

FINDIK ALANLARININ KENDİNİ ÖRGÜTLEYEN EŞLEMLERLE (SELF ORGANIZING MAPS) BELİRLENMESİ

S. Reis¹, K. Taşdemir²

¹Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray, sreis@aksaray.edu.tr

²Monitoring Agricultural Resources Unit, Institute for the Protection and Security of the Citizen, EC Joint Research Centre, Ispra, Italya.
kadam.tasdemir@jrc.ec.europa.eu

ÖZET

Tarım ürünlerinin takibi, kontrolü ve otomatik haritalanması uzaktan algulama çalışmalarının önemli uygulama alanlarından biridir. Tarım ürünlerinden düzensiz ve sık dikilmiş, topografik yapısı eğimli ve karışık vejetasyon alanlardaki odunsu meyve grupları, diğer odunsu bitki grupları ile benzer özellikler gösterdiğinden otomatik olarak haritalanması zordur. Çünkü meyve ağaçlarının spektral yansıma özellikleri genelde diğer ağaç türlerinin spektral özelliklerine yakın olmaktadır. Bu durumda spektral yansıma özelliklerinin yanında doku (texture) özelliklerinin de analiz edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ülkemizin Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak yetişen ve önemli ticari tarım ürününden bir tanesi olan fındık bitkisi bu odunsu meyve gruplarındandır. Yıllık yaklaşık olarak 800.000 ton (%76) fındık üretimi ile dünyadaki en büyük fındık üreticisi olan ülkemizde, fındık alanlarının hızlı, hassas, doğru ve ekonomik olarak tespit ve kontrolü için en uygun yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca Avrupa Birliğine aday ülke olmamız nedeniyle, AB Genel Tarım Politikası (Common Agricultural Policy-CAP) kapsamında tarım alanlarını kontrol etmek üzere oluşturulan “uzaktan algulama ile kontrol” (Control with Remote Sensing-CwRS) programına benzer programların geliştirilmesi önemlidir. Son on yılda uzaktan algulama sensörlerinin spektral ve konumsal çözünürlüklerinin artması ile meyve ağaçlarının daha hassas ve hızlı bir biçimde belirlenmesi için otomatik yöntemler geliştirilmiştir. Fındık bahçelerinin belirlenmesinde kullanılacak bir yöntem, kendini örgütleyen eşlemlerdir (Self Organizing Maps-SOM). Bu çalışmada Quickbird uydu görüntüsü kullanılarak Trabzon Bengisu’da seçilen örnek bir alanda fındık alanları SOM yöntemi ile belirlenmiştir. Bunun için fındık bitkisinin hem spektral hem de doku özelliklerinden yararlanılmıştır. SOM sınıflandırma yöntemi, bu doku özellikleri ve multispektral yansıma değerleriyle ayrı ayrı ve bütünlük olarak uygulanarak fındık alanları belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, doku ve yansıma özelliklerinin bütünlük kullanılması ile yapılan sınıflandırmaların daha yüksek başarıma ulaştığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Kendini Örgütleyen Eşlemler, Fındık, Quickbird, Doku Analizi, Gabor Öznitelikleri, Trabzon

DETECTION OF HAZELNUT FIELDS BY SELF-ORGANIZING MAPS

ABSTRACT

Monitoring agricultural resources and automatic land cover mapping are among the important application areas of remote sensing imagery. Automatic mapping of permanent crops, which are irregularly and densely planted on terrains with high slope and mixed vegetation, is often difficult due to the similarity of their spectral features to the spectral features of other woody vegetation. Therefore, for their accurate identification, analysis of textural features is necessary in addition to the spectral features. An economically important group among the permanent crops is hazelnut, which is mainly cultivated in Black Sea region of Turkey. Being the largest hazelnut producer in the world with its production of approximately 800.000 tons (76%), advanced methods are required for fast, accurate and precise capture of hazelnut fields in Turkey. In addition, as being an accession state to the EU, it is important to monitor agricultural resources similarly to the Control with Remote sensing (CwRS) program of EU Common Agricultural Policy (CAP). Thanks to the increase in spatial and spectral resolution of remote sensing imagery in the last decade, automatic methods are developed for fast and precise detection of fruit orchards. For detection of hazelnut fields, self-organizing maps (SOM), which has been successfully used for knowledge discovery from remote sensing imagery, can be employed. In this study SOM is used for delineating hazelnut fields in a selected region of Bengisu, Trabzon, using multispectral Quickbird imagery. Multispectral and textural information are considered both separately and together as descriptive features. Experiments showed that the most accurate classification was obtained when merged textural and spectral features were exploited.

