ORTA ANADOLU KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN PATATES VE PANCAR BİTKİLERİNİN FENOLOJİK EVRELERİNE AİT ÇOK BANTLI SPEKTRAL İMZALARININ BELİRLENMESİ

Gizem ÇİÇEK¹, Yusuf KURUCU²

¹Zir. Müh. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova, İzmir. gizemcicek.91@gmail.com

²Prof. Dr. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova, İzmir. yusuf.kurucu@ege.edu.tr

ÖZET

Uzaktan algılama tekniğinin tarımsal ürünlerin tanımlanması ve haritalanması konularında ülkemizde bazı gelişmeler yaşanmasına rağmen uygulamaya aktarılması aşamasında oldukça geri kalmıştır. Günümüz çalışmalarının çoğu, sınırlı sayıda ürünlerin sınıflandırılarak haritalanması yöntemini uygulamayı ve geliştirmeyi hedeflemektedir. Etkili bir tarım politikası amacıyla şiddetle ihtiyaç duyulan tarımsal varlık envanterinin oluşturulması için önemli bir araç olan uzaktan algılama tekniği ile coğrafi bilgi sistemi entegre edilememiştir. Büyük ovalar hariç ülkemizin tamamında dağınık araziler şeklinde tarım yapılmaktadır. Bunun yanında iklim koşullarına bağlı olarak ürün deseni değişiklikleri, başta renk olmak üzere toprak özellikleri ve ekim zamanı farklılıkları görüntü sınıflandırma ile ürün deseni belirlenmesinde önemli hatalara neden olmaktadır. Bu proje ile görüntülerin sınıflandırılması işlemi yerine çok bantlı spektral imzaları kullanılarak ürün tanımlanması ve ilgili parselle öznelik bilgisi olarak yazdırılması için gerek duyulan referans ürün deseni imzaları içeren bir katalog oluşturulması hedeflenmiştir. Ürün tanımlaması, ürünün gelişme durumu ve ürüne ilişkin rekolte tahminlerinin yansıma değerleri üzerinden yüksek doğruluk oranları ile gerçekleştirilebilmesi için bitkilerin her bir fenolojik dönemi için spektral yansıma özelliklerini gösteren bölge bazlı bir referans kataloğa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırma Orta Anadolu Bölgesi'nde tarımı yapılan patates ve şekerpancarı bitkilerinin fenolojik evreleri detayında çok bantlı spektral yansıma karakteristikleri belirlenmiştir. Bu amaçla Kayseri ve Ankara'nın farklı bölgelerinde bulunan 210 adet çeşitli ürün ekili parsel izlenmiştir. Projede, parsellerdeki ürünlerin fenolojilerine uyumlu olarak artan toprağı örtme oranları yerinde gözlemler ile de izlenmiştir. Proje sonuçlarının yaygın etkisinin artması için ülkemizde çok kullanılan uydu görüntüleri proje materyalleri olarak seçilmiştir. Bu amaçla Projede Landsat 8, Sentinel 2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu uyduların sensörlerinin spektral çözünürlüklerine bağlı olarak bir katalog oluşturabilmek için her ürünün sensörler detayında ayrı ayrı referans değerlerine ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: spektral imza, referans katalog, ürün deseni

ABSTRACT

DETERMINATION OF MULTI-BAND SPECTRAL SIGNATURES OF PHENOLOGICAL STAGES OF POTATO AND SUGAR BEET PLANTS CULTIVATED IN CENTRAL ANATOLIAN CONDITIONS

Despite some developments in our country in terms of remote sensing technology identification and mapping of agricultural products, it is quite backwards in the process of transfer to application. Last decades, studies are aimed at applying and developing a method of classifying and mapping a limited number of crop patterns. The remote sensing technique and the geographical information system still cannot be integrated at the desired level in order to create a detail inventory of agricultural assets that are heavily needed for an effective agricultural policy. Except for unique alluvial plains, agricultural lands are distributed separately in everywhere of our country. Besides this, changes in crop pattern according to climatic conditions of regions, differences in soil characteristics and seeding time differences cause important faults in determination crop pattern. A region-based reference catalog is needed to show the spectral reflectance properties of plant species during their phenological periods in order to be able to make crop identification, development status and yield estimates according to the reflection values of the crops with high accuracy rates. This project aims to create a reference catalog for crop identification using multi-band spectral signatures. A region-based reference catalog is needed to show the spectral reflectance properties of plants for each phenological period, so that product identification, product development status, and product-related yield estimates can be performed with high accuracy rates through reflection values. This study has determined multi-band spectral reflection characteristics in detail of the phenological phase of potato and sugarbeet plants cultivated in Central Anatolia Region. For this purpose, 201 potato and sugarbeet cultivated parcels in Bünyan (Kayseri) and Haymana (Ankara) regions have been observed. In the project, increasing soil cover rates in compliance with the phenology of the products in the parcels were also observed with observations. Satellite images are often used in our country as project material to increase the widespread impact of project results. For this purpose Landsat 8, Sentinel 2 satellite images were used in the project. In order to be able to create a reference catalog depending on the spectral resolutions of these satellites, the individual reflection values of each agricultural product in the details of the sensors were determined.

