

## Uzaktan Algılama Tekniği İle Pamuk Ekili Alanların Belirlenmesinde Kontrollü (Supervised) Sınıflandırma Yöntemlerinin İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma<sup>1</sup>

M. Tolga ESETLİLİ<sup>2</sup>, Yusuf KURUCU<sup>3</sup>

### Summary

#### Research on Supervised Classification Methods to Determine Cotton Planted Areas by Remote Sensing Technique

The most important face of determining vegetation by using remote sensing technique is classification. The test areas of the research are located in Aydın region. Landsat 7 ETM satellite image, acquired in August 2000, was used to determine cotton planted areas. The success of the image process depends on capabilities of hardware and software. In this study the supervised classification method, which enables to identify the distribution of cotton plantations in measure is tried to be defined. Image Analyst (Intergraph) is use as image process software and methods within this software as Minimum Distance, Maximum Likelihood, Para-ML, Para-MD, Parallelepiped, N-Image ML are used in twenty test areas. At the end of field and laboratory works the deviation values of Para-ML (%97,06) and Para-MD (%95,8) were observed as the least comparing the others. While determining cotton cultivations by satellite images Para-MD classification method was defined as the best for larger areas.

**Keywords:** Classification, Satellite Image, Remote Sensing, Cotton, Algorithm.

### Giriş

Gelişmiş teknolojilerin tarımsal üretim politikalarına yönelik kullanımları giderek yaygınlaşmaktadır. Arazi kullanımı ve doğal kaynaklarımıza ait temel veriler olmadan doğal kaynaklarımızın akılcı kullanımı söz konusu olamaz. Arazi kullanım şekillerinin ve diğer doğal kaynaklarımızın envanterinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda kullanılabilir araçlardan bir tanesi de, son yıllarda yaygın olarak kullanılan uzaktan algılama tekniğidir. Özellikle tarım,

<sup>1</sup> Yüksek Lisans Tezi, EBİLTEM tarafından desteklenmiştir.

<sup>2</sup> Zir. Yük. Müh., E.Ü.Z.F. Toprak Bölümü, Bornova – İzmir, [mtolga75@hotmail.com](mailto:mtolga75@hotmail.com)

<sup>3</sup> Doç. Dr., E.Ü.Z.F. Toprak Bölümü, Bornova – İzmir, [kurucu@ziraat.ege.edu.tr](mailto:kurucu@ziraat.ege.edu.tr)

orman, jeoloji, maden vb. konularda işlerlikle kullanılan uzaktan algılama tekniği bazı kültür bitki örtüsü türlerinin dağılım alanlarının belirlenmesi ve haritalanması amacıyla ülkemizde de kullanılmaktadır (1). Bu bağlamda, Ege Bölgesi sınırları içerisinde yer alan pamuk ekili alanların belirlenmesine yönelik çalışmalarda uzaktan algılama tekniği kullanılmaktadır. Toprağı yoğun olarak örten bitkilerin kolaylıkla belirlenebileceği bu teknik ile ekonomik değeri yüksek olan pamuk bitki örtüsünün ekili alanları ve buna bağlı olarak ürün rekoltesinin belirlenebilmektedir. Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan bu çalışmalarda, bitki örtüsü dağılım alanlarının belirlenmesi aşamasında pek çok işlem yapılmaktadır. Sayısal özellikli uydu görüntülerinin, yazılım ve donanım yeteneği içerisinde sınıflandırmaları yapılmakta ve istenilen bitki örtüsüne ait dağılım alanları, yüz ölçüm ve harita bilgileri şeklinde elde edilmektedir. Uydu görüntüleri kullanılarak, bitki örtüsü dağılım alanları ve yüzölçüm değerlerinin belirlenebilmesi çalışmalarında en önemli aşama görüntü sınıflandırılmasıdır (5). Sınıflandırma yöntemleri, kullanıcının sınıflandırmaya müdahale edip etmemesine bağlı olarak, “kontrollü” ve kontrolsüz” olmak üzere iki başlık altında incelenir (6). Yazılım firmalarının ürettikleri uydu görüntüsü işlemeye yönelik programlarda, birden fazla sınıflandırma yöntemi ve seçeneği sunulmaktadır. Her bir yöntemin işleyiş mantıklarının birbirlerinden farklı ve bitkilerin kendine özgü yansıtma özellikleri olması, farklı alansal sonuçlara ulaşılmasına neden olmaktadır. Bitki çeşidi yada bitki grupları için en uygun sınıflandırma yönteminin belirlenmesi, o bitkilere ait veri tabanlarının doğru oluşturulması anlamına gelmektedir. Bu konuda Kurucu ve Ark. (3), pamuk ekili alanların belirlenmesinde eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerinden Para-MD eğitilmiş sınıflandırma yöntemini kullanmışlardır. Benzer şekilde Andrea Patrono (4), Landsat uydu görüntülerini kullanarak bağ, meyve ağaçları ve sürekli yeşil olan yonca gibi öğelerin eğitilmiş sınıflandırmasında Maximum Likelihood algoritmasını kullanmıştır. Bu çalışma ile, pamuk bitki örtüsünün uydu görüntülerinden en doğru biçimde belirlenebilmesine olanak sağlayacak, en uygun **kontrollü sınıflandırma (supervised classification)** yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır.

