

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Tarım Alanlarında Çok Zamanlı Uydu Verileri Kullanılarak Ürün Deseninin Obje Tabanlı Sınıflama Yöntemiyle Belirlenmesi: Aşağı Seyhan Ovası Örneği

Okan YELER^{1*}, Onur ŞATIR², Süha BERBEROĞLU³

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Van, Türkiye

³Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, Türkiye

*e-posta: okanyeler@yyu.edu.tr; Tel: +90 (432) 444 50 65 / 25916

Özet: Aşağı Seyhan Ovası (ASO) Türkiye'deki en verimli tarım havzalarından birisidir ve Çukurova'nın önemli bir kesimini kapsamaktadır. Yetiştirilen ürün miktarı Türkiye ve pek çok gelişmiş ülke ortalamasının üzerindedir. Bu durum bölgenin ideal iklim, toprak ve ulaşım olanakları gibi konumsal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bölgedeki yazlık ve kışlık ürün desenlerinin çok zamanlı Landsat Uydu veri seti kullanılarak obje tabanlı sınıflandırma yöntemiyle belirlenmesidir. Arazi kullanımları ve ürün desenleri belirlenirken 2013 yılı için bir yıllık hidrolojik dönem (Ekim 2012 – Eylül 2013) yazlık ve kışlık ürün desenleri olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Landsat veri setleri kışlık ve yazlık tarımsal ürünlerin en yeşil oldukları ve bulutsuz olan dönemler esas alınarak belirlenmiştir. Obje tabanlı sınıflama yöntemi, tarımsal ürünlerin düzenli parseller halinde olması nedeniyle tercih edilmiştir. Sınıflama sonuçlarına göre; ASO arazi örtüsü genel Kappa doğruluk katsayısı 0.9 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, ilk üç sırayı, kışlık ürünlerde alansal olarak, buğday, patates ve soğan, yazlık ürünlerde ise birinci ürün mısır, birinci ürün pamuk ve ikinci ürün mısır almıştır.

Anahtar kelimeler: Aşağı Seyhan Ovası, Çukurova Bölgesi, Obje tabanlı sınıflama, Tarımsal ürün deseni, Landsat veri seti

Object Based Classification of Crop Pattern Using Multi-Temporal Satellite Dataset in Multi-Cropped Agricultural Areas: Lower Seyhan Plane Case Study

Abstract: Lower Seyhan Plane (LSP) is one of the most productive agricultural basins of Turkey and it covers main part of the Çukurova Region. The crop productivity in the study area is much more than most developed countries and Turkey's average productions. Ideal spatial conditions such as climate, soil and transportation for agriculture creates these productive lands. The aim of this research was to define winter and summer crop pattern using multi-temporal Landsat satellite dataset applying object based classification technique. Crop pattern was detected according to 2013 hydrological term (October 2012 – September 2013) as winter and summer. Landsat dataset was defined according to the greenest and cloud free times of the crops. Object based classification was applied because of regular parcel distribution of the crops. As a result of the study; general kappa coefficient of LSP was obtained as 0.9. According to the results, it was found that while wheat, potato and onion for winter crops were determined as areal distribution, corn and cotton as first crop and corn as second crop in summer season.

Keywords: Lower Seyhan Plane, Cukurova Region, Object based classification, Agricultural crop pattern, Landsat dataset

Giriş

Aşağı Seyhan Ovası'nda, Seyhan, Ceyhan ve Berdan nehirlerinin taşıdığı alüvyonlar toprak ve topografik yapı açısından uygun koşullar oluşturmakta ve ılıman iklimin de etkisiyle, bölgede çay ve fındık dışında, ülkemizde yetiştirilebilen neredeyse bütün temel tarım ürünleri yetiştirilebilmektedir (Şatır 2013). Yetiştirilen ürün miktarı Türkiye ve pek çok gelişmiş ülke ortalamasının üzerindedir. Türkiye'de toplam tahıl üretiminin %4 - 5'i Çukurova bölgesinden karşılanmaktadır. Buna karşılık Türkiye toplam tarımsal

