

[1223]

SPOT 5 UYDU GÖRÜNTÜSÜNDE OBJE TABANLI SINIFLAMA YÖNTEMLERİ İLE TAHİL ALANLARININ PARSEL HARİTALARININ ÜRETİMİ

Mert DEDEOĞLU¹, Levent BAŞAYIĞIT², Hasan.Hüseyin ÖZAYTEKİN¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 42150, Konya, mdedeoglu@selcuk.edu.tr, hhuseyin@selcuk.edu.tr
²Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 32260, Isparta, leventbasayigit@hotmail.com

ÖZET

Günümüzde planlamaya temel olan verilerden biri de şimdiki arazi kullanım türü haritalarıdır. Bu haritaların parsel bazında üretimi, planlamada hedeflenen büyük ölçekli çalışmalar için temel kartoğrafikleri oluşturur.

Bu amaçla geleneksel yöntemlere göre daha ekonomik ve daha doğru sonuçlar veren yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu görüntülerin işlenmesinde obje tabanlı sınıflandırma metotları başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak ülkemizde tarım kuruluşları SPOT- 5 gibi orta çözünürlüklü uydu görüntüleri ile çalışmaktadır. Bu nedenle SPOT-5 ve benzer çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinde bu yöntemin uygulanması çalışılması gereken konulardan olmaktadır.

Bu çalışmada, 2010 yılı Mayıs ayına ait orta çözünürlüklü SPOT-5 uydu görüntüsünde Objeye Tabanlı Sınıflama yöntemi kullanılarak tahıl alanlarının belirlenmesi ve parsel bazında haritalarının üretimi yer almaktadır.

Bu amaçla, 1000 dekar büyüklüğünde bir test alanı seçilmiştir. Alanın uydu görüntüsünde Tek Özellik Olasılığı (Single Feature Probability) ile farklı segmentasyon katsayıları denenmiş, Coğrafi Bilgi Sistemleri fonksiyonları kullanılarak vektör tabanlı filtreler uygulanmış ve diğer arazi kullanımlarından ayrımı yapılmıştır. Üretilen parsel bazlı harita yer kontrolleri ile hazırlanmış parsel haritası ile karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonucunda, yazılımlar kullanılarak üretilen parsel sınırlarının manuel olarak çizilen sınırlar ile karşılaştırıldığında % 86 oranında birbirine benzeştiği belirlenmiştir. Ancak manuel çizimlerde parseller arası yolların, parseller içerisindeki ağaçlık alanların, bina vb. farklı spektral yansımalar gösteren unsurların ayrımının yapılamadığı ve parseller içerisinde gösterildiği, bu nedenle obje tabanlı sınıflamada daha doğru ayrımlar yapıldığı görülmüştür. Nitekim manuel çizimlerle oluşturulan parsel sınırlarının ekili alanları % 12 daha fazla hesapladığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak SPOT 5 görüntüsü gibi orta çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri kullanılarak doğru segmentasyon katsayıları ve uygun vektörel dönüşüm filtreleri ile parsel sınırları içerisinde tam kullanım alanlarının belirlenebildiği ve haritalama amaçlı kullanılabilir olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: SPOT 5, Parsel Haritası, Objeye Tabanlı Sınıflama, Tahıl, Uzaktan Algılama.

ABSTRACT

PRODUCTION OF PARCEL MAPS OF GRAIN AREAS WITH OBJECT-BASED CLASSIFICATION METHODS ON THE SPOT 5 SATELLITE IMAGE

Today, one of the data are current land use maps that are the basis for planning. Parcel-based production of the maps build up the basic cartographic in aimed planning for large-scale studies.

High-resolution satellite imagery that are given more economical and more accurate results than conventional methods are commonly used for this purpose. Object-Based classification methods has given successful results in the processing of these images. However, agricultural organizations in our country are working with medium-resolution satellite imagery such as SPOT-5. Therefore, the method should be applied on the SPOT-5 and similar resolution satellite images.

In this study has demonstrated that determining the grain areas and parcel-based production of the maps using Object-Based Classification Method with medium-resolution SPOT-5 satellite image belong to May of 2010.

The test area of 1000 decars were selected for this purpose. . Satellite image of the field was carry out single feature probability with different segmentation coefficients and it was applied vector-based filters using Geographic Information Systems functions and in this way, it was separated from other land use. The parcel-based map was compared with main parcel map that was made up ground control.

