

YSA LE OPT M ZE ED LM YAPAY ARI KOLON ALGOR TMASININ LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLER N N SINIFLANDIRILMASINDA KULLANILAB L RL N N ARA TIRILMASI

*Torun A.T., Ekercin, S., Gezgin C.

Aksaray Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü 68100, Aksaray- (sekercin,ahmettarik.torun,cemilgezgin)@aksaray.edu.tr

ANAHTAR KEL MELER: Yapay Sinir A ları, Yapay Arı Koloni Algoritması, Sınıflandırma, Landsat

ÖZET:

Uzaktan algılamada kullanılan en önemli görünüş i leme yöntemlerinden biri sınıflandırma i lemidir. Uzaktan algılamada kullanılan görüntü sınıflandırma yöntemleri geli en bilgisayar teknolojisine paralel olarak de i iklikler ve farklılıklar göstermektedir. Günümüzde sınıflandırmada kullanılan klasik istatistik yöntemlerin (En Çok Benzerlik, En Kısa Mesafe, Mahalonobis Uzaklığı, Paralelkenar Yöntemi vb.) yanı sıra son yıllarda yapay zeka uygulamalarından yapay zeka optimizasyon algoritmaları, yapay sinir a ları, uzman sistemler ve bulanık mantık gibi yaklaşımlarda kullanılmaya başlanmıştır. Klasik sınıflandırma yöntemlerine alternatif olarak ortaya çıkan bu yöntemlerle daha yüksek sınıflandırma doğruluklarına ulaşılmaktadır. Yapay zeka optimizasyon algoritmalarından biri olan Yapay Arı Koloni Algoritması(YAKA) arıların doğadaki davranışlarından ilham alınarak ortaya çıkarılmıştır. Pek çok alanda kendine yer bulan bu algoritma son yıllarda uzaktan algılama teknolojisinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, Yapay Arı Koloni algoritması Yapay Sinir A ları ile optimize edilerek Landsat uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kullanılması amaçlanmıştır. Seçilen pilot bölgede sınıflandırma i lemlerinde kullanılmak üzere eğitim ve test verileri toplanmıştır. Matlab yazılımında düzenlenen algoritma kodları sınıflandırma i lemine uygun hale getirildikten sonra sınıflandırma i lemleri yapılmıştır. Elde edilen sınıflandırma doğrulukları Yapay Sinir A ları ile yapılan sınıflandırma i lemi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda YSA-YAKA sınıflandırma yönteminin Landsat uydu görüntülerinde kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

INVESTIGATION OF CLASSIFICATION OF LANDSAT IMAGES USING ARTIFICIAL BEE COLONY ALGORITHM OPTIMIZED BY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

KEYWORDS: Artificial Bee Colony Algorithm, Artificial Neural Network, Classification, Landsat

ABSTRACT:

Classification process is one of the most important image processing methods used in remote sensing. Image classification methods used in remote sensing show changes and differences in together with emerging computer technology. Nowadays, in artificial intelligence applications such as artificial intelligence optimization algorithms, artificial neural networks, expert systems and fuzzy logic have been used as well as the classical statistical methods (Maximum Likelihood, Minimum Distance, Mahalanobis Distance, Parallelepiped) used in remote sensing. Higher classification accuracies can achieve with these methods which emerged as an alternative to classical methods. Artificial Bee Colony Algorithm (ABC), which is one of artificial intelligence optimization algorithms, was revealed the behavior of bees inspired by nature. This algorithm placed many areas in recent years, has been used in remote sensing technology. In this study, it is aimed to use the Artificial Bee Colony algorithm to classify Landsat satellite images by optimizing them with Artificial Neural Networks. Training and test data were collected for use in the selected pilot region classification process. After the algorithm codes prepared in Matlab software are made suitable for the classification process, they are classified. The obtained classification accuracies are compared with the results of classification with artificial neural networks. As a result of the comparisons made, the ANN-ABC classification method can be used in Landsat satellite images.