Keywords: spectral signature, reference catalog, crop pattern

1. GİRİŞ

Tarımsal ürünlerin ekili alan bilgilerinin belirlenmesi uzaktan algılama tekniğinin temel kullanım alanlarından birisi olmuştur. Bu amaca yönelik olarak kullanılan piksel ya da obje tabanlı sınıflandırma yöntemleri bölgesel çalışma alanları için ihtiyaca cevap verebilmektedir. Ancak ülkesel ürün deseninin haritalanması için sınıflandırma tekniklerinin kullanımı pek çok açıdan yetersiz kalmaktadır. Bunun yanında elde edilen ürün deseni haritası, büyük alanlar için parsel bilgi sistemi ile ilişkilendirilememektedir. Böylece elde edilen verilerden başta tarım istatistiği olmak üzere beklenen ölçüde yararlanılamamaktadır. Bu nedenle görüntülerin sınıflandırılması yerine ya da yanında, ürünlerin çok bantlı spektral imzalarından yararlanılarak parsel düzeyinde ürün çeşitlerinin veri tabanına girilmeleri, ürünlerin kayıt altına alınmasında ve tarımsal istatistiğin doğruluğunun artırılması açısından önemli düzeyde katkı sağlayacaktır. Bu amaçla, ülkemizde var olan ürün deseninin çok bantlı spektral imzalarını içeren bir referans katalog oluşturulması öncelikli olarak yapılması gereken iş paketini oluşturmaktadır. Yılmaz ve Kurucu (2011) fenolojik evrelerinden bağımsız olarak ve Rapid Eye sensörüne uyumlu olarak pamuk, ayçiçeği ve mısır bitki örtüsünün yeşil, kırmızı ve yakın kızılötesi bantlarına ait referans yansıma kataloğunu oluşturmuşlardır. Uydu görüntüsü, parseller ile çakıştırılmış ve geliştirilen bir ara yüz ile her bir parselin örttüğü alandaki piksel sayısal değerlerinin ortalamaları alınmış, katalog yardımı ile hangi ürün olduğu belirlenmiştir. Sonuçta, parsel bazında pamuk, mısır ve ayçiçeği bitkileri %98 doğrulukla ayırt edilebilmiştir. Ayrıca, Matlab yazılımı ile oluşturulan bir ara yüz ile tarımı yapılan ürün çeşit ismi, içinde bulunduğu parselle öznel olarak yazdırılmıştır.

Doğal bitki türlerinde olduğu gibi tarımsal ürünlerin bölgeler düzeyinde değişen iklim, arazi ve toprak koşullarına bağlı olarak hem fenolojik evreleri hem de gelişme düzeyi farklılıklar göstermektedir. Jiménez vd. (2015), Doñana Ulusal Parkında (İspanya) yaygın olarak bulunan 5 farklı çalı türlerinin spektral kütüphanelerinin oluşturulması için yaptıkları çalışmada, anlamlı bilgiler veren NIR dalga boyu yansıma değerlerinin fenolojik evrelerine göre ayrı ayrı incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Türkiye'nin iklim ve arazi özellikleri temel alınarak stratejik değeri olan tarımsal ürünlerin bölgeler düzeyinde farklı sensörler kullanılarak referans kataloğunun oluşturulmasına gereksinim duyulmaktadır.

