

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

Uğur ALGANCI<sup>1</sup>, Elif SERTEL<sup>2</sup>, Cankut ÖRMECİ<sup>3</sup>, Mutlu ÖZDOĞAN<sup>4</sup>

## Özet

Bu çalışmada, 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, Şanlıurfa 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 geçeği 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: Şanlıurfa 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 Şanlıurfa, 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.

## Key Words

Remote Sensing, Agriculture, Classification, Crop Type, Accuracy Assessment

## 1. Giriş

Küresel nüfus artışı ve buna bağlı olarak besin ihtiyacındaki artış; tarıma elverişli alanların azalması, var olan tarım alanlarında verimliliğin 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 (ORMECİ vd. 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 vd. 2010). Özellikle benzer yansıtım özelliklerine sahip ürünlerin bir arada bulunduğu alanların incelenmesinde bitki büyüme hızlarının farklılıklarından yararlanarak tür ayrışmasının 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

<sup>1</sup> Arş. Gör., İTÜ, Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi, Maslak İstanbul

<sup>2</sup> Doç. Dr., <sup>3</sup> Prof. Dr., İTÜ, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Maslak İstanbul

<sup>4</sup> Yrd. Doç. Dr., WU, Center for Sustainability and the Global Environment, Madison USA

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 yansıtımın 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 vd., 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 (OZDOĞAN 2010), bir kısım araştırmacılar ise yüksek çözünürlüklü veriler ile analiz yoluna gitmektedir (GONZALEZ vd. 2009; PAN vd. 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 Şanlıurfa 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. Çalışma Alanı

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

Akçakale ilçesi, Şanlıurfa 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, 2006 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  $\pm 1.20$  m, SPOT 5 5 m çözünürlüklü kaynaştırılmış veri için  $\pm 3.10$  m, SPOT 5 10m çözünürlüklü veri için  $\pm 4.19$  m, Landsat 5 TM verisi için  $\pm 8.50$  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 ıslık 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.

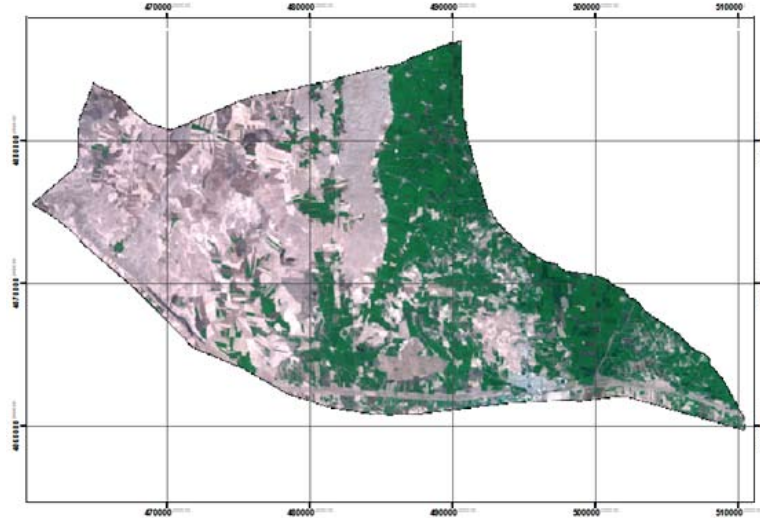
Daha sonra görüntüler kullanılarak Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) üretilmiştir. Landsat görüntüsü için model hazır olmakla beraber, Spot 5 verisi için yine ERDAS yazılımında işlemi gerçekleştirecek model "model maker" ara yüzünde hazırlanmıştır. Orjinal multispektral görüntülerden üretilen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