1. GİRİŞ

Uzaktan algılama, herhangi bir fiziksel temas olmaksızın sensörler yardımıyla oluşturulan uydu görüntüleri üzerinden yeryüzündeki nesnelere bilgi çıkarımı işlemidir (Levin, 1999). Elde edilen uydu görüntüleri birçok meslek disiplini içinde aktif olarak kullanılmaktadır. Bu görüntüler çeşitli görüntü i leme ve zenginleştirme yöntemlerine tabii tutularak kullanılabilir hale gelmektedir. Görüntü i leme yöntemlerinden elde edilen veriler, meslek disiplinine ve kullanılacak olan hassasiyete göre de i iklikler gösterebilmektedir. Uzaktan algılamada en önemli görüntü i leme yöntemlerinden birisi hiç üşesiz sınıflandırma i lemidir (Atasever vd., 2011). Sınıflandırma i lemi genel olarak yeryüzündeki benzer spektral yansıtma değerine sahip objelerin aynı grup altında toplanması

i lemi olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle, görüntüyü oluşturulan her bir pikselin tüm bantlardaki değerlerinin diğer pikseller ile karşılaştırılarak benzer piksellerin kullanıcının belirlediği sınıflara ayrılması işlemidir (Campbell, 1996). Günümüzde kullanılmakta olan birçok görüntü sınıflandırma yöntemi bulunmaktadır. Fakat teknolojinin hızla ilerlemesi, hassasiyet ve doğruluk gereksinimlerinin artması gibi nedenler bilim adamlarını yeni arayışlara sürüklemiştir. Yapay zeka optimizasyon algoritmaları bu konuda kendine büyük bir yer edinmiştir. Son yirmi yılda Parçacık Sürü Optimizasyonu, Diferansiyel Gelişim ve Karınca Kolonisi Optimizasyonu gibi Yapay Zeka optimizasyon algoritmaları (sezgisel algoritmalar) birçok meslek disiplini içinde, de i ik optimizasyon problemleri için kendine geniş bir yer bulmuştur (Banerjee., 2012). Bu algoritmalar halihazırda kullanılan klasik sınıflandırma

yöntemlerine (en çok benzerlik, en kısa mesafe, paralelkenar yöntemi vb.) bir alternatif olarak kullanılabilir.

Yapay arı koloni algoritması (YAKA) arıların yiyecek arama davranışlarından ilham alınarak geliştirilen bir yapay zeka optimizasyon algoritmasıdır (Karaboa, 2011). Arılar yiyecek arama davranışlarını sergilemek adına çeşitli salınım ve hareketlerde bulunurlar. Bu hareketler belirli görevlere sahip arılar tarafından izlenerek besin kaynağı hakkında bilgi edinimlerini sağlar. Yapay zeka optimizasyon algoritmalarının kullanımı uzaktan algılama alanında da etkili olmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda diğer sınıflandırma teknikleri ile karşılaştırılan YAKA'nın daha yüksek doğruluk verdiği görülmüştür (Banerjee., 2012), (Atasever vd., 2011).

Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Yapay Arı Koloni Algoritması kullanılarak Landsat uydu görüntülerinin sınıflandırılması işlemi araştırılmıştır. Çalışma alanı olarak Aksaray ilinin bir bölümü kullanılmış ve bölgenin Landsat 8 uydusuna ait görüntü temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü Matlab ve ArcGIS yazılımları kullanılarak işlenmiş ve sınıflandırma işlemi uygulanmış ve doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Yapay Sinir Ağları yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

1.1 Yapay Arı Koloni Algoritması

Doğada var olan zeki davranışları içeren süreçlerin incelenmesi araştırmacıları yeni optimizasyon metodları geliştirmeye sevk etmiştir. Karaboa, arıların yiyecek arama davranışlarını modelleyerek Yapay Arı Koloni Algoritmasını geliştirmiştir (Karaboa, 2011). YAKA oluşturulurken arıların yiyecek arama davranışlarından ilham alınmıştır. Gerçek arıların yiyecek arama anlayışlarında 3 tip arı örneği vardır; keşif arılar, işçi arılar ve gözücü arılar. Gerçek arıların yiyecek arama davranışlarındaki bileşenler şu şekilde açıklanabilir;

