, araştırma alanındaki alan kullanım/arazi örtüsü sınıflarının özellikleri, bu sınıfların karşılıklı ilişkileri ve alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerini kısıtlayan, engelleyen ya da destekleyen durumları modelleme sürecine dahil edebilmek için karar kuralları belirlenmiştir. Karar kuralları; dönüşüm elastikiyetleri ve dönüşüm matrisleri olmak üzere iki şekilde belirlenmiştir. Araştırmada, modelleme sürecinin ön uygulamalarında, dönüşüm elastikiyetlerinde, sadece kentsel yapıların dönüşümü engellenmiş ve “1” değeri verilmiştir. Diğer alan kullanım/arazi örtüsü sınıflarında, dönüşüm elastikiyetlerine “0” değeri verilmiş ve son değerler modelin ön uygulamalarının değerlendirilmesi sonucunda, Çizelge 2’deki gibi belirlenmiştir. Bu değerlere göre, kentsel yapılar sınıftan sonra, diğer alan kullanım/arazi örtüsü şekillerine dönüşümü en zor alan kullanım/arazi örtüsü sınıfı su sınıfı olarak belirlenmiştir. Su sınıfı (Akarsu kolları ve Akyatan Lagünü), modelde koruma katmanı olarak belirlenmiş, modelleme sürecinden çıkarılmıştır. Bununla birlikte, modelleme sürecinde, geçmişten günümüze olan değişim eğilimleri dikkate alınmış, sadece mısır gibi teşvik verilen ürünler için belli bir alan tahmini yapılmıştır. Burada 1’e doğru yaklaştıkça dönüşüm olasılığı azalmaktadır. Alanın özelliğine göre bu değerler kesirli sayılarda olabilmektedir. Bununla birlikte yerleşim sınıfına “1” değerinin verilmesi, sınıflama sırasında meydana gelen sınıflama hatalarının etkisini de minimize etmiştir.

Çizelge 2. Arazi örtüsü/alan kullanımı dönüşüm elastikiyetleri

	Yerleşim	Doğalalan	Mısır	Pamuk	Diğertarım	Orman	Su
Dönüşüm Elastikiyetleri	1	0	0	0	0	0	1

Dönüşüm matrislerinde, başlangıçta alan kullanım/arazi örtüsü sınıflarının birbirlerine olan dönüşümlerine kısıtlama getirilmemiş, fakat sonraki uygulamalarda, mısıra yönelik teşvik uygulaması ya da pamuk ekiminin son yıllarda önem kazanmasından dolayı, bu iki sınıfın diğer sınıflara olan dönüşümü kısıtlanmıştır. Aksi taktirde, model sadece geçmiş eğilimleri dikkate alarak bu alanlarda küçülme öngörmüştür (Çizelge 3).

Dönüşüm elastikiyetlerinden farklı olarak dönüşüm matrisi sadece 0 ve 1 değeri alabilir. 0 dönüşümün gerçekleşmeyeceği sınıfları, 1 ise dönüşüme uygun sınıfları temsil etmektedir.

Çizelge 3. Arazi örtüsü/alan kullanımı dönüşüm matrisi.

	Yerleşim	Doğal alan	Mısır	Pamuk	Diğer tarım	Orman	Su
Yerleşim	1	0	0	0	0	0	0
Doğal alan	1	1	1	1	1	1	1
Mısır	0	0	1	1	0	0	1
Pamuk	0	0	1	1	0	0	1
Diğer tarım	1	1	1	1	1	1	1
Orman	1	1	1	1	1	1	1
Su	0	0	0	0	0	0	1

2. SONUÇLAR

2.1. 2050 yılı Tahmin Sonucu

2050 yılı tahmin haritası yedi adet arazi örtüsü/alan kullanımı sınıfı dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bunun nedenleri arasında her bir tarım ürünü için (soya, karpuz vb.) tanımlayıcı değişkenlerin olmamasıdır. Bu nedenle alanın en önemli tarımsal ürünü olan mısır ve pamuk için tahmin çalışması gerçekleştirilmiştir. İlk model çalışmasında, dokuz adet tarımsal ürün modele entegre edilmiş fakat arzu edilen sonuç alınamamıştır. Bunda modelin sistemlerinin hiyerarşik yapısına ve arazi örtüsü/alan kullanımı ile konumsal faktörlerin ilişkisine oldukça duyarlı bir yapısı olması etkili olmuştur. Tanımlayıcı değişkenler, her bir ürün için ayırt edilebilecek istatistiksel değerler üretememiş, model 2050 yılı için tahmin sonucu oluşturamamıştır. Bu nedenle bazı sınıflar birleştirilmiştir. Bununla beraber, özellikle pamuk için tuzluluk oldukça baskın bir tanımlayıcıdır ve model sonuçlarında da bu açık bir şekilde görülmektedir. 1984-2050 yılları arasındaki 65 yıllık zaman periyodunda gözlemlenen ve beklenen değişimler hektar (ha) olarak Şekil 4’te verilmiştir.

Şekil 4. Arazi örtüsü/alan kullanım değişimleri (ha).