### 3.2. Uydu Verilerinin Sınıflandırılması ve Doğruluk Analizi

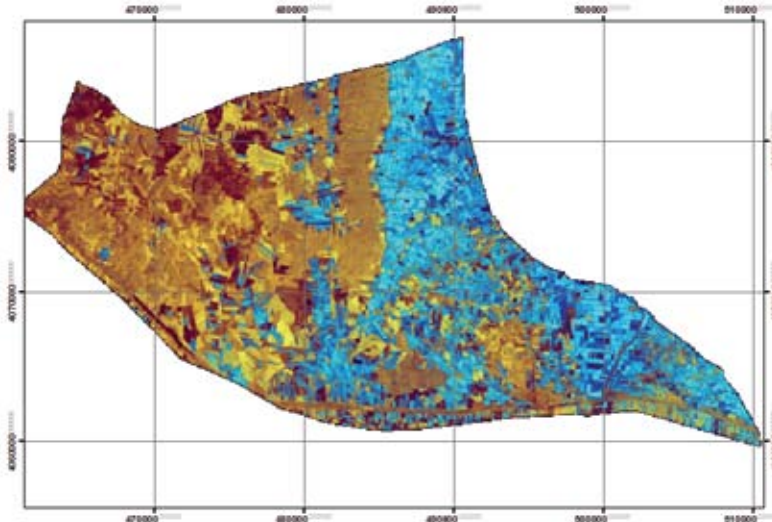
Çalışmada, verilerin mekansal çözünürlüklerinin başarımına etkisi temel araştırma konusunu oluşturduğundan, spektral kümelerin oluşturulmasında kullanıcıdan bağımsız bir yapıya sahip olan kontrolsüz sınıflandırma yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Bu piksel tabanlı sınıflandırma yaklaşımı, görüntüdeki 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 aitliği 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 pattern 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.



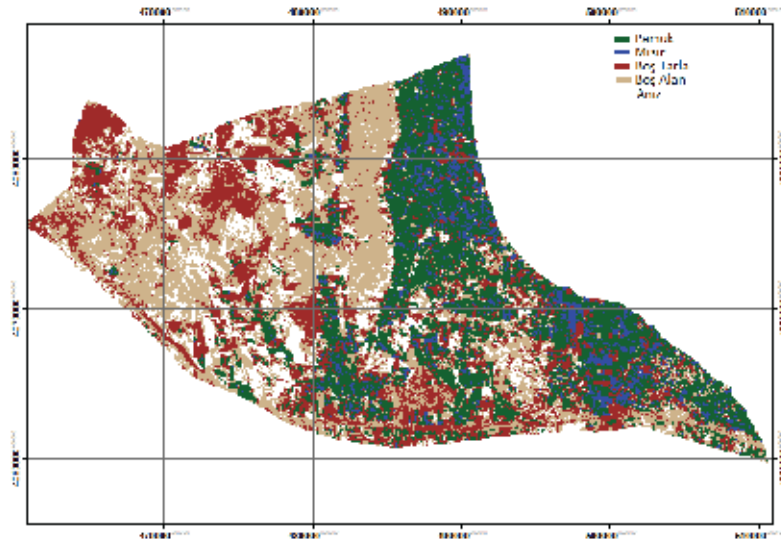
Şekil 1: 21.10.2010 tarihli SPOT 5 2,5 m doğal renkli ortorektifiye uydu görüntü mozaïği (Kırmızı/Yeşil/Sentetik Mavi)



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

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.



Şekil 3: 21.10.2010 tarihli SPOT 5 2,5 m çözünürlüklü görüntü sınıflandırma sonucu