In the result of study was determined parcel borders that are produced by using software similar to each other by 86% with main parcel borders. However, object – based classification has been observed that more accurate distinctions than manuel drawings because of manuel drawings can not allocate different spectral reflections such as paths between parcels, wooded areas and structure in the parcels etc. Thus, it was determined that cultivated areas of the parcel borders which were created with manual drawings have showed more than 12% according to calculations.

As a result, effective areas in the parcel borders can determine with accurate segmentation coefficients and appropriate vector conversion filters by using SPOT-5 and similar resolution satellite images and it has revealed that the availability of mapping purposes.

Keywords: SPOT 5, Parcel Map, Object-Based Classification, Grain, Remote Sensing.

1.GİRİŞ

Günümüzde sınırlı olan arazi kaynaklarının ve verimli tarım arazilerinin plansız ve amaç dışı kullanımları, arazilerin geri dönüşümü olmayan bir şekilde tahrip edilmesine neden olmaktadır. Ülkemizde bu şekilde kaybedilen verimli arazi varlığımız (I., II. ve III. sınıf) 573.239 ha'ya ulaşmış durumdadır (Cangir ve ark., 1998, Dengiz ve ark., 2006; Everest ve ark., 2011). Bu nedenle özellikle verimli tarım topraklarının iyi değerlendirilmesi ve uygun arazi kullanım türüne göre kullanılması gerekmektedir (Başayığıt ve ark., 2005).

Arazi kullanım türü, bitki örtüsü, su kütleleri, kaya ve toprak gibi doğal oluşumlar ile tarım arazileri, yerleşim alanları, endüstri alanları, maden ve atık boşaltım alanları gibi insan etkisi sonucu oluşan çeşitli kullanımların tamamını ifade eder (FAO 1977; Matthews ve ark., 1999; Weerakoon, 2002; Bagheri ve ark., 2012). Arazi kullanım türü ile doğrudan etkilenen ve yapay olarak üretilmesi mümkün olmayan toprakların tüm bu ihtiyaçları karşılayabilmesi için uygun, planlı ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması zorunludur. Planlamada ilk aşama ise kaynak envanterlerin hazırlanmasıdır (McHarg, 1969; Everest ve ark., 2011; Cengiz ve ark., 2013).

Bilgisayar ve uydu teknolojisinde meydana gelen gelişmeler mevcut arazi kaynaklarının envanterlerinin çıkarılmasında, bu arazilerde meydana gelen değişimlerin izlenmesinde önemli kolaylıklar sunmaktadır (Başayığıt ve ark., 2005; Everest ve ark., 2011). Bu gün modern toplumlarda arazi yönetim ve planlamada kullanılan ve bilimsel araştırmalar ile desteklenen en önemli araç uydu görüntüleridir (McRobert ve Tomppo, 2007; Weih ve Riggan, 2010). Uydu görüntüleri aracılığıyla arazi kullanımını niteleyen tematik haritalar hızlı, ucuz ve doğru bir şekilde üretilmekte ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile uyumlu bir şekilde analiz edilebilmektedir (Bisht ve Kothiyari, 2001).

Arazi kullanım türlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda en önemli etken çalışma amacına uygun detay ve ölçekte bilgi üretmektir. Ayrıca bilgilerin üretiminde en ekonomik yöntemlerin seçilmesi de gerekmektedir. Bu nedenle çoğu çalışmada kent alanlarında yüksek, tarım alanlarında ise daha düşük çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanılmaktadır. Tarım alanları yönüyle değerlendirildiğinde Landsat gibi düşük çözünürlüklü uydu görüntüleri ile ulusal düzeyde çalışmalar yürütülürken (Prakasam, 2010, Jin ve ark., 2013) Quickbird gibi yüksek çözünürlüklü görüntüler lokal düzeyde verilere ulaşılabilmektedir (Myint ve ark., 2011).