- Yiyecek Kaynağı:** Arıların yiyecek temin etmek için gittikleri kaynaklardır. Yiyecek kaynağı, kaynağın özelliklerine göre değerlendirilebilir.
- Görevli İşçi Arılar:** Daha önceden keşfedilen kaynaktan yuvaya nektar getirilmesinden sorumlu arılardır. Aynı zamanda gittikleri kaynaklardan aldıkları bilgiyi, kendilerine özgü bir dans sergileyerek, yuvada bulunan diğer arılarla paylaşırlar.
- Görevsiz İşçi Arılar:** Nektarını toplayabilecekleri kaynak arayışı içerisinde olan arılardır. Görevsiz işçi arıları iki grup olarak bulunurlar; içgüdüsel veya bir dâimiyeye bağımlı olarak rastgele kaynak arayışında bulunan keşif arılar ve kovanda bekleyen ve görevli arıları izleyerek bu arılar tarafından paylaşılan bilgiyi kullanarak yeni bir kaynağıya yönelen gözücü arılardır.

Gerçek arıların yiyecek arama sürecindeki adımları aşağıdaki gibidir (Karaboa, 2011);

- Keşif arılar yuva çevresinde rastgele arama yaparak yiyecek kaynağı aramaya başlarlar.
- Yiyecek kaynağı bulunduktan sonra, keşif arılar artık görevli arı olurlar ve buldukları kaynaktan yuvaya nektar taşımaya başlarlar. Her bir görevli arı yuvaya dönüp getirdiği nektarı boşaltır ve bu noktadan sonra yuvada bulunan kaynağı geri döner veya kaynağıyla ilgili bilgileri yuvada bulunan gözücü arılara dans alanında sergilediği dans ile iletir. Diğer faydalanan kaynak tükenmiş ise görevli arı tekrar keşif arı haline gelir ve yeni bir kaynak ararına başlar.

- Yuvada bekleyen gözücü arılar zengin kaynakları üreten dansları izlerler ve yiyecek kalitesi ile orantılı olan dans frekansına bağlı olarak bir kaynağı tercih ederler.

Yiyecek arayan arılarda gözlenen zeki davranış ile bu davranışı simüle eden YAKA'nın temel birimleri temel adımları aşağıda açıklanmaktadır (Akay 2009).

YAKA'nın Temel Adımları:

Adım 1. Başlangıç yiyecek kaynağı bölgelerinin üretilmesi.

REPEAT

Adım 2. Görevli arıların yiyecek kaynağı bölgelerine gönderilmesi

Adım 3. Olasılıksal seleksiyonda kullanılacak olasılık değerlerinin görevli arılardan elde edilmesine göre hesaplanması

Adım 4. Gözcü arıların olasılık değerlerine göre yiyecek kaynağı bölgesi seçmeleri

Adım 5. Bırakılacak kaynakların bırakılması ve keşif arı üretimi

UNTIL (çevrim sayısı=Maksimum çevrim sayısı)

Besin kaynakları ile ilgili bütün bilgi görevli arılar tarafından yuvada bulunan gözücü arılara dans alanında aktarılır. Yuvada bulunan gözücü arılar nektar miktarı, nektar kalitesi gibi kaynak bilgilerinin göz önüne alınarak yuva için en ideal kaynağıya yönelir, kaynaktan yuvaya yiyecek aktarımını sağlarlar. Etilik 1'de kaynak seçimi formüle edilmiştir. Yapılan hesaplamada, bir kaynağın diğerlerinin toplam kaynak değerlerine oranı o kaynağın seçilebilme olasılığını vermektedir (Banerjee, vd., 2012).

$$p_i = \frac{fitness_i}{\sum_{i=1}^{SN} fitness_i} \quad (1)$$

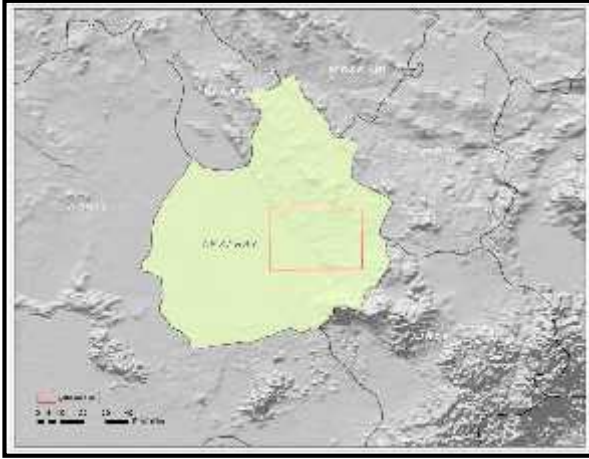
Burada p_i kaynağın olasılık değerini, $fitness_i$, i . kaynağın kalitesini ve SN görevli arı sayısını temsil etmektedir. Bu hesaplamaya göre kaynağın nektarı arttıkça bu kaynağı seçecek gözücü arı sayısı da artacaktır. $fitness_i$ değerinin hesaplanması Etilik 2'de izah edilmiştir;