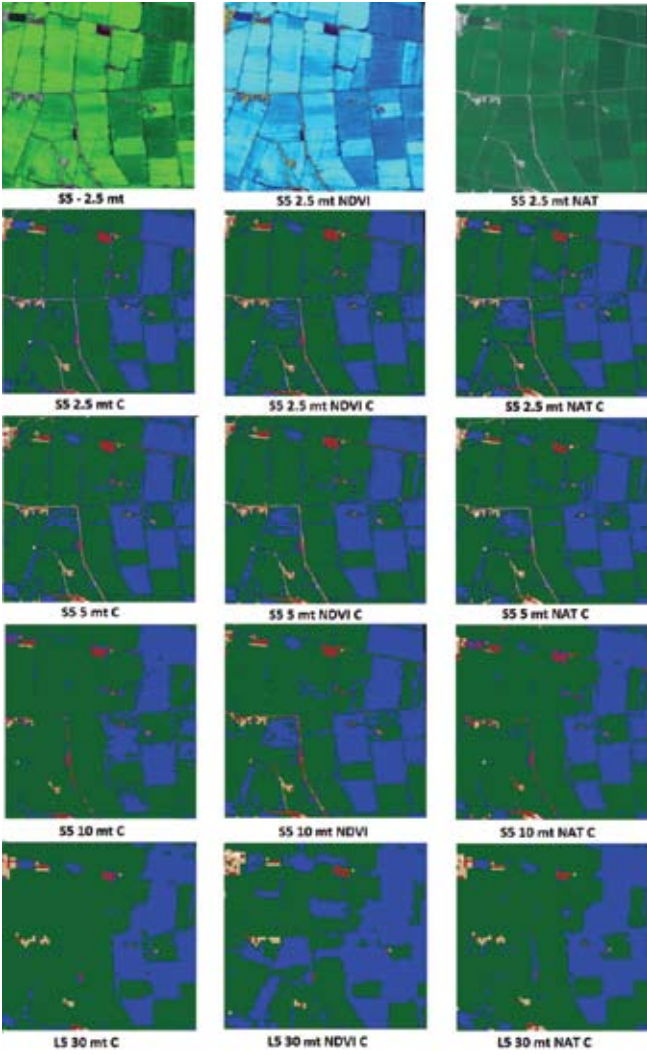
Tablo 1: Arazi kullanım sınıflarının hektar bazında alansal analizi

Sınıf	Alan (ha)					
	S5 2.5m	S5 2.5m NDVI	S5 2.5m NAT	S5 5m	S5 5m NDVI	S5 5m NAT
Pamuk	17963,2	18333,6	18374,9	18261,4	18361,0	18596,4
Mısır	3973,7	3841,6	4448,6	3890,9	3806,0	4010,8
Boş Tarla	16048,5	16303,4	15283,4	15873,4	16143,9	14551,0
Boş Alan	22221,2	21921,9	20195,1	22185,2	21933,1	20170,4
Anız	8818,2	8624,3	10722,8	8825,1	8792,0	11707,5
TOP.	69024,8	69024,8	69024,8	69036,1	69036,1	69036,1
S5 10m	S5 10m NDVI	S5 10m NAT	L5 30m	L5 30m NDVI	L5 30m NAT	
Pamuk	18456,3	18204,2	18481,5	18566,7	18420,7	18780,7
Mısır	4012,0	3822,2	4030,1	4051,7	4127,9	4327,9
Boş Tarla	16677,9	16797,6	14244,9	16160,9	16298,8	16698,8
Boş Alan	21567,0	21698,6	20187,5	22054,3	21471,7	20011,6
Anız	8363,6	8554,2	12132,7	8370,1	8884,6	9384,7
TOP.	69076,6	69076,6	69076,6	69203,6	69203,6	69203,6

Bu çalışmada gerçekleştirilen doğruluk analizi için SPOT 5 2,5 m çözünürlüklü görüntüsü üzerinde 150 adet rastlantısal kontrol noktası oluşturulmuş, bu noktalar ve noktalara iliş-

kin 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 görünümünün 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 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 analizin bir parçası olarak değerlendirilebilir.



