

ÇELTİK TARLALARININ HARİTALANMASINDA ÇOK-ZAMANLI RADAR UYDU VERİLERİNİN KULLANIMI: MERİÇ (İPSALA - ENEZ) HAVZASI ÖRNEĞİ

Z. Damla UÇA AVCI¹, Filiz SUNAR²

¹Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Uzay Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul ucaavci@itu.edu.tr

²Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul fsunar@itu.edu.tr

ÖZET

Tarımda uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak ürün haritalarının çıkartılması, ürün gelişiminin takibi, rekolte tahmini gibi uygulamalar bölgesel bazlı olarak etkin bir şekilde yapılabilmektedir. Ancak Türkiye gibi tarımın ülke ekonomisinde çok önemli bir yere sahip olduğu ülkelerde bu uygulamaların büyük ölçekte, mümkün olan en çok sayıda ürün için yapılabilmesi büyük önem taşımaktadır. Optik algılama güneş enerjisine bağımlı olarak yapılabildiğinden, meteoroloji istatistiğinde bulutlu ve yağışlı gün sayısının yüksek olduğu bölgelerde bu uygulamalar aynı verimle kullanılamamaktadır.

Hem bölgesel hem de ürün bazında bu açığı giderebilmek için radar görüntüleme sistemlerinden yararlanılabilmektedir. Ham tüketimiyle olduğu kadar endüstriyel kullanımı açısından da değerli olan pirinç aynı zamanda artan dünya nüfusunun besin ihtiyacını karşılamada büyük potansiyel olarak görülmektedir. Bu nedenle pirinç ile ilgili olarak uygulanacak tarım yönetim sisteminin sürdürülebilirliği, planlama ve haritalama çalışmalarında yeni ve modern teknolojilerden yararlanılması gibi yaklaşımların tarım politikasında yer alması yüksek doğruluklu sonuçların elde edilmesi ve yatırımın karşılığının alınması bakımından çok önemlidir. Pirinç genellikle yağışlı bölgelerde yetiştirildiği ve özellikle su içerisinde gelişim gösterdiği için tespiti ve takibinde daha başarılı sonuçlar elde edilebilmesi için radar görüntüleri tercih edilmektedir.

Bu çalışmada çok-zamanlı radar uydu verileri kullanılarak Meriç havzasındaki pirinç tarlalarının haritalanması yapılmıştır. Çalışmada görüntü segmentasyonu gerçekleştirilmiş; görüntü, seçilen örnek segmentlerin özellik değerleri baz alınarak kontrollü olarak sınıflandırılmıştır. Elde edilen sınıflandırma sonuç görüntüsünün hata matrisi ve görsel analiz ile yapılan değerlendirilmesi sonucunda çok-zamanlı radar verilerinin çeltik ekili alanların tespitinde etkin olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Literatürde ikinci yazara ait aynı veriseti ile yapılan piksel-tabanlı sınıflandırma sonuçları ile yapılan karşılaştırma sonucunda nesne-tabanlı yaklaşımın avantajları ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: Çeltik, Çok-zamanlı veriseti, Radar görüntüleme, Sınıflandırma, Tarım

ABSTRACT

THE USE OF MULTI-TEMPORAL RADAR SATELLITE DATASET FOR RICE FIELDS MAPPING: MERIC (IPSALA - ENEZ) BASIN CASE STUDY

Crop mapping, crop monitoring and crop yield analysis are being done efficiently in a regional scale by using remote sensing technologies for a long time. However, countries for which agriculture have a high impact in economy, such as Turkey, these kind of applications have to be conducted for wide regions and for the possible maximum number of crop types. Optical sensing which uses sun as a energy source, cannot be done effectively for the regions that have high cloudy and rainy day statistics.

To meet the data requirements both in regional and product basis, radar imaging can be used. Rice is an important crop since it is widely used in industry besides to its raw consumption; moreover it is one of the most suitable crops which are thought to be a potential solution to meet the nutrition problem in the world due to the population explosion. Therefore some approaches such as the sustainability of the agricultural management system to be conducted, the use of new and modern technologies in planning and mapping, etc., need to be taken into consideration in agricultural policy to achieve high accuracy in crop mapping and to have higher cost-to-benefit ratio. Since being a crop grown in rainy climate and in water, radar imaging is rather preferred in rice mapping due to high accuracies achieved in many studies.

