



YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ DERGİSİ
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ybs>

Yayın Geliş Tarihi: 20.11.2017
Yayına Kabul Tarihi: 27.11.2017
Online Yayın Tarihi: 20.12.2017

Cilt:3, Sayı:2, Yıl:2017, Sayfa:114-129
ISSN: 2148-3752

GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI İHA VE UYDU SİSTEMLERİ HİBRİT YAPAY ZEKÂ MODELİYLE KAÇAK YAPILARIN TESPİTİ

Batuhan AY

Ersin NAMLI*

İstanbul University, Turkey

Özet: Günümüzde imara kapalı olan bölgelerde yasak olmasına rağmen yetkili personel ve denetim eksikliğinden dolayı kaçak konut inşasının mümkün ve yaygın olduğu görülmektedir. Bu durumun tespit edilmesi ve yetkili kişilere iletilmesi oldukça zordur ve yüksek maliyetlidir, buna ek olarak bir o kadar da süre kaybına yol açmaktadır.

Bu çalışmada görüntü işleme, veri madenciliği, makine öğrenme ve yapay zeka teknikleri ile analiz edilmek üzere uydu görüntülerinde imara kapalı bölgelerden belirli alanlar alınıp tanımlanarak kendi aralarında sınıflandırılmıştır.

Yapılan çalışmada amaçlanan, fotoğrafları görüntü tarama ve yapay zeka algoritmalarıyla analiz ederek kaçak bölgelere inşa edilmiş konutları tespit edilmesi ve bu şekilde tespit edilen bölgeyi, konumu ve zamanı sorumlu kişilere aktararak kaçak yapılaşmanın önüne geçebilmektir. Ayrıca yapılan sınıflandırma sayesinde boş araziler, ekili araziler, orman alanları da tespit edilebilmektedir. Tespit edilen bu araziler ise daha verimli kullanılabilir adına ilgili kişiler tarafından değerlendirilmesi için tespit edilen konumları hakkında bilgi verilebilir. Yapılan bu çalışma sonucunda doğru sınıflandırma oranı oldukça yüksek çıkmış ve kaçak konutların tespiti adına başarılı bir sonuç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Görüntü İşleme, Yapay Zeka, Veri Madenciliği, Makine Öğrenme

*Contact Author: enamli@istanbul.edu.tr, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

GİRİŞ

Elektronik ortamlarda saklanan verilerde son yıllarda büyük bir artış gerçekleşmiştir. Bu doğrultuda yeni veritabanı sayısında hızlı bir şekilde yükselme görülmektedir. Günlük hayatta kullanılan ve farklı bilim dallarından elde edilen veriler veritabanlarında kayıt edilmektedir.

Verileri elde etmek ve saklamak; işlem yapabilme gücünün ucuzlamasıyla birlikte doğru orantılı olarak ucuzlamaya başlamıştır. Bilgi iş dünyası için çok değerlidir. İş dünyasındaki firmaların karar almasında, şirket stratejisinin oluşturulmasında bilginin çok önemli olduğunu söyleyebiliriz. “Bilgi iş dünyasının kalbidir” yorumunu yapabiliriz. Geleneksel sorgulama yöntemleriyle elimizdeki bilgilerden ve verilerden çıkarım yapılabilir. OLTP, geleneksel çevrimiçi işletim sistemleri (on-line transaction processing systems) veritabanlarındaki bilgilere güvenli, hızlı ve verimli erişilmesini sağlamaktadır. Lakin eldeki verilerden analiz yapıp anlamlı çıkarımlar elde edilmesini sağlayamamaktadır. Uzmanların eldeki veriler içinden anlamlı çıkarımlar ve yeterli çözümler çıkaramamasından dolayı, mevcut yöntemleri yetersiz bulup yeni arayışlara yönelmesine neden olmuştur. Geleneksel yöntemler ile ulaşılamayan bilgilere ulaşmak için, bilgi keşfi (Knowledge Discovery in Databases-KDD) adı altında çalışmalar yapılmıştır. Bütün bu olayların sonucunda veri madenciliği (Data Mining) ortaya çıkmıştır. Veri madenciliğindeki temel amaç ise büyük veri tabanları ve veri ambarlarındaki veriler arasında ilişki, sapma, değişiklik, örüntü ve eğilimler; eldeki bilgilerin bilgisayar algoritmaları kombinasyonları ve matematiksel teorileriyle ortaya çıkartması ve bütün bu eldeki verilerin yorumlanarak değerli bilgi edilmesidir. [5]