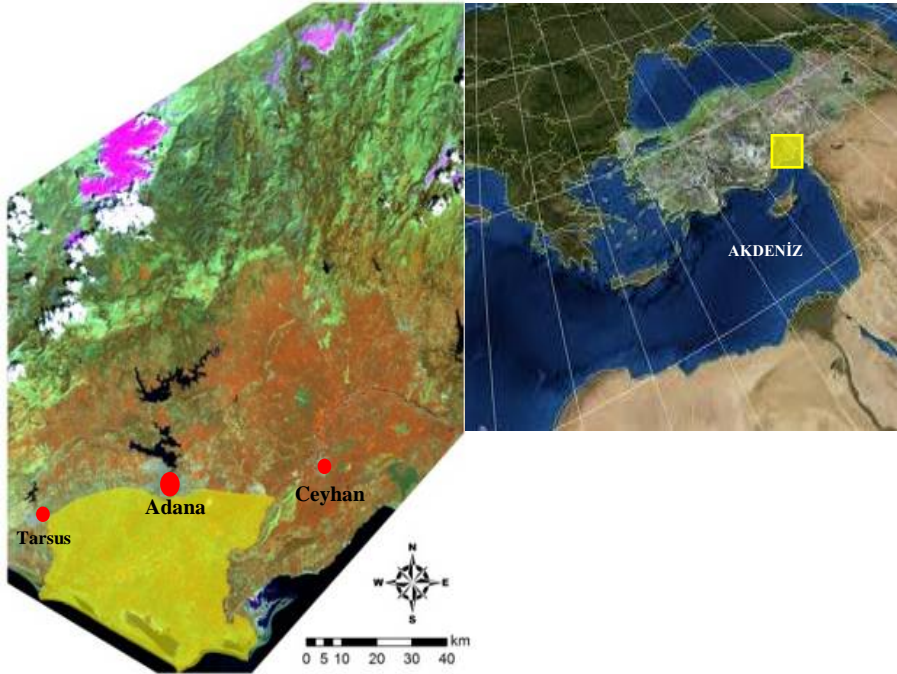
üretim değerinin yaklaşık %10'u bu bölgeden elde edilmektedir (Alemdar ve ark. 2014). Aşağı Seyhan Ovası (ASO) gibi büyük tarım havzalarında yapılan ürün deseni tespiti çalışmaları klasik arazi yöntemleriyle yapıldığında, personel, zaman ve maliyet açısından verimsiz olmaktadır. Bununla birlikte, birçok tarımsal ürün, zamansal olarak değişken büyüme aşamalarına sahiptir. Bunun anlamı, tarımsal aktivitelerin fenolojik bir ritmi vardır ve aynı sezon içerisinde değişkenlikler gösterebilir (Chen ve ark. 2008). Bu nedenle, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri tarımsal alan kullanımlarının izlenmesi, ürün takibi ve tarımsal karar destek sistemlerinin geniş alanlara uygulanmasında fayda-maliyet açısından ideal bir yaklaşımdır.

Kontrollü sınıflama metotları ürün gelişim dönemini kapsayan çok zamanlı uydu verileri (Landsat MSS, TM, ETM, OLI, Spot-XS, Rapideye vb.) kullanılarak ürün deseninin belirlenmesi çalışmalarında kullanılan geleneksel yöntemlerdendir (Chen ve ark. 2008). Günümüzde ise çok zamanlı uydu verilerinin analizinde kullanılan obje tabanlı sınıflama teknikleri, tarımsal ürün desenini çok daha doğru ve etkili olarak haritalayabilmektedir (Lobo 1996; Şatır ve Berberoğlu 2012).

Bu çalışmanın amacı, Çukurova Bölgesi, Aşağı Seyhan Ovası'nda tarımsal ürün deseninin çok zamanlı Landsat veri setleri kullanılarak 2013 yılındaki yazlık ve kışlık tarımsal ürün deseninin haritalanması ve obje tabanlı sınıflamanın sınıflandırmadaki performansının değerlendirilmesidir. Böylece, aynı dönem içerisinde birden fazla ürün yetiştirilen ASO gibi bölgelerde, tarımsal stratejilerin geliştirilmesinde altlık olarak kullanılacak en önemli verilerden birisi olan tarımsal ürün deseni verisinin haritalanmasında çok zamanlı obje tabanlı yaklaşımların performansı da belirlenmiş olacaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı, Türkiye'nin en verimli ovalarından birisi olan Çukurova'nın Aşağı Seyhan Ovası olarak adlandırılan bölümüdür. Kuzey sınırını Adana Kenti ve Tarsus – Gaziantep Otoyolu, doğu sınırını Ceyhan Nehri, batı sınırını Berdan Nehri, güney sınırını ise Akdeniz oluşturmaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı toplamda, yaklaşık 213000 ha'lık bir alanı kapsamakta ve bu alanın 174088 ha'lık kısmı sulı tarım yapmaya elverişlidir. Çalışma alanı Akdeniz iklim özelliğine sahiptir (DSİ 2012).



Şekil 1. Aşağı Seyhan Ovası.

Kışın ağırlıklı olarak buğday, soğan, patates ve yer yer marul, yazın ise pamuk ve mısır başta olmak üzere, soya, yer fıstığı, bostan ve susam tarımı yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, Türkiye'nin en önemli narenciye (portakal, mandalina, limon, altıntop) üretim alanlarından birisidir. Bu ürünleri işleyecek endüstriyel

tesisler ve ulaşım ağları yeterlidir. Çalışma alanının büyük bir bölümü ekilebilir tarım arazisidir. Türkiye'deki tarım ürününün %10'unu karşılamaktadır (DSİ 2012).

Materyal

Çalışmada iki temel konumsal veri seti ve hazır temin edilen haritalar kullanılmıştır. Bu kapsamda; Landsat TM/ETM uydu verileri ve yer gerçeği verileri temel veriler ve topoğrafik haritalar ise yardımcı materyaller olarak kullanılmıştır.

Landsat Uydu Verileri

Araştırmanın ana materyalini 2013 yılına ait mevcut çok zamanlı Landsat uydu verileri oluşturmaktadır. Buna ek olarak 1/25.000 ölçekli standart topoğrafik haritalar, görüntü yorumlaması yapılırken yardımcı veri olarak kullanılmıştır.

