

EĞİTİMLİ SINIFLAMA METODLARININ KARŞILAŞTRILMASI VE YENİ ALGORİTMANIN DENENMESİ

Prof.Dr. İlhami YEĞİNGİL

Dr.Nuri EMRAHOĞLU

Çukurova Üniversitesi
UZAYMER ADANA

ÖZ

Bu çalışmada, Adana iline ait, LANDSAT-TM verileri kullanılmıştır. Çalışmada değişik tarımsal kullanım alanları seçilmiş ve bu alanlar değişik metodlarla sınıflanmış ve doğrulukları incelenmiştir. Kullanılan metodların bilgisayar süreleri belirlenmiş (CPU zamanı) ve bu süreler karşılaştırılmıştır. Ayrıca En yakın komşu ve Yoğunlaştırılmış En yakın komşu sınıflaması (Nearest Neighbor, Condensed Nearest Neighbor) için yeni bir algoritma bulunmuş ve uygulanmıştır. Yeni algoritmayla hazırlanmış NN sınıflama metodu diğer metodlarla hem hız hemde doğruluk yönünden karşılaştırılmıştır.

ABSTRACT

The Landsat-TM data for Adana province were used in this study. A set of various crop fields are chosen as pilot study and various methods are used for classifications and these methods are discussed for suitability for the Purpose. CPU times for each methods is determined and compared. A new algorithm for the Nearest Neighbor classification method (NN) and for the condensed Nearest Neighbor (CNN) method is proposed and tested. The classifying proves employing the proposed algorithm for NN method is compared with the other methods regarding speed and correctness.

1. Giriş

Görüntü sınıflamada kullanılan birçok farklı eğitimli sınıflama metotları vardır. Bu metotların sınıflama doğruluklarının incelenmesi, karşılaştırılması ve yeni bir sınıflama metodu geliştirmek için Adana ilini kapsayan 27.3.1992 tarihli, yörünge ve satır numarası 175-34 olan LANDSAT-5 TM uydu verisi kullanılmıştır. Bu görüntü verilerinin 3,4,5. bandları üzerinde çalışılmıştır.

Adana ilinin güney kısmı farklı tarımsal işlemlerin yapıldığı Akdeniz iklimine sahip olan bir bölgedir. Bu bölgede tahıl, narenciye, mısır, pamuk, sebze, kavun, karpuz gibi bitki örtüsü bulunmaktadır. Bu bitki örtüsünden narenciye her mevsim görünümünü korumaktadır. Diğerleri ise mevsimsel olarak görünürler. Görüntünün alınış tarihi itibarıyla, bölgede sırasıyla şu objeler mevcuttur:

- Tahıl (buğday)
- Narenciye (portakal, limon)
- Bostan (kavun-karpuz)
- Patates
- Mısır ve pamuk ekimi için ayrılmış alanlar
- Su
- Diğerleri

Bu objelerden bazılarının parlaklık değerleri birbirlerine (mevsimsel sonuçlardan dolayı) yakın olduğundan sınıflama sırasında karışmaktadır. Bu nedenle sınıflama metotları arasında da farklı sonuçlar oluşmaktadır.

Bu çalışmada başlıca şu adımlar izlenmiştir:

- a. Test alanlarının seçimi ve yer gerçeği çalışması
- b. Sınıflama metotlarının denenmesi
- c. Sınıflama metotlarının doğruluklarının incelenmesi
(doğruluk tablolarının hazırlanması)
- d. Sınıflama sürelerinin belirlenmesi

2. Test Alanlarının Seçimi ve Yer Gerçeği Çalışmaları

Uydu verilerinden sağlanan görüntülerden değişik büyüklükte 3 test alanı seçilmiştir. Seçilen test alanların yukarıda sözü edilen objeleri içermesine dikkat edilmiştir. Seçilen bu yerlere gidilerek görüntü ile uyumluluğu tespit edilmiştir. DSI'den sağlanan (11 adet) 1/5000 paftalarla, test alanını içeren arazi büyüklükleri de belirlenmiştir. DSI paftaları yergerçeği çalışmaları için kullanılmıştır. Şekil 1'de uydu görüntüsünden sağlanan test alanları verilmiştir. Şekil 2'de test alanı olarak seçilen yerlere ait birleştirilmiş DSI paftaları verilmiştir.

3. Eğitilmiş Sınıflandırma Çalışmaları

Bilindiği gibi LANDSAT -TM uydusu 7 ayrı bandda görüntü algılamaktadır. Bunlardan 3.band klorofil soğurmasına duyarlı olduğundan bitki çeşitlerinin ayrılmasında, 4.band biyokütle içeriğinin saptanmasında, 5. band ise bitki ve toprak neminin belirlenmesinde tercih edilirler. Bu nedenle çalışmada 3,4,5 band kombinasyonu kullanılmıştır.