### **Materyal ve Yöntem**

Konunun amacına, bitki takvimine, algılayıcının algılama periyotlarına ve bulutluluk durumuna göre bir yıl içinde bir veya birkaç görüntü seçilmelidir (7). Bu özellik dikkate alınarak araştırma özdeğini,

İzmir ilinden Muğla-Didim ilçesine kadar olan bölgede dağılım gösteren 2000 yılına ait ekili pamuk alanları ile Ağustos ayına ait Landsat-7 ETM uydu görüntüleri oluşturmaktadır. Çalışma alanının topoğrafik özelliklerini ortaya koymak için bölgenin 1/25.000, 1/100.000 ve 1/250.000 ölçekli topografik haritalar kullanılmıştır. Bu çalışmada, koordinat bilgileri, yükseklik, yol, yerleşim alanı, akarsu, göller ile Ege Denizi' ne kıyısı olan illerde sahil çizgileri gibi öğeleri içeren sayısal altlık harita oluşturulmuştur.

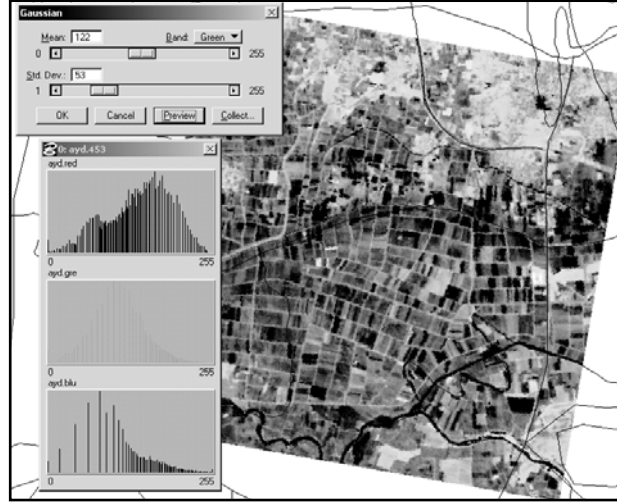
Bu araştırmada doğruluk değerlendirmeleri için 10 adeti arazi yer gerçeği karşılaştırmalı, 10 adeti ise uydu görüntüsü bilgilerine dayanan toplam 20 test alanı seçilmiştir. Arazi bilgilerine dayalı 10 test alanında sınıflandırma doğruluğunun karşılaştırılabilmesi için tarlaların alanları ölçülerek belirlenmiştir. Bunun yanında, çalışma alanını kaplayan ve tek çerçeveden (185x185 km) oluşan uydu görüntüsü üzerinde 300x300 (81.000 da) piksel ebatlarında pamuk ekili 10 test alanı seçilmiştir. Bu test alanlarında sınıflandırma uygulamaları yapılmış ve pamuk ekili alanların pamuk sınıfı dışarısında bırakılma oranları her yöntem için incelenmiştir. Landsat 7 ETM uydu görüntüleri üzerinde "Image Analyst-Intergraph" yazılımı kullanılarak, uzaktan algılama tekniğinin uygulama aşamaları gerçekleştirilmiştir (2).