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



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

#### 4. Bulgular

Bu çalışmada farklı mekansal çözünürlükteki uydu görüntüleri kullanılarak, mekansal çözünürlüğün tarım alanlarının tespiti ve ürün tiplerinin belirlenmesine yönelik etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında İTÜ-UHUZAM bünyesindeki uydu görüntülerinden yararlanıldığı için en yüksek mekansal çözünürlük olarak 2,5 m SPOT-5 verisi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, 2,5 m-30 m aralığında değişen farklı mekansal çözünürlükteki uydu görüntülerinden elde edilmiştir. Çalışmanın esas hedefi mekansal çözünürlükteki değişimin tarım parsellerini ayırt etmedeki etkisini incelemek olduğu için radyometrik ve spektral çözünürlük etkisini minimize etmek amacıyla, 8 bitlik radyometrik çözünürlükteki Landsat 5 TM ve SPOT 5 görüntüleri kullanılmış ve her iki uydu sisteminde de spektral olarak benzer olan bantlar çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, tarım parsellerinin büyüklüğü, komşu parsellerdeki ürün çeşitliliği ve tarım alanları etrafında farklı arazi örtü tiplerinin olup olmaması (uydu görüntüsünde ilgili tarım alanı ile çevresi arasındaki kontrast farklılıkları) durumunda farklı sonuçlar elde edilmiş olup, değişen mekansal çözünürlükle birlikte tarım alanların ayırt edilebilirliğinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çalışma kapsamında incelenen Akçakale ilçesi; farklı büyüklükte benzer ya da farklı ürünlerin yakın komşulukta ekildiği araştırmaya konu olabilecek tarım parsellerini içermektedir. Bu amaçla bir parselin etrafında farklı arazi örtüsü türleri olduğunda parsel büyüklüğüne ve mekansal çözünürlüğe bağlı ayırt edilebilirliği ve/veya bir parselin etrafında benzer arazi örtüsü türleri olduğunda parsel büyüklüğüne ve mekansal çözünürlüğe bağlı ayırt edilebilirliği detaylı olarak incelenmiştir. Hata matrisi sonucunda elde edilen doğruluk değerleri incelendiğinde üretici ve kullanıcı doğrulukları ve kappa değerleri mekansal çözünürlük arttıkça yükselmiştir (Tablo 2).

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.

5 m 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 bu görüntülerde sentetik olarak üretilip eklenen mavi kanal yüzey dokularında homojenliği artırmıştır. Artan homojenlik mısır bitkisi için noktasal temelde doğruluğu artırsa da bu durum görüntüde mısır alanlarının olması gerekenden fazla miktarda ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu görüntülerde alansal artış problemi özellikle anız sınıfında açık bir şekilde görülmektedir.

Tablo 2: Çalışmada sınıflandırılan veriler için doğruluk analizi tablosu

Sınıf/Veri	S5 2.5 m (4 band)			S5 2.5 m NDVI (5band)			S5 2.5 m NAT (5 band)		
	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc
Pamuk	93,33	90,32	0,879	96,67	85,29	0,816	96,67	82,86	0,786
Mısır	78,57	91,67	0,908	64,28	75,00	0,724	71,42	76,92	0,746
Boş Tarla	86,11	96,88	0,959	83,33	88,24	0,845	77,78	93,33	0,912
Boş Alan	90,91	80,00	0,717	88,64	84,78	0,785	81,82	80,00	0,717
Anız	84,62	88,00	0,855	84,62	91,66	0,899	84,62	81,48	0,776
Top. Doğ.(%)		88,00	0,845		86,00	0,819		83,33	0,786
Sınıf/Veri	S5 5 m (4 band)			S5 5 m NDVI (5band)			S5 5 m NAT (5band)		
	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc
Pamuk	90,00	90,00	0,875	96,67	87,88	0,849	96,67	76,32	0,704
Mısır	85,71	80,00	0,779	64,29	81,82	0,800	71,43	90,91	0,900
Boş Tarla	86,11	93,94	0,920	80,56	85,29	0,807	66,67	92,31	0,899
Boş Alan	90,91	80,00	0,717	93,18	80,39	0,723	75,00	73,33	0,623
Anız	80,77	95,45	0,945	76,92	95,24	0,942	80,77	72,41	0,666
Top. Doğ.(%)		87,33	0,837		85,33	0,810		78,00	0,718
Sınıf/Veri	S5 10 m (4 band)			S5 10 m NDVI (5band)			S5 10 m NAT (5band)		
	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc
Pamuk	93,33	84,85	0,811	100,00	88,24	0,853	93,33	82,35	0,779
Mısır	71,43	76,92	0,746	71,43	90,91	0,900	78,57	78,57	0,764
Boş Tarla	72,22	86,67	0,825	80,56	80,56	0,744	61,11	91,67	0,890
Boş Alan	86,36	74,51	0,640	86,36	79,17	0,705	77,27	70,83	0,587
Anız	80,77	91,30	0,895	76,32	95,24	0,942	80,77	70,00	0,637
Top. Doğ.(%)		82,00	0,767		84,67	0,801		77,33	0,709
Sınıf/Veri	L5 30 m (4 band)			L5 30 m NDVI (5band)			L5 30 m NAT (5band)		
	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc	Ür. Doğ.(%)	Kul. Doğ(%)	Kc
Pamuk	83,33	71,43	0,643	93,33	80,00	0,750	80,00	68,57	0,607
Mısır	64,29	69,23	0,661	78,57	84,62	0,830	57,14	72,73	0,699
Boş Tarla	66,67	70,59	0,613	75,00	77,14	0,699	63,89	74,19	0,660
Boş Alan	84,09	77,08	0,676	77,27	75,55	0,654	84,09	67,27	0,537
Anız	61,54	80,00	0,758	69,23	81,82	0,780	61,54	88,89	0,866
Top. Doğ.(%)		74,00	0,664		78,66	0,725		72,00	0,636