Bu proje ile Orta Anadolu koşullarında yaygın olarak tarımı yapılan patates ve şekerpancarı bitki türlerinin fenolojik evrelerine göre spektral imzaları oluşturulmuştur. Spektral imzalar, zaman ve çok bantlı yansıma şiddetleri arasındaki ilişkiler incelenerek ürün desenini tanımlaması ve evresini tahmin edilmesinde oldukça önemli düzeyde bilgiler sağlamaktadır. Günümüzde çok yaygın olarak kullanılan Landsat 8 ve Sentinel 2 uydu görüntüleri temel materyaller olarak kullanılmıştır. Bu uyduların sensörlerinin görünür bölge yanında Red Edge, NIR ve SWIR bantlarının olması bitki örtüsünün izlenebilmesi için önemli avantaj sağlamaktadır.

2. UYGULAMA

Araştırmada Haymana (Ankara) ve Bünyan (Kayseri) bölgesi tarım arazilerinde yetiştiriciliği yapılan 30 adet patates ve 19 adet şekerpancarı parseli gelişimleri boyunca izlenmiştir. Ekim zamanını izleyen aylarda, bu iki ürünün fenolojik evre gelişimi boyunca örtme oranları da yerinde ölçümlenmiştir. Bitkilerin fenolojik evresi süresince bulutsuz olarak 11 adet Landsat 8 ve 22 adet Sentinel 2 görüntüsü elde edilmiştir. Temel görüntü işleme aşamalarından sonra her bir test parselinin örttüğü ekili alanın tamamının piksel sayısal değerlerinin, her bant için ortalamaları alınmıştır. Bu amaçla, aynı ürüne ait birden fazla parseli seçme ve bu parsellerin örttüğü piksellerin sayısal değerlerinin çok bantlı olarak ortalamasını alabilen Agrovizio yazılımı kullanılmıştır.

Landsat 8 ve Sentinel 2 bantlarının, patates ve şekerpancarı bitki örtülerinin fenolojik evresi boyunca sağlanan her görüntüde yansıtma ve absorbe etme özellikleri incelenmiştir. Bu aşamada, bantlar düzeyinde piksel sayısal değerleri arasında önemli istatistiki ilişkiler belirlenmiştir. Özellikle NIR ile kırmızı kenar bantların NIR dalgaboyuna yakın olan Red Edge 2, 3 ve 4 bantları arasında (0,95 ve üzeri düzeyde) pozitif yönde, SWIR bantlar ile ise negatif yönde (0,5-0,75 düzeyinde) önemli ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 1). Bitkilerin fenolojik evrelerinin ortalarında hızla artan azot içeriği NIR ve Kırmızı kenar dalga boyunda artmış ve benzer şekilde değişimler göstermiş, buna karşın SWIR ve görünür bölge bantlarında azalış yönünde değişimler belirlenmiştir. Martinez (2017) Colombia'da mısır, pirinç ve soya fasülyesi bitkilerinin beslenme durumunu spektrometre ile izlemiştir. Bu bitkilerin yapraklarındaki azot içeriği ile kırmızı kenar dalgaboyu arasında pozitif yönde çok önemli ($r=0.84$) bir ilişki belirlemiştir. Huang vd. (2012), Çin'de yapmış oldukları araştırmada ise, yapraklardaki hastalık ve zararlı etmenlerinin yaptığı tahribatın, bitkilerin beslenme yetersizliklerine bağlı olarak yaşanan yansıtma değişiklikleri ile karıştırılabileceğini belirlemişlerdir.

Elde edilen istatistiki ilişkiler ürün düzeyinde değişiklik göstermektedir. Bu sonuçlar, ürünlerin çok bantlı spektral imzalarının, ürün tanımlama amacıyla işlerlikte kullanılabileceğini göstermektedir. Bitkilerin fenolojik evresinin her dönemindeki bantlar arası ilişkiler o ürüne özgü bir değer kazanmaktadır. Tanımlama doğruluğunun yükseltilmesi amacıyla her dönem için ayrı ayrı karşılaştırma yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, spektral imzaların fenolojik dönemlere göre bölünerek tanımlanması, ürün tahmini doğruluk oranını yükselten ikinci önemli parametre olarak belirlenmiştir. Pancar bitki örtüsünün çok hızlı gelişen başlangıç döneminde NIR ve kırmızı kenar