$$fitness_i = \begin{cases} 1/(1+f_i) & f_i \geq 0 \\ 1+abs(f_i) & f_i < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Etilik 2'de gösterilen f_i , bir kaynağın maliyet değeridir. En iyi kaynağı seçmek adına ağırlıklı bir seleksiyon uygulanmaktadır. Yeni bulunan kaynak daha iyi ise görevli arı eski kaynağı hafızasından siler ve yeni kaynağıya yönelir.

2. ÇALI MA ALANI

Çalılık Anadolu Bölgesinde yer alan Aksaray (ekil 1), doğuda Nevşehir, batıda Konya ve Kuzeyinde Ankara ile çevrilidir. 7600 km²'lik yüzölçümüne sahip olan Aksaray, pekiyolu üzerine kurulmuş olmasından dolayı ülkemiz iller arası geçiş güzergâhında önemli bir yere sahiptir (www.aksaray.bel.tr). Bu çalılık ma Aksaray il merkezi sınırları içerisinde yaklaşık 1200 km²'lik bir alanda yapılmıştır.

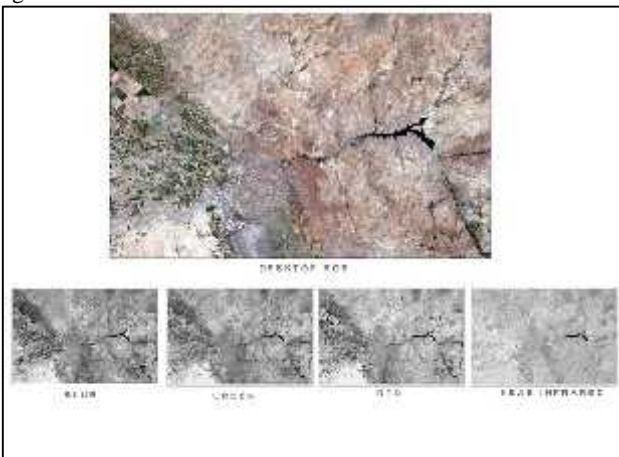


ekil 1: Çalılık ma alanı coğrafi konumu.

3. UYGULAMA

3.1 Kullanılan Veriler

Çalılık mada 10 Temmuz 2016 tarihine ait Landsat 8 OLI-TIRS sensöründen elde edilen çok bantlı uydu görüntüsü kullanılmıştır. Landsat 8 verileri çok bantlı 30 metre ve pankromatik 15 metre ve termal 100 metre mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Ücretsiz olarak temin edilebilen bu görüntüler farklı ölçeklerde bilim insanlarının ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Ham olarak 11 adet bant seçeneği ile indirilen görüntüden kırmızı, yeşil, mavi ve yakın kızılötesi bantlar uygulama için kullanılmıştır. Çalılık ma bölgesine ait uydu görüntüsü ekil 2'de verilmiştir.



ekil 2: Çalılık ma alanı uydu görüntüsü ve bantları.

3.2 YSA-YAKA'nın Görüntü Sınıflandırmada Kullanımı

Algoritma modifiye edilirken gerçek arıların davranışları ve özellikleri görüntü üzerindeki piksel ve sınıflara benzetilmiştir. Burada;

-) Arılar görüntüdeki piksellerle temsil edilmiştir,
-) Yiyecek kaynakları sınıflandırmada kullanılan sınıflar olarak temsil edilmiştir,
-) Kolonluk çözümleri kullanılan test verisi olarak temsil edilmiştir,
-) Çi arılar sınıflandırmada kullanılan sınıf pikselleri olarak temsil edilmiştir,
-) Fonksiyon deşerleri (nektar kalitesi) Yapay Sınırları kullanılarak deşerlendirilmiştir.