Sınıflandırma işlemi için test alanlarından 7 ana sınıf olmak üzere 17 alt sınıf seçilmiştir. Bunları aşağıdaki gibi sıralıyabiliriz,

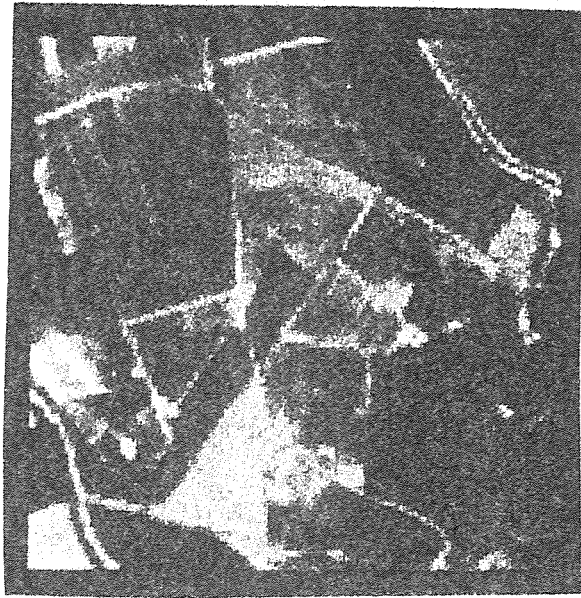
- Tahıl (4 ayrı sınıf)
- Narenciye (4 ayrı sınıf)
- Bostan (3 ayrı sınıf)
- Nadas (3 ayrı sınıf)
- Patates (1 sınıf)
- Su yüzeyi
- Diğerleri (1 sınıf)