In this study, rice fields of Meriç region were mapped using multi-temporal radar images. In the application, image segmentation was applied; then image was classified using a supervised method, where the training segments were used. The final classification image was evaluated by both error matrix and visual analysis, and it was concluded that multi-temporal radar images can be used effectively for rice field mapping. In the literature, a similar study belonging to second author and done in the same area using the same dataset but with a different thematic mapping technique (pixel-based classification) is compared with the results obtained in this study and the advantages of the object-based method was outlined.

Keywords: Agriculture, Classification, Multi-temporal radar dataset, Rice, Radar imaging

1. GİRİŞ

Türkiye farklı iklim koşulları ve coğrafyası sayesinde çok çeşitli tarımsal ürün için gerekli ve yeterli uygun ortamın sağlanabildiği bir doğal ortama sahiptir. Ülkenin geniş ve verimli topraklarında yetiştirilen pek çok ürün ve ayrıca bazı ürünlerin hammadde olarak kullanılıp işlenmesi sonucu elde edilen ikincil ürünler göz önüne alındığında tarım sektörü ekonomide önemli bir yere sahiptir (Ege, 2011).

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de gün geçtikçe daha fazla tarımsal uygulamada uydu ve uzaktan algılama (UA) teknolojilerinden yararlanılmaktadır. UA, ürün tiplerinin ayırt edilmesi, ürün durumunun gözlenmesi, rekolte tahmini, tarımsal hastalık ya da afet durumlarında hasar tespiti gibi birçok tarımsal analizde etkin olarak kullanılabilir.

Artan dünya nüfusu dikkate alındığında, nüfusun önemli bir kısmının ana besini olan ve gelecekteki besin ihtiyacının karşılanmasında potansiyel ürün olarak öne çıkan pirincin, tarımsal ürünler arasında ayrı bir öneme sahip olduğu söylenebilir (Kubo ve Purevdorj, 2004). Bileşiminde az protein bulundurmasına karşın amino asitlerle zengin olması nedeniyle beslenmede önemli bir ürün olarak kullanılmaktadır (Gül, 2003). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre dünya nüfusunun %20’sinin enerji ihtiyacını pirinç, %10’ununkini buğday ve %5’ininkini bir mısır çeşidi olan darı karşılamakta olup, dünyanın en büyük pirinç üreticileri Çin ve Hindistan’dır (FAO). Yine FAO verilerine göre dünya çapında kişi başı pirinç tüketimi yıllık 56.5 kg’dır (FAO).

Pirinç çeltikten elde edilmekte olup, Türkiye’de tüm coğrafi bölgelerde çeltik ekimi yapılabilmektedir. Coğrafi dağılım olarak Marmara Bölgesi’nde Baldo, Sürek-95, Ergene, Veneria, Thrace Rocca,Trakya, Meriç, İpsala, Serhat-92; Akdeniz Bölgesi’nde Rocca, Baldo, Ergene; Ege Bölgesi’nde Rocca, Veneria, Baldo; Karadeniz Bölgesi’nde Krasnodarsky-424, Rocca, Serhat-92 ve yerel türler; İç Anadolu Bölgesi’nde Krasnodarsky-424 ve yerel türler; ve Doğu Anadolu Bölgesi ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde yerel türler yetiştirilmektedir (Sürek, 1990). Türkiye’de ekimi yapılan başlıca çeltik çeşitleri Rocca ve Baldo dur (Özküralpli, 2006). Genel olarak Marmara ve Karadeniz bölgelerindeki üretimin yanı sıra Trakya bölgesinde de önemli miktarda üretim yapılmaktadır. Türkiye’de çeltik üretiminin gerçekleştirildiği başlıca iller sırasıyla Edirne, Samsun, Çorum, Balıkesir, Kastamonu, Sinop ve İzmir’dir. İlk sırada yer alan Edirne’de üretim miktarı 82.455 bin ton ve üretim oranı %38.2’dir (Özküralpli, 2006). Edirne’de özellikle Meriç havzası boyunca önemli miktarda ekim yapılmaktadır. Bu çalışmada, Meriç Nehri etrafındaki havzada çeltik üretimi yapılan tarım alanlarının haritalanması hedeflenmiştir.