Burada dikkat çeken diğer bir durum ise yaygın olarak yüksek ve orta çözünürlüklü uydu verilerinde obje tabanlı sınıflama yöntemlerinin tercih edilmesidir (Jensen, 1983; Muller, 1988; Woodcock ve ark., 2001; Homer ve ark., 2004; Olthof ve ark., 2005; Sexton ve ark., 2013). Ülkemizde de tarım kuruluşları SPOT- 5 gibi orta çözünürlüklü uydu görüntüleri ile yaygın olarak çalışmaktadır. Tarım Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı bünyesinde yürütülen Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi Projesi çerçevesinde SPOT4, SPOT5, SPOT6 ve RADARSAT uyduları kullanılarak parsel bazında ürün takibi ve verim tahmini gibi çalışmalar yürütülmektedir. Ayrıca bu veriler ile kadastral bilgiler ilişkilendirilerek Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında çok amaçlı kullanımlara uygun veri setleri oluşturulmaktadır. Tüm bu çalışmalarda pre-manuel sınıflamalar dışında otome edilmiş işlemlere de gereksinim olduğu görülmektedir. Bu çalışma bahsedilen gereklilikler üzerinde temellendirilmiştir.

Bu tespitlere dayanarak çalışma amacında, yaklaşık 1000 dekar test alanında yaygın arazi kullanım türü tahıl alanları olan arazilerde obje tabanlı sınıflama metodu kullanılarak tematik harita halinde bir envanterler hazırlanması yer almaktadır. Çalışmanın segmentasyon parametreleri için uygun kombinasyon seçimine katkı sağlaması hedeflenmiştir.

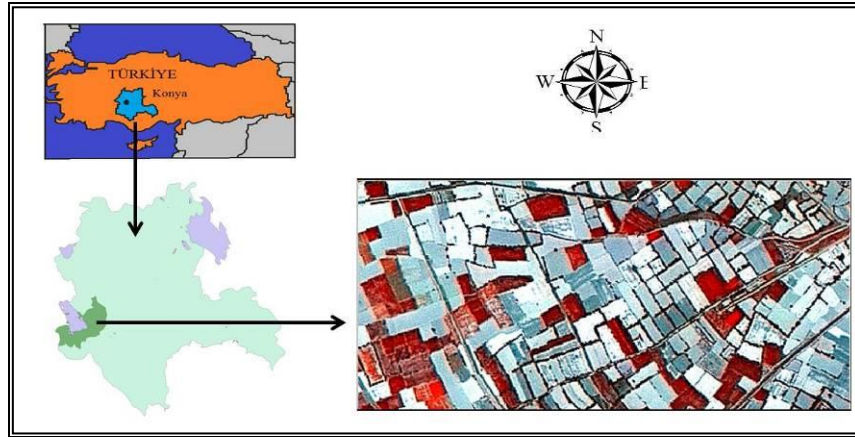
2.MATERYAL ve METOT

2.1.Materyal

Çalışmada tahıl alanlarının parsel sınırlarının belirlemesi amacı ile 2010 yılı Mayıs ayına ait Spot -5 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntüsü 4 bantta: B1 (0.49–0.61 μm), B2 (0.61– 0.68 μm), B3 (0.78–0.89 μm), ve kısa dalga kızılötesi B4 (1.58–1.75 μm) olmak üzere 10 m yersel çözünürlüğe, 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Radyometrik düzeltmesi görüntü sağlayıcı tarafından Level 1 standardında yapılmış, geometrik düzeltmesi ise manuel olarak Google Earth yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Yer referans sistemi (Datum) UTM/WGS 84 olarak seçilmiştir.

Çalışma alanı Konya ili Beyşehir ilçesinde yaklaşık 1000 dekar büyüklüğünde $37^{\circ} 54' 56''$ - $37^{\circ} 54' 34''$ Kuzey Enlemleri ile $31^{\circ} 30' 55''$ - $31^{\circ} 31' 51''$ Doğu Boylamları arasındaki alanı kapsamaktadır. Çalışma sahası tahıl, şeker pancarı ve mera olmak üzere 3 farklı arazi kullanım türünü barındırmaktadır. Çalışma alanının konumu Şekil 1'de verilmiştir.