bantlarının sayısal değerleri hızla yükselirken, patates bitki örtüsü için daha yavaş artan değerlerdedir. Bu farklılık bitki örtüsünün yaprak fizyoloji, dikim sıklığı ve dönemsel örtme oranı ile doğrudan ilişkilidir. Bunun dışında bitkilerin gelişim dönemlerinde gerek duyulan çiftçilik uygulamaları ürün gelişme düzeyinde değişiklik göstermektedir. Örneğin; çapa yapma, sulama, gübreleme vb. uygulamalar her ürün için zaman ve tekrar bakımından farklıdır. Bu uygulamalar ürün deseninin zamana bağlı olarak yansıma değerlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Şekerpancarının ekim döneminin hemen sonrasında gerçekleşen sulama zamanlarında henüz düşük olan toprağı örtme oranına bağlı olarak ıslak toprak, güneş enerjisini şiddetli absorbe etmektedir. Ancak, sonraki günlerde gelişen yeşil dokuya bağlı olarak bu durum yerini kızılötesi bantlarda artan yansıtma şiddeti yönünde değişmektedir. Bitki örtüsünün sulanma zamanını da gösteren absorbans periyotları görüntüyü oluşturan bantlarda yansıma değerlerinde dalgalanmalara neden olmaktadır (Şekil 1, 2). Özellikle NIR ve Rededge bantların piksel değerlerindeki bu dalgalanma, bitki örtüsünün sulama tekrarı ve zamanı hakkında önemli bilgiler vermektedir.

Farklı ürün desenine ait en gelişmiş spektral imzanın oluşturulabilmesi için bitkilerin fenolojik evreleri süresince çok sayıda görüntü ile izlenmesi oldukça önemlidir. Bu proje süresince 22 Sentinel 2 görüntüsü ile izlenen ürün fenolojik evresinde ürün gelişimini hakkında detaylı bilgi elde edilebilmiştir. Çok sayıda görüntü ile elde edilecek referans spektral imzalar, özellikle bitki sağlığı, hasar, rekolte vb. amaçlı çalışmalarda fenolojik evrenin her döneminde işlerle birlikte kullanılabilir. Bu projede spektral imzalar oluşturulurken görüntü sağlama işlemi bitkilerin ekiminin iki hafta öncesinde başlanmış ve hasattan iki hafta sonrasına kadar sürdürülmüştür. Ekim ve hasat mevsimlerinin farklı olmasına bağlı olarak başlangıçta çıplak toprak ve nem özelliklerinin etkili olduğu, ancak hasattan sonra bitki kalıntıları ve kuru toprak yansımalarının baskın olduğu görülmüştür. Dünya’da ve ülkemizde çok yaygın olarak kullanılan Landsat 8 ve Sentinel 2 uydularının kaydettiği temel bantların dalgaboyu aralıklarının benzer olması, görüntülerin alternatifli olarak kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır. Ancak, Sentinel 2 uydusundaki daha yüksek spektral çözünürlük bitki örtüsü spektral imzasını oluşturmak ve ürün tanımlamak açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Spektral imzalar bitkilerin bölgeleri ve farklı ekim tarihleri dikkate alınarak oluşturulması doğru tanımlama yapmak açısından oldukça önemlidir. Böylece referans kataloğun farklı iklim bölgelerini kapsayabilecek ve ulusal düzeyde kullanılabilmesine olanak sağlanacaktır.

Uygulama sürecinde gelişimi izlenen şekerpancarı ve patates bitki örtüsünün Landsat 8 ve Sentinel 2 uydularının bantlarını yansıtma düzeyleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Şekerpancarı ve patates bitki örtüsünün dikimini takip eden ilk günlerde tüm bantların birbirine yakın ve paralel benzeri değerlerde yansıtma göstermektedir. Ancak yeşil dokunun gelişmesini takip eden günlerde yansıma değerlerindeki paralelliğin kaybolduğu, yeşil dokunun yansıttığı enerjiye hassas olan bantlardaki piksel sayısal değerlerinin arttığı, buna karşın görünür bölge, Red Edge 1 (0,665-0,705µm) ve SWIR bantlarda düşüş görüldüğü belirlenmiştir. Red Edge 2, 3 ve 4 bantlarındaki piksel sayısal değerlerindeki artışın birbirine paralel ve yakın olduğu, NIR yansıma değerleri ile de uyumlu olarak değiştiği görülmüştür. Şekerpancarının fenolojik periyodu yaklaşık 170-180 gün civarındadır. Araştırmada kullanılan Sentinel 2 görüntü sayısının, Landsat 8 uydusuna göre daha fazla olması bitki gelişiminin izlenmesinde elde edilen verilerinde daha detaylı olmasını sağladığı görülmüştür. Sentinel 2 görüntüleme sıklığı sulama zamanının belirlenmesinde önemli katkı sağlamıştır. Her sulama sonrasında ıslak toprağın, bitkinin toprağı örtme oranına bağlı olarak absorbe etme özelliği artmış ve NIR ile Red Edge 2, 3 ve 4. bantlarının piksel sayısal değerlerinde ani düşüşler gözlenmiştir. Ancak bu değerler sulama ve muhtemelen azotlu gübreleme sonrasında gelişimi hızlanan yeşil dokuya bağlı olarak yeniden artış göstermişlerdir. Landsat 8 uydu görüntüsü bantlarının pancarın fenolojik evresine bağlı olarak gösterdiği piksel sayısal değerlerindeki değişim Sentinel 2 görüntüleri ile benzerlik göstermektedir. Ancak görüntüleme sıklığına bağlı olarak bitki gelişimine ait detay bilgi daha az olmaktadır. Hasada yakın ve sonrasındaki dönemlerde tüm bantların tekrar birbirine yaklaştığı ve tohum ekim döneminde olduğu gibi toprak özelliklerinin baskın olduğu yansıtma değerleri gösterdiği belirlenmiştir.