Çalışmada çeltik tarlalarının belirlenmesinde dünyada bir süredir kullanılmakta olan uydu verilerinden ve uzaktan algılama (UA) teknolojisinden yararlanılmıştır. UA uygulamalarında pasif algılamanın yanı sıra aktif algılama da kullanılmaktadır. Aktif algılamada kullanılan radar sistemleri daha çok elektromanyetik spektrumun mikrodalga bölgesinde yaklaşık olarak 1 cm ile 1m dalga boyunda ve 0.3 GHz ile 40 GHz frekans aralığında çalışmaktadır. Bu görüntüleme teknolojisinde ışınım olarak güneş enerjisi yerine uydunun kendi ürettiği enerji yeryüzüne gönderilmektedir. Farklı bir algılama yöntemi olan radar görüntülemenin buluta penetrasyon özelliği nedeniyle özellikle bulut istatistiğinin yüksek olduğu bölgelerde büyük avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle radar verileri genelde bulutlu ve yağışlı bölgelerde üretimi yapılan çeltik alanlarının izlenmesinde tercih edilmektedir. Ayrıca, radar verilerinin özellikle arazideki nem ve pürüzlülük özelliklerine duyarlı olması nedeniyle, su altında yetişen çeltiğin izlenmesinde diğer tarım ürünlerine oranla daha etkin sonuç verdiği de bilinmektedir (Shao vd., 2001).

Literatürde çeltik alanlarının gözlenmesi ve rekolte tahmininde radar görüntülerinin kullanımına yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Bambang vd., 2014). Kurosu, Fujita ve Chiba (1997), Shao, Wang, Fang, ve Liu (1997), Frei vd. (1999), Ling vd. (2005), Chen ve Mcnairn (2006), Haldar ve Patnaik (2010), radar verileri ile çeltik alanlarının gözlenmesine, ayırt edilmesine ve büyüme evrelerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalar incelendiğinde radar görüntülerinin çeltik alanlarının belirlenmesi, çeltik büyüme ve gelişiminin izlenmesi, rekolte tahmini gibi uygulama ve analizlerde etkin bir veri olduğu ve yüksek doğruluklu sonuçların elde edilmesi açısından da umut vaat ettiği görülmektedir.

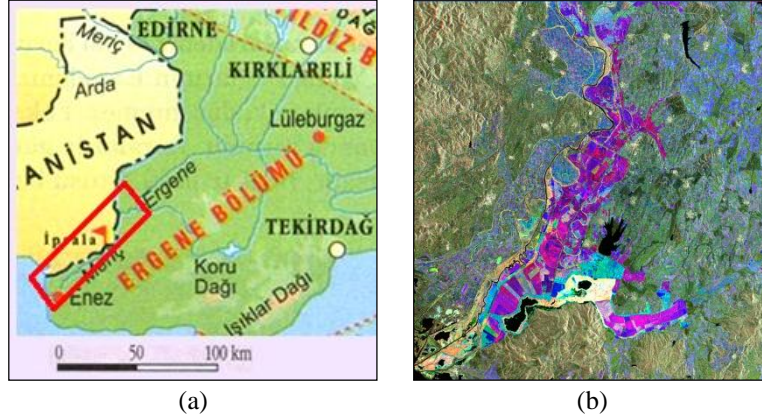
Bu çalışmada, literatürde daha az ve son yıllarda geliştirilmiş ancak hızla yaygınlaşmakta olan nesne tabanlı görüntü analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu analiz yöntemi, özellikle benek etkisi gösteren radar görüntülerinin sınıflandırılmasında karşılaşılan süreksizliğin yok edilmesi ve daha kompakt sınıflandırma sonuçlarına ulaşılması bakımından çok başarılıdır.

Türkiye’nin dünya çeltik üretiminde aldığı pay %0.07’dir ve verim açısından dünya ortalamasının üzerinde olmasına karşın, ekim alanı ve üretim bakımından oldukça geri sıralarda bulunmaktadır (Gül, 2003). Çeltik ekili

alanların genişletilmesi ve üretimin artırılması, hem artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması, hem de ekonomik bakımdan ülkemiz için çok yararlı olacağından, yetkililerin bu konuda etkin bir tarım yönetimi ve politikası yürüterek mevcut sistemleri yeni teknolojiler ile desteklemesi gerekmektedir.

