

UYDU GÖRÜNTÜLERİNDE MEKANSAL ÇÖZÜNÜRLÜĞÜN TARIM ALANLARININ VE ÜRÜN TİPLERİNİN BELİRLENMESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI : ŞANLIURFA ÖRNEĞİ

U. Algancı¹, E. Sertel², C. Örmeci², M. Özdoğan³

¹İTÜ-UHUZAM, İstanbul Teknik Üniversitesi, Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi Maslak İstanbul, alganci@itu.edu.tr

²İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Müh.Bölümü Maslak İstanbul, sertele@itu.edu.tr

²İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Müh.Bölümü Maslak İstanbul, cankut@itu.edu.tr

³WU, University of Wisconsin, Center for Sustainability and the Global Environment, Madison USA, ozdogan@wisc.edu

ÖZET

Bu araştırmada, farklı mekansal çözünürlükteki uydu görüntüleri kullanılarak tarım alanlarının ve ürün tiplerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, farklı uydulardan farklı mekansal çözünürlüklerde algılanmış olan uydu görüntülerinin, Urfâ ili Akçakale ilçesindeki tarım alanlarını ürün ve alan bazında ayırt etme doğruluklarını incelemektir. Kullanılan uydu görüntülerinin mekansal çözünürlükleri 2.5 m ile 30 m arasında değişmektedir. Farklı uydu verileri kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmış ve sınıflandırma sonucunda üretilen tarım alanlarına ait ürün tipi ve bu ürünlerin mekansal dağılımına yönelik doğruluk analizleri yer gerçeği verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma doğruluk analizleri noktasal olarak ürün bazında ve alansal olarak parsel bazında gerçekleştirilmiştir. Alansal olarak yapılan analizlerde, parsellerin geometrisi ve kapladıkları alan değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda ücretsiz olarak sağlanan Landsat 5 TM verisi ile aralarında önemli fiyat farkı bulunan SPOT 5 MS – SPOT 5 MS+PAN verileri arasında ekonomik fizibilite anlamında bir gereklilik – yeterlilik ilişkisinde kurulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan algılama, Tarım, Sınıflandırma, Ürün tipi, Doğruluk analizi

ABSTRACT

A RESEARCH ON EFFECTS OF SPATIAL RESOLUTION FOR DETECTING CROP AREAS AND CROP TYPE WITH SATELLITE IMAGERY: SANLIURFA CASE STUDY

In this research, a study was conducted to determine the types and areas of crops using satellite images having different spatial resolution. The main purpose of the study is to determine the efficiency and accuracy of multi source satellite images, obtained over Urfâ, Akçakale with different spatial resolutions, in detecting crop lands in terms of crop type and area. The spatial resolution range of used satellite images varies from 2.5 m to 30 m. Satellite images were classified using unsupervised classification technique and accuracy assessments were performed for crop type classes and their spatial distribution based on ground truth information. The accuracy assessment of crop types was done in point basis and parcel accuracy assessment was performed in areal basis. Geometric structures and coverages of the parcels were identified in areal analysis. The results of the study also established a sufficiency-necessity analysis between free of charge Landsat 5 TM images and SPOT 5 MS – SPOT 5 MS+PAN imageries that have considerable price difference.

Keywords: Remote sensing, Agriculture, Classification, Crop type, Accuracy assesment.

1. GİRİŞ

Küresel nüfus artışı ve buna bağlı olarak besin ihtiyacındaki artış; tarıma elverişli alanların azalması, var olan tarım alanlarında verimliliğin erozyonla aşınıp taşınma, çoraklaşma, drenaj yetersizlikleri, kirlenme ve tarımsal amaç dışı kullanım gibi sebeplerle azalması gibi sorunlar ile birlikte değerlendirildiğinde; tarım alanlarının belirlenmesine ve ürünlerin bölgesel dağılımına ilişkin doğru ve zamanında elde edilen bilgi ekonomik, çevresel ve yönetsel anlamda büyük önem taşımaktadır.

Bu noktada uzaktan algılama sistemlerinin sağladığı sinoptik görüş ve çeşitli mekansal ve zamansal çözünürlükteki görüntü verileri, tarımsal bilginin elde edilmesinde önemli veri kaynaklarıdır. Uydu görüntüleri ile gerçekleştirilecek tarımsal çalışmalarda, farklı bitki türleri için farklı spektral yansıtım özellikleri, bitki türlerine göre değişkenlik gösteren şekil ve doku farklılıkları uzaktan algılama analizleri için kullanılabilir önemli parametrelerdir (Harris, 2003). Bu parametreler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen analizler sonucunda uydu görüntüleri kullanılarak, ürün tipi, ürün yoğunluğu ve ürün geometrisine ilişkin bilgiler üretilebilmektedir. Bitki türlerinin ayrımının gerçekleştirilmesinde uydu verileri çözünürlük özelliklerine bağlı olarak hem makro hem de mikro ölçeklerde kullanılabilir (Örmeci ve diğ.2010).