a



b



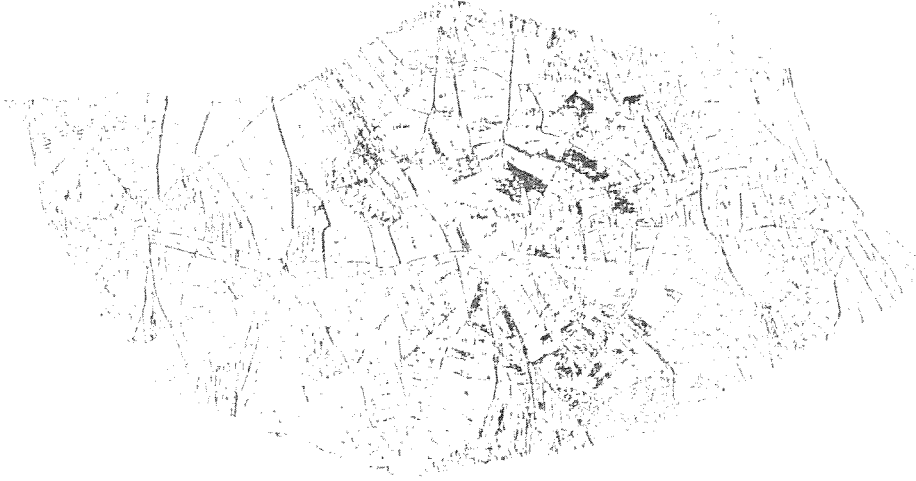
c

Şekil 1. Test alanlarına ait LANDSAT görüntüleri

a. 200x200 b. 200x200 c. 104x104



a



b

Şekil 2. DSI'den sağlanan 1/50000 'lik test yörelerine ait paftalar

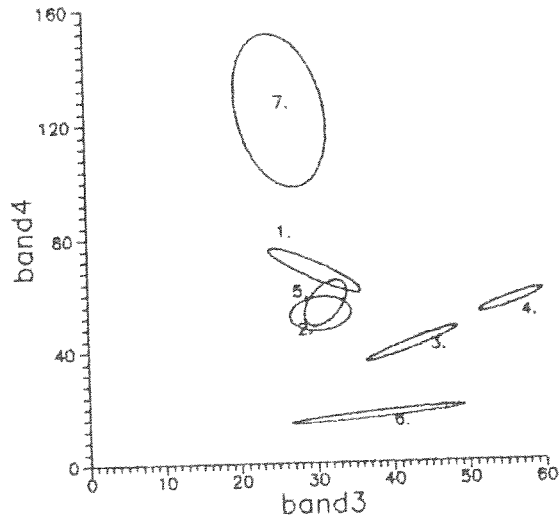
3.1 Sınıflama Öncesi Çalışmalar

Test alanlarından yukarıdaki sınıfları temsil eden örnek yörelere ait istatistik parametre (ortalama, standart sapma) değerleri çizelge 1'de verilmiştir. Seçilen yedi ayrı ana sınıfa ait iki boyutlu (iki ayrı bantta) olasılık dağılımlarını gösteren 3 standart sapmalık (3σ) eş olasılık elipsleri şekil 3 a,b,c'de verilmiştir. Her bir sınıfa ait eş-olasılık elipsi, merkezi o sınıfın bantlardaki ortalama değerlerinin kesişim noktasında olup, bantlar arasındaki korelasyon doğrusu üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bilindiği gibi eksenleri ortalama değer civarında (3σ) uzunluğundaki bir Gauss eğrisi piksel dağılımının %98'lik kısmını kapsamaktadır. Bu nedenle dağılımın sınırlı bir fonksiyon olmamasına rağmen ortalama değer civarında $\pm 3\sigma$ 'lık kısmının incelenmesi, sınıflandırmanın performansın incelenmesi açısından uygun olacaktır.

Çizelge 1. Sınıfları temsil eden standart sapma ve ortalama değerler

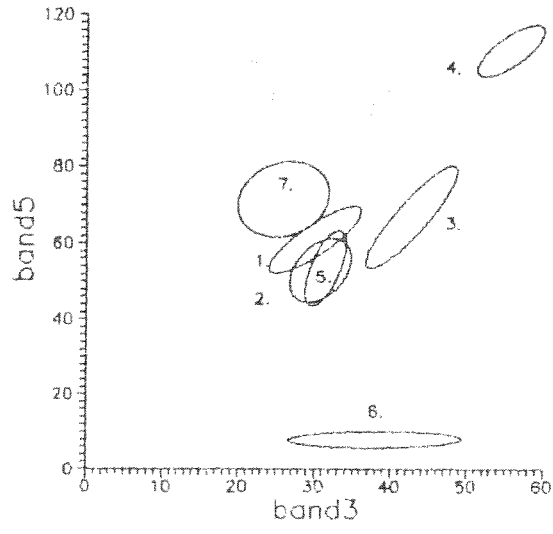
Sınıf	Bant	st-sap	orta.
	3	2.8	30.1
1	4	4.1	68.3
	5	4.4	61.1
	3	2.0	30.7
2	4	3.03	52.6
	5	4.2	52.9
	3	2.9	42.6
3	4	3.1	41.6
	5	6.7	66.9
	3	2.2	55.6
4	4	1.94	56.4
	5	3.4	110.7
	3	1.35	31.35
5	4	4.25	32.95
	5	4.95	53.55

Sınıf	Bant	st-sap	orta.
	3	5.7	38
6	4	1.5	16.9
	5	1.09	7.9
	3	3.8	25.8
7	4	13.35	124.4
	5	4.9	71.5

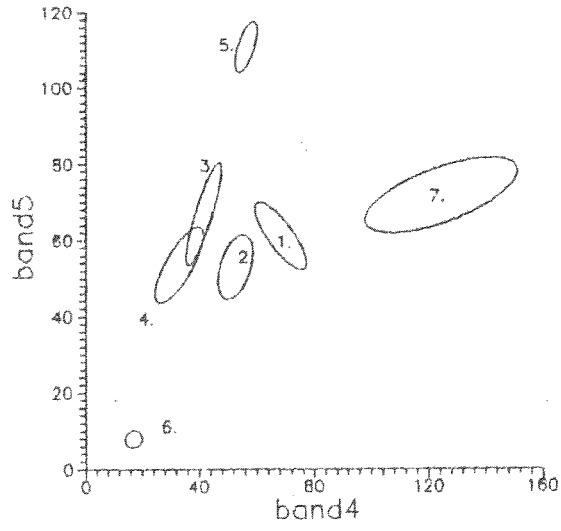


a

Şekil 3. Seçilen sınıfların eş olasılık elipsleri.
a) Band3-Band4 arasında.



b



c

Şekil 3. Seçilen sınıfların eş olasılık elipsleri.

b) Band3-Band5 arasında.

c) Band4-Band5 arasında.

3.2 Eğitimli Sınıflama Metotları

Bu çalışmada kullanılan eğitimli sınıflama metotları şunlardır:

- En çok benzerlik sınıflama metodu (Maximum Likelihood Classification)
- En kısa mesafe sınıflama metodu (Minimum Distance)
- En yakın komşuluk sınıflama metodu (Nearest Neighbor)
- Yoğunlaştırılmış en yakın komşu sınıflandırma metodu (Condensed Nearest Neighbor)
- Yeni uygulanan yöntem

3.3 Düşünölen Yöntem ve Yeni Uygulanan Algoritma

NN eğitimli sınıflama metodunda , test alanlarından, her sınıfı temsil eden çok sayıda piksel seçilir. Sınıf sayısı arttıkça örnek piksellerin sayısı da artar. Sınıflanması istenilen herhangi bir X görüntü pikseliyle, sınıfları temsil eden pikseller tek tek karşılaştırılıp, en kk mesafeyi veren sınıf bulunmaya çalışılır. Bu ise sınıflama süresini uzatır. Eğer  bantla çalışılıyorsa sınıflama zamanı daha da artar.