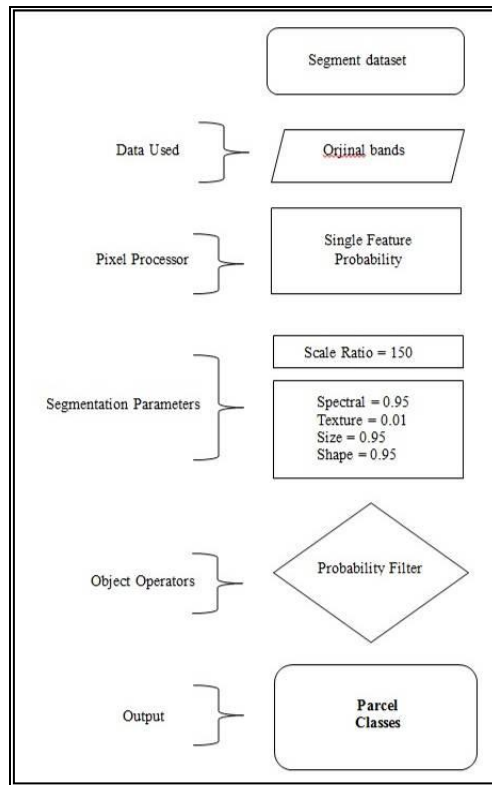
Test alanında manuel çizimler sonucu 215 tahıl parseli belirlenmiş bu parsellerin 706.5 da alan kapladığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

2.2. Metot

Çalışmada uydu görüntüsünün sınıflandırılması ve parsel ayrımlarının yapılması amacıyla, Erdas Imagine 9 (Erdas, 2009) yazılımı kullanılmıştır. Yazılımın yarı otomatik segmentasyon süreci olarak adlandırılan ve hem uzaysal hem de spektral yansıma farklılıklarını ayıran Obje Tabanlı Sınıflama Metodunun uygulanmıştır. Metotta Tek Özellik Olasılığı (Single Feature Probability) farklı segmentasyon katsayıları deneme ile bulunmuştur (Blundell ve Opitz, 2006). Sınıflama çalışmasına ait akış şeması Şekil 2' verilmiştir.



Şekil 2. Segmentasyon süreci akış şeması

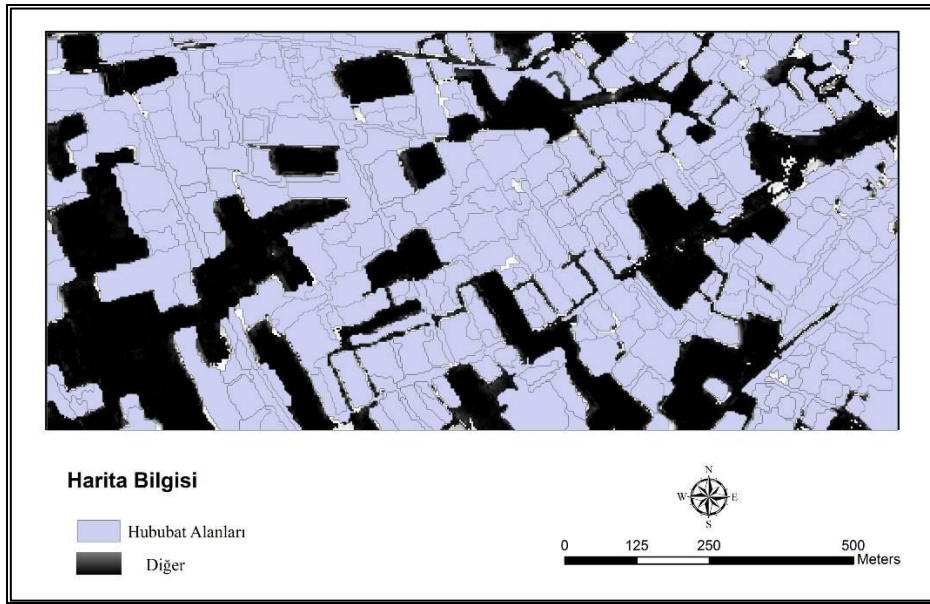
Segmentasyon işlemi sırasında piksellerin uzaysal ve spektral yansımalarını algoritmaya alarak en iyi ayrımı yapabilmek ve homojenizasyonu sağlamak için oran (segment ratio), spektral (spectral), doku (texture), büyüklük (size) ve şekil (shape) faktörlerinde önceki çalışmalara göre farklı katsayılar denenmiştir (Batz ve Schape, 2000; Chepkochei, 2011; Myint ve ark., 2011; Dronova ve ark., 2011; Gutierrez ve ark., 2012).