Tarım alanlarının ve barındırdıkları türün belirlenmesinde uydu görüntülerinin kullanılması iki temel işlem ile tarif edilebilir. Bunlar, ürünün mekansal dağılımının ve alansal bilgisinin belirlenmesi ve bitki büyümesinin izlenmesidir. Birbiri ile ilişkili ve iç içe olarak düşünülebilecek bu iki işlem, uydu görüntülerinin mekansal ve zamansal çözünürlükleri ile doğrudan ilişkilendirilebilir (Duveiller v.d. 2010). Özellikle benzer yansıtım özelliklerine sahip ürünlerin bir arada bulunduğu alanların incelenmesinde bitki büyüme hızlarının farklılıklarından yararlanarak tür ayrışımının en uygun olduğu dönemin belirlenmesi ve bu dönemde analizi gerçekleştirecek uydu veri setinin temini yüksek zamansal çözünürlüklü bir uydu sistemi gerektirmektedir

Bu noktada, uygun dönemde elde edilmiş görüntülerin başta sınıflandırma olmak üzere çeşitli yöntemlerle analizi ile tarım alanların ve bitki türlerinin alansal analizinde başarımın diğer bir parametresi olarak mekansal çözünürlük karşımıza çıkmaktadır. Türlerin mekansal ve alansal analizinde, türün kapladığı tarım alanlarının büyüklüğü ve türün gösterdiği yansıtım çevresindeki objelerin yansıtım özellikleri ile kontrastı önemli olmakla beraber algılayıcının yüzeyde ayırt edebildiği yansıtım farklılıklarının yani tanımlayabildiği piksellerin alansal büyüklüğü (mekansal çözünürlüğü) önemli bir faktördür (Omkar v.d., 2008). Özellikle parsel bazında mikro ölçekli çalışmalarda düşük mekansal çözünürlüğün getirdiği heterojenlik problemi bitki türünün kapladığı alanın ve mekansal konumunun belirlenmesinde hataları da beraberinde getirmektedir. Düşük mekansal çözünürlüklü verilerde heterojenlik probleminin optimizasyonu için literatürde çeşitli çalışmalar mevcut olup (Özdoğan, 2010), bir kısım araştırmacılar ise yüksek çözünürlüklü veriler ile analiz yoluna gitmektedir (Gonzalez v.d. 2009; Pan v.d., 2009).

Çalışmanın temel amacı fenolojik sürece uygun olarak elde edilen aynı tarihli farklı mekansal çözünürlüklü verileri kullanarak pilot bölgede tarım alanlarının ve ürün tiplerinin belirlenmesi ve mekansal çözünürlüğün bu analizin doğruluğuna etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışmada Urfa ili için pamuk ve mısır ürünlerinin fenolojik gelişim süreçlerine bağlı olarak uydu görüntüleri ile tesbit edilebilecekleri uygun dönemlerden birisi olan Ağustos 2010 dönemine ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Görüntüler sırası ile 21.08.2010 tarihli, 30 m mekansal çözünürlüklü Landsat 5 TM, 22.08.2010 tarihli, 10 m mekansal çözünürlüklü SPOT 5 MS, ve yine aynı tarihli 2,5 m ve 5 m mekansal çözünürlüklü SPOT 5 MS+PAN şeklindedir

Çalışmada standart görüntülere ek olarak bitki varlığının ve yoğunluğunun tesbit edilmesinde sıkça kullanılan NDVI verisi üretilmiş ve görüntülere kanal olarak eklenerek analiz sürecine katılmıştır. Ayrıca mavi dalga boyunda algılama yapmayan SPOT uydusuna ait görüntüler için yapay mavi kanal üretilerek görüntülere eklenmiş ve analizin başarımı bu veri seti içinde değerlendirilmiştir.

2. ÇALIŞMA ALANI

Bu çalışmada, Türkiye tarımsal üretiminde önemli bir paya sahip illerinden biri olan ve Güneydoğu Anadolu bölgesinin en önemli ve en büyük tarım arazilerinin bulunduğu Şanlı Urfa iline ait Akçakale ilçesi, çalışma alanı olarak seçilmiştir. Şanlı Urfa ili, 18584 kilometrekare yüzölçümü ile Türkiye'nin yedinci büyük ilidir. Türkiye pamuk üretiminin %35'i, buğday üretiminin %8'i, fıstık üretiminin %55'i Urfa'da gerçekleşmektedir. Bunların yanı sıra, sıralı ekim çerçevesinde mısır, mercimek, arpa, elma ve nohut ülke ölçeğinde önemli miktarlarda Urfa'da yetiştirilmektedir.

Akçakale ilçesi, Urfa ilinin güneybatı bölümünde yer almakta olup, Harran ovasının bir kısmını da sınırları içinde barındırmaktadır. İlçenin temel gelir kaynağı tarımdır. Pamuk ve buğday en çok yetiştirilen ürünler arasındadır. Ayrıca, önemli ölçüde mısır tarımı da yapılmaktadır. Güneyi Suriye ile sınır olan ilçe, Ceylanpınar ve Koruklu ilçeleri ile beraber Tarım Bakanlığı'na bağlı Türkiye'nin en geniş tarım alanlarını barındırmaktadır.

3. UYGULAMA

3.1 Uydu Verilerinin Ortorektifikasyonu ve Ön İşleme

Orijinal uydu görüntüleri, genelde sistematik veya sistematik olmayan geometrik distorsiyonları içerdiğinden harita amaçlı kullanılmazlar. Bu distorsiyonlar yükseklikteki, konumdaki ve algılayıcı platformun hızındaki değişimlerden, yeryüzü eğriliği ve atmosferik kırılma gibi birçok etkenden kaynaklanmaktadır. Ortorektifikasyonun amacı, bu faktörlerle oluşan distorsiyonları gidererek, düzeltilmiş dijital görüntünün yeryüzünün geometrik yapısına ve tanımlanmış koordinat sistemine uygun 2 boyutlu düzlemle ilişkilendirilmesini sağlamaktır.