Şekil 1. Şekerpancarı bitki örtüsünün fenolojik evresine bağlı olarak Sentinel 2 çok bantlı piksel sayısal değerlerindeki değişim.

Şekil 2. Şekerpancarı bitki örtüsünün fenolojik evresine bağlı olarak Landsat 8 çok bantlı piksel sayısal değerlerindeki değişim.

Patates bitkisinin fenolojik evresinin süresi patates bitkisinin türüne göre değişebilmektedir. Genellikle iklim bölgeleri düzeyinde değişen çeşit tercihleri, yıllık güneşlenme süresi ile ilgilidir. Erkenci çeşitler 80-90 günde feonojik evrelerini tamamlarken geç olgunlaşan çeşitleri ise 120 güne kadar sürebilmektedir. Ege Bölgesin' de patates fenolojik evresi yaklaşık 90 gün iken bu dönem İç Anadolu koşullarında 110-120 gün sürebilmektedir. Buna bağlı olarak patates bitkisine ait spektral özelliklerin belirlenmesinde başta iklim ve sonra toprak yansıtma karakteristiklerinin dikkate alınması gerektiği belirlenmiştir. Patates bitkisinin ilk bir aylık döneminde çok yavaş gelişen yeşil dokusu, ikinci aydan itibaren hızlanmakta ve üçüncü ayda %80-95 oranına ulaşmaktadır. Patates dikimini takiben 40-60 günleri arasında sulanmaktadır. Daha sonra toprağın su tutma kapasitesine bağlı olarak 1-2 kez tekrarlanan sulama dönemlerinde toprağın ıslanmasına bağlı olarak yansıma şiddetlerinde düşüşler gözlenmektedir. Ancak bu düşüşler bitkinin toprağı yüksek örtme oranına bağlı olarak sonraki dönemlerde daha belirgin az olmaktadır. Sulama ile birlikte uygulanan azotlu gübre yaprak gelişimini hızlandırmaktadır. Buna bağlı olarak özellikle evrenin 60. gününden sonra yakın kızılötesi ($\sim 0,82 \mu\text{m}$) ile Red Edge 2 ($\sim 0,74 \mu\text{m}$), Red Edge 3 ($\sim 0,783 \mu\text{m}$), Red Edge 4 ($\sim 0,865 \mu\text{m}$) bantların sayısal değerleri hızla artarken, mavi, yeşil, kırmızı bantları ile SWIR 2 ($\sim 2,190 \mu\text{m}$) ve Red Edge 1 ($\sim 0,705 \mu\text{m}$) bantlarında belirgin azalışlar gözlenmiştir. Bitkinin toprağı yoğun örtme oranı patates hasadına kadar devam etmektedir. Buna karşın SWIR 1 ($\sim 1,610 \mu\text{m}$) bandında az belirgin bir düşüş belirlenmiştir (Şekil 3). Patates bitkisinde diğer bitkiler gibi hasat öncesi yaprak sararması bariz değildir. Ancak patatesin olgunlaşması nedeniyle çiftçiler tarafından bitki büyüme düzenleyicileri kullanılarak yeşil doku gelişimi yapay olarak hızlı bir şekilde sonlandırılmakta ve sonra hasat edilmektedir. Bu nedenle yaklaşık evrenin 100. gününden itibaren bitki yeşil dokuya ait bantların yansıma değerlerinde ($0,740-0,865 \mu\text{m}$) hızlı bir düşüş