Uyduların teknik özelliğine göre ayrımlı dalga boylarını algılayabilme yeteneği farklılıklar göstermektedir. Bu bağlamda, kullanılan uydu görüntüsünün spektral çözünürlüğüne bağlı olarak içerdiği bantlar uydu görüntüsü işleme programında tek tek açılmıştır. Bu çalışmada kullanılan 181/033 "path" ve "row" numarasına sahip Landsat-7 ETM uydu görüntüsü, sayısallaştırılan altlık haritalar kullanılarak yönlendirilmesi (rektifikasyon) sağlanmıştır. Bu işlem sonucunda uydu görüntüsü kuzey yönüne döndürülmüş ve UTM projeksiyon sistemine göre koordinatlandırılmıştır.

Bu araştırmada bitki çalışmalarında yaygın olarak kullanılan 4-5-3 bant kombinasyonu uygulanmış ve kırmızı bantta bitkilerin en çok yansıma verdiği spektral aralık olan yakın kızılötesi dalga boyu (4.bant), yeşil bantta orta kızılötesi dalga boyu (5.bant), mavi bantta ise kırmızı (görünür bölge) dalga boyu spektral aralığı (3.bant) kullanılmıştır. "False Colour Composite" olarak tanımlanan bu bant kombinasyonu sonucunda bitki örtüsü uydu görüntüsünde kırmızı renk ile görülmektedir.

Bir sonraki aşamada görüntünün zenginleştirilmesi işlemi yapılmıştır. Zenginleştirme işlemi, 0-255 arasında dağılım göstermesi gereken ancak daha çok orta değerler arasında sıkışan piksel yansıma

verilerinin en düşüğü “0” değerine, en yükseğı de “255” değerine eşlenerek yapılmıştır. Araştırmada, pamuk bitkisi temel alınarak “Gaussian” zenginleştirme yöntemi ile bütün test alanlarında her bir test alanı içerisinde yer alan piksellerin yansıma verileri bilgisayara tanıtılarak histogramları oluşturulmuş (Şekil 1) ve pamuk bitkisi uydu görüntüsü üzerinde sınıflandırılmaya hazır hale getirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanına ait uydu görüntüsünün zenginleştirilmesi.

Araziye gidilerek yerinde ölçümleri yapılan 10 test alanının her birisinin, uydu görüntüsünde yerleri saptanıp gerçek uzunlukları temel alınarak referanslı bir şekilde, her bir bant için görüntüden kesilip çıkartılmıştır. Görüntüler üzerinde belirlenen diğer 10 test alanı için ise 300x300 piksellik alanlar görüntüden kesilmiş ve bilgisayarda dizinler oluşturularak kaydedilmiştir. Pamuk ekili alanlar, toprağı örtme ve gelişme durumu ile doğrudan ilişkisi olan yansıtma özelliklerine göre 3 grupta incelenmesi planlanmıştır. Oluşturulacak sınıflar pamuk bitkisinin vegetatif gelişimi dikkate alınarak ve özellikle 4.bant’ taki yansıma verilerine göre iyi, orta ve zayıf gelişmiş olarak 3 grup altında toplanmıştır. Uydu görüntüsünde, pamuk ekili alanların yansıtma değerleri incelenerek oluşturulması düşünülen üç verim grubunun yansıtma sayısal eşikleri belirlenmiştir.

Sınıflandırma için yeterli düzeyde atamalar yapıldıktan sonra her bir sınıf için doğruluk oranları, yüzölçümlerinin değerlendirmeleri ve histogram sonuçları uzaktan algılama programının araçları kullanılarak belirlendi. Görüntü sınıflandırma sonuçlarının doğruluk değerlendirmeleri kullanılan yazılımın istatistik analiz modülü içerisinde yapılmıştır.