CNN metodu ise, sınıfları temsil eden piksellerin sınıflamasını yaparak örnek pikselleri azaltmayı amaçlar.

Her iki metotta nonparametrikdir. Yani sınıfları temsil eden piksellerin normal dağılıma (Gauss) uyduğuna bakılmaz. Bu çalışmada kullanılan diğer metotlar, dağılımın Gaussyan olduğunu kabul ederler. Sınıf dağılımları Gaussian olduğu kabul edildiğinde, CNN metodu, ilk sınıfı ve diğer sınıfları temsil eden ilk pikselleri, bu dağılımın herhangi bir yerinden seçerek hafızaya alır ve azaltma yapar. Eğer piksel normal dağılımın $\pm 3\sigma$ ile $\pm 4\sigma$ arasınada kalıyorsa , başka sınıflarla karışma ve başka sınıfı temsil etme olasılığı artar.

Yeni yöntemde ise sınıfları temsil eden pikseller normal dağılıma uyduğu kabul edilerek aşağıdaki algoritma uygulanır.

1. alışılması istenilen bölgenin belibaşlı sınıfları belirlenir.
2. Test alanlarından sınıfları belirleyen yeterli sayıda pikseller seçilir. Seçilen piksel sayısı çalışılan bantlar için ayrıdır.
3. Sınıfları temsil eden piksellerin normal dağılıma uyduğu kabul edilerek, her sınıfın, ayrı ayrı bantlardaki ortalama ve standart sapma değerleri bulunur.
4. Sınıf ortalamaları ve standart sapmaları bulunduğtan sonra, her sınıfı temsil eden

piksellerin, $\pm 3\sigma$ veya $\pm 2\sigma$ içinde kalıp kalmadıklarına bakılarak eleme yapılır. Eğer piksellerden herhangi biri bir bantın $\pm 3\sigma$ 'sı içinde kalmıyorsa, o piksel diğer bantlardaki durumuna bakılmaksızın atılır. Yani atılma işlemi tek bant için tutarsızsa diğerlerine bakılmaz. Atılma işleminin olmaması için, pikselin ayrı ayrı her bantta da $\pm 3\sigma$ içinde kalması gerekir. Bu şunun için doğrudur, her hangi bir objeden yansıyan parlaklık değerlerinin sınıflaşılarıyla bütün bantlarda da aynı dağılımın içinde kalması gerekir. Tek bir aykırılık bile olsa, o pikseli, sınıfın elemanı yapmaz.

5. Eleme yapıldıktan sonra geri kalan piksellerden tekrar sınıfların ortalama ve standart sapma değerleri bulunur. Böylelikle sınıfın elemanı olmayan veya karışmış pikseller elenmiş olur. Sınıfların ortalamaları da sınıfın ilk elemanı olarak hafızaya eklenir.

6. Kalan piksellere yoğunlaştırma programı (CNN) uygulanır. Artık sınıfların ilk elemanı ortalama değer olduğundan, azaltılma sınıfın ortalama değerine göre yapılır. Elde kalan pikseller o sınıfın temsilcisi olurlar.

7. Sınıflama işlemi için eldeki piksellerle NN ve eşik değerli 1-NN ve k-NN metotlarından biri kullanılır.

8. Eşik değerli 1-NN sınıflamasında, sınıflanacak pikselin önce sınıfları temsil eden ortalama ve standart sapma içinde kalıp kalmadığına bakılır. Durum aykırı ise başka sınıflarla karşılaştırılır. Sınıflama yapılmadan önce sınıflanacak pikselin doğru sınıfa uyup uymadığı belirlenir ve sınıflanır. Böylece hem program hızlanır, hemde pikseller zoraki sınıflamaya katılmaz.

4.1 Doğruluk Test Alanlarının Belirlenmesi ve Yapılan İşlemler

Yer gerçeği çalışmaları yapıldıktan sonra doğruluk tablolarının oluşturulması için uydu görüntülerinden ve DSI paftalarından yararlanıldı. Tahıl için dokuz (9), narenciye için beş, bostan iki, toprak (mısır ve pamuk) 1, patates 1, diğerleri (kolza) 1, su (barajdan) iki yer olmak üzere toplam yirmibir alan seçildi.

Doğruluk test alanları oluşturulurken uydu görüntüsü ve yergerçeği (DSI) üzerinde titizlikle durulmuştur. Doğruluk alanları paftalarda belirtilen yerlerden kenar pikselere de dikkat edilerek çıkarılmıştır. Çıkarma işleminde seçilen alan yalnız bırakılmış etrafı sıfırlanmıştır. Böylece seçilen doğruluk alanının tek olarak kalması sağlanmıştır.