Landsat TM, ETM ve OLI uyduları ASO Bölgesinden yaklaşık 10'ar günlük zamansal aralıklarla kayıt yapmaktadırlar. Bu verilerin yersel (30x30m), zamansal ve spektral (görünür, yakın ve orta kızılötesi) çözünürlüğünün uygun olması ve geniş bir arşive (1970'lerden günümüze) sahip olması nedeniyle, özellikle havza ölçekli çalışmalarda alan kullanımı ve arazi örtüsü haritalama işlemlerinde kullanılmaktadır (Özyavuz ve ark. 2011; Erdoğan ve ark. 2013). Çalışma alanının bulunduğu bölgenin %80'i tek bir görüntüden alınabilmektedir. Ancak, kıyı bölgesinde kalan %20'lik kısmı için ikinci bir görüntü gerekmektedir. Ürün gelişim dönemleri dikkate alınarak bulutluluğun en az olduğu uydu verileri temin edilerek kullanılmıştır.

Yazlık ürün deseninin sınıflandırılmasında 3 Temmuz, 27 Temmuz ve 5 Eylül 2013 Landsat TM/ETM verileri kullanılmıştır. Kullanılan farklı zamanlı Landsat uydu görüntülerinde farklı ürün tiplerinin en iyi geliştiği dönemler dikkate alınmıştır. Bu kapsamda, 1. ürün mısırın en yeşil olduğu dönem olan 20 Haziran – 6 Temmuz arasından bir uydu verisi, 1. Ürün pamuk alanlarının en yeşil ve sağlıklı olduğu 20 Temmuz – 20 Ağustos dönemlerinden bir uydu verisi ve 1. Ürün pamuğun hasata hazırlanıp, yer fıstığının en yeşil olduğu 3 Eylül – 3 Ekim arası dönemden de 1 uydu verisi yazlık ürün deseninin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Kışlık sınıflamada ise buğdayın bölgede en iyi geliştiği dönem olan 24 Mart – 15 Nisan arasındaki en bulutsuz veri olan 14 Nisan 2013 Landsat TM/ETM verisi kullanılmıştır. Dönemsel uydu verilerinin seçiminde Şatır, (2013)'ten yararlanılmıştır.

Yer Gerçeği Verileri

Ürün deseni sınıflamalarında eğitim ve doğrulama veri seti olarak, pilot alan olan Adana Gazi Sulama Birliği alanına giren bölgelere ait sulama birliği tarafından hazırlanan 1/5000 ölçekli bölge haritaları kullanılmıştır. Bu haritalar 2013 yılında birebir yer kontrolleri ve alan bilgileri tespiti ile elde edilmiş ürün desenlerini göstermektedir (Şekil 2). Yaklaşık 321 parselden, 2013 yılının yazlık ve kışlık ürün desenleri yer gerçeği verisi olarak temin edilmiştir.

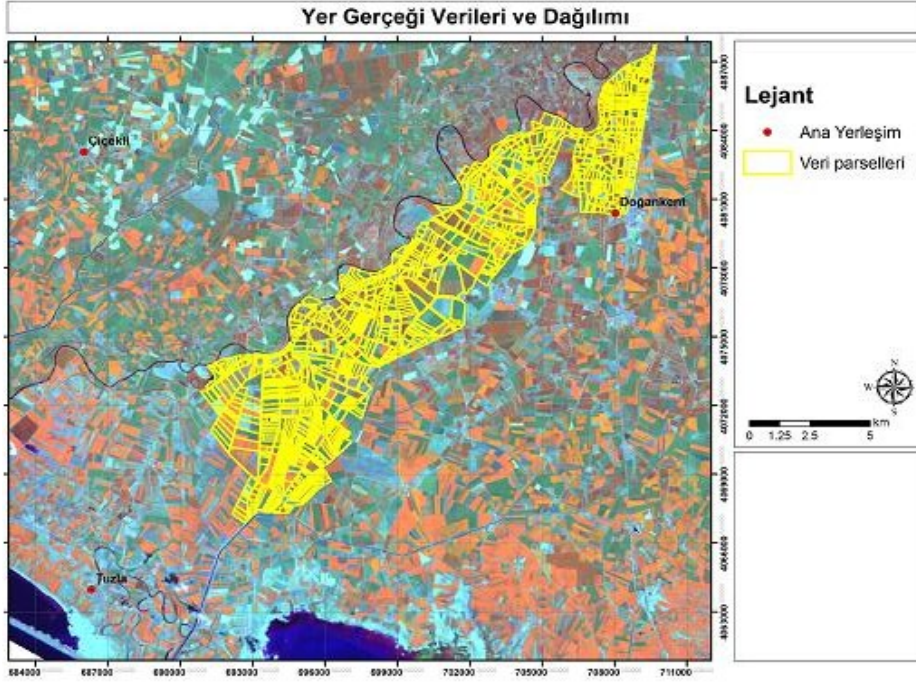
Yöntem

Çalışma yönteminin ana basamaklarını uzaktan algılanmış veri setinin temini ve sonrasında ön hazırlık işlemleri, obje tabanlı sınıflama, sınıflama sonrasında doğruluk analizi çalışması, sonuç haritalarının elde edilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi kısımları oluşturmaktadır (Şekil 3).