Veri madenciliği, veritabanlarındaki bilgi keşfi (KDD) elimizde bulunan verilerin, daha öncesinden bilinmeyen fakat ayıklama potansiyeli yüksek güçlü bir bilgidir. Veri madenciliği; büyük veri tabanlarındaki ham verilerde ilişkileri ve kalıpları bulma sürecidir ve bir sonuç verir. Veri madenciliğinin ilk aşamasında eldeki veriler sınıflandırılır. Daha sonrasında bu veriler kategorilere ayrılır ve bir tahmin yapılır. Son aşamada ise eldeki bilgi görüntülenir. Yapılan bu aşamalara göre kara verme durumu ortaya çıkmaktadır. Pek çok başarılı işletme ise bu aşamaları izleyerek veri madenciliğini akıllıca uygulamaktadır. Ayrıca veri madenciliği müşteri ilişkileri yönetimini geliştirmesine yardımcı olurken, yatırım getirilerini tahmin edilmesine de yol göstermektedir. [8]

İş dünyasında bilgiye erişim çok önemlidir. Firmaların istediği bilgiye ulaşması için büyük araştırmalar yaptığı görülebilmektedir. Yapılan araştırmalar büyük hacimli ve düzensiz veri setlerinden oluştuğu zaman, araştırmacılar hızlı ve güvenli bir şekilde bilgiye ulaşabilmek için veri madenciliği üzerinde durabilmektedir. Bu doğrultuda veri madenciliği bir çok alanda kullanıldığı görülmüştür. Bunlar;

- Eğitim

- Ulaştırma
- Güvenlik
- Ekonomi
- Tıp
- Pazarlama
- Bankacılık
- Sağlık hizmetleri
- Sigortacılık

alanlarında kullanılmaktadır. [5]

Bu çalışmada görüntü işleme, veri madenciliği, makine öğrenme ve yapay zekâ teknikleri ile analiz edilmek üzere uydu görüntülerinde imara kapalı bölgelerden belirli alanlar alınıp tanımlanılarak kendi aralarında sınıflandırılmıştır.

Yapılan çalışmada imara kapalı olan bölgeler; üzerinde kaçak yapı olan arazi, boş arazi, ekili arazi, orman ve maden ocakları olmak üzere 5 sınıfa ayrılmıştır. Yapılan çalışma sayesinde kaçak yapıların tespiti daha kolay hale gelecektir. Bu şekilde kaçak yapılaşmanın önüne geçilebilir ayrıca boş araziler de tespit edilerek daha verimli kullanılabilir. Bu sayede anlık mücadele durumu ortaya çıkacak ve daha kısa sürede kaçak yapıların tespiti yapılabilir hale gelecektir.

YÖNTEM

Uygulama bölümü için gerekli verilerimizi İstanbul Şehir Haritası resmi sitesi üzerinden temin edilmiştir. Harita üzerinden imara kapalı olan bölgelerden görüntüler alınmıştır. Veri sayımız 117'dir. Alınan bu görüntüler;

- Kaçak Konut
- Boş Arazi
- Ekili Arazi
- Maden Ocakları
- Orman

adları altında 5 kategoride toplanmıştır. Bu kategorilere ait örnek resimler de şu şekildedir:

Şekil 3.1: Kaçak konut



Şekil 3.2: Boş arazi

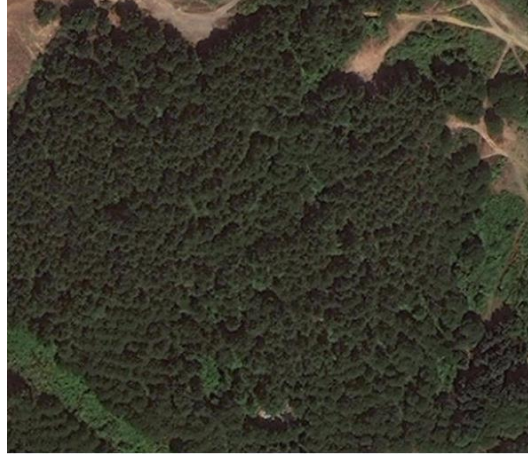


Şekil 3.3: Ekili arazi



Şekil 3.4: Maden ocağı



Şekil 3.5: Orman

Görüntü işleme teknikleri ve yapay zeka algoritmaları ile hibrit bir model geliştirilerek veriler analiz edilmiştir, analiz sonucunda verilerin sınıflandırılması yapılmıştır. Sınıflandırma modelin oluşturulmasında verilerin %75'i eğitim amaçlı; %25'i ise tahmin amaçlı kullanılmıştır. Veri seti birçok görüntü filtresi ile işlendikten sonra elde edilen sonuçlar doğrultusunda sonuçların istenilen seviyede çıktığı şu 4 filtre üzerinde yoğunlaşmıştır:

Gabor Filter:

Görüntü analizinde kullanılan önemli bir yöntemdir. Filtre sayesinde bir görüntü üzerindeki ayrıntıları tespit edebilmektedir. Bu sayede parmak izi, iris, yüz tanıma gibi görüntü işleme tekniklerine dayalı bir çok alanda önemli bir adımdır.

Gabor süzgeci Dennis Gabor tarafından geliştirilmiştir ve minimum belirsizlik ile frekans ve zaman (yada uzay) işaretlerini tanımlar. [10] Gabor, fonksiyonu Gaussian fonksiyonunu karmaşık üstel fonksiyon ile çarparak hesaplamıştır. Daugman tarafından orijinal Gabor süzgecinin iki boyutlu gösterimini yapılmıştır. Gabor süzgeçleri bilgisayarla görme ve görüntü işleme konularındaki bir uygulama için farklı kullanımları vardır. Bunlara örnek olarak doku tanıma ve sınıflama, yazı tanımlama, doku ayrımı, kenar belirleme, görüntü sıkıştırma, hareket kestirimi, nesne tanımlama ve dokuda şekil tanıma. [20] Gabor süzgecinin yön seçici özelliği kullanılarak gerçekleştirilen görsel korteks , bu yöntemlerin bilgisayarla görme ve sayısal görüntü işlemede kullanımını arttırmıştır. Marceljia Gabor süzgecinin memelilerin görsel sistemi için kullanılabileceğini ilk öne süren kişidir. Üç boyutlu (3-D) Gabor süzgeçleri, cortical hücrelerinin hız ve yön hassasiyetinin modellenmesinde kullanılmıştır. Çünkü bir görüntüdeki hareket, zaman uzayında yer değişimi gösteren bir “zaman vektörü” olarak düşünülebilir. Gabor süzgecinin tek eksik yanı fazla hesaplama gerektirmesidir. [16]

Auto Color Collerogram Filter:

Bir renk korelogramıdır. Bir görüntüdeki renklerin mekânsal korelasyonunu kodlayıp, renk korelogramını hesaplamak için kullanılan toplu bir filtredir.

FCTH Filter:

Bulanık Renk ve Doku Histogramı anlamına gelir. Görüntülerden renk özelliklerini ayıklamak için kullanılan toplu bir filtredir. Renk ve doku bilgilerini bir histogramda kodlar. Bu filtrenin önemli özelliklerinden birisi de büyük resimli veri setlerine uygun olmasıdır.