DSİ paftalarından sağlanan yergerçeği değerleri ile uydudan sağlanan aynı yare ait değerler arasında az da olsa farklılıklar vardır. DSİ görevlileriyle yaptığım görüşme sonucunda, sonradan bazı tarlalardan sulama ve drenaj için hat (kanal) geçirdiklerini, diğer bazı tarlalarda ise, tarlanın tam ölçekte ekilmediğini boşluklar bırakıldığını veya tarla sahibinin tarlasının bir kısmını başkasına kiraladığını, bu yüzden tarlaların gerçek değerini göremediğimi, farklılıkların bu nedenle oluştuğunu belirttiler Doğruluk tablosu oluşturulurken gerçek değerler üzerinden hesaplamalar yapılmıştır.

4.2.1. Doğruluk Test Alanlarında Sınıflama Çalışmaları

Doğruluk tablolarının oluşturulmasındaki amaç sınıflamanın ne derecede doğru olduğunun belirlenmesi için yapılır. Örneğin seçilen doğruluk alanlarından biri tahıl ekili tarla olsun. Bu tarlada ekili tahılın sınıflanmasını istiyoruz. Bu alanı bütün sınıfları temsileden piksellerle, sınıflandıma metotlarını kullanarak yaparız. Böylelikle sadece tahıl ekili alanın sınıflama metotlarıncı ne denli doğru sınıflandığını belirlemiş oluruz. Parlaklık değeri sınıfları temsil eden piksellere yakın olanların (karışık piksellerin), kenar piksellerin ne kadar karıştığını bulabiliriz. Seçilen bölgedeki alanın sadece hubattan oluştuğunu biliyoruz. Ancak, doğrulama yaparken bazı sınıfların birbirine karıştığını sınıflama sonucunda görebiliriz.

Örnek olarak, 5136 pikselden oluşan tahıl alanlarından, herhangi bir sınıflama metodu ile sınıflama sonucunda 5062 piksel tahıl olarak bulunuyorsa, geri kalan pikseller diğer sınıflarla karışıyor demektir. Doğru olarak sınıflanan piksellerin (m^2 olarak) gerçeğine oranı " üretici doğruluğunu " verir. Karışık piksellerin , doğru sınıflananlar ile karışıkların toplamına oranı ise kullanıcı doğruluğunu verir. Yani sınıfların doğru seçilip seçilmediğini yada metodun seçiciliğini belirler.

Toplam doğruluk oranı (program performansı) ise sınıflanan toplam alanın yer gerçekleri toplamına bölümü olarak tanımlanır.

Doğruluk test alanları sınıflaması sonucunda üretici doğruluğu çizelge 2'de verilmiştir.Tahılda en doğru sonucu yeni uygulanan yöntem % 95.16'ıyla vermiştir.Bunu sırasıyla , minimum mesafe sınıflaması % 93.88 , ençok benzerlik sınıflaması %93.38 CNN sınıflaması %92.45 , NN sınıflaması ise %91.68'le izlemişlerdir. Çizelge incelendiğinde yeni algoritmanın diğer sınıflarda da iyi sınıfladığı görülmektedir.

Çizelge 2 Üretici Doğruluğu (%)

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
TAHİL	93.38	93.88	91.68	92.45	95.16
NARENCİYE	84.92	85.70	86.87	85.51	88.82
BOSTAN	93.76	93.76	93.76	93.76	93.76
TOPRAK	92.98	75.81	94.48	94.48	96.34
PATATES	81.53	95.77	96.53	96.15	96.92
SU	99.11	99.11	100.0	100.0	100.0
DIĞERLERİ	97.87	93.61	100.0	100.0	99.29

Çizelge 3'de kullanıcı doğruluğu verilmiştir. Yeni algoritmaya göre sonuçlar , diğer metotlara oranla daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Tahılda kullanıcı doğruluğu %99.62 ile yeni algoritma alırken , narenciyede %90.43'le ençok benzerlik sınıflama metodu doğru sonucu vermiş , buna karşılık yeni algoritma ise %88.82 ile CNN ve NN 'e göre daha iyi bulmuştur. Bostanda ise en iyi sonucu minimum mesafe sınıflaması %96.96'ıyla vermiştir. Diğer sınıflarda ise yeni algoritma en iyi sonuçları bulmuştur.