Segmentasyon işlemi sonucu elde edilen parsel sınırlarının yer kontrolleri sonucu manuel olarak çizilen parsel

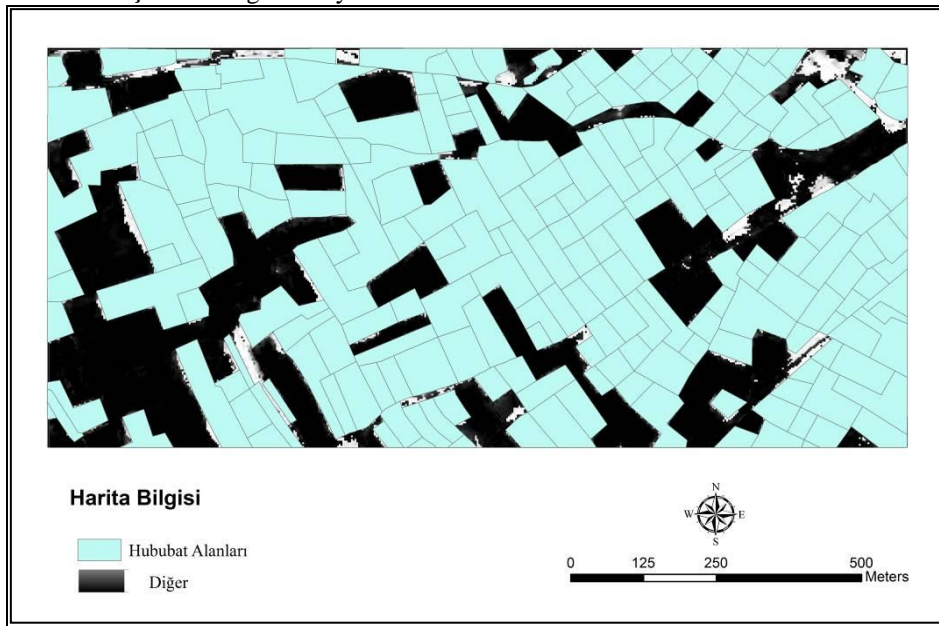
sınırları ile ArcGIS 9.3 yazılımı kullanılarak karşılaştırılması yapılmıştır. Manuel olarak üretilen parsel haritası tam doğru veri olarak kabul edilmiş ve uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile elde edilen parsel haritasının ne kadar benzeştiği tespit edilmiştir. Ayrıca yol, bina ve ağaçlık alanlar gibi diğer kültürel unsurlar da karşılaştırmaya tabi tutulmuştur.

3.ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma sonucu karşılaştırma ile manuel çizimlerde parseller arası yolların, parseller içerisindeki ağaçlık alanların, bina vb. farklı spektral yansımalar gösteren unsurların ayrımının yapılamadığı ve ekili alanların % 12 daha fazla hesaplandığı belirlenmiştir. Bu bulgudan hareketle obje tabanlı sınıflama ile parseller içerisinde daha doğru ayrımların yapıldığı tespit edilmiştir. Ancak belirgin sınırlara ve düzgün kenarlara sahip olmayan parsellerde homojenitenin tam olarak sağlanamadığı görülmüştür. Özellikle doğal çayır alanları ile tahıl parsellerinin karıştığı tespit edilmiştir. Üretilen tahıl alanlarına ait tematik parsel sınırı haritası ve yer kontrolleri sonucu manuel olarak çizilen parsel sınırları haritası Şekil 3 ve 4' de sunulmuştur.



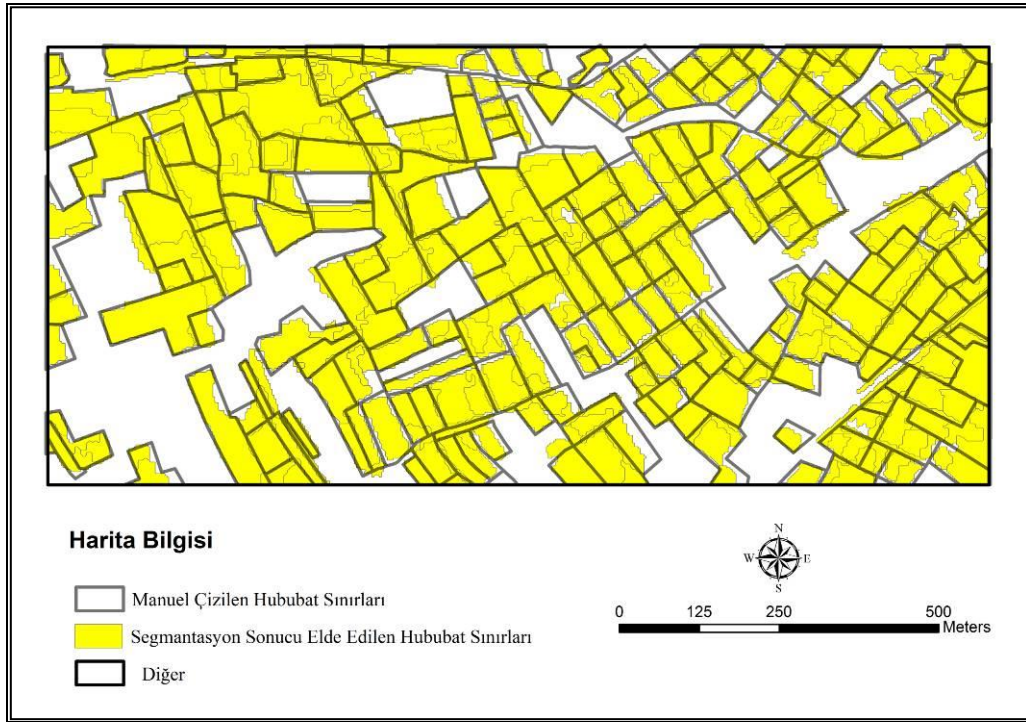
Şekil 3. Segmantasyon sonucu elde edilen Tahıl Sınırları Haritası