Obje Tabanlı Sınıflama

Obje tabanlı sınıflama yöntemi aynı özelliklere sahip pikselleri bir bütün haline getirerek oluşan görüntü objelerini sınıflar. Özellikle belirli bir şekle ve bütünlüğe sahip alanların sınıflanmasında (tarım, yerleşim, yol vb.), piksel tabanlı oluşan sorunların giderilmesinde çok başarılı olduğu bilinen bir sınıflama yaklaşımıdır (Berberoğlu ve ark. 2000). Temelde 3 aşamadan oluşur; bölütleme (segmentasyon), sınıflama ve bütünleştirme. Bölütleme aşamasında, ölçek faktörü, karmaşıklık ve şekil faktörleri her bir görüntü objesinin niteliğini belirler. Ölçek faktörü bir objedeki en az piksel sayısını, şekil faktörü her bir oluşacak objenin, mevcut görüntüdeki şekilsel bütünlüğünün ne kadar dikkate alınması gerektiğini (kare, dikdörtgen vb.), karmaşıklık faktörü ise her bir obje belirlenirken yansıma farklılıklarının ne kadar hassas olması

gerektiğini belirler. Bu değerler her bir çalışma için farklı olup, kullanıcı tarafından alanı temsil eden bir bölge seçilerek deneme yanılma yöntemiyle belirlenebilir (Şatır ve Berberoğlu 2012).



Şekil 2. Yer gerçeği verisi toplanan parseller ve konumları.

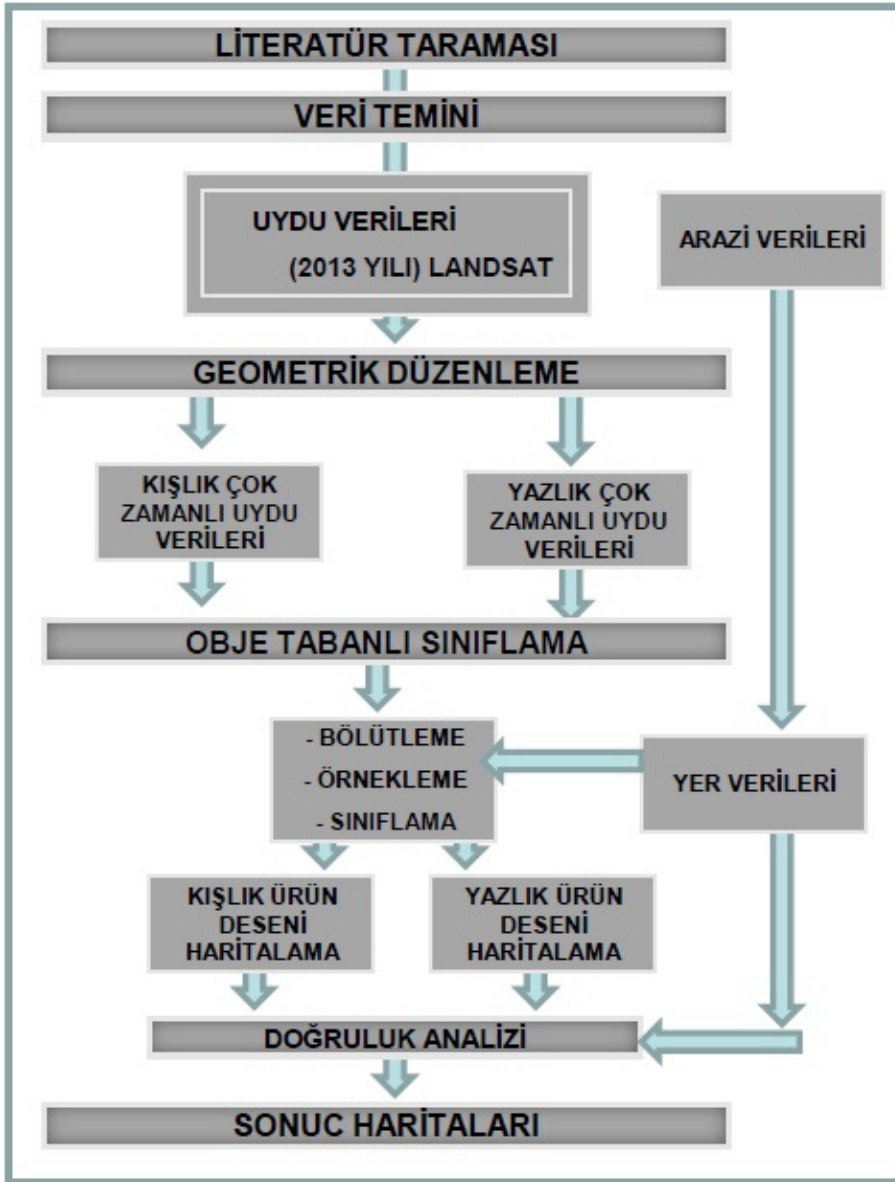
Sınıflama aşamasında kontrollü sınıflama algoritmalarından maksimum olabilirlik (MO) kullanılmıştır. MO yöntemi Bayesian olasılık teorisine dayalı ve istatistiksel fonksiyonlara bağlı bir sınıflama yöntemidir. Bu yöntemde piksellerin varyans – kovaryans ve ortalama değerleri, sınıfların belirlenmesinde kullanılmaktadır (Eastman 2001). MO algoritmasında, her sınıfa ait olan ortalama değerler sınıflar arasındaki sınırları belirler. Buna göre, her bir piksel, parlaklık değerine göre, kendisine en yakın ortalamaya sahip sınıfa atanır (Şatır 2006).