2. ÇALIŞMA ALANI ve KULLANILAN VERİLER

Çalışma alanı olarak seçilen çeltik tarlaları, Edirne ili İpsala ve Enez ilçeleri sınırları içerisinde yer alan Meriç Nehri havzasındaki bölgede olup konum olarak $40^{\circ}44'30''$ - $41^{\circ}00'36''$ enlem ve $26^{\circ}07'26''$ - $26^{\circ}32'29''$ boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1a). Bu bölgede buğday, ayçiçeği, domates, şeker pancarı yetiştirilmekle birlikte çeltik üretimi oldukça önemli düzeydedir ve Türkiye’de üretilen toplam çeltiğin %35’i bu bölgeden elde edilmektedir (Özkürüplü ve Sunar, 2007).



Şekil 1. Çalışma bölgesi (a) harita, (b) çok-zamanlı radar veriseti (RGB:4/5/7).

Bu çalışmada, RADARSAT-1 uydusundan SGF ürün tipinde ve CEOS formatında alınan görüntüler kullanılmıştır (Şekil 1b). RADARSAT-1 uydusunun teknik özellikleri Çizelge 1’de gösterilmiş olup, görüntü özellikleri ve alım tarihleri Çizelge 2’de verilmiştir. İpsala Bölgesi için 2005 yılı ürün takvimi incelendiğinde ekimin 1 Mayıs - 15 Mayıs ve hasadın 30 Eylül - 15 Ekim tarihleri arasında gerçekleştirildiği görülmektedir; ayrıca meteorolojik veriler incelendiğinde görüntü alım tarihlerinde yağış olmadığı saptanmıştır.

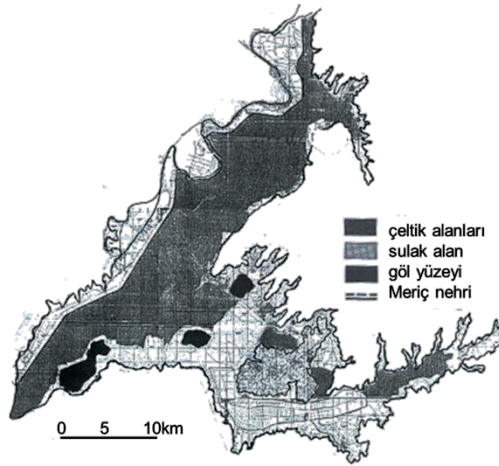
Çizelge 1. RADARSAT-1 uydusu teknik özellikleri (CSA, 2014).

Fırlatılma tarihi	Kasım 1995
Yörünge tipi	Güneş ile eş-zamanlı
Yörünge periyod süresi	100,7 dakika
Yörünge eğim açısı	$98,6^{\circ}$
Anten boyutları	1,5 x 15 metre

Çizelge 2. RADARSAT-1 uydu görüntü özellikleri ve çok-zamanlı veri seti görüntü alım tarihleri.

Mekânsal (nominal) çözünürlük	8 m	Görüntü alım tarihleri 13.04.2005 17.05.2005 28.07.2005 14.09.2005
Bakış sayısı	1	
Dalga boyu	C (3,8cm – 7,5cm)	
Görüntü modu	Fine 5 – alçalan	
Polarizasyon	YY (Yatay-Yatay)	

Çalışmada yardımcı veri olarak, bölgeye ait çeltik ekim haritası kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çeltik ekim alanları haritası.

3. YÖNTEM

Çalışmada kullanılmak üzere bölgeye ait dört farklı tarihte alınmış görüntülerden üç tanesi baz olarak seçilen görüntüye ENVI yazılımı kullanılarak geometrik kayıt edilmiş ve dört katmanlı veriseti hazırlanarak çalışma bölgesi alanı uygulama için kesilmiştir.