Şekil 4. Manuel çizim sonucu elde edilen Tahıl Sınırları Haritası

Obje Tabanlı Sınıflama yöntemi kullanılarak elde edilen parsel sınırları ile manuel olarak çizilen sınırlar

karşılaştırıldığında % 86 oranında birbirine benzeştiği belirlenmiştir (Şekil 5). Manuel çizilen ve Segmantasyon sonucu belirlenen tahıl parsellerine ait tanıtıcı istatistikler Çizelge 1’de verilmiştir.



Şekil 5. Segmantasyon ile oluşturulan sınırlar ile manuel çizilen parsel sınırlarının karşılaştırılması

Çizelge 1. Test alanına ait tanıtıcı istatistikler

Parametreler	Manuel	Segmantasyon
Parsel Sayısı	215	226
Maksimum Alan (da)	16	14
Minimum Alan (da)	0.15	0.22
Ortalama Alan (da)	3.28	2.67
Toplam Alan (da)	706.5	607

Çalışma ile segmantasyon için uygun kombinasyonlar seçilmiştir. Parsel sınırlarının en iyi şekilde ayırt edildiği faktör katsayıları; Oran = 150, Spektral = 0.95, Doku = 0.01, Büyüklük = 0.25 ve Şekil = 0.95 olarak belirlenmiştir.

Aynı zamanda vektörel dönüşüm sürecinde poligonların komşu poligonlara göre en homojen şekilde oluşturulabilmesi için 0.5 dönüştürme kat sayısında Olasılık Filtresi (Probability Filter), minimum poligon büyüklüğü için 5, maksimum poligon büyüklüğü için 200000 piksel içerecek Büyüklük Filtresi (Size Filter) uygulanmıştır (Erdas, 2009). Vektör dönüşümü sonrası parsel sınırlarının CBS ortamına en iyi şekilde aktarılabilmesi için Genelleme, Ada ve Segment Birleştirme Filtreleri uygulanmıştır (Erdas, 2009). Uygulanan katsayılar ve filtreler önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Im ve ark., 2008; Lee ve Warner, 2006; Myint ve ark., 2008; Stow ve ark., 2008; Myint ve ark., 2011), ancak görüntü kalitesi ve tipi, farklı uygulamalar, referans alınan verilerin güvenilirliği ve karşılaştırma metotları gibi pek çok faktör segmantasyonun doğruluğunu etkilemekte ve uygulamalarda başarı farklılıklarına sebep olmaktadır (Carleer ve Wolff, 2006; Gao ve Mas, 2008; Radoux ve ark., 2008; Weih ve Riggan, 2010)