Algoritma İşlem Süreci

Girdi: Multispektral Uydu Görüntüsü

Çıktı: Sınıflandırılmış Görüntü

Adım 1: Uydu görüntüsünün tanıtılması
Etilim alanlarının seçilmesi

REPEAT

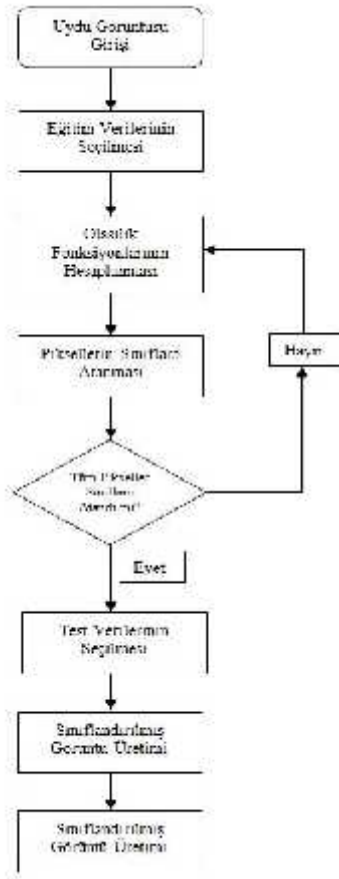
Adım 2: YAKA temel kodlarının ve verilerinin düzenlenmesi
YSA ile olasılıksal seleksiyonların hesaplanması

Adım 3: Olasılık deşerlerine göre piksellerin belirlenen sınıflara atanması

Adım 4: Bir sınıfa ait bütün piksellerin atanması (sınıflandırması biten sınıftan diğer sınıfa geçiş)

UNTIL (Bütün pikseller sınıflandırılana kadar=maksimum iterasyon)

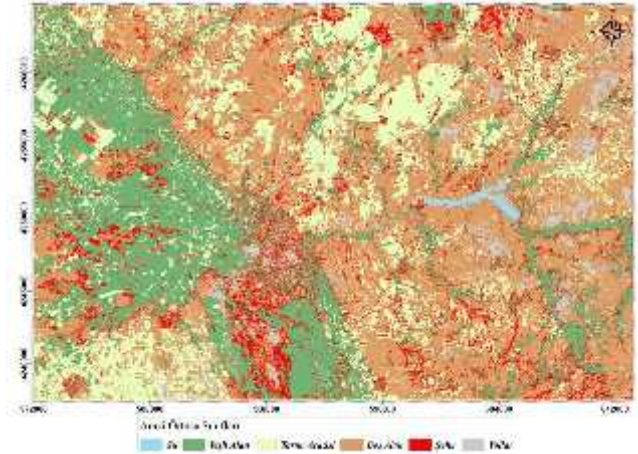
Adım 5: Test verisinin girilmesi
Sınıflandırılmış görüntünün oluşturulması
Hata matrisleri ve doğruluk analizi



ekil 3: YSA-YAKA görüntü sınıflandırma akı diyagramı.

4. SINIFLANDIRMA SONUÇLARI

Çalı mada öncelikli olarak Aksaray ilinde seçilen pilot bölgeye ait Landsat 8 uydu görüntüsü, ücretsiz sunulan internet sitesinden temin edilmi tir (www.usgs.gov.tr). Elde edilen ham uydu görüntüsü ayrı ayrı bantlar halinde temin edildi inden dolayı öncelikle bant birleştirme işleminden geçirilmi tir. Bu adımdan sonra çalı mada kullanılacak 906*1374 matris boyutlarındaki alan bir sınır dosyası yardımı ile kesilmi tir. Bu görüntü üzerinden 6 adet (su, ye il alan, tarım arazisi, bo alan, yollar, ehir) arazi örtüsü sınıfı belirlenmi olup uygulanacak sınıflandırma i lemleri bu sınıflar üzerinden yapılmı tir. Uygulamada, Matlab yazılımı kullanılarak YSA ve YAKA temel kodları uydu görüntülerinin sınıflandırılmasına uygun hale getirilmi tir. Mevcut uydu görüntüsü YSA-YAKA yöntemi ve YSA yöntemleri ile sınıflandırılmı tir. ArcGIS yazılımı kullanılarak tematik arazi örtüsü haritası çıkarılmı tir (ekil 4).



ekil 4: Landsat 8 görüntüsünün YSA-YAKA yöntemi ile sınıflandırılması sonucu elde edilen tematik harita.