Keywords: Self organizing maps, Hazelnut, Quickbird, Texture analysis, Gabor features, Trabzon

1. GİRİŞ

Meyve ağaçları tarım sektöründeki önemli ticari ürünlerden biridir. Bu ürünlerin ekonomi ve kırsal kalkınmaya olan katkısı nedeniyle birçok ülke, kanun ve izleme sistemleri ile bu ürünlerin yönetimini

ve kontrolünü sağlamaktadır. Özellikle Avrupa Birliği, Genel Tarım Politikası (Common Agriculture Policy) kapsamında sürdürülebilir tarımın oluşturulabilmesi için destekleme programı yürütmektedir. Bu program çerçevesindeki Uzaktan Algılama ile Kontrol programında (CwRS) yıllık büyük miktarda uydu görüntüleri satın alınarak, destek yapılan alanların kontrolünde kullanılmaktadır. Uzaktan Algılama ile Kontrol programı kapsamında arazi örtüsü ve kullanımının hızlı ve yüksek doğrulukta elde edilmesi gerekmektedir. Yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları veya uydu görüntülerinin kullanıldığı çalışmalar da genelde otomatik sınıflandırma yerine daha yüksek doğruluk elde edildiğinden görüntü üzerinden sayısallaştırma yöntemi tercih edilmektedir. Ancak, son yıllarda çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin spektral ve konumsal çözünürlüklerinin artmasıyla birlikte zaman ve emek kaybını azaltmak amacıyla otomatik sınıflandırma üzerindeki çalışmalar da yoğunlaşmıştır. Avrupa Tarım Politikasında meyve ağaçlarının (findık ağaçlarını da kapsamaktadır) desteklenmesine yönelik olarak özel yönetmelik maddeleri bulunmaktadır. Bu maddelere göre findık ve diğer meyve ağaçlarının bulunduğu araziler ağaç sayısına göre değil, kapladığı alana göre destek verilmektedir.

Findık ülkemizin en önemli tarım ihraç ürünlerinden bir tanesidir. Dünya findık üretiminin yaklaşık %76'sını (800.791 ton) Türkiye karşılamaktadır. Ülkemizi sırasıyla 111.841 ton ile İtalya ve 33.000 ton ile de Amerika Birleşik Devletleri izlemektedir. Dünya findık dikim alanlarının 808.910 ha olduğu ve bu alanların 632.000 ha'nın da ülkemizde bulunduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2008). Ülkemizde findık üretim alanları genel olarak Karadeniz bölgesinde Ordu, Giresun ve Trabzon illerinde (451.800 ha) bulunmaktadır (Fiskobirlik, 2007). Kendine özgü iklim ve topografik koşulları nedeniyle zengin bitki örtüsü ile kaplı olan bölgede ağırlıklı olarak findık tarımı yapılmaktadır. Findığın dışında üretilen diğer tarım ürünleri (mısır, tütün, patates gibi) genelde günlük ihtiyaçları karşılamak amacıyla findık tarlalarının arasına küçük bahçecikler şeklinde ekilmektedir. Findık bitkisi ile yakın spektral yansıma değeri bulunan meyve ve diğer odunsu bitkiler ise (elma, kiraz, kızıl ağaç) findık alanlarının içinde tek ağaç şeklinde bulunabilmektedir. Bölgede findık bitkisi genelde eğimli arazilerde ve diğer bitki örtüsü türleri ile iç içe bir ortamda yetişmektedir. Coğrafi özellikler tarımsal üretim farklılıkları ile bütünleşince, bölgede yetişen findık bitkisi dünyadaki diğer findık alanlarına göre daha karmaşık bir yetiştirme özelliği göstermektedir. Bu bölgedeki findık dikim alanları genel olarak 2 grup altında değerlendirilebilir; i) düzenli dikilmiş ve ii) düzensiz ve sık dikilmiş alanlar. Bölgenin topografik yapısı nedeniyle ikinci kısım alanlara sıkça rastlanmaktadır. Bu durum findık alanlarının uydu görüntüleri yardımı ile otomatik olarak yüksek doğrulukta sınıflandırılmasını zorlaştıran en önemli sorunlardan biridir. Bu sorunun çözülmesi amacıyla çalışmada spektral değerler yanında doku değerleri de kullanılacaktır.