Geometrik Düzeltme İşlemi

Landsat TM/ETM uydu verileri hali hazırda geometrik olarak düzeltilmiş olarak elde edilmiştir. Ancak topografik harita ve yer gerçeği verileriyle uyumlu olabilmesi için, yer gerçeği veri seti ve topografik haritalar, Landsat uydu verilerine göre geometrik olarak düzeltilmiştir. Böylece raster veriler arasında koordinat eşleşmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda; UTM WGS 84 zone 36 projeksiyon sistemi temel alınmış ve geometrik düzeltme işlemi 0.2 piksellik bir ortalama sapmayla tamamlanmıştır.

Kappa Doğruluk Analizi

Doğruluk analizlerinde çapraz sınıflama, Kappa İndeksi ile birlikte sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Kappa değerleri, görüntüler arasındaki ilişkiye göre -1 ile +1 arasında değişim gösterir. Eğer iki görüntü arasındaki ilişki doğrusal ise yani değişim yoksa kappa '1' değerini, görüntülerden biri diğerine göre tamamen farklı ise kappa '-1' değerini, görüntülerin yarısı birbirine göre değişmiş ise Kappa '0' değerini alır (Eastman ve ark. 2005).



Şekil 3. Yöntem akış şeması.

Bulgular

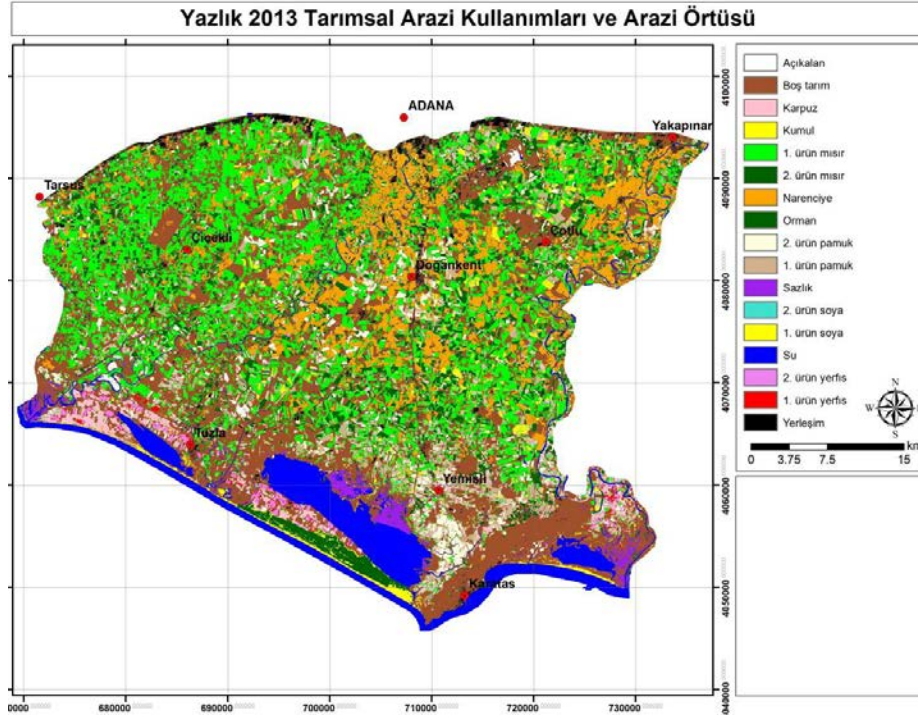
Tarımsal Ürün Deseninin Belirlenmesi

Tarımsal ürün deseni yazlık ve kışlık olarak 2 dönem halinde belirlenmiştir. Çünkü, Çukurova Bölgesi'nde aynı sezon içerisinde aynı parselde 2-3 farklı ürün yetiştirmek mümkündür. Bu ürünler, kışlık dönemde buğday ağırlıklı olurken, yazlık dönemde mısır, pamuk ve soya tarımı ağırlıklıdır. Tarla tarımı dışında, narenciye üretimi de Türkiye genelinde önemli bir yere sahiptir.