4.SONUÇLAR

Çalışma ile SPOT 5 gibi orta çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinde obje tabanlı sınıflama metodu kullanarak doğru segmantasyon katsayıları ve uygun vektörel dönüşüm filtreleri ile parsel sınırları içerisinde yüksek doğruluk katsayıları ile kullanım alanlarının belirlenebildiği, özellikle belirgin sınırlara sahip ve düzgün kenarlı parsellerden oluşan tarım arazilerinin belirlenmesinde obje tabanlı sınıflama metodunun kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Baatz, M.; Schape, A.,** 2000, Multiresolution Segmentation: An Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation, *Proceedings of the Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT Symposium. Salzburg, Austria.*
- Bagheri, M.; Sulaiman, W.N.A., Vaghefi, N.,** 2012, Land Use Suitability Analysis Using Multi Criteria Decision Analysis Method for Coastal Management and Planning: A Case Study of Malaysia, *Journal of Environmental Science and Technology*, 5(5), 364-372.
- Başayığıt, L.; Akgül, M.; Işıldar, A.A.,** 2005, LANDSAT Verileri Yardımıyla Arazi Kullanım Türlerinin Belirlenmesi ve Yıllara Bağlı Olarak Değişimin İzlenmesi, *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 50-54.
- Bisht, B.S.; Kothiyari, B.P.,** 2001, Land-Cover Change Analysis of Garur Ganga Watershed Using Gis/Remote Sensing Technique, *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 29 (3), 137-141.
- Blundell, J.S.; Opitz, D.W.,** 2006, Object Recognition and Feature Extraction from Imagery: The Feature Analyst@ Approach, *Proceedings from 1st International Conference on Object-based Image Analysis, 4-5 July, Salzburg, Austria.*
- Cangir, C.; Kapur, S.; Boyraz, D.; Akça, E.,** 1998, Türkiye’de Arazi Kullanımı, Tarım Topraklarının Sorunları ve Optimum Arazi Kullanım Politikaları, *M. Sefik Yesilsoy International Symposium on Arid Region Soil*, Menemen İzmir, Turkey.
- Carleer, A.P.; Wolff, E.,** 2006, Region-Based Classification Potential for Land-Cover Classification with Very High Spatial Resolution Satellite Data, *Proceedings from 1st International Conference on Object-based Image Analysis, 4-5 July, Salzburg, Austria.*
- Cengiz, T.; Akbulak, C.; Özcan, H.; Baytekin, H.,** 2013, Gökçeada’da Optimal Arazi Kullanımının Belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19(2013), 148-162.
- Chepkochi, L.C.,** 2011, Object-Oriented Image Classification of Individual Trees Using Erdas Imagine Objective: Case Study of Wanjohi Area, Lake Naivasha Basin, Kenya, *Kenyatta International Conference Centre Nairobi*, pp. 21-22.
- Dengiz, O.; Usul, M.; Keçeci, M.,** 2006, Atatürk Orman Çiftliği Arazilerinin Tarımsal Kullanım Durumlarının Değerlendirilmesi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(1),55-64.
- Dronov, I.; Gong, P.; Wang, L.,** 2011, Object-Based Analysis and Change Detection of Major Wetland Cover Types and Their Classification Uncertainty during The Low Water Period at Poyang Lake, China, *Remote Sensing of Environment*, 115 : 3220–3236.
- ERDAS,** 2009. User's Guide, <http://www.erdas.com>.
- Everest, T.; Akbulak, C.; Özcan, H,** 2011, Arazi Kullanım Etkiliğinin Değerlendirilmesi :Edirne İli Havsa İlçesi, *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 26(3), 251-257.
- FAO,** 1977, A framework for Land Evaluation. *International Institute for Land Reclamation and Improvement*, ILRI Publication 22, Wageningen, The Netherlands, pp. 87.
- Gao, Y.; Mas, J.F.,** 2008, A Comparison of The Performance of Pixel-Based and Object-Based Classifications over Images with Various Spatial Resolutions, *GEOBIA 2008–Pixels, Objects, Intelligence. Geographic Object Based Image Analysis for the 21st Century*, (G.J.Hay, T. Blaschke and D. Marceau, editors), University of Calgary, Alberta, Canada, ISPRS Vol. No. XXXVIII-4/C1, Archives ISSN No:1682-1777, pp. 373.
- Gutiérrez, J.A.; Seijmonsbergen, A.C.; Duivenvoorden, J.F.,** 2012, Optimizing Land Cover Classification Accuracy for Change Detection, A Combined Pixel-Based and Object-Based Approach in A Mountainous Area in Mexico, *Applied Geography*, 34 : 29-37.
- Homer, C.; Huang, C.; Yang, L.; Wylie, B.; Coan, M.,** 2004, Development of a 2001 National Land-cover Database for the United States. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70 : 829–840.