Bir histogramda renk ve doku bilgilerini bir araya getiren yeni bir düşük seviye özelliğinin çıkartılması ile ilgilidir. Bu özellik, FCTH - Bulanık Renk ve Doku Histogramı olarak adlandırılır ve 3 bulanık sistemin bileşiminden oluşur. FCTH boyutu, resim başına 72 baytla sınırlıdır, bu tanımlayıcı, büyük resim veritabanlarında kullanım için uygun hale getirir. Önerilen özellik deformasyonlar, gürültü ve pürüzsüzleştirme gibi bozulma durumlarda bile görüntülerin doğru bir şekilde alınması için uygundur. Tescilli görüntü veritabanlarından seçilen veya popüler arama motorlarından rasgele alınan çok sayıda resim üzerinde test edilmiştir. Önerilen özelliğin performansını değerlendirmek için, normalleştirilmişdeğiştirme sırası kullanılmıştır. [2]

Edge Histogram Filter: Görüntünün kenar ve uç bölgelerine odaklanan ve o bölgelere odaklanan bir filtredir.

Görüntü indekisleme için klasik renk histogramı bir görüntünün şekli bilgisini hesaba katmaz. Kenar bilgisi olan bir renk histogram yöntemi incelenmiştir. Renk dağılımları, üç kenar paterninde (iki yönlü kenar ve bir tane yönsüz kenar) pikseller için bulunur ve üç kenar ölçüsü her kenar tipinin renk dağılımı temel alınarak hesaplanır. Bu üç mesafe önlemini birleştirerek elde edilen önerilen benzerlik önlemi, yalnızca tek (yönsüz olmayan) kenar türleri kullanmaya kıyasla yanlış eşleşme oranını azaltabilir. Simülasyon sonuçları, geleneksel renk histogramı ve kenar histogramı ile karşılaştırıldığında endekisleme kalitesinde bir iyileşme olduğunu gösterir. [19]

Bu filtreler sonu elde edilen verilerimiz 4 ayrı sınıflandırma tekniği ile sınıflandırdık. Bu sınıflandırma teknikleri şunlardır:

Karar Ağaçları:

Örnek alanının ardışık bir bölümü olarak ifade edilen sınıflandırma çeşidine karar ağacı denir. Karar ağaçları, köklü bir ağacı oluşturan düğümlerden meydana gelmektedir. [7]

KA, sınıflandırma ve tahmine dayalı birçok çalışmada kullanılmakta olan basit bir algoritmaya sahiptir. Verinin sınıflandırılması, öğrenme ve sınıflama

aşamalarından oluşan bir süreç gerektirir. Öğrenme aşamasında eğitim için kullanılacak veriler ile model oluşturulur. Sistemin öğrenmesi karar ağacı yapısına göre gerçekleştirilir. Test verileri ise modelin başarısını belirlemek amacıyla kullanılır. İstenilen düzeyde bir doğruluk kabul edilirse kurallar yeni verilerin analizinde de geçerli kılınır. [3]

Destek Vektör Makineleri:

Destek vektör makineleri öğrenme, sınıflandırma ve regresyon problemlerine uygulanabilir. Destek vektör makineleri sınıflandırıcıları oluşturmaktadır. Dönüştürülmüş bir girdi alanına yerleştirilmiş ve örnekleri bölerek maksimum marj sağlar. [7]

Destek Vektör Makineleri (DVM) istatistiksel öğrenme teorisine dayalı bir kontrollü sınıflandırma algoritmasıdır. DVM'nin sahip olduğu matematiksel algoritmalar başlangıçta iki sınıflı doğrusal verilerin sınıflandırılması problemi için tasarlanmış, daha sonra çok sınıflı ve doğrusal olmayan verilerin sınıflandırılması için genelleştirilmiştir. DVM'nin çalışma prensibi iki sınıfı birbirinden ayırabilen en uygun karar fonksiyonun tahmin edilmesi, başka bir ifadeyle iki sınıfı birbirinden en uygun şekilde ayırabilen hiper-düzlemin tanımlanması esasına dayanmaktadır. [1,4] Bir çok alanda başarıyla kullanılan DVM'lerin uzaktan algılama alanında kullanımı konusunda son yıllarda yoğun çalışmalar yürütülmektedir [9,13,17,18]

Bayes:

Verileri modellemede ve durum geçişlerini ifade etmekte kullanılan yöntemdir.