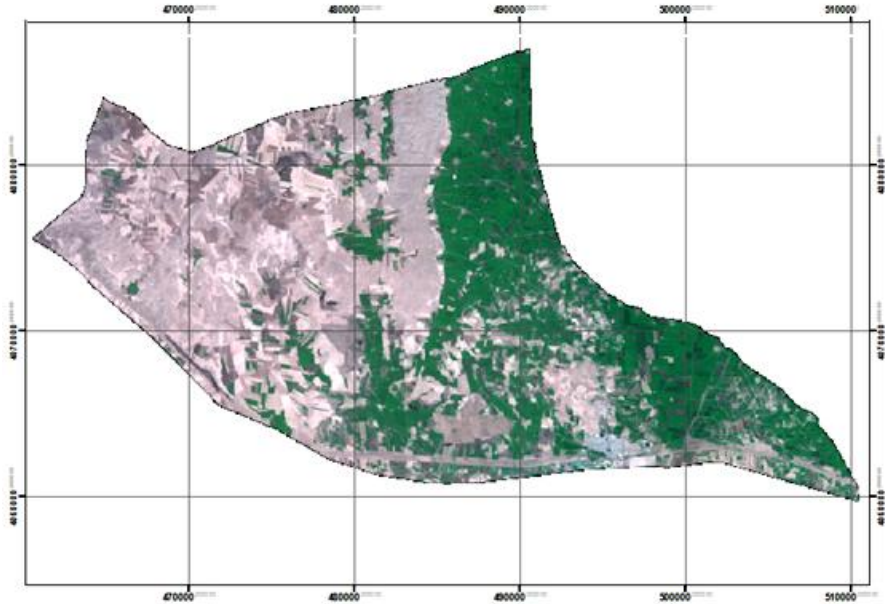
Bu çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin ortorektifikasyon işleminde; ASTER GDEM verisi yükseklik referansı olarak, 2008 tarihli 1 metre mekansal çözünürlüklü ortorektifiye IKONOS görüntüsü ise yer kontrol noktası referansı olarak kullanılmıştır. ASTER GDEM verisi, coğrafi projeksiyon sisteminde olup, referans elipsoidi ve datumu WGS 84; IKONOS verisi ise UTM projeksiyon sisteminde olup, referans elipsoidi ve datumu yine WGS 84'tür. Çalışma alanı için 26 adet yer kontrol noktası kullanılarak gerçekleştirilen ortorektifikasyon işlemi, SPOT 5 2.5 m çözünürlüklü kaynaştırılmış veri için ± 1.20 m, SPOT 5 5 m çözünürlüklü kaynaştırılmış veri için ± 3.10 m, SPOT 5 10m

çözünürlüklü veri için ± 4.19 m, Landsat 5 TM verisi için ± 8.50 m karesel ortalama hata ile gerçekleştirilmiş olup, bu değerler 0.5 piksel hata sınırı içinde kalmaktadır.

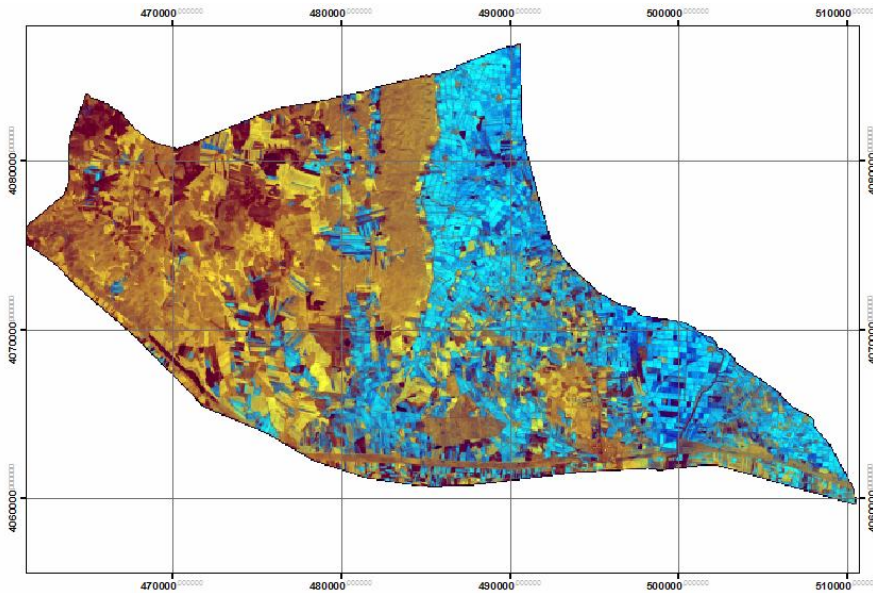
Ortorektifikasyon işlemi tamamlandıktan sonra SPOT 5 verisi için iki çerçevenin mozaiklenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem esnasında örtüşüm alanlarında histogram eşleştirme gerçekleştirilmiş ve sonuç görüntüsü örtüşüm alanlarında renk geçişleri kontrol edilerek tamamlanmıştır.

Sonraki adımda görüntüler ilçe sınırından kesilerek çalışma alanı görüntüleri oluşturulmuştur. Sınıflandırmada yansıtım kanalları kullanılacağı için Landsat 5 verisinin sahip olduğu ısı kanal görüntüden çıkarılmıştır. SPOT 5 verisi mavi dalga boyunda algılanmış bir kanala sahip olmadığı için sentetik mavi kanal oluşturmak amacı ile ERDAS yazılımının SPOT 4 verisi için var olan "Natural Color" modelinde değişiklik yapılarak model SPOT 5 verisine uyarlanmış ve bu aşamada model, üç kanallı standart çıktı verisi yerine, sentetik mavi band ve tüm orjinal veri bandlarını içerecek çıktı verisi üretecek şekilde değiştirilmiştir. Çıktı sonuç verisi Şekil 1'de verilmiştir.