Görüntü işleme aşamasında verisetine öncelikle segmentasyon işlemi uygulanmış, bu işlem ile görüntü homojenlik özelliği gösteren küçük görüntü segmentlerine ayrılmıştır. Bir sonraki adımda bölgenin arazi örtüsü sınıflarını temsil etmek üzere kullanılacak segment örnekleri seçilmiştir. Bu segmentlerin özellikleri sınıflandırma aşamasında referans verisi olarak kullanılmıştır. Nesne-tabanlı yaklaşım Definiens yazılımı kullanılarak uygulanmış ve kontrollü sınıflandırma yöntemi tercih edilmiştir.

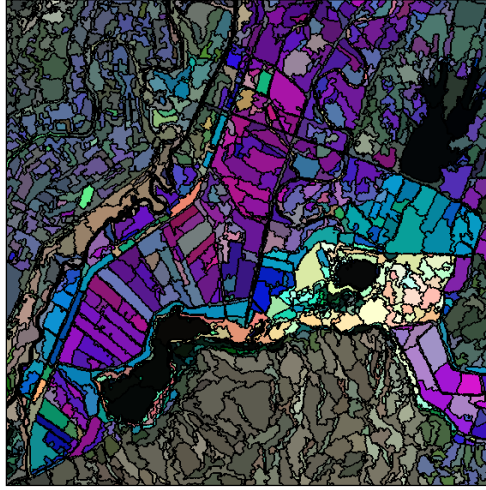
4. UYGULAMA

Nisan, Temmuz ve Eylül aylarında alınan görüntülerin baz seçilen Mayıs görüntüsüne 1.dereceden polinom dönüşümü ile geometrik kayıt işlemi gerçekleştirilmiştir. Görüntü veriseti daha sonra segmentlere ayrılmıştır. Segmentasyon işleminde kullanılan parametre ve değerler, Çizelge 3'te verilmiştir.

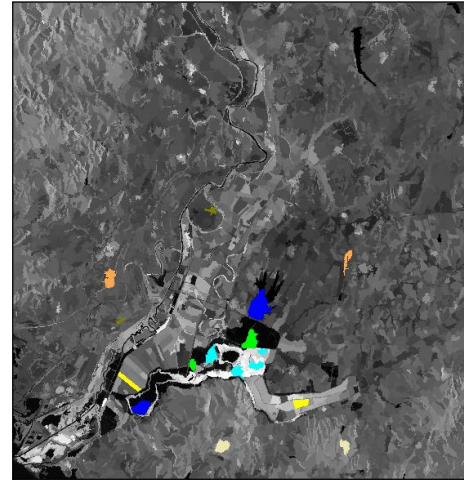
Çizelge 3. Segmentasyon parametreleri ve uygulanan değerler.

Segmentasyon parametresi	Uygulanan değer
Segmentasyon ölçeği	120
Renk	0,8
Şekil	0,2
Bütünlük	0,5
Geçişsellik	0,5

Çalışma alanının bir bölümündeki segmentasyon sonucu Şekil 3'te gösterilmiştir. Yapılan çalışmada arazi örtüsü sınıfları olarak 'çeltik 1, çeltik 2, çeltik 3, çeltik 4, tarla 1, tarla 2, su, sulak alan, çıplak alan, yerleşim' göz önüne alınmış ve her sınıfı temsil etmek üzere örnekler seçilmiştir (Şekil 4). Genel radar geri saçılım özelliklerine uygun olarak, su yüzeylerinin siyah, sulak alanların nem muhtevası nedeni ile beyaza yakın, yerleşimlerin pürüzlülük nedeni ile beyaza yakın parlak ve aynı zamanda köşeli geometride olduğu görülmüştür. Genel olarak çıplak arazi sınıfı, gri renk tonunda gözükmemektedir; tarım alanları da çıplak arazi sınıfına yakın gri tonlardadır ancak, düzgün geometrik alanlar içerisinde belirli bir gri renk tonunu homojen olarak yansıttıkları ve karakteristik bir dokuya sahip oldukları için birbirlerinden ayırt edilebilmektedirler.