Bayes teoremi, bir olayın gerçekleşme olasılığı ile ilgili öncül olasılık beklentilerinin, olayın gerçekleşmesi durumunda elde edilen yeni bilgilerle güncelleştirilerek, soncul olasılıkların bulunmasını sağlayan bir olasılık teoremidir.

Varsayalım ki X bilinmeyen bir veri örneği olsun. A ise X'in C sınıfına ait olan bir hipotez olsun. Bunun olasılığı ise $P(A|X)$ şeklinde gösterilir.. Hipotezde gerçekleşen olasılık ise $P(H)$ olur. Gözlenen örnek verinin olasılığı ise $P(X|A)$ şeklinde hesaplanır. sonrasal= olasılık x önsel /olay (7)

Yapay Sinir Ağı:

Yapay sinir ağları, biyolojik sinir ağlarından esinlenilerek ortaya çıkarılan ve biyolojik sinir ağlarına benzer bazı performans özellikleri içeren bir bilgi işleme sistemidir. [14]

YSA, insanoğlunun nörolojik yapısından yola çıkılarak geliştirilen çeşitli yapay hücre ve ağ modellerini içeren matematiksel bir yöntemdir. Genel bir yapay sinir ağı mimarisi; giriş katmanı, ara katman ve çıkış katmanı olmak üzere üç

katmandan oluşur. Bu katmanlar arasındaki bağlantılar ile oluşturulan yapay sinir ağları bilginin keşfinde birçok alanda kullanılmaktadır. [6,15] Ertun ve koca

BULGULAR

Çıkan verilerin özet tablosunun genel hali şu şekildedir:

Tablo 1: Özet Tablosu

	Correctly Classified Instances	Kappa statistic	Mean absolute error	Root mean squared error	Relative absolute error	Root relative squared error
FC TH-SMO	96,55%	95,56%	4,14%	2,75%	31,75%	78,88%
FC TH-MLP	89,66%	86,57%	4,35%	4,85%	15,54%	39,37%
FC TH-BAYES	89,66%	86,59%	4,88%	4,93%	20,19%	52,00%
FC TH-J48	68,97%	60,51%	1,80%	1,40%	31,40%	77,99%
ED GE-SMO	58,60%	47,98%	2,6,62%	2,51%	35,80%	88,10%
ED GE-MLP	58,60%	47,51%	1,8,03%	1,76%	34,10%	86,30%
ED GE-BAYES	62,19%	51,45%	1,6,26%	1,65%	38,50%	96,00%
ED GE-J48	48,30%	33,99%	2,0,56%	2,05%	44,90%	10,90%
AU TO-SMO	86,20%	82,69%	2,4,97%	2,01%	33,60%	81,90%
AU TO-MLP	82,80%	78,58%	8,53%	8,25%	23,54%	57,74%
AU TO-BAYES	79,30%	73,76%	8,28%	8,77%	28,70%	71,40%
AU TO-J48	58,60%	47,03%	1,6,55%	1,96%	38,40%	96,70%
GA BOR-SMO	62,07%	52,81%	2,6,34%	2,02%	35,97%	86,98%
GA BOR-MLP	68,97%	60,93%	1,4,22%	1,71%	30,24%	76,29%
GA BOR-BAYES	62,07%	52,67%	1,4,75%	1,02%	37,88%	91,95%
GA BOR-J48	68,97%	60,81%	1,6,83%	1,77%	31,35%	78,91%

Correctly Classified Instances: Doğru Sınıflandırma oranı

Kappa Statistic: İki değerleyici arasındaki güvenilirliği ölçen bir istatistik yöntemidir.