Daha sonra Görüntüler kullanılarak Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) üretilmiştir. Landsat görüntüsü için model hazır olmakla beraber, Spot 5 verisi için yine ERDAS yazılımında işlemi gerçekleştirecek model "model maker" arayüzünde hazırlanmıştır. Orjinal multispektral görüntülerden üretilen NDVI görüntüleri, sınıflandırmaya dahil edilmek üzere görüntülerle katman birleştirme işlemine tabi tutulmadan önce yeniden örneklenerek ilgili görüntünün mekansal çözünürlüğüne getirilmiştir. NDVI verisinin katman olarak katıldığı 2.5 m çözünürlüklü SPOT 5 görüntüsü Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 1: 21.10.2010 tarihli SPOT 5 2.5 m doğal renkli ortorektifiye uydu görüntü mozaïği (Kırmızı/Yeşil/Sentetik Mavi)



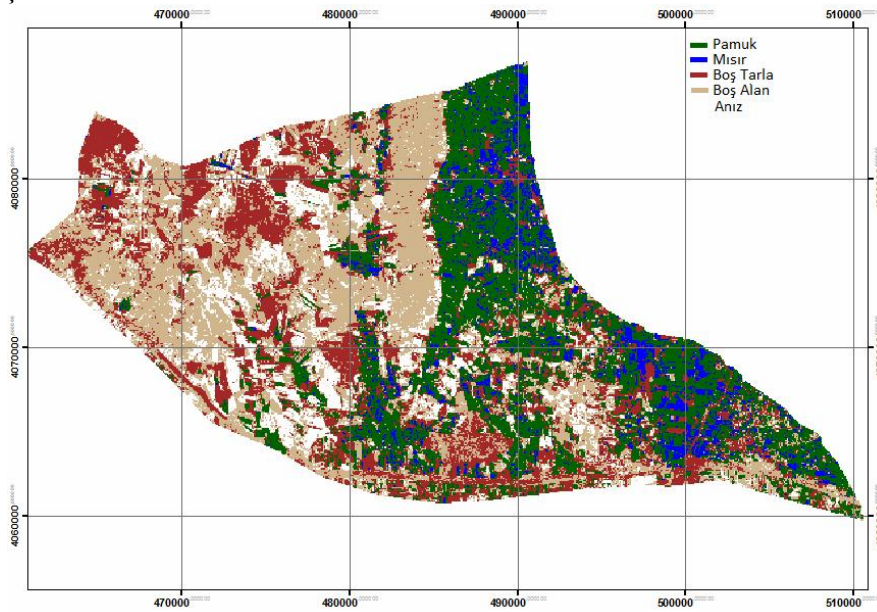
Şekil 2: 21.10.2010 tarihli SPOT 5 2.5 m NDVI ekli uydu görüntü mozaïği (Kırmızı/NIR/NDVI)

3.2 Uydu Verilerinin Sınıflandırılması ve Doğruluk Analizi

Çalışmada kullanılacak verilerin ortorektifikasyonu ve ön işlemleri tamamlandıktan sonra sınıflandırma aşamasına geçilmiştir. Verilerin mekansal çözünürlüklerinin başarıma etkisi temel araştırma konusunu oluşturduğundan, spektral kümelerin oluşturulmasında kullanıcıdan bağımsız bir yapıya sahip olan kontrolsüz sınıflandırma yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Bu piksel tabanlı sınıflandırma yaklaşımı, görüntüdeki pikselleri, boyutu görüntüdeki kanal sayısı ile aynı olan spektral uzayda tanımlayarak sınıflandırır. İşlemin sonucu algoritma tarafından otomatik olarak oluşturulmuş spektral kümelerdir (Foody, 2002).

Sınıflandırma işlemi, ortorektifikasyonu gerçekleştirilmiş veri setleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma, ISODATA kontrolsüz sınıflandırma algoritması kullanılarak 30 küme oluşturacak şekilde gerçekleştirilmiş olup iterasyon sayısı 50, her piksel için sınıf aıtlığı yakınsama değeri 0.99 olacak şekilde işlem tamamlanmıştır. Her iki veri için sınıflandırma işlemi 50 iterasyona ulaşmadan istenilen yakınsaklık değeri elde edilmiştir.