- Im, J.; Jensen, J.R.; Tullis, J.A.**, 2008, Object-Based Change Detection Using Correlation Image Analysis and Image Segmentation Techniques, *International Journal of Remote Sensing*, 29 : 399–423.
- Jensen, J.R.**, 1983, Biophysical Remote Sensing. *Annals of the Association of American Geographers*, 73 : 111–132.
- Jin, S.; Yang, L.; Danielson, P.; Homer, I.; Fry, J.; Xian, G.**, 2013, A Comprehensive Change Detection Method for Updating the National Land Cover Database to Circa, *Remote Sensing of Environment*, 132 : 159–175.
- Lee, J.Y.; Warner, T.A.**, 2006, Segment Based Image Classification, *International Journal of Remote Sensing*. 27 : 3403–3412.
- Matthews, K.B.; Sibbald, A.R.; Craw, S.**, 1999, Implementation of a Spatial Decision Support System for Rural Land Use Planning: Integrating GIS and Environmental Models with Search and Optimisation Algorithms, *Computer and Electronics in Agriculture*, 23(1), 9-26.
- McHarg, I.L.**, 1969, Design with Nature. *Natural History Press*, Garden City, New York.
- McRoberts, R.E.; Tomppo, E.O.**, 2007, Remote Sensing Support for National Forest Inventories, *Remote Sensing of Environment*, 110 : 412-419.
- Muller, J.P.A.L.**, 1988, Key Issues in Image Understanding in Remote Sensing, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A: Mathematical and Physical Sciences*, 324 : 381–395.
- Myint, S.W.; Giri, C. P.; Wang, L.; Zhu, Z.; Gillette, S.**, 2008, Identifying Man Grove Species and Their Surrounding Land Use and Landcover Classes Using An Object Oriented Approach With A Lacunarity Spatial Measure, *GIScience and Remote Sensing*, 45 : 188–208.
- Myint, S.W.; Gober, P.; Brazel, A.; Grossman-Clarke, S.; Weng, Q.**, 2011, Per-Pixel vs. Object-Based Classification of Urban Land Cover Extraction Using High Spatial Resolution Imagery, *Remote Sensing of Environment*, 115 : 1145–1161.
- Olthof, I.; Butson, C.; Fraser, R.**, 2005, Signature Extension Through Space for Northern Landcover Classification: A Comparison of Radiometric Correction Methods, *Remote Sensing of Environment*, 95 : 290–302.
- Prakasam, C.**, 2010. Land Use and Land Cover Change Detection Through Remote Sensing Approach: A Case Study of Kodaikanal Taluk, Tamil nad, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 1: 2.
- Radoux, J.; Defourny, P.; Bogaert, P.**, 2008, Comparison of Pixel and Object-Based Sampling Strategies for Thematic Accuracy Assessment, GEOBIA 2008–Pixels, Objects, Intelligence, Geographic Object Based Image Analysis for the 21st Century, (G.J.Hay, T. Blaschke and D. Marceau, editors). University of Calgary, Alberta, Canada, ISPRS Vol. No. XXXVIII-4/C1. Archives ISSN No.:1682-1777, pp. 373.
- Sexton, O.; Urban, D.L.; Donohue, M.J.; Song, C.**, 2013, Long-Term Land Cover Dynamics by Multi-Temporal Classification Across The Landsat-5 Record, *Remote Sensing of Environment*, 128 : 246–258.
- Stow, D.; Hamada, Y.; Coulter, L.; Anguelova, Z.**, 2008, Monitoring Shrubland Habitat Changes Through Object-Based Change Identification with Airborne Multi-Spectral Imagery, *Remote Sensing of Environment*, 112 : 1051–1061.
- Weerakoon, K.**, 2002, Integration of GIS Based Suitability Analysis and Multicriteria Evaluation for Urban Land Use Planning; Contribution from the Analytic Hierarchy Process, In: *Proceedings of the Third Asian Conference on Remote Sensing, Asian Association on Remote Sensing, Nepal*, URL: <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2002/urb>.
- Weih, R.C.; Riggan, N.D.**, 2010, Object-Based Classification vs. Pixel-Based Classification: Comparative Importance of Multi-Resolution Imagery, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXVIII-4/C7.
- Woodcock, C.E.; Macomber, S.A.; Pax-Lenney, M.; Cohen, W.B.**, 2001, Monitoring Large Areas for Forest Change Using Landsat: Generalization Across Space, Time and Landsat Sensors, *Remote Sensing of Environment*, 78: 194–203.