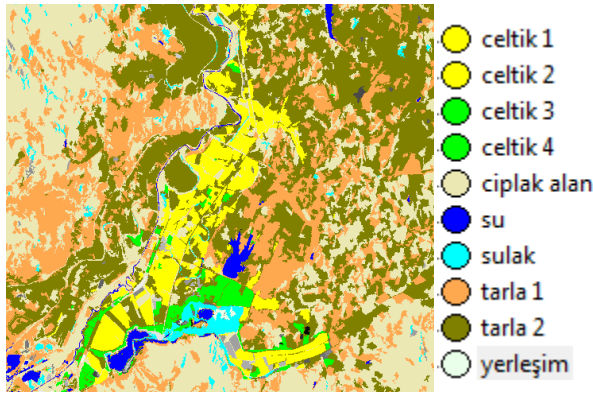


Şekil 3. Segmentasyon görüntüsü.

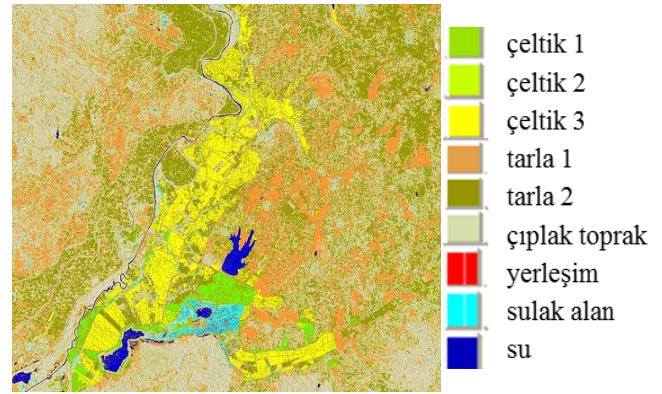


Şekil 4. Referans olarak seçilen segmentler.

Sınıflandırılmış görüntü Şekil 5'te verilmiştir. Sınıflandırma işleminin doğruluk analizi değerlendirmesi hata matrisi ile gerçekleştirilmiş (Çizelge 4) ve toplam doğruluk %92 olarak bulunmuştur. Literatürde daha önceki bir çalışmada aynı (veriseti ile) yapılan piksel tabanlı kontrollü (Maksimum Benzerlik yöntemi) sınıflandırma (Şekil 6) sonucunda toplam doğruluk %91 olarak elde edilmiştir (Özkürüplü ve Sunar, 2007).



Şekil 5. Nesne tabanlı kontrollü sınıflandırma sonuç görüntüsü.



Şekil 6. Piksel tabanlı kontrollü sınıflandırma sonuç görüntüsü.

Çizelge 4. Sınıflandırma sonrası doğruluk analizi.

	Çeltik 1	Çeltik 2	Çeltik 3	Çeltik 4	Su	Sulak Alan	Yerleşim	Tarla 1	Tarla 2	Çıplak Alan	Toplam
Çeltik 1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Çeltik 2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Çeltik 3	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	7
Çeltik 4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Su	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
Sulak Alan	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Yerleşim	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Tarla 1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
Tarla 2	1	0	1	0	0	0	0	0	6	0	8
Çıplak Alan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
Toplam	6	2	7	2	4	5	1	4	7	10	

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada gerçekleştirilen nesne tabanlı kontrollü sınıflandırma sonucunda çok-zamanlı radar verilerinin çeltik tarlalarının haritalanması ve izlenmesinde etkin olarak kullanılabilmesi saptanmıştır. Önceden yapılmış olan piksel tabanlı kontrollü sınıflandırma ile karşılaştırıldığında daha yüksek ancak yakın bir doğruluk elde edildiği görülmüştür. Ancak görsel analiz yapıldığında hem radar görüntülemeye hem de piksel tabanlı sınıflandırmadan kaynaklanan benek etkisinin giderildiği tespit edilmiştir; bu nedenle diğer veriler ile entegrasyonda ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine girdi olarak kullanımda, nesne tabanlı yaklaşımın piksel tabanlı yaklaşıma göre daha etkin sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Uzaktan algılama gibi modern teknolojinin tarım alanlarının sınıflandırılması ve haritalanmasında kullanımı, Türkiye gibi tarımın ekonomide çok önemli bir yeri olan ülkeler için büyük bir avantajdır. Özellikle sürdürülebilir bir tarım politikasının gereği olarak yeni sistemlerin mevcut sisteme adapte edilmesi ve böylelikle geniş alanlara ait tarım analizlerinin ekonomik ve kısa sürede gerçekleştirilebilmesi büyük önem taşımaktadır.