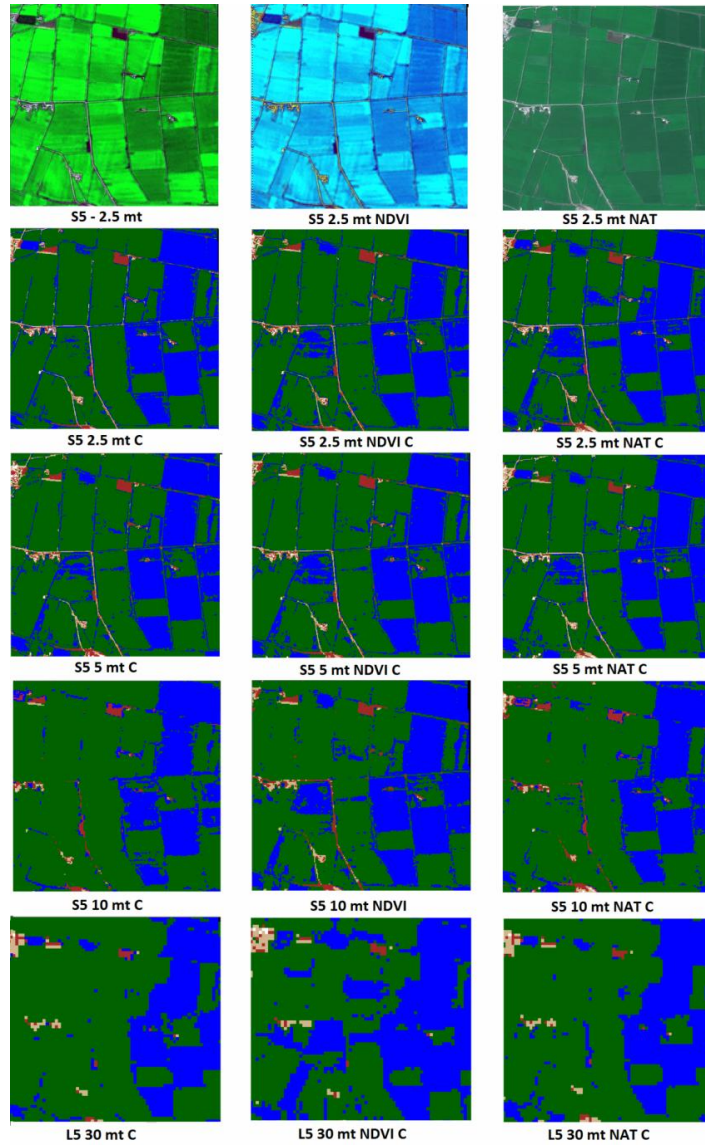
Oluşturulan kümeler, yer doğruluklu veri ve görsel patern tanımlama kullanılarak dönem için var olan temel 5 sınıfı oluşturmak için birleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Şekil 3’de örnek olarak 2.5 m çözünürlüklü SPOT 5 görüntüsünün sınıflandırma sonucu gösterilmektedir. Oluşan sınıfların alansal büyüklükleri tüm veri setleri için karşılaştırmalı olarak Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 3: 21.10.2010 tarihli SPOT 5 2.5 m çözünürlüklü görüntü sınıflandırma sonucu

Tablo 1: Arazi kullanım sınıflarının hektar bazında alansal analizi

Sınıf	Alan (ha)					
	S5 2.5m	S5 2.5m NDVI	S5 2.5m NAT	S5 5m	S5 5m NDVI	S5 5m NAT
Pamuk	17963,19	18333,60	18374,89	18261,44	18361,01	18596,43
Mısır	3973,73	3841,60	4448,60	3890,94	3806,04	4010,77
Boş Tarla	16048,48	16303,40	15283,44	15873,42	16143,92	14551,02
Boş Alan	22221,19	21921,90	20195,05	22185,15	21933,06	20170,35
Anız	8818,19	8624,28	10722,80	8825,12	8792,04	11707,50
TOPLAM	69024,78	69024,78	69024,78	69036,07	69036,07	69036,07
Sınıf	Alan (ha)					
	S5 10m	S5 10m NDVI	S5 10m NAT	L5 30m	L5 30m NDVI	L5 30m NAT
Pamuk	18456,28	18204,15	18481,47	18566,71	18420,70	18780,66
Mısır	4011,96	3822,16	4030,12	4051,71	4127,92	4327,92
Boş Tarla	16677,87	16797,55	14244,89	16160,85	16298,75	16698,75
Boş Alan	21566,96	21698,58	20187,50	22054,25	21471,65	20011,60
Anız	8363,56	8554,19	12132,65	8370,09	8884,59	9384,68
TOPLAM	69076,63	69076,63	69076,63	69203,61	69203,61	69203,61



Şekil 4: Farklı mekansal çözünürlüklere sahip görüntü setlerinin sınıflandırma sonuçlarına ait yakın görünüm örnekleri.

Uzaktan algılanmış verilerin sınıflandırma doğruluğunun belirlenmesine yönelik literatürde birçok çalışma mevcuttur (Congalton ve Green, 1999; Koukoulas ve Blackburn, 2001). Bunların arasında en geniş kullanıma yer bulan yöntem, hata matrisi ve bu matristen üretilen doğruluk metrikleridir. Hata matrisinden üretilen bu metrikler temel olarak, üretici doğruluğu, kullanıcı doğruluğu, toplam doğruluk, koşullu kappa katsayısı ve toplam kappa katsayısı şeklindedir (Foody, 2002). Doğruluk analizinde hata matrisi, tanımlanmış noktasal konumlar için, görüntü sınıf etiketi ve karşılık geldiği referans sınıf etiketinin çapraz tablolama ile tanımlanmasıdır (Campbell, 1996).

Bu çalışmada gerçekleştirilen doğruluk analizi için; için SPOT 5 2.5 m çözünürlüklü görüntüsü üzerinde 150 adet rastlantısal kontrol noktası oluşturulmuş, bu noktalar ve noktalara ilişkin referans sınıf etiketleri tüm sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk analizinde kullanılmak üzere kaydedilmiştir. Nokta dağılımı sınıfların alansal dağılımı ile orantılı olarak seçilmiştir. Analiz sonucunda Hata matrisi tablosu, Doğruluk tablosu ve Kappa istatistikleri oluşturulmuştur (Tablo 2).