Objeye tabanlı sınıflamada ölçek faktörü, şekil faktörü ve karmaşıklık faktörü deneysel olarak çalışma alanına ve veriye en uygun parametreler belirlenerek tanımlanmıştır. Bu kapsamda, her bir objenin genel büyüklüğü minimum 15 piksel, tarla şekilleri gibi yüzey şekil farklılığı 0.7 (eğer bu sayı 0.5 ise şekil ve renk farklılıkları eşit değerlendirilir). Alansal karmaşıklık ise 0.7 (eğer bu rakam 0.5 ise oluşan objelerin sınırları ne çok yuvarlak nede çok dörtgen formdadır) olarak belirlenmiştir. Yazlık ürün deseninin sınıflanmasında 3 Temmuz, 27 Temmuz ve 5 Eylül 2013 Landsat TM/ETM verileri kullanılmıştır. Kullanılan farklı zamanlı Landsat uydu görüntülerinde 3 Temmuz için 1.ürün mısır, 1.ürün pamuk, soya, 27 Temmuz için 2. ürün mısır, eylül verisi ise özellikle yer fıstığının belirlenmesi ve ayırt edilebilmesi amacı

ile kullanılmıştır. Şekil 4'te yer alan yazlık ürün deseninde, 1. ve 2. ürün mısır, 1. ve 2. ürün pamuk, 1. ve 2. ürün soya, 1. ve 2. ürün yer fıstığı, karpuz ve narenciye ürünlerinin çalışma alanındaki yerleri ve dağılımları belirlenmiştir. Buna göre; 49758 ha ile en baskın tarım ürünü 1. ürün mısır olmuştur. Onu sırasıyla 22606 ha ile 2. ürün mısır ve 13117 ha ile 1. ürün pamuk izlemektedir. Ayrıca, narenciye tarımı toplam alanı 29600 ha olarak belirlenmiştir.

Narenciye alanları yazlık ve kışlık olarak değişmediğinden ve yaz-kış yeşil aksamını koruduğundan dolayı, 14 Nisan, 3 Temmuz, 27 Temmuz ve 5 Eylül 2013 uydu verilerinin yakın kızılötesi yansıma bantlarındaki süreklilik ve narenciye parsellerinin şekilsel olarak düzenli olması dikkate alınarak obje tabanlı sınıflama yöntemiyle kolaylıkla tespit edilebilmiştir.



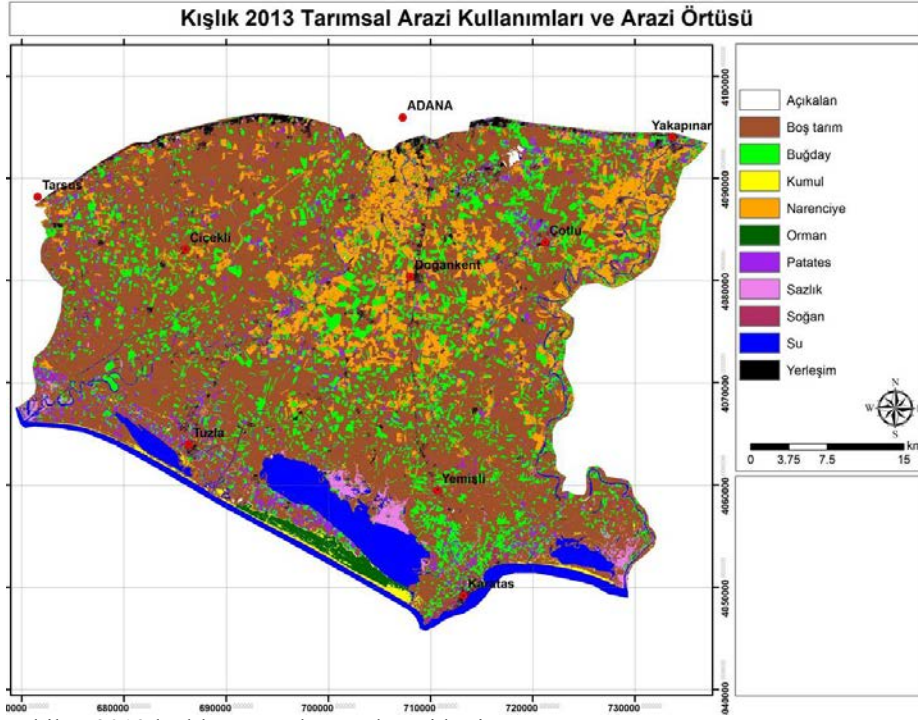
Şekil 4. 2013 yazlık tarımsal ürün deseni haritası.

Kışlık sınıflamada 14 Nisan 2013 Landsat TM/ETM verisi kullanılmıştır. Tarımsal kullanımlar olarak, buğday, soğan, patates, narenciye ve boş tarım alanları belirlenmiştir. Tarımsal alanların yanı sıra yerleşim alanları, su yüzeyleri, ormanlık alanlar ve açık alanlar da tespit edilmiştir (Şekil 5). Kışlık sınıflama sonuçlarına göre; 31054 ha buğday alanı baskın ürün olarak tespit edilmiştir. Buğdaydan sonra sırasıyla, 9977 ha ile patates ve 4254 ha ile soğan tarımı yapılan alanlar haritalanmıştır.