Findık alanlarının yüksek veya çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile sınıflandırılmasına yönelik olarak literatürde az sayıda çalışma yapılmıştır. Reis ve Yomralıoğlu, (2006) Landsat uydu görüntülerini kullanarak en çok benzerlik (maximum likelihood) yöntemi ile Trabzon ilinin arazi örtüsü haritasını üretmiş ve 2844 sayılı Kanun'a göre findık yetiştirilmesi uygun olan alanları Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak tespit etmiştir. Benzer şekilde Kavzoğlu ve Reis (2008) yine Trabzon ilinde Landsat görüntülerini kullanarak yapay sinir ağları yöntemi ile findık alanlarını da kapsayan arazi örtüsü haritası üretmiştir.

Çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden arazi örtüsü sınıflandırması için genelde piksel tabanlı olmak üzere, ağırlıklı olarak piksellerin spektral veya doku özelliklerinden yararlanılarak kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılmaktadır (Wilkinson, 2005). Özellikle meyve ağaçları, odunsu bitkiler ve üzüm bağlarının çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin pankromatik bantlarından çıkartılan doku özellikleri bu tür bitkilerin birbirinden ayrılmasında önemli bir faktördür (Wassenaar vd., 2001, Warner and Steinmaus, 2005). Ancak bu çalışmalar genelde düz topografik şartlarda ve düzgün dikilmiş meyve/odunsu bitkiler üzerinde denenmiş ve başarılı olmuştur. Eğimli arazilerde, bitki örtüsünün yoğun olduğu ve düzensiz dikilmiş findık gibi meyve ağaçlarının otomatik sınıflandırılmasında bu tür yöntemler düşük sınıflandırma doğrulukları vermektedir (Taşdemir, 2010). Bu nedenle eğimli ve düzensiz dikilmiş findık bitkisinin otomatik sınıflandırılmasında spektral özelliklerle birlikte findığın doku özelliklerinden de yararlanılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, bir çok uzaktan algılama uygulamasında başarı ile kullanılan (Villmann, vd., 2003, Merenyi, vd., 2009, Hu ve Weng, 2009) Kendini Örgütleyen Eşlemler (Self Organizing Maps-SOM) olarak adlandırılan kontrolsüz sınıflandırma algoritmasından yararlanılmıştır. Odunsu bitkilerin

doku özelliklerini en iyi şekilde ortaya çıkardığı tespit edilen Gabor özneliklerinin (Aksoy vd., 2010) Quickbird uydu görüntüsünden elde edilerek, yine bu görüntünün spektral bantları ile birlikte değerlendirilmiştir.

2. FINDIĞIN SPEKTRAL VE DOKU ÖZELLİKLERİ

Fındık dikim alanlarından birinci grup altında değerlendirilenler genelde düzgün sıralar halinde ve dikim (kökler 25m²-35m² arasında) esaslarına uyularak oluşturulmuş bahçelerdir (Kırca, 2010). Bu grup fındık bahçelerinin çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile sınıflandırılmasında karşılaşılabilen temel sorun, kökler arası boşluklardır (otlar). Bunlar sınıflandırma sonuçlarının homojen şekilde haritalanmasını engelleyebilmektedir. Bu nedenle bu tür özelliklerdeki meyve bahçeleri çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri yardımıyla ekran üzerinden görsel yorumlama yöntemleri ile sınıflandırılmaktadır. İkinci grup fındık alanları sık ve düzensiz dikilmiş bahçelerdir. Bu tür bahçeler karmaşık bitki örtüsü ve eğimli topografya ile birleşerek çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden yapılacak otomatik sınıflandırma sonuçlarını olumsuz etkilemektedir. Bu iki çeşit bahçe türlerinin sınıflandırma doğruluklarını artırmak amacıyla fındık bitkisinin doku özelliği ve spektral yansıma değeri beraber kullanılacaktır.

Tablo 1. Quickbird uydu görüntüsü özellikleri

Uydu görüntüsü	Tarih	Görüntü türü	Çözünürlük (m)	Sensor
Trabzon/Bengisu	17.09.2008	Multispektral	2.4	Quickbird
		Pankromatik	0.6	

Bu çalışmada Trabzon merkeze bağlı Bengisu beldesini kapsayan 17 Eylül 2008 yılına ait Quickbird uydu görüntüsü kullanılmıştır (Tablo 1). Quickbird uydu görüntüsü orto-rektifikasyon işlemi 1/1.000 ölçekli halihazır harita ve arazi ölçümleri ile alınan kontrol noktaları yardımıyla yapılmıştır. Sayısal Arazi Modeli 1/25.000 ölçekli standart topografik haritalardan elde edilmiştir. Orto-rektifikasyon işlemi sonunda karesel ortalama hata 0.5 pikselin altında olurken, en yakın komşuluk algoritması ile görüntülerin piksel çözünürlüğü 0.6m yapılmıştır.