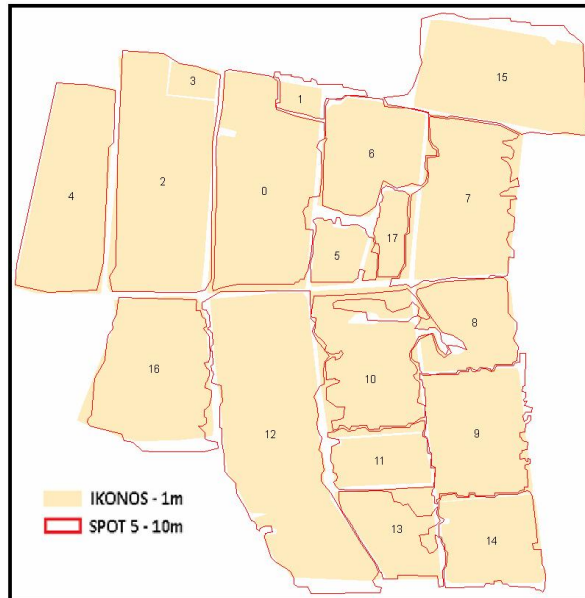
Ürün bazında noktasal olarak gerçekleştirilen doğruluk analizinden sonra, parsellerin geometrik şekil korunumlarının ve kapladıkları alan büyüklüklerinin incelendiği alansal doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir. Şekil 4'te bu analizin bir parçası olan sınıflandırma sonuçlarının yakın görünüm örnekleri mevcuttur. Yakın görünüm örnekleri içerisinde sınıflandırılmış görüntüler üzerinde tarım parsellerinin sayısallaştırılması ile elde edilen vektör veri, aynı bölgenin IKONOS görüntüsünün sayısallaştırılması ile elde edilen vektör veri ile geometrik şekil ve alan yönünden karşılaştırılmıştır. Şekil 5'te IKONOS görüntüsünden elde edilen vektör veri ile parsellerin büyük oranda tanımlanabildiği en düşük çözünürlüklü veri olan 10 m çözünürlüklü SPOT 5 sınıflandırılmış görüntüsünden elde edilen vektör verinin birlikte gösterimi mevcuttur. Tablo 3 'te ise farklı mekansal çözünürlüklü sınıflandırılmış görüntülerin sayısallaştırma sonuçlarının alansal analizi oransal hata değerleri ile birlikte verilmektedir. Beklenildiği gibi en düşük hata değerleri 2.5m çözünürlüklü SPOT 5 görüntülerinden elde edilmiştir. 1,7365 ha büyüklüğündeki bir parselin ise sadece 2.5 m çözünürlükte ayırt edilebildiği tespit edilmiştir. 5m çözünürlüklü uydu görüntüsünden elde edilebilecek

Uydu Görüntülerinde Mekansal Çözünürlüğün Tarım Alanlarının ve Ürün Tiplerinin Belirlenmesine Etkisinin Araştırılması : Şanlıurfa Örneği

minimum tarla büyüklüğü hakkında yorum yapabilmek için bu bilgi önemlidir. Ayrıca, tüm çalışma alanı için gerçekleştirilen sınıflandırma sonuçlarının alansal büyüklüklerinin karşılaştırılması da (Tablo 1) alansal analiz bir parçası olarak değerlendirilebilir.

Tablo 2: Çalışmada sınıflandırılan veriler için doğruluk analizi tablosu

Şımf/Veri	S5 2.5 m			S5 2.5 m NDVI			S5 2.5 m NAT		
	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc
Pamuk	93,33	90,32	0,8790	96,67	85,29	0,8162	96,67	82,86	0,7857
Mısır	78,57	91,67	0,9081	64,28	75,00	0,7243	71,42	76,92	0,7455
Boş Tarla	86,11	96,88	0,9589	83,33	88,24	0,8452	77,78	93,33	0,9123
Boş Alan	90,91	80,00	0,7170	88,64	84,78	0,7847	81,82	80,00	0,7170
Anız	84,62	88,00	0,8548	84,62	91,66	0,8992	84,62	81,48	0,7760
Top. Doğ.(%)		88,00	0,8448		86,00	0,8194		83,33	0,7858
Şımf/Veri	S5 5 m			S5 5 m NDVI			S5 5 m NAT		
	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc
Pamuk	90,00	90,00	0,8750	96,67	87,88	0,8485	96,67	76,32	0,7039
Mısır	85,71	80,00	0,7794	64,29	81,82	0,7995	71,43	90,91	0,8997
Boş Tarla	86,11	93,94	0,9203	80,56	85,29	0,8065	66,67	92,31	0,8988
Boş Alan	90,91	80,00	0,7170	93,18	80,39	0,7225	75,00	73,33	0,6226
Anız	80,77	95,45	0,9450	76,92	95,24	0,9424	80,77	72,41	0,6663
Top. Doğ.(%)		87,33	0,8365		85,33	0,8097		78,00	0,7177
Şımf/Veri	S5 10 m			S5 10 m NDVI			S5 10 m NAT		
	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc
Pamuk	93,33	84,85	0,8106	100,00	88,24	0,8529	93,33	82,35	0,7794
Mısır	71,43	76,92	0,7455	71,43	90,91	0,8997	78,57	78,57	0,7637
Boş Tarla	72,22	86,67	0,8246	80,56	80,56	0,7442	61,11	91,67	0,8904
Boş Alan	86,36	74,51	0,6393	86,36	79,17	0,7052	77,27	70,83	0,5873
Anız	80,77	91,30	0,8948	76,32	95,24	0,9424	80,77	70,00	0,6371
Top. Doğ.(%)		82,00	0,7673		84,67	0,8014		77,33	0,7090
Şımf/Veri	L5 30 m			L5 30 m NDVI			L5 30 m NAT		
	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ.(%)	Kc
Pamuk	83,33	71,43	0,6429	93,33	80,00	0,7500	80,00	68,57	0,6071
Mısır	64,29	69,23	0,6606	78,57	84,62	0,8303	57,14	72,73	0,6992
Boş Tarla	66,67	70,59	0,6130	75,00	77,14	0,6992	63,89	74,19	0,6604
Boş Alan	84,09	77,08	0,6757	77,27	75,55	0,6541	84,09	67,27	0,5369
Anız	61,54	80,00	0,7581	69,23	81,82	0,7801	61,54	88,89	0,8656
Top. Doğ.(%)		74,00	0,6640		78,66	0,7250		72,00	0,6357



Şekil 5: Tarım parsellerinin sayısallaştırma ile oluşturulan vektör verilerinin karşılaştırılması (IKONOS – SPOT 5 10m).