Doğruluk Analizi ve Tarımsal Alan Kullanımları

Doğruluk analizinde obje tabanlı sınıflama sonuçları, yer gerçeği verileriyle analiz edilmiş ve kappa doğruluk katsayıları hesaplanmıştır. Toplamda 321 yer gerçeği verisinin 186'sı sınıflamada, kalan 165'i ise doğrulamada kullanılmıştır. Veri seti bölünürken, her bir tarımsal üründen yeterli sayıda örneklem olmasına özen gösterilmiştir. Bu kapsamda en az 10 parsel sınıflama ve doğrulamada kullanılmıştır. Her bir tarımsal ürüne ait 2013 yılı alansal değerleri ve doğruluk katsayıları çizelge 1'de detaylı olarak verilmiştir.

Belirlenen tarımsal ürünlerin dışında ASO çalışma alanında çok az miktarda şeftali, zeytin ve nar tarımı yapılan alanlar da arazi çalışmalarında tespit edilmiş ancak bu alanların miktar olarak çok az olması, Landsat uydu verisi çalışma ölçeğinde tespit edilmesini zorlaştırdığından sınıflamalarda ihmal edilmiştir. Bu durum sınıflama doğruluklarına hata olarak yansıtılmıştır. Bu nedenle narenciye alanlarının tespiti kolay olmasına karşın doğruluk oranı 0.95 olmuştur.



Şekil 5. 2013 kışlık tarımsal ürün deseni haritası.

Çizelge 1. Tarımsal ürünlerin alansal miktarları ve sınıflama doğrulukları

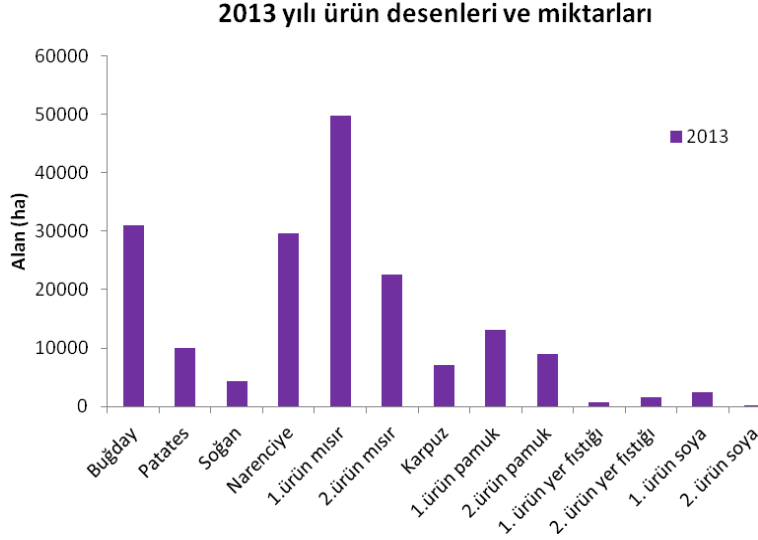
Tarımsal Ürün Tipi	Kappa Doğruluk Katsayısı*	Alansal Miktarı (ha)
Buğday	0.95	31054
Patates	0.8	9987
Soğan	0.74	4254
Narenciye	0.95	29600
1. Ürün mısır	1	49758
2. Ürün mısır	0.98	22606
1. Ürün pamuk	0.8	13117
2. Ürün pamuk	0.9	9049
1. Ürün yer fıstığı	0.86	763
2. Ürün yer fıstığı	0.8	1538
1. Ürün soya	1	2475
2. Ürün soya	0.98	25
Karpuz	0.94	7045
Genel	0.9	181271

* "1" mükemmel eşleşmeyi "-1" tesadüfi eşleşmeyi ifade eder

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, ürün deseni çok çeşitli olan tarım havzalarında, çok zamanlı uydu verileri kullanılarak, obje tabanlı sınıflama yaklaşımı yardımıyla, ürün deseni sınıflama işlemi, ASO örnek alanında denenmiştir. Bu kapsamda, 217000 ha'lık alanı kapsayan ve çok çeşitli ürünlerin bir arada farklı dönemlerde yetiştirilebildiği ASO'da uzaktan algılama biliminin avantajlarından faydalanılmıştır (zamandan, maliyetten ve iş gücünden tasarruf) (Jovanovic ve ark. 2014). Özellikle tarla tarımı yapılan ürünlerde, gelişme dönemleri farklı olduğu için tek zamanlı görüntülerin kullanılması yeterli olmamaktadır (Lyle ve ark. 2013). Bu nedenle, çalışmada ASO bölgesi ürün deseni çok zamanlı uydu verileri yardımıyla, ürün gelişim dönemleri ve uydu görüntülerinin bulutluluk durumları göz önünde bulundurularak haritalanmıştır. Kışlık ürünlerde özellikle buğday ekili alanların önceki yıllara göre belirgin bir şekilde arttığı görülmektedir. Bu kapsamda, 2010 ve 2011 yılları buğday alanları aynı bölgede, 27729 ha ve 18222 ha

olarak saptanırken (Şatır 2013), bu çalışmada, 31054 ha olarak belirlenmiştir. Bu artışın nedeni, devlet desteklerinin özellikle 2013 yılı itibariyle buğday ürününde artış göstermesidir (TAGEM 2013). Çalışma alanında genel itibariyle en baskın ürünün mısır olduğu belirlenmiştir. Toplam olarak 72364 ha'lık alanda 2013 yılında mısır üretimi yapılmıştır. Bu rakam genel itibariyle toplam ekilebilir sulanan alanların %53'üne denk gelmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Tarımsal ürün deseni alansal dağılım grafiği 2013 yılı.