Quickbird uydu görüntüsü ile fındık alanlarının sınıflandırılması için çalışma bölgesinin arazi örtüsü 4 sınıfa ayrılmıştır; tarım, fındık, odunsu bitkiler ve bitki örtüsü dışında kalan alanlar. Sınıflandırma aşamasında ve sınıflandırma sonuçlarının kontrol edilmesinde kullanılmak üzere araziden ve daha önceki çalışmalardan (Inan, 2010) derlenen eğitim (training) ve test verileri oluşturulmuştur.

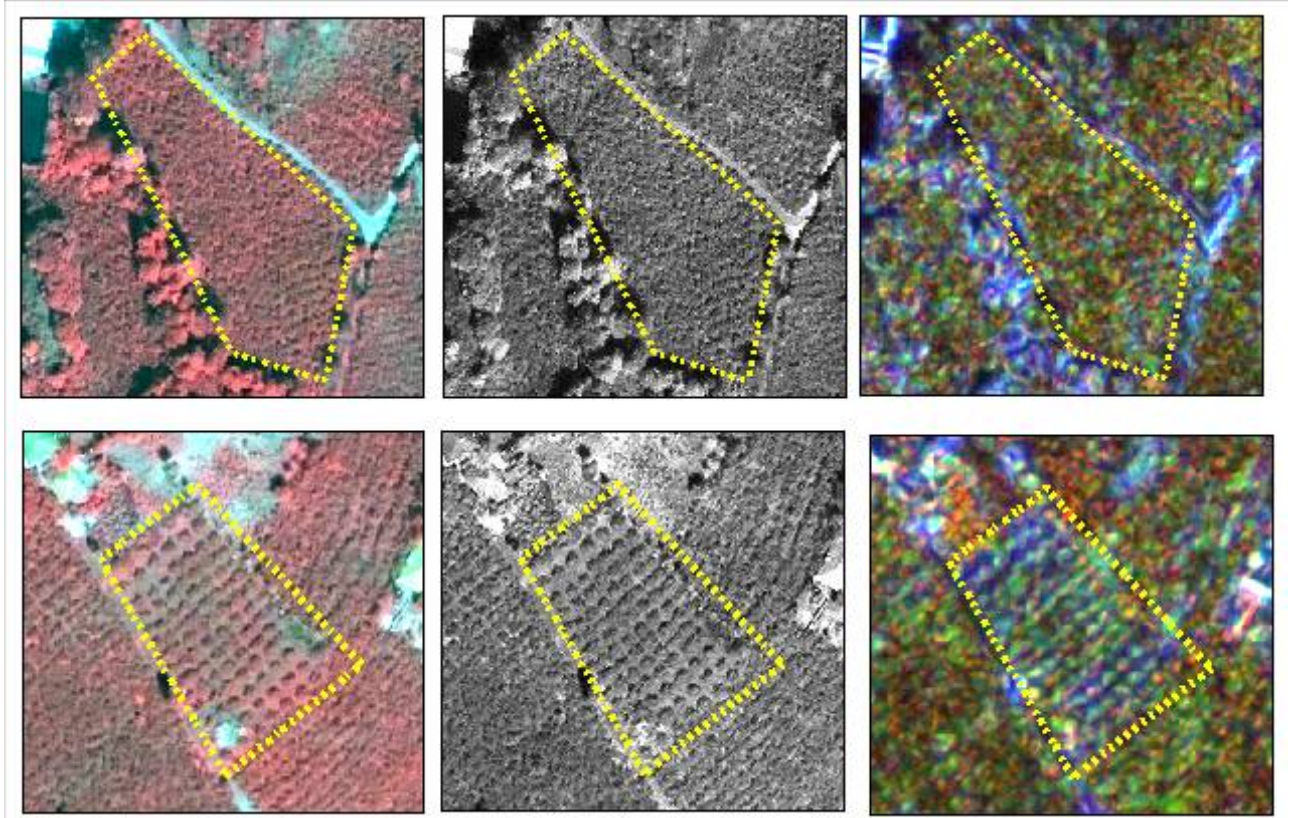
Fındık odunsu meyve gruplarından olduğundan odunsu bitki türleri ile yakın yansıma özellikleri göstermektedir. Karadeniz Bölgesinin kendine özgü yoğun bitki örtüsü yapısı ve eğimli topografyası vardır. Bu coğrafi koşullar altında yetişen fındık bitkisi genelde diğer bitki örtüsü türleri ile iç içe yetişmektedir (Şekil 1). Bu çalışmanın da gerçekleştirildiği Karadeniz Bölgesinde fındığın dışında ticari anlamda yetiştirilen çok az miktarda tarım ürünü vardır. Bölgede ana tarım ürünü fındık olduğundan, çiftçiler genelde diğer tarla ürünlerini ve meyve ihtiyaçlarını fındık tarlaları içine küçük bahçeler şeklinde oluşturmaktadırlar. Bu durum spektral özellikleri birbirine yakın olan bitki türlerinin otomatik sınıflandırılmasını olumsuz etkilemektedir. Fındığın eğitim alanlarına göre spektral özellikleri diğer bitkilerin spektral özellikleri ile karşılaştırıldığında bitki örtüsü türü dışında kalan toprak, kent, yol vb. arazi örtüsü türlerinden bütün bantlarda ayrıldığı görülmüştür. Fındık dışında kalan diğer tarla türü tarım alanlarından (mısır, patates, fasulye, vb.) ise Quickbird uydu görüntüsünün 2. ve 3. bantlarında ayrılabilir. Fındık 2. ve 3. bantta 241 ve 129 olurken, diğer tarım ürünleri de 310 ve 203 olmaktadır. Fındık bitkisi tahmin edildiği gibi diğer odunsu bitkiler ile bütün bantlarda yakın spektral yansıma değeri vermektedir. Fındık ile diğer odunsu bitkiler, 2. ve 3. bantlarda sırasıyla 241-231 ve 129-116 gibi az bir spektral yansıma farkına sahiptir.