Tablo 3: Sayısallaştırma ile oluşturulan parsel alanları ve oransal hata analizi.

NO	ALAN (ha)					ORANSAL HATA			
	IKONOS	S5 2,5m	S5 5m	S5 10m	L5 30m	S5 2,5m	S5 5m	S5 10m	L5 30m
0	23,0382	22,0010	22,1203	22,2864	0,0000 ^a	0,0450	0,0398	0,0326	1,0000
1	1,4060	1,4265	1,4558	2,4014	1,7605	-0,0146	-0,0355	-0,7080	-0,2522
2	24,1975	24,5836	26,0082	26,2004	0,0000 ^a	-0,0160	-0,0748	-0,0828	1,0000
3	1,7365	1,8500	0,0000 ^a	0,0000 ^a	1,5435	-0,0653	1,0000	1,0000	0,1112
4	17,9050	17,8712	17,6153	17,8071	0,0000 ^a	0,0019	0,0162	0,0055	1,0000
5	3,4737	3,5117	3,5389	4,1248	4,1110	-0,0109	-0,0188	-0,1875	-0,1835
6	11,3670	11,4825	11,6290	11,9609	11,3036	-0,0102	-0,0231	-0,0523	0,0056
7	17,3385	17,3512	17,3891	17,4767	15,1558	-0,0007	-0,0029	-0,0080	0,1259
8	9,2015	9,1022	9,0068	8,8950	7,8993	0,0108	0,0212	0,0333	0,1415
9	14,2804	14,2000	13,9877	14,3091	12,5283	0,0056	0,0205	-0,0020	0,1227
10	16,6245	16,5833	16,6245	13,5135	17,8366	0,0025	0,0000	0,1871	-0,0729
11	5,3747	5,8538	6,4563	6,9174	6,6295	-0,0891	-0,2013	-0,2870	-0,2335
12	31,7493	31,7500	31,9392	34,6615	0,0000 ^a	0,0000	-0,0060	-0,0917	1,0000
13	8,2105	8,5559	8,7768	7,0213	8,5565	-0,0421	-0,0690	0,1448	-0,0421
14	9,6509	9,7214	9,7858	10,2679	0,0000 ^a	-0,0073	-0,0140	-0,0639	1,0000
15	17,7262	18,6235	19,0984	20,7051	16,0628	-0,0506	-0,0774	-0,1680	0,0938
16	18,1584	18,3088	17,4962	18,1147	0,0000 ^a	-0,0083	0,0365	0,0024	1,0000
17	4,2608	3,7559	3,5406	2,8036	6,9643	0,1185	0,1691	0,3420	-0,6345
TOP	235,6996	236,5325	236,4690	239,4669	-----	-----	-----	-----	-----

^a Sınıflandırılmış veride sınırları tanımlanamayan parseller

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, uydu görüntülerinde mekansal çözünürlüğün, tarım alanlarının tesbiti ve ürün tiplerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda etkisi araştırılmış ve önemli bulgulara ulaşılmıştır. Çalışmanın giriş kısmında da belirtildiği gibi temel olarak çözünürlüğün etkisi, bölgede tarım alanlarının büyüklüğü, tarım alanlarının çevresi ile kontrastı ve çalışmanın hedef ölçeği ile doğrudan ilişkilidir.

Bu sebeple çalışma alanı olarak, bahsi geçen büyüklük, kontrast ve tür farklılıkları bakımından farklılıklar gösteren ve bir tarım şehri olan Şanlı Urfa ilinin önemli tarım alanlarını bünyesinde bulunduran Akçakale ilçesi uygun görülmüştür. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, noktasal doğruluk analizine göre mekansal çözünürlük arttıkça doğruluk artmaktadır. Veri setleri için 30 m çözünürlükten 2.5 m çözünürlüğe geçişte heterojenlik azalmakta ve tarım parselleri geometrik yapı olarak belirginleşmektedir. Aynı referans noktaları kullanılarak gerçekleştirilen doğruluk analizleri incelendiğinde çözünürlüğün düşmesine bağlı olarak üretici doğruluğunda yaşanan düşüş, kullanıcı işlemlerinden bağımsız olarak algoritmanın kümeleme işlemindeki başarımının azaldığının göstergesidir. Ayrıca kullanıcı doğruluğunda gözlemlenen düşüş, algoritma tarafından üretilen kümelerin değerlendirilip sınıfların oluşturulması işleminde de çözünürlüğün etkisini ortaya koymaktadır.

30 m çözünürlüklü Landsat 5 TM verilerinin sınıflandırma sonuçları değerlendirildiğinde, noktasal doğruluk analizinde, üretici, kullanıcı ve genel doğruluk değerlerinin ve kappa katsayılarının diğer veri setlerine göre belirgin bir biçimde düşük çıktığı gözlemlenmektedir. Ayrıca alansal olarak doğruluk irdelendiğinde, Landsat 5 TM görüntüsünde sınıf konumları korunmakla beraber parsel geometrisinde bozulmalar ve alansal korunum problemleri meydana gelmektedir. Buna karşın özellikle 5m mekansal çözünürlüklü SPOT 5 görüntüsü ve 2.5 m mekansal çözünürlüklü SPOT 5 görüntüsü ile elde edilen sınıflandırma sonuç görüntülerinin noktasal doğruluk analizleri karşılaştırıldığında, bu çözünürlüklerdeki tüm veri setleri için efektif bir doğruluk artışına rastlanmamaktadır.