Kullanılan uydu görüntüsünün mekânsal çözünürlüğü i sınıflandırma sonuçlarını da etkilemi tir. Görüntüyü olu turan her bir pikselin arazi üzerinde 30*30 metrekarelik bir alanı kapsamı arazi örtüsündeki farkların tam olarak tespit edilememesine yol açmaktadır. Ayrıca Aksaray ilinin genellikle düz ve spektral olarak yakın renkteki arazi örtüsü birimlerini içermesi sınıflandırma açı ından negatif bir etki yaratmı tir.

4.1 Do ruluk Analizi ve Hata Matrisleri

Sınıflandırma i leminin do rulu unu belirleyebilmek için do ruluk analizi ve hata matrisleri olu turulmu tur. lemler görüntü üzerinden alınan ve araziden toplanan test verileri ile sa lanmı tir. Araziden alınan veriler dı ında seçilen test verileri görüntü üzerinde temsil etti i alanın net olarak bilinmesi gereken veriler olması gerekmektedir. Görüntü üzerinden alınan test verileri sınıflandırma için kullanılan eğitim verilerinden ba ımsız olarak seçilmi tir. Do ruluk analizi, sınıflandırmanın i leminin en önemli adımıdır (Banerjee vd., 2012). Do ruluk analizinin amacı, sınıflandırılan piksellerin test verileri ile kar ıla tırılıp arazi örtüsünün sınıflandırma do rulu unu ortaya çıkarmaktır. YSA-YAKA ve YSA yöntemleri ile yapılan sınıflandırma sonuçlarına ait aynı test verileri kullanılarak hata matrisleri olu turulmu tur. Hata matrisi, aynı kategoride olan verilerin sınıflandırma i leminde hangi sınıflara isabet etti ini bir kö egen matris ekinde verir. Tablo 1'de YSA-YAKA yöntemiyle yapılan sınıflandırma hata matrisi verilmi tir.

Sınıflar	Su	Ye il Alan	Tarım Arazisi	Bo Alan	Yol	ehir	Toplam	K.D (%)
Su	300	0	0	0	0	0	300	100
Ye il Alan	0	720	0	0	0	0	720	100
Tarım Arazisi	0	0	960	0	0	0	960	100
Bo Alan	0	0	60	690	0	30	750	92
Yol	0	0	0	60	150	420	210	71.43
ehir	0	0	0	30	0	360	30	8.33
Toplam	300	720	1020	780	150	810		
Ü.D (%)	100	100	94.12	88.46	100	51.85		

Tablo 1: YSA-YAKA sınıflandırma hata matrisi.

Elde edilen hata matrisleri kullanılarak YSA-YAKA ile sınıflandırılan görüntü için bir Kappa de erine ula ılmı tir. Kapa katsayısı yöntemi iki de erleyici arasındaki kar ıla tırmalı uyu manın güvenilirli ini ölçen bir istatistik yöntemidir (Cohen, 1960). Yani, test verileri ve sınıflandırılmı görüntü arasındaki uyu umun test edilmesidir. YSA-YAKA yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda kappa istatistik de eri 0,81 iken genel sınıflandırma do ruluk de eri 0,84 olarak elde edilmi tir.

Görüntü sınıflandırma i leminde kontrol edilmesi gereken di er iki önemli de er ise kullanıcı ve üretici do rulu udur. Üretici do rulu u verilen bir arazi örtü türünün örnekleme seti piksellerinin ne kadar iyi sınıflandırılabilirli ini gösterir. Kullanıcı do rulu u ise herhangi bir sınıfa atanan bir pikselin bu sınıfı gerçekte temsil etme olasılı nı gösterir (Abdikan, 2015). Tablo 2’de YSA yöntemi ile yapılan sınıflandırma hata matrisi verilmi tir.