Çeltik üretiminin gelecekte nüfusla birlikte artacak olan besin ihtiyacını karşılamadaki önemi açıktır. Türkiye'nin de bu tarım ürünü ile ilgili uygulayacağı politika ve işletme yönetiminde radar görüntüleme teknolojilerinden ve uzaktan algılamada kullanılan daha yeni ve doğruluklu görüntü işleme tekniklerinden yararlanması verim artırıcı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan uydu verileri İTÜ-UHUZAM'dan temin edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Bambang H. T., Panuju D. R., Iman, La Ode S.**, 2014, Detecting Rice Growth Using ALOS Multispectral and Synthetic Aperture Radar, *Indonesian Journal of Electrical Engineering*, Vol.12, No.7, July 2014, pp. 5613 – 5620.
- Chen, C. & McNairn, H.**, 2006, A Neural Network Integrated Approach For Rice Crop Monitoring, *International Journal of Remote Sensing*, 27, 1367-1393.
- CSA**, Canadian Space Agency website, <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat/radarsat-tableau.asp>, son erişim 09.2014.
- Ege, H.**, 2011, Tarım Sektörünün Ekonomideki Yeri ve Önemi, *TEPGE Bakış*, Temmuz 2011 / ISSN: 1303 / 8346 / Nüsha: 7, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.
- FAO**, Food and Agriculture Organization of the United Nations website, <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat/radarsat-tableau.asp> son erişim 09.2014.
- Frei, U., Sporri, S., Stebler, O. Holecz, F.**, 1999, Rice Field Mapping in Sri Lanka Using ERS SAR Data, *Earth Observation Quarterly*, 63, 30-35.
- Gül, U.**, 2003, Çeltik, *TEAE Bakış*, 3, 1-3.
- Haldar D, Patnaik C.**, 2010, Synergistic Use of Multi-temporal Radarsat SAR and AWiFS Data for Rabi Rice Identification, *Journal of Indian Society of Remote Sensing*, 38(1): 153-160.
- Kubo, M. ve Purevdorj, M.**, 2004, The Future of Rice Production and Consumption, *Journal of Food Distribution Research*, 35(1). p. 128-142.
- Kurosui, T., Fujita, M., & Chiba, K.**, 1997, The Identification of Rice Fields Using Multi-Temporal ERS-1 C-Band SAR Data, *International Journal of Remote Sensing*, 18, (14), p. 2953-2965.
- Ling, F., Qinmin, W. & Xiaoqin, W.**, 2005, Identification of Rice Crop Using ENVISAT ASAR in Fuzhou, Fujian Province, China, *The 2005 Dragon Symposium "Mid-Term results"*, Santorini, Greece.
- Özküraplı, İ.**, 2006, Trakya Meriç Havzasındaki Çeltik Ekili Alanlarda Ürün Gelişiminin Çok Zamanlı Radar Uydu Görüntü Verileri Yardımıyla İzlenmesi, *Yüksek lisans tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Özküraplı, İ., Sunar, F.**, 2007, Monitoring Crop Growth in Rice Padies in the Thrace-Meriç Basin with Multitemporal Radarsat-1 Satellite Images, *ISPRS Commission VII - Conference on Information Extraction From SAR and Optical Data, with Emphasis on Developing Countries*, 15-17 May, ITU, İstanbul.
- Shao, Y., Fan, X., Liu, H., Xiao, J., Ross, S., Brisco, B., Brown, R., Staples, G.**, 2001, Rice Monitoring and Production Estimation Using Multitemporal RADARSAT, *Remote Sensing of Environment*, Vol.76, No.3, p. 310-325.
- Shao, Y., Fan, X., Wang, C., Liu, H.**, 1997, Estimation Rice Growth Stage Using RADARSAT Data, *Proceedings of Geoscience and Remote Sensing IEEE 4*, Singapore.
- Sürek, H.**, 1990, Rice Production and Research Activities in Turkey, Thrace Agricultural Research Institute, Edirne, Turkey.