görülmektedir. Bu evreden itibaren patates ekili alanlara ait çok bantlı piksel sayısal değerlerinde, fenolojik evrenin en başında olduğu gibi toprak baskın yansıma özellikleri görülmektedir. Landsat 8 uydu görüntülerinde de belirlenen çok bantlı yansıma değerleri Sentinel 2 ile önemli ölçüde benzerlik göstermektedir. Ancak temporal ve spektral çözünürlüğün daha az olmasına bağlı olarak bitki gelişimini etkileyen sulama, gübreleme vb. etkiler daha az belirgin olarak gözlenebilmektedir. Landsat 8 görüntü analizlerinde bitki gelişiminin hızlandığı ve toprağı örtme oranının arttığı ikinci ve üçüncü aylarında NIR bant yansıma değerlerinin diğer bantlardan ayrılarak yüksek değerlere ulaştığı, buna karşın görünür bölge bantları ile birlikte SWIR 2 (2.11-2.29) bandı piksel değerlerinin de önemli düşüşler gösterdiği belirlenmiştir (Şekil4).

Şekil 3. Patates bitki örtüsünün fenolojik evresine boyunca Sentinel 2 çok bantlı piksel sayısal değerleri.

Şekil 4. Patates bitki örtüsünün fenolojik evresine bağlı olarak Landsat 8 çok bantlı piksel sayısal değerleri.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarımsal ürünlerin ekili alan bilgilerinin uzaktan algılanan görüntülerinden belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemi içerisinde ve parseller düzeyinde otomatik ilişkilendirilebilecek veriye dönüştürülmesi özellikle büyük alanlar için hâlen yaygın olarak uygulanamamaktadır. Çok bantlı görüntüden ürün deseni hakkında parsellere öznetelik bilgisi sağlanması için her bir ürün çeşidinin fenolojik evreleri boyunca referans yansıma karakteristiklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu projede, Orta Anadolu'da yaygın olarak tarımı yapılan pancar ve patates ürünlerinin fenolojik evreleri boyunca yaptıkları çok bantlı yansıma değerleri belirlenmiştir. Ekimlerinden sonraki gelişim sürecinde sulama, gübreleme vb. çiftçilik uygulama dönemleri ile yansıma değerleri arasındaki ilişkiler belirlenebilmiştir. Özellikle sulama dönemleri ve ürünün gübrelemeye bağlı hızlı gelişiminin, görüntü alma sıklığına bağlı olarak başarıyla belirlenebileceği saptanmıştır. Referans yansıma değerlerinin oluşturulmasından sonra ürünlerin parsel düzeyinde izlenmesi ve öznetelik bilgisine dönüştürülmesi için gerekli olan ürün deseni referans yansıma

katalogunun ulusal düzeyde oluşturulması oldukça önemlidir. Ürünlerin çok bantlı spektral imzalarının belirlenmesi ve bunlardan yararlanılarak ürün çeşitlerinin parsel düzeyinde kayıt altına alınması, tarımsal istatistiğin doğruluğunun artırılması açısından önemli düzeyde katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu projenin gerçekleşmesinde 18-ZRF-021 proje numarası ile fon desteği sağlayan E.Ü. Bilimsel araştırmalar Komisyonuna ve Tarım Sigortaları Havuzuna (TARSİM) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Huang, W., Luo, J., Zhang, J., Zhao, J., Zhao, C., Wang, J., Yang, G., Huang, M., Huang, L., Du, S. (2012.) Crop Disease and Pest Monitoring by Remote Sensing. *Remote Sensing – Applications*, ISBN 978-953-51-0651-7

Jiménez M., Daíz-Delgado R., 2015. Towards a Standard Plant Species Spectral Library Protocol for Vegetation Mapping: A Case Study in the Shrubland of Doñana National Park. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2015, 4, 2472-2495; doi:10.3390/ijgi4042472. ISSN 2220-9964.

Martínez, M., L., J., 2017. Relationship between crop nutritional status, spectral measurements and Sentinel 2 images. *Agronomía Colombiana* 35(2), 205-215, 2017.

Yılmaz, S. ve Kurucu, Y. (2011). Çok bantlı uydu görüntülerinden parsel bazında coğrafi bilgi sistemi özellikli ürün deseni katmanı oluşturulabilirliği üzerine bir araştırma, EUZF, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, *Yüksek Lisans Tezi*.