Eğitim verileri, pankromatik banttan üretilen 4 ölçek Gabor öznelik değerleri ile karşılaştırıldığında fındık bitkisi spektral özelliklere göre, biraz daha ayırt edici bulunmuştur (Şekil 2). Fındık, odunsu bitki türleri ile 3. ve 4. ölçekteki Gabor özneliklerde en fazla ayırımı vermiştir. Fındık

bitkisi ve diğer odunsu bitkilerin Gabor özniteliklerine göre aldıkları rakamsal değerler ise sırasıyla 3. bantta 10 ve 15 ve 4. bantta ise 4 ve 14'tir.



Şekil 1. Fındık dikim alanlarına örnek bir görünüm



Şekil 2. İki örnek bölge için spektral (RGB-432), Pankromatik ve Gabor öznitelikler (RGB-123)

3. KENDİNİ ÖRGÜTLEYEN EŞLEMLER (SELF ORGANIZING MAPS) YÖNTEMİ

Doğal nöron eşlemlerine dayanan öğrenme algoritmasına sahip güdümsüz yapay sinir ağı olan kendini örgütleyen eşlem (SOM), verinin yoğunluk dağılımını en uygun şekilde kestirecek şekilde niceleme (prototip) vektörlerini bulan uyarlamalı bir vektör niceleme yöntemidir (Kohonen, 1997). Aynı zamanda SOM niceleme vektörlerinin veri uzayındaki benzerliklerini (komşuluk ilişkilerini) koruyacak şekilde bir sabit bir ızgara düzlemine yerleştirilmesi, veri topolojisi hakkında detaylı bilgi edinimini, ve özellikle uzaktan algılama uygulamalarında başarıyla kullanılmasını sağlamıştır (Taşdemir ve Merenyi, 2009).

SOM öğrenme algoritmasını kısa bir şekilde açıklarsak: $M \subseteq \mathfrak{R}^d$, d boyutlu bir veri kümesi olsun; G de N nöron ünitesi daha az boyutlu (genelde 2) bir SOM ızgarası olsun. Her nöron ünitesi i , en benzer vektöre dayalı bir öğrenme süreci ile uyarlanan, bir ağırlık vektörüne w_i sahiptir. Her öğrenme adımında, rastgele bir veri örneği v seçilir, ve v 'ye en benzer ağırlık vektörü w_i bulunur:

$$\|v - w_i\| \leq \|v - w_j\| \quad \forall j \in G \quad (1)$$

En benzer ağırlık vektörü w_i ve diğer vektörler, w_i 'ye ızgara üzerindeki yakınlıklarına ve veri örneğine benzerliklerine bağlı olarak uyarlanır:

$$w_j(t+1) = w_j(t) + \alpha(t)h_{ij}(t)(v - w_j(t)) \quad (2)$$

Bu denklemde t zamanı (öğrenme adımını), $\alpha(t)$ zamanla azalan öğrenme parametresini, $h_{ij}(t)$ ise komşuluk işlevini (genelde en benzer ünite w_i 'nin etrafında bir Gauss çekirdeği) gösterir. Öğrenme sonucu, ağırlık vektörleri veri kümesinin prototipleri olur.