Mean Absolute Error: Ortalama Mutlak Hata

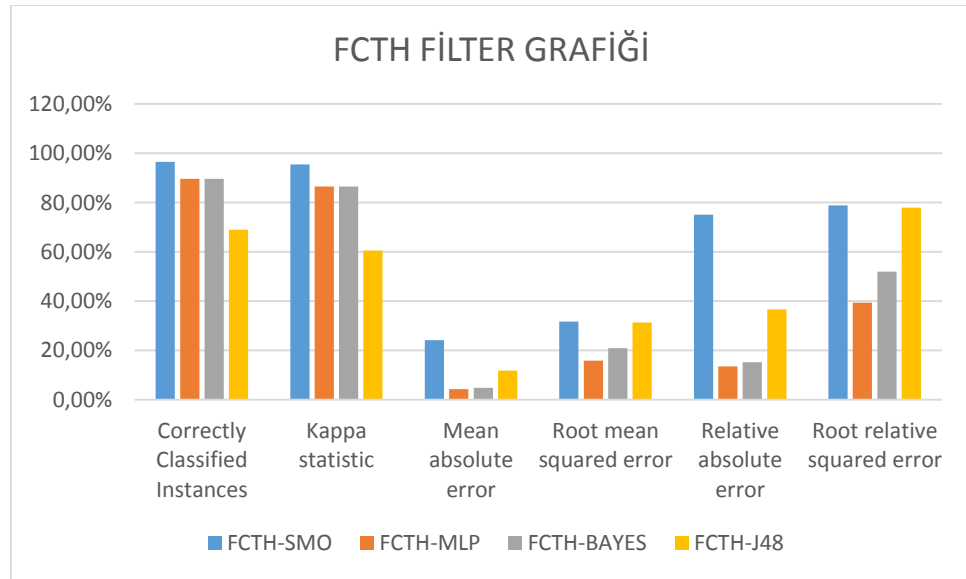
Root Mean Squared Error: Ortalama hatanın karekökü