Çizelge 3. Kullanıcı Doğruluğu (%)

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
TAHİL	99.26	99.22	99.57	99.61	99.62
NARENCİYE	90.43	88.15	79.74	81.71	86.99
BOSTAN	94.48	96.96	92.08	93.20	94.11
TOPRAK	97.64	100.0	99.80	99.80	100.0
PATATES	99.06	99.60	92.27	87.51	100.0
SU	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
DIĞERLERİ	77.96	96.35	51.27	56.40	95.23

Çizelge 4 incelendiğinde metotların sınıflama doğruluğu açısından en iyi sonucu %95.56 ile yeni algoritma vermiştir. Bunu sırasıyla ençok benzerlik %93.5'le, CNN %93.48'le, NN %93.09'la ve minimum mesafe %92.97'le takip etmektedir.

Çizelge 4. Metotların sınıflama doğruluğu

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
% DOĞRU	93.50	92.97	93.09	93.48	95.56

4.3. Test Alanları Sınıflama Sonuçları

Şekil 1'deki test alanlarının sınıflaması bölüm 3.2 de sözü edilen değişik sınıflama metotları kullanılarak yapıldı. İki 200x200 , 104x104'lük, alanlar üzerinde yapılan sınıflama sonuçları çizelgelerde verilmiştir. Sınıflama için üç farklı bölge ve büyüklüğün seçilmesinin nedeni, sonuçların daha kolay kontrolünün sağlanması içindir. Aynı zamanda seçilen alanların %35 kadarını tahilin oluşturduğu tespit edilmiştir.

Şekil 1-a'daki test alanı sınıflama sonuçları çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgedeki rakamlar piksel değerleridir. Metrekareye çevirmek için 900 ile çarpmak gerekir. Örnek olarak vermek gerekirse yaklaşık 12 milyon 6 yüzbin tahıl alanının bulunduğu bu bölgede, Ençok benzerlik metodu 11 milyon 124 bin m², Minimum mesafe sınıflandırması 10 milyon 603 bin m², piksellerin tümüyle yapılan NN sınıflaması sonucunda 10 milyon 863 bin m², CNN sınıflamasıyla 11 milyon 359 bin 800 m², önerilen yöntemle göre yapılan Y- NN sınıflaması sonucunda 12 milyon 97 bin 8 yüz m² bulunmuştur. Bu sonuçlara göre yeni algoritma sınıflamada da en yaklaşık değeri vermiştir. Ayrıca diğer test alanlarında çizelge 5,6,7'den hesaplanabilir

Çizelge 5 200 x 200 test alanı $\sigma = 3$ için

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
TAHİL	12360	11782	12070	12622	13436
NARENCEYE	2766	2945	3443	3166	3418
BOSTAN	10364	13108	14936	14605	16643
TOPRAK	7421	2148	4384	4300	4486
PATATES	1483	2918	4477	4670	1548
DİĞERLERİ	119	37	269	217	43
SU	---	---	22	20	20
TOPLAM	34529	32958	39600	39600	39600

Çizelge 6 . 200 x 200 test alanı $\sigma = 3$ için

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
TAHİL	9897	9673	9705	10062	11009
NARENCİYE	1802	1842	2413	2177	2180
BOSTAN	12007	13321	16096	15134	16876
TOPRAK	10237	3649	8662	8519	9028
PATATES	389	1200	2677	3669	501
SU	----	----	----	----	----
DIĞERLERİ	15	6	47	39	6
TOPLAM	34347	29691	39600	39600	39600

Çizelge 7 . 104 x 104 test alanı $\sigma = 3$ için

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
TAHİL	3286	3151	3412	3516	3649
NARENCİYE	317	307	457	431	472
BOSTAN	3791	4288	4589	4847	5437
TOPRAK	1429	232	802	765	808
PATATES	486	978	1538	1246	449
DIĞERLERİ	5	4	18	11	1
SU	----	----	----	----	----
TOPLAM	9314	8960	10816	10816	10816

4 4 Sınıflama Yöntemlerinin Zaman Karşılaştırılması

Test alanlarının değişik sınıflama metotlarına göre işlem süreleri çizelge 8,9,10'da verilmiştir. Yedi ana sınıf ve bu sınıfları oluşturan onyediy alt sınıfın sınıflaması sonucunda en çok benzerlik sınıflaması 97 69 sn, minimum mesafe sınıflaması 47 sn, NN sınıflaması 1758 sn, CNN sınıflama metodu 214 sn, önerilen metoda göre yapılan sınıflama sonucunda ise 158 sn sınıflama süreleri (CPU) tespit edilmiştir.