Çukurova Bölgesi her ne kadar pamuk üretimiyle ünlü olsa da, özellikle 1980'li yıllardan sonra bu bölgedeki pamuk üretimi Harran Ovası'na doğru kaymaya başlamıştır. Bu durum halen devam etmekte ve Çukurova Bölgesi'ndeki üretim maliyetlerinin Harran Bölgesi'ne göre fazla olması, ASO'daki üreticiyi alternatiflere yönlendirmiş ve narenciye tarımı her geçen yıl artış göstermeye başlamıştır (Gençer ve ark. 2005; Şatır 2013).

Sonuç olarak, karmaşık ürün desenine sahip tarım havzalarında, çok zamanlı uydu verileri yardımıyla Landsat yersel çözünürlüğündeki (900 m²) hassasiyette, obje tabanlı sınıflama yöntemleriyle, tarımsal ürün deseninin etkili bir şekilde haritalanması ve izlenmesi mümkündür. Bu çalışmada genel doğruluk kappa katsayısı 0,9, genel doğruluk oranı ise %91 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma özellikle, tarımsal stratejilerin belirlenmesinde, önemli bir veri olan tarımsal ürün deseninin doğru olarak haritalanmasındaki yöntemsel yaklaşımları göstermesi açısından önemlidir.

Teşekkür

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (Proje No: ZF2013YL42) desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Alemdar T, Seçer A, Demirdöğen A, Öztornacı B, Aykanat S (2014). Çukurova Bölgesi'nde başlıca tarla ürünlerinin üretim maliyetleri ve pazarlama yapıları. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) Yayınları, no: 230.
- Berberoglu S, Lloyd CD, Atkinson PM, Curran PJ (2000). The integration of spectral & texture information using neural networks for land cover mapping in the Mediterranean. Computers and Geosciences. 26: 385-396.
- Chen Z, Li S, Ren J, Gong P, Zhang M (2008). Monitoring and Management of Agriculture with Remote Sensing, pp. 397-421, In: Advances in Land Remote Sensing. Shunlin L. (Ed.), Springer, Netherlands.
- DSİ (2012). Devlet Su İşleri Adana Bölge Müdürlüğü 2010-2011 ve 2012 Yılı Taban Suyu Seviyesi ve Tuzluluğu Ölçüm Sonuçları ve Sulama Raporları, <https://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2012-faaliyet-raporu>, (erişim tarihi: (25 Ağustos 2015)).

- Eastman RJ (2001). Idrisi32 Release 2 Guide to GIS and Image Processing Volume 2. Clark Labs. United States of America.
- Eastman JR, Mc Kendry J, Fulk MA (2005). Change and Time Series Analysis. Explorations in Geographic Informations Systems Technology. Geneva, United Nations Institute for Training and Research (UNITAR).
- Erdoğan MA, Tunçay HE, Berberoğlu S (2013). Modeling Land Use/Land Cover Conversion Risk, Journal of İTU-A|Z, 2: 67-80.
- Gençer O, Özudogru T, Kaynak MA, Yılmaz A, Ören N (2005). Türkiye’de Pamuk Üretimi ve Sorunları. TMMOB, Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği, VI. Teknik Kongresi. I.Cilt. 3–7 Ocak, Ankara, ss. 459-480.
- Jovanovic D, Govedarica M, Rasic D. (2014). Remote Sensing as a Trend in Agriculture, Research Journal of Agricultural Science, 46(3): 32-37.
- Lobo A, Chic O, Casterad A (1996). Classification of Mediterranean crops with multisensor data: per-pixel versus per-object statistics and image segmentation. 17(12): 2385-2400.
- Lyle G, Lewis M, Ostendorf B (2013). Testing the temporal ability of landsat imagery and precision agriculture technology to provide high resolution historical estimates of wheat yield at the farm scale. Remote Sensing. 5: 1549-1567.
- Özyavuz M, Şatır O, Bilgili BC (2011). A change vector analysis technique to monitor land-use/land-cover in Yıldız Mountains, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin. 20(5): 1190-1199.
- Şatır O (2006). Uygun Bulanık (fuzzy) Sınıflama Yöntemleriyle Aladağ Örneğinde Arazi Örtüsünün Sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Adana.
- Şatır O, Berberoğlu S (2012). Land Use/Cover classification techniques using optical remotely sensed data in landscape planning, pp, 21-55, In: Landscape Planning, Dr. Murat Ozyavuz (Ed.), INTECH, Croatia.
- Şatır O (2013). Aşağı Seyhan Ovası’nda Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Tarımsal Alan Kullanım Uygunluğunun Belirlenmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Adana.
- TAGEM (2013). Gıda tarım ve hayvancılık bakanlığı tarımsal araştırmalar ve politikalar genel müdürlüğü, Çukurova Bölgesi tarımsal ürün giderleri verileri, Mersin Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Ens. Mersin.