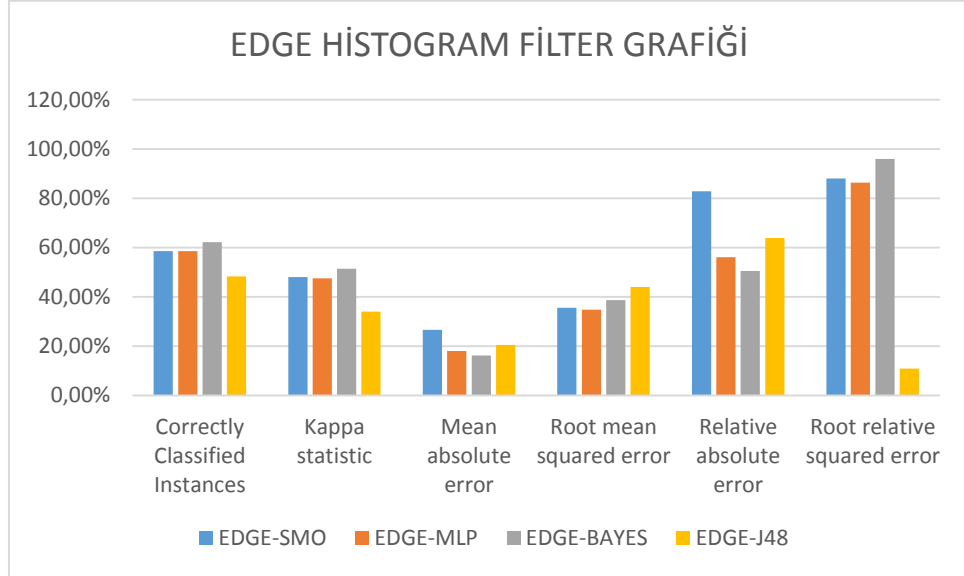
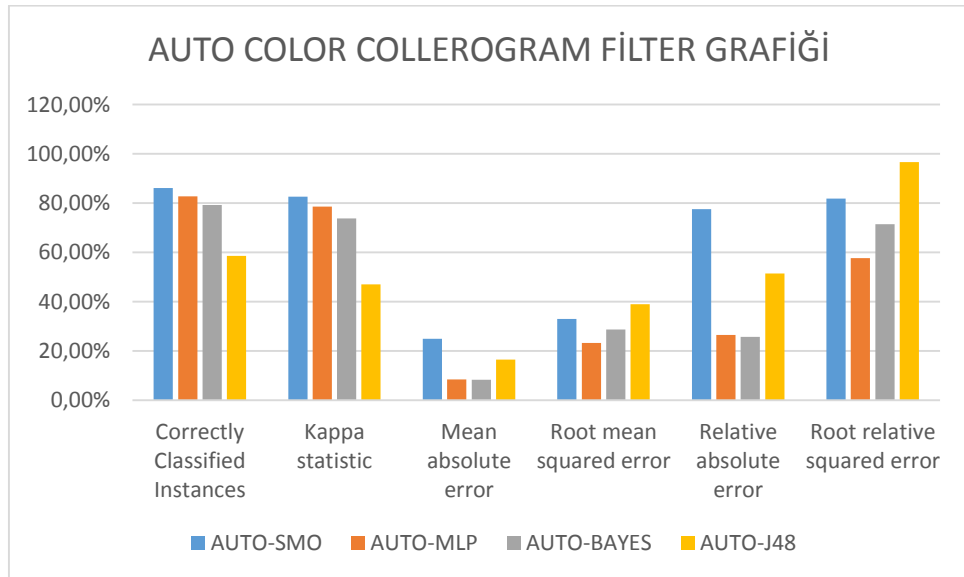
Relative Absolute Error: Bağlı mutlak hata

Root Relative Absolute Error: Bağlı hatanın karekökü

Özet tablosu baz alınarak oluşturulan grafikler aşağıdaki gibidir.

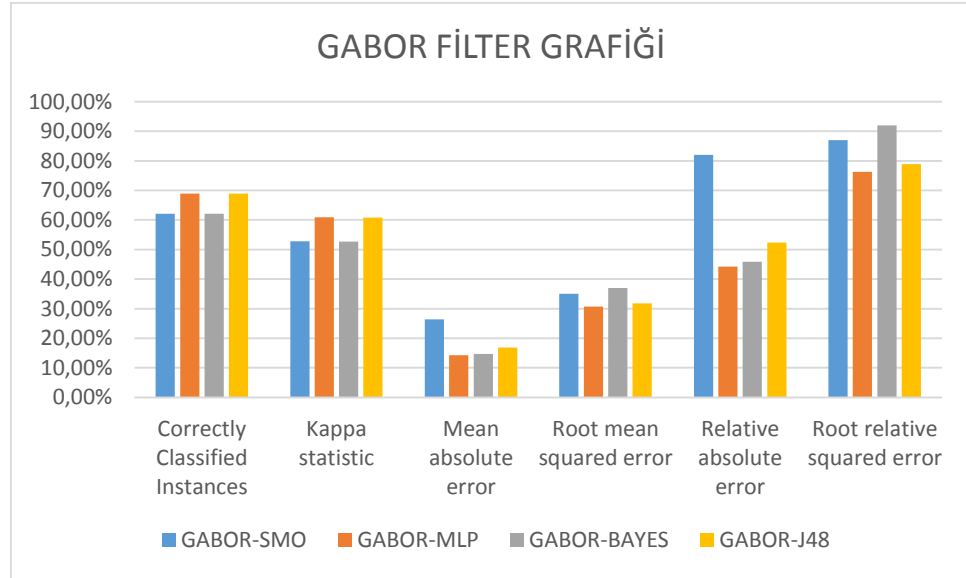
Şekil 1: FCTH Filter Grafiği



Şekil 2: Edge Histogram Filter Grafiği**Şekil 3:** Auto Color Colerogram Filter Grafiği