Sınıflandırmanın son aşaması olan tematik haritaların oluşturulması, istatistiki veriler vb. işlemler için sınıflara yerleştirilen piksellerin verileri kullanılarak supervised (eğitilmiş) sınıflandırma yöntemleri sonuçlarına göre yapılmıştır. Eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerinden Maximum Likelihood, Minimum Distance, Para-MD, Para-ML, Parallelepiped ve N-Image ML yöntemlerine göre her bir gruba ait tematik haritalar oluşturulmuştur. Bu tematik haritalarda oluşturulan piksel yansıtma değerleri ve istatistiki değerlendirmeler Çizelge 2 ve 3'te sunulmaktadır. Grupların (iyi-orta-zayıf pamuk) içerdiği alan yüzölçümleri ve gruplara ait diğer istatistiki bilgilerini içeren “optimum bant raporları”, “sınıf histogram raporları”, “tanımlama dosyası istatistik raporları”, “ortalama ve toplam doğruluk oranları” incelendi. Doğruluk oranları sınıflandırma aşamasında kullanılan eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerinin, sınıflandırılan gruplarda oluşan yansıma verileri dikkate alınarak oluşturulan kümeler dışında kalan ya da bütünlüğe uymayan yansıma verilerinin grup içerisindeki oranı olarak ifade edilebilir.

### Araştırma Bulguları ve Sonuç

Genelde uydu görüntülerinde, pamuk gibi tarımsal değeri yüksek olan ve yoğun tarımı yapılan ürünlerde, sınıflandırma çalışmaları geniş alanlarda gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada 300x300 piksel ebatlı (81000 da) İzmir ve Aydın yöresinde yer alan 10 adet geniş test alanına kontrollü sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır. Belirlenen bitki verim gruplarına ait, uydu görüntüsündeki piksellerin yansıma değerleri dikkate alınarak, piksellerin atanması (signature) gerçekleştirilmiştir. Her bir ilçede (Aydın-Merkez, Bayındır, Germencik, Köşk, Kuyucak, Mendere, Nazilli, Ödemiş, Söke, Torbalı) yansıma verileriyle oluşturulan sınıfların piksel değerleri farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılık coğrafik konum, iklim koşulları, toprak yapısı, bitkinin göstermiş olduğu vegetatif gelişim vb. faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle oluşturulan 3 sınıfın yansıma limit değerleri ilçe bazında ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Belirli bir sınıfta atanan yansıma değerlerinin sınırları.

Bantlar	İyi Pamuk			Orta Pamuk			Zayıf Pamuk		
	Toplam	Min.	Max	Toplam	Min.	Max	Toplam	Min.	Max
Kırmızı*	24	141	155	11	130	140	24	123	129
Yeşil*	24	80	94	11	82	94	24	83	89
Mavi*	24	43	51	11	42	52	24	49	55

\*: Atanan Bantlar; Kırmızı: 4.Bant, Yeşil: 5. Bant, Mavi: 3. Bant (Landsat-7 ETM).

Çizelge 2’de görüldüğü gibi geniş alanların sınıflandırmasında Minimum Distance ve Para-MD sınıflandırmaları 10 test alanından 7 tanesinde daha yüksek doğruluk oranına sahip iken, Nazilli, Ödemiş ve Söke ilçeleri için yapılan sınıflandırmalarda Minimum Distance ve Para-MD sınıflandırma yöntemleri, %0.6’lık farkla Para-ML sınıflandırma yönteminden daha iyi sonuç vermektedir. Para-MD sınıflandırması hem Parallelepiped sınıflandırması hem de Minimum Distance sınıflandırması karar verme kurallarını uygulayarak sonuca ulaşmaktadır. Bu sınıflandırmalarda yöntem dışında doğruluk oranını etkileyen diğer bir faktörde, küçük parsellerde ve girintili çıkıntılı parsel şekillerinde yer alan pamuk bitki örtüsüne ait yansıma değerlerinin çevre parsellerden etkilenmesi olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre büyük alan çalışmalarında Minimum Distance ve Para-MD yöntemlerinin pamuk bitkisinin haritalanmasında en uygun eğitilmiş sınıflandırma yöntemi olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Genel test alanlarının sınıflandırma sonrası değişik sınıflandırma yöntemlerine göre ortalama doğruluk oranları.