Sınıflar	Su	Ye il Alan	Tarım Arazisi	Bo Alan	Yol	ehir	Toplam	K.D (%)
Su	300	0	0	0	0	0	300	100
Ye il Alan	0	690	0	0	0	30	720	96
Tarım Arazisi	0	0	960	0	0	0	960	100
Bo Alan	0	0	30	690	0	60	780	88.46
Yol	0	30	0	90	180	330	300	60
ehir	0	30	0	60	0	300	90	30.00
Toplam	300	750	990	840	180	720		
Ü.D (%)	100	92	96.97	82.14	100	45.83		

Tablo 2: YSA sınıflandırma hata matrisi.

YSA yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda kappa istatistik de eri 0,79 olarak elde edilmi tir. Bunun yanı sıra genel do ruluk 0,83 olarak bulunmu tur.

4.2 YSA-YAKA ve YSA ile Yapılan Sınıflandırma Sonuçlarının Kar ıla tırılması

Kullanılan yöntemin de erlendirilmesi bakımından aynı görüntülerin aynı e itim verileri ile sınıflandırılıp aynı test verileri ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Çalı mada her iki yöntem için de 6 sınıf ve aynı e itim-test verileri kullanılmı tir. Yapılan sınıflandırmalar sonucunda ortaya çıkan genel do ruluk de erleri YSA-YAKA için 0,84 de erine ula ırken YSA yönteminde bu de er 0,83 olarak elde edilmi tir. Bunun yanı sıra kappa istatistik de erleri sırasıyla 0,81 ve 0,79 de erlerini vermi tir. ki de erin birbirine yakınlı nın sebebi YSA yönteminin YSA-YAKA içerisinde de kullanılması olarak de erlendirilebilir.

5. SONUÇLAR

Uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve bunun sonucunda yapılan çalı malar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Özellikle arazi örtüsü/arazi kullanımı ve iklim de i ikli ine ba lı analizlerin yapılmasında sınıflandırma i lemi, çalı malara de er katmaktadır. Günümüzde uydu görüntülerinin çözünürlükleri 30 cm seviyesine ula mı tir. Bundan dolayı yapılan i lemlerin ve kullanılan yöntemlerin çalı ması ve üretilen sonuçlar daha ileri düzeylere ula bilmektedir. Fakat daha dü ük çözünürlüklü verilerde sınıflandırma yönteminin önemi göz ardı edilemez. Yapay zeka optimizasyon uygulamalarının bu alanda kullanılması mevcut sınıflandırma algoritmalarının geli tirilmesine katkı sa lamaktadır. Bu çalı madan elde edilen sonuçlara bakılacak olursa YSA metodunda oldu u gibi di er klasik sınıflandırma metotlarının da geli tirilmesi bu yöntemlerle olabilece i dü ünülmektedir. Burada sınıflandırma do ruluklarını etkileyen en önemli faktörlerden biri uydu görüntüsünün çözünürlü üdür. Daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden elde edilecek sonuçlar daha verimli ve anlamlı olacaktır. Bu sonuçlar ı ında YSA-YAKA metodunun Landsat uydu görüntülerinde kullanılabilirli i %84 genel do ruluk de eri ile ortaya konmu tur. Ayrıca YSA ile yapılan sınıflandırma sonucunun da bir miktar üzerine çıktı ı gözlemlenebilir.

6. KAYNAKLAR

Akay, B., 2009. Nümerik Optimizasyon Problemlerinde Yapay Arı Kolonisi (Artificial Bee Colony) Algoritmasının Performans Analizi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Atasever, Ü.H., Özkan, C., Sunar, F., 2011. The Use of Artificial Intelligence Optimization Algorithms in Unsupervised Classification, Remote Sensing and Geoinformation not only for Scientific Cooperation, EARSeL 2011.

Banerjee, S., vd., 2012. Remote sensing image classification using Artificial Bee Colony Algorithm, International Journal of Computer Science And Informatics 2.3 (2012): 67-72.

Campbell, J.B., 1996. Introduction to Remote Sensing, Guilford Press, New York, 621 s.

Cohen, J., 1960, A coefficient of agreement for nominal scales, Educational and Psychological Measurement Vol.20, No.1, pp.37-46

Karabo a, D., 2011. Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları, 201-218 s., Nobel Yayın Da ıtım, Ankara.

Levin, N., 1999. Fundamentals of Remote Sensing.

Özden, V.D., 2009. “Türkiye Siyah Çay Sektör Raporu” Avrupa letmeler A ı-Karadeniz, 2009.