Prototipler bulunduktan sonra, sınıf etiketli eğitim seti kullanılarak, her prototipin ait olduğu sınıfın belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için eğitim setindeki veriler, prototiplere denklem (1) kullanılarak atanır. Her prototip, kendisine en çok hangi sınıftan eğitim seti verisi eşlenmişse, o sınıfın prototipi olur.

4. SINIFLANDIRMA SONUÇLARI VE HATA MATRİSİ

Bu çalışma Trabzon merkez ilçesi Bengisu beldesinde yaklaşık 2x2 km'lik bir alanda gerçekleştirilmiştir. Pankromatik banttan 4 ölçekli Gabor öznelikleri oluşturularak, 4 multispektral bant ile birleştirilmiştir. Bu birleştirilmiş 8 bant görüntü ve 4 bant spektral görüntü Matlab programının SOM modülü (Helsinki Teknoloji Üniversitesi tarafından geliştirilen) ile bağımsız olarak sınıflandırılmıştır. Quickbird uydu görüntüsünün sınıflandırılma sonuçlarını değerlendirmek amacıyla test verileri yardımıyla hata matrisi oluşturulmuştur. SOM sınıflandırma spektral bantlara uygulandığında tüm sınıflandırma doğruluğu %82 ve Kappa katsayısı ise 0.73 çıkmaktadır. Buna karşılık pankromatik bandan üretilen doku özellikleri spektral bantlara ilave edilerek yapılan sınıflandırma işleminde ise doğruluk oranları tüm sınıflandırmada %89 ve Kappa katsayısında ise 0.84 ulaşmaktadır. Gabor öznelikleri ve spektral özellikler bir arada kullanıldığında sınıflandırma sonuçları %5 arttığı görülmektedir. Şekil 3, SOM sınıflandırma yönteminin spektral ve Gabor/spektral birleşimi uygulanarak oluşturulan arazi örtüsü haritalarını göstermektedir. Tablo 2 ve 3'de ise spektral ve Gabor/spektral birleşimi ile yapılan SOM sınıflandırma sonuçları için kullanıcı ve üretici doğrulukları verilmiştir.

Tablo 2. Spektral ve Gabor özelliklere göre SOM sınıflandırma sonuçlarının hata matrisi, üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğu değerleri

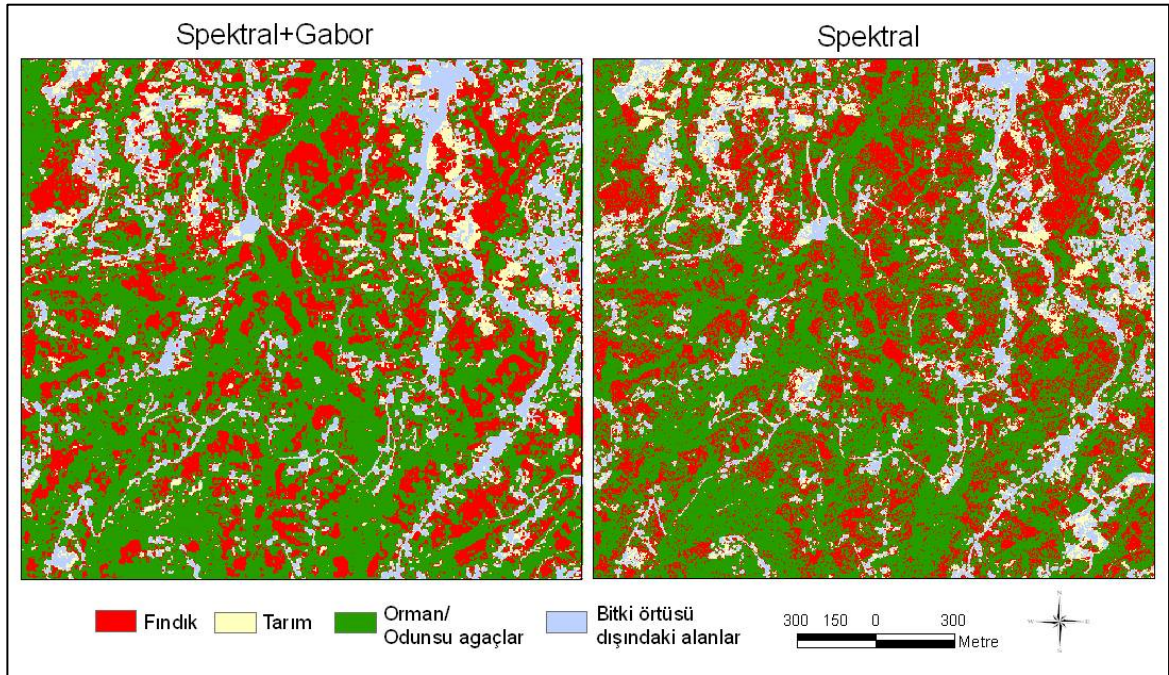
Arazi Örtüsü Sınıfı	T	YT	OO	F	ÜD
Tarım (T)	23847	274	2580	3375	79,29
Yerleşim/Toprak (YT)	497	15495	1	0	96,89
Orman/Odunsu bitki (OO)	2405	18	26066	5533	76,62
Fındık (F)	548	0	1115	67533	97,6
KD	87,36	98,15	87,58	88,35	89,05