Test Alanı	Sınıflandırma Sonrası Genel Test Alanlarının (300x300) Doğruluk Oranları					
	Minimum Distance	Maximum Likelihood	Para-ML	Para-MD	Parallelepiped	N-Image ML
Aydın	%97.54	%94.05	%96.84	%97.54	%88.12	%94.05
Bayındır	%95.14	%92.27	%95.05	%95.14	%85.81	%92.27
Germencik	%96.06	%93.46	%94.74	%96.06	%80.20	%93.46
Köşk	%96.63	%92.52	%96.11	%96.63	%85.87	%92.52
Kuyucak	%95.46	%92.40	%94.88	%95.46	%86.05	%92.40
Menderes	%95.95	%93.31	%95.35	%95.95	%82.60	%93.31
Nazilli	%93.50	%92.09	%93.74	%93.50	%71.41	%92.09
Ödemiş	%91.09	%89.28	%91.64	%91.09	%74.55	%89.28
Söke	%95.86	%94.11	%96.66	%95.86	%92.59	%94.11
Torbali	%98.60	%94.84	%96.64	%98.60	%88.08	%94.84

Uydu görüntüsü bilgilerine dayalı olarak arazi gözlemi yapılan test alanlarının sınıflandırma doğruluk oranları incelendi. Buna göre, 2. ve 9. test alanlarında Para-ML ve Para-MD sınıflandırma yöntemleri yüksek doğruluk oranları ile benzer sonucu verirken, 1., 6., 7., 8., ve 10. test alanlarında Para-ML sınıflandırma yöntemi, 3. ve 4. test alanlarında ise Para MD sınıflandırma yöntemi en fazla doğruluk oranlarını vermiştir. En Çok Benzerlik (Maximum Likelihood) yöntemi ile yapılan sınıflandırmalarda ise sadece 5. test alanında en iyi sonucu verdiği görülmüştür (Çizelge 3).

Arazi yer karşılaştırmalı olarak yüzölçümü bilinen 10 test alanında, her bir test alanı için test alanlarını oluşturan piksellerin gerçekte hangi gruplara yerleştirilmesi gerektiği piksellerin yansıma değerlerine bakılarak belirlenmiştir. Daha sonra sınıflandırma yöntemleri, her bir test alanı için ayrı ayrı uygulanmış ve elde edilen değerler ile gerçekte olması gereken değerler karşılaştırılmıştır. 9. test alanında pamuk ekili alanlara ait piksellerin yansıma verilerinin diğer ekili alanlara ait piksellerin yansıma verilerine göre yüksek olması nedeniyle karışma oranı oldukça düşük gerçekleşmiştir. Bu nedenle tüm eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerinde doğruluk oranı yüksek belirlenmiştir. Bu veriler ışığında, grupların standart sapma değerleri hesaplanarak değerlendirilmiştir. Standart sapmalara verilerine göre, 1. test alanında iyi ve orta pamuk grupları için, 2. test alanında orta ve zayıf pamuk grupları için, 3. ve 4. test alanlarında bütün gruplar için, 7. test alanında yalnızca iyi pamuk grubu için, 8. ve 9. test alanlarında iyi ve orta pamuk grubu için en düşük standart sapmaya sahip sınıflandırma yöntemi Para-ML kontrollü sınıflandırma yöntemi olduğu saptandı. Bunun yanında 5., 6. ve 7. test alanlarında bütün pamuk grupları için, 8. test alanında yalnızca zayıf pamuk grubu ile 9. test alanında orta ve zayıf pamuk gruplarında Para-MD en düşük sapma değerini vermektedir. Genel olarak bakıldığında zayıf pamuk grubu hariç diğer gruplar için en iyi sınıflandırma yöntemi, Para-ML kontrollü sınıflandırma yöntemi olarak ortaya çıkmaktadır. Zayıf pamuk grubu içinse Para-MD kontrollü sınıflandırma yöntemi en düşük standart sapmayı vermektedir. Ancak bir alan için sınıflandırma yapılabilmesi için bütün gruplar için sadece bir sınıflandırma yöntemi seçilmesi zorunluluğu vardır. Bu araştırmada ulaşılan sonuçlara göre en iyi eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerinin Para-ML ve Para-MD olduğu belirlenmiştir. Eğitilmiş sınıflandırma yöntemlerinin uygulanmasıyla elde edilen alan bilgilerindeki farklılık her bir eğitilmiş sınıflandırma yönteminin “karar verme kurallarının” farklılığından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3. Yüzölçümü bilinen test alanlarının her bir sınıflandırma yöntemlerine göre ekili alan belirleme doğruluk oranları.