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	23,04	22	22,12	22,29	0,00 <sup>a</sup>	0,05	0,04	0,03	1
1	1,41	1,43	1,46	2,4	1,76	-0,01	-0,04	-0,7	-0,25
2	24,2	24,58	26,01	26,2	0,00 <sup>a</sup>	-0,02	-0,07	-0,08	1
3	1,74	1,85	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	1,54	-0,06	1	1	0,11
4	17,91	17,87	17,62	17,81	0,00 <sup>a</sup>	0	0,02	0,01	1
5	3,47	3,51	3,54	4,13	4,11	-0,01	-0,02	-0,19	-0,18
6	11,37	11,48	11,63	11,96	11,3	-0,01	-0,02	-0,05	0,01
7	17,34	17,35	17,39	17,48	15,16	0	0	-0,01	0,13
8	9,2	9,1	9,01	8,9	7,9	0,01	0,02	0,03	0,14
9	14,28	14,2	13,99	14,31	12,53	0,01	0,02	0	0,12
10	16,63	16,58	16,63	13,51	17,84	0	0	0,19	-0,07
11	5,38	5,85	6,46	6,92	6,63	-0,09	-0,2	-0,29	-0,23
12	31,75	31,75	31,94	34,66	0,00 <sup>a</sup>	0	-0,01	-0,09	1
13	8,21	8,56	8,78	7,02	8,56	-0,04	-0,07	0,14	-0,04
14	9,65	9,72	9,79	10,27	0,00 <sup>a</sup>	-0,01	-0,01	-0,06	1
15	17,73	18,62	19,1	20,71	16,06	-0,05	-0,08	-0,17	0,09
16	18,16	18,31	17,5	18,12	0,00 <sup>a</sup>	-0,01	0,04	0	1
17	4,26	3,76	3,54	2,8036	6,96	0,12	0,17	0,34	-0,63
Top.	235,7	236,54	236,5	239,47	-----	-----	-----	-----	-----

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 doğruluğun azaldığı söylenebilir. Bu durumun nedeni, 10 m çözünürlüklü multispektral görüntüden üretilen NDVI verisinin, yüksek çözünürlüklü veriye entegrasyonundan önce çözünürlüklerin eşitlenmesi sırasında uygulanan yeniden örnekleme işleminin görüntü spektral duyarlılığına etkisi ile açıklanabilir.