Ürün bazında değerlendirme yapıldığında mısır bitkisi sıralı ekim yapısı nedeni ile daha homojen yapıya sahip pamuk bitkisine oranla daha düşük doğrulukla belirlenebilmektedir. SPOT 5 verileri için durum incelendiğinde SPOT görüntülerine sentetik olarak üretilip eklenen mavi kanal yüzey dokularında homojenliği artırmıştır. Artan homojenlik mısır bitkisi için noktasal bazda doğruluğu artırsada bu durum görüntüde mısır alanlarının olması gerekenden fazla miktarda ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu görüntülerde alansal artış problemi özellikle anız sınırında açık bir şekilde görülmektedir.

Orjinal multispektral görüntülerden üretilen NDVI verisinin, görüntüye eklenmesi ile oluşturulan veri setlerinin sınıflandırma sonuçları incelendiğinde, orjinal multispektral görüntülerde sınıflandırma doğruluğunun arttığı, veri kaynaştırma yöntemi (pansharpening) ile elde edilen 2.5 m ve 5 m çözünürlüklü SPOT 5 verilerinde ise bu işlemin sınıflandırma doğruluğunu azalttığı söylenebilir. Bu durumun nedeni, 10 m çözünürlüklü orjinal multispektral görüntüden üretilen NDVI verisinin, yüksek çözünürlüklü veriye entegrasyonundan önce çözünürlüklerin eşitlenmesi sırasında uygulanan yeniden örnekleme işleminin görüntü spektral duyarlılığına etkisi ile açıklanabilir.

Sonuç olarak bu çalışma ile, analiz algoritması sabit tutularak mekansal çözünürlüğün tarım alanlarının belirlenmesi ve tür ayırımında etkisi ortaya konmuştur. Ayrıca veri setlerine eklenen indeks verisinin ve sentetik kanalın sınıflandırma doğruluğuna etkileri de gözlemlenmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki mekansal çözünürlükteki artış değerlendirme sonuçlarını olumlu yönde etkilemekle birlikte, optimum çözünürlüğün belirlenmesinde gerçekleştirilecek çalışmanın ölçeği önem kazanmaktadır. Landsat 5 TM verisi bölgesel ölçekte gerekli doğruluğu sağlayabilecek veri olarak karşımıza çıkmaktadır. Parsel bazında gerçekleştirilecek çalışmalarda ise daha yüksek mekansal çözünürlüğe ihtiyaç vardır.

Çalışmanın genişletilmesi ve detaylandırılması adına, diğer kontrolsüz ve kontrollü spektral sınıflandırma algoritmalarının ve obje tabanlı sınıflandırma yaklaşımının kullanılan veriler dahilinde uygulanması düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İTÜ –UHUZAM ve TAGEM eş yürütücülüğünde ve DPT desteği ile gerçekleştirilen 2000A020010 nolu “Tarımsal Rekolte Tahmin ve Kuraklık İzleme” projesi kapsamında elde edilen veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Campbell, J. B., 1996. *Introduction to Remote Sensing (2nd ed.)*. Taylor and Francis. London

Congalton, R. G., and Green, K., 1999. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Boca Raton: Lewis Publishers.

Castillejo-González, I. L., López-Granados, F., García-Ferrer, A., Pena-Barragan, J. M., Jurado-Expósito, M., de la Orden, M. S., González-Audicana, M. 2009. *Object- and pixel-based analysis for mapping crops and their agro-environmental associated measures using QuickBird imagery*. Computers and Electronics in Agriculture, sayı:68, sayfa:207–215.

Duveiller, G., and Defourny, P., 2010. *A conceptual framework to define the spatial resolution requirements for agricultural monitoring using remote sensing*. Remote Sensing of Environment, sayı:114, sayfa:2637–2650

Foody, G.M., 2002. *Status of land cover classification accuracy assessment*. Remote Sensing of Environment, sayı:80, sayfa:185–201.

Harris, R., 2003. *Remote sensing of agriculture change in Oman*, International Journal of Remote Sensing, sayı:24 (23), sayfa:4835–4852.

Koukoulas, S., and Blackburn, G. A., 2001. *Introducing new indices for accuracy evaluation of classified images representing semi-natural woodland environments*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, sayı:67, sayfa:499– 510.

Omkar, S.N., Senthilnath, J., Mudigere, D. and Kumar M.M., 2008. *Crop Classification using Biologically-inspired Techniques with High Resolution Satellite Image*. Journal of Indian Society of Remote Sensing, sayı:36, sayfa:175-182.

Ormeçi, C., Algancı, U., Sertel, E., 2010. *Identification of Crop Areas Using SPOT-5 Data*, Proceedings of the FIG Congress 2010, Facing the Challenges – Building the Capacity, 11-16 April 2010, Sydney, Australia.

Ozdoğan, M., 2010. *The spatial distribution of crop types from MODIS data: Temporal unmixing using Independent Component Analysis*, Remote Sensing of Environment, doi:10.1016/j.rse.2010.01.006.

Pan, G., Sun, G-J., Li, F-M. 2009. *Using QuickBird imagery and a production efficiency model to improve crop yield estimation in the semi – arid hilly Loess Plateau, China*. Environmental Modelling & Software, sayı:24, sayfa:510 – 516.