Alanda en dikkat çeken değişimler, mısır sınıfındaki artış, yerleşim alanlarının artması ve diğer tarım sınıfındaki azalmadır. Bunun nedeni, yerleşim alanlarının en çok tarımsal alanlar üzerinde gelişim göstermesidir. Özellikle Adana ili merkezden çevreye doğru hızlı bir büyüme göstermiş ve alanın güneyinde kalan tarım toprakları niteliğini kaybetmiştir. Diğer tarım sınıfındaki azalmanın bir nedeni de soya ve alanda var olan diğer tarım ürünlerinin mısıra ve pamuğa olan dönüşümüdür. Mısır ve pamuk hariç diğer tüm tarım ürünleri diğer tarım kategorisi altında birleştirildiğinden, ürünler içerisindeki dönüşüm, bu sınıfta azalma olarak etkisini göstermiştir. 2015 yılı başlangıç yılı olarak kabul edildiğinde, 2050 yılı için 21770 ha alanın yerleşime dönüşeceği öngörülmüştür. Yani 4498 ha yeni yerleşim alanı beklenmektedir. Doğal alanlarda 672 ha'lık bir azalma beklenmektedir. Bu alanlarda en çok tarımsal faaliyetler için bozulmaya uğramaktadır. Özellikle Ağyatan Lagünü'nün kuzey bölümleri tarımsal faaliyetler için zarar görmektedir. Mısır, 1984-2015 yılları arasında 53717 ha'lık bir artış göstermektedir. 2050 yılı için 7928 ha'lık bir artış beklenmektedir. Bu artışa paralel olarak pamuk sınıfında 1984-2015 zaman periyodu için 41036 ha'lık bir azalma söz konusudur. 2050 yılı için ise 2600 ha'lık bir artış beklenmektedir. 1984-2015 zaman periyodu için orman sınıfındaki artışın nedeni, Akyatan Lagünü'nün hemen alt bölümünde, kumul alanlar üzerinde yapılan ağaçlandırma çalışmasıdır. Su sınıfı, korunan alan olarak model dışı bırakılmıştır. Dolayısıyla herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. 2050 yılı tahmin haritası Şekil 5'te verilmiştir.

Konumsal alan kullanım/arazi örtüsü değişim modelleri genel arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin modellenmesinde oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte tarımsal ürün desenindeki değişkenlik, bu alanlarda tahmini güçleştirmektedir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, 12 adet yersel değişken ile oluşturulan modelin tarımsal ürün deseninde yaşanan değişimleri açıklamada yetersiz olduğu görülmüştür. Bu durumun en önemli nedenlerinden birisi Türkiye gibi belirli bir tarım politikası olmadığı ve tarımsal ürün deseninin günübirlik seçimler ile sürekli olarak değişkenlik gösterdiği alanlarda modelleme çalışmalarının efektif bir şekilde gerçekleşmesinin zorluğudur. Özellikle Çukurova'da tarımsal ürün desenin sürekli değişim ve çeşitlilik göstermesi modelin tahmin verimliliğini düşürmüştür. Bu durum herhangi bir ürüne yönelik gelecek rekolte tahminlerinin de doğru bir şekilde yapılmasını engellemektedir.

Şekil 5. 2050 yılı arazi örtüsü/alan kullanım haritası (ha).

KAYNAKLAR

Briassoulis, H., 2000, Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modelling Approaches, *The Web Book of Regional Science*, Regional Research Institute, West Virginia University, <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm> (Erişim tarihi: 09 Ocak 2009)

Dökmeci, V., 2005, Planlamada Sayısal Yöntemler, *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınevi*, ISBN: 975-561-260-2, İstanbul, 174s.

Entwisle, B., 2005, Population, Land Use, and Environment : Research Directions, *National Academies Press*, Washington, DC.

Erdoğan, N., 2011, İzmir İli Örneğinde Peyzaj Değişim Senaryolarına Yönelik Modelleme Yaklaşımı: Clue-S. *Ege Üniversitesi, Peyzaj mimarlığı anabilim dalı, Doktora Tezi*.

Heistermann, M, Müller C. and Ronneberger, K., 2006, Land in sight? Achievements, deficits and potentials of continental to global scale landuse modeling, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114: 141–158.

Luo, G., Yin, C., Chen, X., Xu, W. and Lu, L., 2010, Combining system dynamic model and CLUE-s model to improve land use scenario analyses at regional scale: A case study of Sangong watershed in Xinjiang, China, *Ecological Complexity* 7 (2010): 198–207.

Oğuzlar, A., 2005, Lojistik Regresyon Analizi Yardımıyla Suçlu Profiline Belirlenmesi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19 (1):21-35.

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.

Verburg, P.H. and Overmars, K.P., 2007, Dynamic simulation of land-use change trajectories with the CLUE-s model. 321-338, *Modelling Land Use Change: Progress and applications*, Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A. and Scholten, H.J. (Eds.), ISBN: 978-1-4020-5647-5, *The GeoJournal Library Volume 90*, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 398p.