## 5. Sonuçlar

Sonuç olarak bu çalışma ile analiz algoritması sabit tutularak mekansal çözünürlüğün tarım alanlarının belirlenmesi ve tür ayrımında etkisi ortaya konmuştur. Ayrıca veri setlerine eklenen indeks verisinin ve sentetik kanalın sınıflandırma doğruluğuna etkileri de gözlemlenmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki, mekansal çözünürlük arttıkça tarım parsellerin belirlenebilirliği artmıştır. Fakat büyük ve etrafında farklı arazi örtüsü türleri olan tarım parselleri orta mekansal çözünürlükteki uydu görüntüleri ile de tespit edilebilmektedir. Gerçekleştirilecek olan çalışmanın ölçeği, tanımlanması hedeflenen en küçük parsel boyutu, komşu parseller arasında farklı ürün tiplerinin olup olmaması ve çalışılacak alanın büyüklüğüne göre farklı çalışmalar için farklı mekansal çözünürlükteki veriler kullanılabilir. Çevresi ile farklı özellikler gösteren yaklaşık 1,5 ha büyüklüğündeki bir tarım parseli Landsat 5 TM verisi ile ayırt edilebilirken, çevresi ile benzer özellikler gösteren 32 ha büyüklüğündeki bir tarım parseli aynı veri ile tespit edilememiştir. Genel olarak 2,5 m mekansal çözünürlükteki SPOT-5 verileri ile 1,5 ha ve daha büyük olan tarım parselleri ayırt edilebilmiştir. Parsellerdeki ürünlerin belirlenmesinde de bu veri başarılı sonuç üretmiştir. Ürün çeşitlerinin belirlenmesi için uygun zamanda görüntü alınmış olması da büyük bir etkidir. Daha küçük boyuttaki tarım parsellerinin ayırt edilebilmesi için, çok yüksek mekansal çözünürlüklü verilerin kullanılması gerekebilir. Bu aşamada, çalışılacak alanın büyüklüğü de önem kazanmaktadır, nitekim SPOT-5 ve Landsat 5 TM görüntüleri ile büyük alanların çalışılması mümkün olmaktadır. Landsat 5 TM verisi bölgesel ölçekteki çalışmalar için uygun olacaktır. Parsel bazında gerçekleştirilecek çalışmalarda ise daha yüksek mekansal çözünürlüğe ihtiyaç vardır.

## Teşekkür

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

## Kaynaklar

- CONGALTON, R. G., and GREEN, K.: **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1999.
- DUVEILLER, G., DEFOURNY, P.: **A conceptual framework to define the spatial resolution requirements for agricultural monitoring using remote sensing**. Remote Sensing of Environment, 114: 2637–2650, 2010.
- FOODY, G.M.: **Status of land cover classification accuracy assessment**. Remote Sensing of Environment, 80:185–201, 2002.
- HARRIS, R.: **Remote sensing of agriculture change in Oman**, International Journal of Remote Sensing, 24(23): 4835–4852, 2003
- GONZÁLEZ, I.L.C, GRANADOS, F.L, FERRER, A.G, BARRAGAN, J. M.P, EXPÓSITO, M.J, ORDEN, M.S., AUDICANA, M.G.: **Object- and pixel-based analysis for mapping crops and their agro-environmental associated measures using QuickBird imagery**. Computers and Electronics in Agriculture, 68:207–215, 2009.
- KOUKOULAS, S., BLACKBURN, G. A.: **Introducing new indices for accuracy evaluation of classified images representing semi-natural woodland environments**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67: 499– 510, 2001.
- OMKAR, S.N., SENTHILNATH, J., MUDIGERE, D., KUMAR M.M.: **Crop Classification using Biologically-inspired Techniques with High Resolution Satellite Image**. Journal of Indian Society of Remote Sensing, 36:175-182, 2008.
- ÖRMECİ, C., ALGANCI, U., SERTEL, E.: **Identification of Crop Areas Using SPOT-5 Data**, Proceedings of the FIG Congress 2010, 11-16 April 2010, Sydney, Australia, 2010
- ÖZDOĞAN, M.: **The spatial distribution of crop types from MODIS data: Temporal unmixing using Independent Component Analysis**, Remote Sensing of Environment, 114(6): 1190-1204, 2010.
- PAN, G., SUN, G-J., LI, F-M.: **Using QuickBird imagery and a production efficiency model to improve crop yield estimation in the semi – arid hilly Loess Plateau, China**. Environmental Modelling & Software, 24: 510 – 516, 2009.