ÜD:Üretici Doğruluğu, KD:Kullanıcı Doğruluğu

Tablo 3. Spektral özelliklere göre SOM sınıflandırma sonuçlarının hata matrisi, üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğu değerleri

Arazi Örtüsü Sınıfı	T	YT	OO	F	ÜD
Tarım (T)	26237	571	1752	1516	87,24
Yerleşim/Toprak (YT)	1642	14338	13	0	89,65
Orman/Odunsu bitki (OO)	2627	20	20835	10540	61,24
Fındık (F)	775	0	7789	60632	87,62
KD	83,88	96,04	68,56	83,41	81,75

Tablo 2 ve 3 değerlendirildiğinde fındık bitkisinin en fazla odunsu bitkiler ile karıştığı görülmektedir. Tablo 2’deki spektral ve Gabor özelliklere göre sınıflandırma sonuçları incelendiğinde fındık bitkisine ait olan 1115 piksel odunsu bitkiler olarak sınıflandırılırken, 5533 piksel odunsu bitki ise fındık olarak sınıflandırılmıştır. Benzer şekilde Tablo 3’de sadece spektral özelliklere göre yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre, fındık bitkisine ait olması gereken 7789 piksel odunsu bitki olarak sınıflandırılırken, 10540 piksel odunsu bitki de fındık olarak belirlenmiştir. Gabor özellikler ilave edilerek yapılan sınıflandırma sonuçları, sadece spektral özellik kullanılarak yapılan sınıflandırmaya göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Gabor ilaveli sınıflandırma sonuçlarına göre doğru sınıflandırılan piksel sayısı fındık için 67533 ve odunsu bitkiler için ise 26066 iken, bu sayılar sadece spektral özellikler kullanıldığında sırasıyla 60632 ve 20835’e kadar düşmektedir. Doku özellikleri kullanıldığında hatalı bir biçimde fındık alanlarına katılan odunsu bitkilerin %50 oranında azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde sadece spektral özelliklere göre yapılan sınıflandırmada fındık olması gerekirken odunsu bitki sınıfına katılan 7789 piksel, Gabor öznelikleri ve spektral özelliklere göre yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre 1115 olmaktadır.

**Şekil 3.** SOM sınıflandırma ile üretilen arazi örtüsü haritası, sol) spektral ve Gabor, sağ) sadece spektral

Fındık alanlarının çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile sınıflandırılması sonucu oluşan arazi örtüsü haritalarında genelde fındık bahçeleri ve orman alanları birbirine karışabilmektedir. Fındık köklerinin arasındaki otlar veya meyve ağaçları, sınıflandırma sonuçlarını olumsuz etkilemekte ve fındık bahçelerinin içleri diğer odunsu bitkiler de bulunacak şekilde sınıflandırılmaktadır. Benzer şekilde orman alanlarında veya diğer odunsu bitkilerin yoğun olduğu alanların içinde gölge, ağaç

boyları ve spektral yakınlık gibi özelliklerden dolayı fındık çıkabilmektedir. Şekil 3 (sol)'de sadece spektral özellikler kullanılarak yapılan SOM sınıflandırma işlemi bu iki durum çok sık görülmektedir. Şekil 3 (sağ)'de spektral ve doku özelliklerin beraber kullanılarak sınıflandırıldığı haritada ise fındık bahçelerinin ve orman alanlarının homojen bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR

Fındık alanlarının çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile sınıflandırılmasındaki temel zorluk diğer odunsu bitkiler ile olan spektral değerlerdeki benzerliktir. Fındık bitkisinin yetiştiği Karadeniz Bölgesinin olumsuz topografik ve iklim şartları, zengin bitki örtüsü, küçük ve parçalı tarım faaliyetleri ile birleştiğinde karmaşık bir arazi örtüsü yapısı ortaya çıkarmaktadır. Bu durum fındık bahçelerinin yüksek doğrulukta otomatik sınıflandırılmasını zorlaştırmaktadır. Bu tür coğrafi yapıdaki bölgelerde fındık bitkisi gibi odunsu bitkilerin sınıflandırılmasında sadece spektral veya doku özelliklerin kullanılması bitki örtüsü içerisinde karışan sınıfların ayrılmasında yeterli olmamaktadır. Bu nedenle fındık alanlarının çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden otomatik sınıflandırılmasında spektral özelliklerin yanında pankromatik banttan elde edilen Gabor öznelikleri kullanılmıştır. Fındığın doku özelliğinin diğer odunsu bitkilerden daha farklı olduğu görülmüştür. Özellikle 3. ve 4. ölçeklerde Gabor özellikler fındığın diğer odunsu bitkilerden ayrılmasında etkili olduğu gözle tespit edildiği gibi sınıflandırma sonuçlarında da görülmüştür. Multispektral bantlar Gabor öznelikleri ile birlikte kullanıldığında sadece spektral bantlara oranla fındığın üretici doğruluğu yaklaşık %10 ve kullanıcı doğruluğu da %5 artmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde maddi destekte bulunan TUBITAK BİDEB'e ve Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezine (JRC) teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Aksoy, S., Akçay, H. G., Wassenaar, T., 2010, Automatic mapping of linear woody vegetation features in agricultural landscapes using very highresolution imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 48 (1), 511–522.
- FAO, 2008, Food and agricultural commodities production. URL <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Fiskobirlik, 2007, Ülkelere göre dünya fındık üretim alanları.
- Hu, X., Weng, Q., 2009. Estimating impervious surfaces from medium spatial resolution imagery using the self-organizing map and multi-layer perceptron neural networks. *Remote Sensing of Environment*, 113, 2089 – 2102.
- İnan, H. I., 2010, Arazi idare sisteminin tarım bileşeni olarak konumsal veri modeli geliştirilmesi. *Doktora tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kavzoğlu, T. ve Reis, S., 2008, Performance Analysis of Maximum Likelihood and Artificial Neural Network Classifiers for Training Sets with Mixed Pixels. *GIScience & Remote Sensing*, 45(3), 330-342.
- Kırca, L., 2010, Fındıkta (corylus avellana l.) ocak dikim yaşı ile verim ve kalite arasındaki ilişkiler, *Doktora Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu Üniversitesi, Ordu.
- Kohonen, T., 1997, *Self-Organizing Maps*, 2nd Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Merényi, E., Taşdemir, K., Zhang, L., 2009, Learning highly structured manifolds: harnessing the power of SOMs, *Similarity based clustering, Lecture Notes in Artificial Intelligence*, M. Biehl, B. Hammer, M. Verleysen, and T. Villmann, Eds. Springer-Verlag, 5400, 138–168.
- Reis, S., Yomraloğlu, T., 2006, Detection of current and potential hazelnut (corylus) plantation areas in trabzon, north east Turkey using GIS and RS. *Journal of Environmental Biology*, 27 (4), 653–659.
- Taşdemir, K., 2010, Classification of hazelnut orchards by self-organizing maps. Proceedings of the 6th IAPR Workshop on Pattern Recognition in Remote Sensing (PRRS). 22 August 2010, Istanbul, Turkey.
- Taşdemir, K., Merényi, E., 2009, Exploiting data topology in visualization and clustering of Self-Organizing Maps. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 20 (4), 549–562.
- Villmann, T., Merényi, E., Hammer, B., 2003, Neural maps in remote sensing image analysis, *Neural Networks*, 3-4(16), 389–403.
- Warner, T., Steinmaus, K., 2005, Spatial classification of orchards and vineyards with high spatial resolution panchromatic imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 71 (2), 179 –187.
- Wassenaar, T., Baret, F., Robbez-Masson, J.-M., Andrieux, P., 2001, Sunlit soil surface extraction from remotely sensed imagery of perennial discontinuous crop areas; the case of mediterranean vineyards. *Agronomie*, 21, 235 –245.
- Wilkinson, G., march 2005, Results and implications of a study of fifteen years of satellite image classification experiments, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43 (3), 433 – 440.