Çizelge 8. 200x200 testalanı $\sigma = 3$ için

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
CPU ZAMANI (sn)	97.69	47	1758	214	158

Çizelge 9. 200x200 testalanı $\sigma = 3$ için

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
CPU ZAMANI (sn)	96.5	46	1948	215	157

Çizelge 10. 104x104 testalanı $\sigma = 3$ için

SINIFLAR	SINIFLAMA METOTLARI				
	MLC	MD	NN	CNN	Y NN
CPU ZAMANI (sn)	27.6	13.7	484	61	45.8

5. Sonuçlar ve Tartışma

Eğitilmiş sınıflama çalışmaları, bilinen yörelerdeki kullanım alanlarının en doğru biçimde belirlenmesi için uygulanır. Eğitilmiş sınıflama metotlarının işlevleri aynı olmasına rağmen, aralarında farklar vardır. Bu farklar, metotların mantığından, çalışması yönünden, zaman yönünden, sınıflama doğruluğu açısından oluşmaktadır. Eğitilmiş sınıflamada, belirlenen farklı test alanlarından, sınıfları temsil edecek örnek pikseller seçilir. Bu seçim test alanlarının iyi tanınması kuralına dayanır. Böylelikle hem sınıflar iyi belirlenmiş olur hemde arazi kullanım çeşitliliği göz önünde bulundurularak hangi bant kombinasyonu kullanılacağına karar verilir.

Bu çalışmada seçilen test alarından yeterli sayıda sınıflar belirlenmiş ve sınıfları temsil eden pikseller seçilmiştir. Seçilen pikseller üzerinde, kullanılacak sınıflama metotlarına göre işlemler yapılmıştır. Her bant için sınıfların ortalamaları, varyansları, standart sapma değerleri bulunmuştur. Bu değerlerden varyans-covaryans matrisleri ve ters matrisleri oluşturulmuştur. Yapılan bu işlemler ençok benzerlik, minimum mesafe sınıflama metotları için sınıflamada kullanılmıştır.

Sınıfları oluşturan ve üzerinde hiçbir işlem yapılmamış olan ham piksel değerleri üzerinde ise, enyakın komşu sınıflama metodu (1-NN,k-NN) için iki işlem yapılmıştır. Birincisi, çok sayıdaki sınıfları temsil eden piksellere yoğunlaştırılmış enyakın komşu (Condensed Nearest Neighbor) metodu uygulanmıştır. Bu işlemde, sınıfları temsil eden pikselleri belirli sayıya indirip, sınıflandırma süresinin azaltılması amaçlanmaktadır. Yaklaşık 1719 piksel, 97 piksele düşmüştür. İkinci olarak yeni bir algoritma uygulanmıştır. Bu uygulamada ise, sınıfları oluşturan piksellerin, sınıfların ortalama değerinden uzaklığına ve $\pm 3\sigma$ içinde kalıp kalmamasına bakılmıştır. Böylece o sınıfı temsileden gerçek piksellerin kalması sağlanmıştır. Ayrıca sınıfları temsil eden piksellerin ortalaması ilk piksel olarak diğerlerinin önüne kayıt edilerek CNN algoritması uygulanmıştır. Böylece 1719 piksel uygulanan algoritmayla 67 piksele düşürülmüştür. CNN ile yeni uygulama arasında 30 piksellik fark olduğu görülmüştür.

Çizelgeler incelendiğinde, sınıflama metotlarının toplam sınıflama doğruluğu, önerilen yonteme göre yapılan enyakın komşu metodu % 95.56'ıyla ilk sırayı almaktadır. Ençok benzerlik metodu (MLC) % 93.5 ile ikinci sırayı almıştır. Ham verilere CNN algoritması yapıldıktan sonra NN sınıflaması sonucunda %93.48'lik bir değer bulunmuştur. Minimum mesafe sınıflaması ise %92.97 bulmuştur.

Hemen hemen bütün sınıflama metotları, tahıl için üretici doğruluğunu %90-%95 arasında bulmuşlardır. Yine tahıl için kullanıcı doğruluğu bütün metotlarda %99 doğrulukla bulunmuştur. Tahılla karışan tek bitki ise narenciye olmuştur. Bazı narenciye türlerinin paralaklıkları tahılla karışmaktadır. Buna rağmen en iyi sonucu, üretici doğruluğu açısından %88.63'le önerilen yöntem vermiştir. Narenciye için kullanıcı doğruluğu ençok benzerlik metodu %90 bir doğrulukla , önerilen yöntem ise %88 ile ikinci sırayı almıştır. Diğer metotlar için çizelgeler incelendiğinde sonuçlar açık olarak belirlenebilir.

Buna göre önerilen yöntem Y NN, CNN yöntemine göre daha iyi sınıflama yapmıştır. Diğer metotlara olan üstünlüğünde açıkça görülmektedir. İki 200x200, 104x104 olan üç ayrı bölgenin sınıflandırılması sonucunda ise, %30'u tahılla kaplı olan bölgelerde en yakın sınıflamayı önerilen yöntem vermiştir. Çizelge 4-7'de sınıflama sonuçları ile de bu farklar belirgindir. Önerilen yöntem diğer metotlara üstünlük sağlamıştır. CPU zamanı olarak metotlar arasındaki kıyaslama ise, bütün görüntülerde en iyi zamanı minimum mesafe sınıflaması vermiştir. Bu sınıflama metodu MLC'nin yarısı zamanda sınıflama yapmıştır. Önerilen yöntemle göre yapılan sınıflama (YCNN) ile CNN kıyaslağında ise, önerilen yöntem 200x200'lük görüntülerde 157-158sn iken, CNN ise 214-215sn gibi bir sonuç bulunmuştur. Bu da önerilen yöntemin diğerine göre daha az zamanda sınıflama üstünlüğünü vermektedir. Diğerleri için çizelgeler incelenebilir.