Test Alanı	Sınıflandırma Sonrası Test Alanlarının Doğruluk Oranları					
	Minimum Distance	Maximum Likelihood	Para-ML	Para-MD	Parallelepiped	N-Image ML
1.	%97.62	%95.40	%98.21	%97.62	%81.46	%95.40
2.	%97.62	%92.37	%97.62	%97.62	%80.65	%92.37
3.	%98.44	%94.23	%96.88	%98.44	%82.37	%94.23

Çizelge 3. Devamı

4.	%98.96	%94.19	%95.58	%98.96	%74.72	%94.19
5.	%91.78	%96.66	%97.73	%94.19	%88.21	%96.66
6.	%88.89	%96.19	%98.41	%88.89	%80.95	%96.19
7.	%95.28	%96.11	%96.94	%95.28	%80.56	%96.11
8.	%91.14	%91.85	%92.62	%91.14	%61.96	%91.85
9.	%98.68	%98.68	%98.68	%98.68	%95.11	%98.68
10.	%97.44	%96.63	%97.92	%97.44	%94.79	%96.63

## Özet

### Uzaktan Algılama Tekniği İle Pamuk Ekili Alanların Belirlenmesinde Kontrollü (Supervised) Sınıflandırma Yöntemlerinin İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma

Uzaktan algılama tekniği kullanılarak pamuk ekili alanların belirlenmesi çalışmalarının en önemli aşaması uydu görüntüsünün sınıflandırmasıdır. Araştırma yeri olarak Aydın bölgesi seçilmiştir. Pamuk ekili alanları belirlemek için Ağustos 2000 tarihinde çekilmiş olan Landsat 7 ETM uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin sınıflandırılmaları kontrollü (supervised) ve kontrolsüz (unsupervised) olarak iki şekilde gerçekleştirilir. Bu çalışmada, görüntü işleme yazılımı olarak Image Analyst (Intergraph) kullanılmış ve bu yazılımın içeriğinde bulunan Minimum Distance, Maximum Likelihood, Para-ML, Para-MD, Parallelepiped, N-Image ML kontrollü sınıflandırma yöntemleri toplam 20 adet test alanında uygulanmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda; diğer yöntemlere göre en yüksek doğruluk oranları Para-ML (%97,06) ve Para-MD (%95,8) yöntemleri ile elde edilmiştir. Pamuk ekili alanların uydu görüntüleri ile belirlenmesi çalışmalarında büyük alanlar için Para-MD sınıflandırma yönteminin en iyi olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Sınıflandırma, uydu görüntüsü, uzaktan algılama, pamuk, algoritma.

### Kaynaklar Dizini

1. Dinç, U., 1997, Toprak Etüdlerinde Uydu Verilerinin Kullanılma Olanakları. Workshop 2. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Bornova, İzmir.
2. Image Analyst User Guide, 1997, Intergraph Corp., Manager Mapping Sciences Documentation, Mail Stop IW17 B2-Dept. 3620, One Madison Industrial Park, Huntsville, AL, USA.
3. Kurucu, Y., Ü. Altınbaş, M. Bolca, 2000, Ege'de Pamuk Alanlarının ve Ürün Rekoltesinin Uzaktan Algılama Tekniği Kullanılarak Belirlenmesi. İ. T. B., İzmir.
4. Patrono, A., 1996, Synergism of Remotely Sensed Data for Land Cover Mapping, ITC Journal, 1996-2.
5. Richards, J. A., 1986, Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction Heildelgerg, Springer-Verlag.
6. Shrestha, A. K., 1998, Improvement of Image Classification Using Ancillary Data, Master of Science Thesis. ITC, Enschede, The Netherlands, pp: 66.
7. Şenol S., 1988, Uzaktan Algılama Tekniği Ders Notları. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.