KAYNAKLAR

ATAMAN E., ALPARSLAN E., 1978. Application of Median Filtering Algorithm to Images, TÜBİTAK, Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Elektronik Araştırma Ünitesi, Ünite içi Rapor No: UI-78/10

ATAMAN, E., YILDIRIM, H., 1984. Uzaktan Algılama Tekniği ile Buğday Ekim Alanlarının Belirlenmesi Projesi. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Elektronik Araştırma Ünitesi, Ünite içi Rapor, No: UI-84/01, Gebze.

BARRETT, E. C., CURTIS, L. F., 1978. Introduction to Environmental Remote Sensing. Chapman and Hall, London.

BERNSTEIN, R., 1978. Digital Image Processing For Remote Sensing. Hamilton Publishing Company, Santa Barbara, California.

DİNÇ, U., YEĞİNGİL, İ., İNCE, F., ŞENOL, S., PEŞTEMALCI, V., ERTUĞ, Ö., 1986. Uzaktan Algılama Yaz Okulu Ders Kitabı, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları.

ERDAS, 1991. Erdas Field Guide, Second Edition, Version 7.5.

FLOYD, F., SABIN, J.R., 1978. Remote Sensing Principles And Interpretation. New York, W. H. Freeman Company.

HARD, R. M., 1982. Digital Image Processing of Remotely Sensed Data, New York.

İNCE, F., 1979. Bazı Görüntü İşleme Metodları, Histogram, Anabilesenler, Sınıflandırma ve Kümeleme Teknikleri, TÜBİTAK, Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Elektronik Araştırma Ünitesi, Ünite içi Rapor no VI-79/3.

İNCE, F., 1983. Digital Image Processing Systems and Remote Sensing. Int. J. Remote sensing, Vol.4, No:1.

İNCE, F., 1986. Maximum Likelihood Classification, Optimal or Problematic ? A Comparison With the KNN Classification, Technical Report No: Tr-86/09, TÜBİTAK, Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Elektronik Araştırma Ünitesi.

- İNCE, F., 1986. Uzaktan Algılamada Sayısal Görüntü İşleme, Yayın No:OY-86/09
- LINDGREN, D. T., 1985. Land Use Planning and Remote Sensing, Dortrecht, Netherland.
- LTWG, 1982. LTWG Recommendation For A Landsat-4 Thematic Mapper (TM) CCT Format, Telespazio, Italy.
- MAKTAV, D., SUNAR, F., 1991. Uzaktan Algılama Kantitatif Yaklaşım, Swain, Philip H., Davis, Shirley M.'den çeviri.
- NASA, 1976. Mission to Earth: Landsat Views to World, NASA, Sp. Pub. No:360, USA.
- NELSON, R.F., HOFFER R.M., 1979. Computer Aided Processing of Landsat MSS Data for Classification of Forest-Lands, Purdue University, Indiana, USA.
- PEŞTEMALCI, V., 1982. Çukurova Bölgesindeki Bitki Alanlarının Uzaktan Algılama Uygulamaları için Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- PRATT, W., 1978. Digital Image Pocesing. Wiley-Interscience Publication, New York.
- RICHARDS, I. A., 1986. Remote Sensing Digital Image Analysis. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- SIMON, J. C., ROSENFELD, A., 1977. Digital Image Processing And Analysis. Nordhooff International Publishing, Netherlands.
- SLATER N. P., 1980. Remote Sensing Optics And Optical Systems, Addison-Wesley Pub., London.
- SPATH, H., 1980. Cluster Analysis Algorithms For Data Reduction And Classification Of Objects, John Wiley and Sons, New York.
- SPOT, 1986. SPOT-Image document:SI/AT/86, 0113, Version:A.A, Doc VO1.46
- SWAIN, P. H., DAVIS, S. M., 1978. Remote Sensing The Quantitive Approach. Mc Graw-Hill Inc., U.S.A

YEĞİNGİL, I., ÖGELMAN, H., DNÇ, U., 1981. Landsat Uydusu ile Adana li Pamuk Ekim Alanlarının Saptanması Adana.

YEĞİNGİL, I., 1987. Görüntü İleme Metodları ve Kümeleme Tekniklerinin Uygulanması, E.Ü. Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, Cilt.10, Sayı:2