Tablo 2: Ortalama ve Genel Sonuç Tablosu

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F- Measure	MCC	ROC Area	PRC Area
BAYES	0,621	0,098	0,471	0,621	0,535	0,479	0,862	0,737
SMO	0,586	0,103	0,601	0,586	0,554	0,472	0,826	0,528
J48	0,483	0,147	0,392	0,483	0,427	0,293	0,696	0,404
MLT	0,586	0,109	0,572	0,586	0,546	0,457	0,867	0,682
BAYES	0,793	0,043	0,833	0,793	0,794	0,758	0,889	0,762
SMO	0,862	0,019	0,924	0,862	0,872	0,855	0,953	0,864
J48	0,586	0,115	0,612	0,586	0,595	0,479	0,769	0,547
MLT	0,828	0,019	0,924	0,828	0,839	0,828	0,978	0,935
BAYES	0,897	0,031	0,914	0,897	0,894	0,873	0,988	0,957
SMO	0,966	0,009	0,970	0,966	0,966	0,958	0,991	0,955
J48	0,690	0,076	0,793	0,690	0,697	0,652	0,891	0,732
MLT	0,897	0,033	0,901	0,897	0,892	0,866	0,974	0,948
BAYES	0,621	0,081	0,663	0,621	0,608	0,540	0,918	0,733
SMO	0,621	0,079	0,675	0,621	0,606	0,545	0,850	0,576
J48	0,690	0,070	0,726	0,690	0,694	0,625	0,887	0,662
MLT	0,690	0,068	0,734	0,690	0,690	0,629	0,930	0,851

Şekil 4: Gabon Filter Grafiği

Ortalama ve sonuç tablosu şekildeki gibidir. Genel bir karşılaştırma yapılacak olursa “FCTH Filter” filtresinin SMO değerleri en iyi değerler olarak göze çarpmaktadır. Destek vektör makineleri ve FCTH görüntü işleme tekniği ile görüntülerin %96,55’i doğru olarak sınıflandırılmıştır.

SONUÇ VE YORUMLAMA

Bu çalışmada uydu fotoğrafları taranarak orman arazisi, boş arazi, ekili arazi, maden ocakları ve kaçak konutlar görüntü işleme teknikleri ve yapay zeka algoritmaları ile analiz edilerek sınıflandırılmıştır. Bu sayede kaçak yapıların tespit edilmesi uydu ve insansız hava araçları ile çekilen fotoğraflar ile eş zamanlı olarak takip edilebilecektir. Buna ek olarak geliştirilen bu yöntemin İHA’lara entegre edilmesi ile boş araziler, kaçak orman kesimleri ve ekili alanlar hatta ekili olan ürünün tespitine kadar tahminler yapılabilecektir. 117 adet veri seti için yapılan çalışma sonucunda; Görüntü filtrelerinin; Edge Histogram Filter, Auto Color Collogram Filter, Gabor Filter ve FCTH Filter filtreleri kullanılarak sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırma işlemlerinin yapılmasında Bayes Ağları, Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri ve J48 Karar Ağacı makine öğrenme teknikleri kullanılarak 16 farklı sonuç elde edilmiştir.

Sonuç olarak değerlendirildiğinde “FCTH Filter” filtresinin “Destek Vektör Makineleri (SMO)” sınıflandırma tekniği doğruya en yakın sonucu vermektedir.

Eldeki sonuca göre veriyi doğru sınıflama oranı yaklaşık olarak **%97** bu sınıflandırmanın güvenilirlik katsayısı ise yaklaşık **%96** olarak görülmektedir.

Mevcut sistemde haritacılık, afet izleme, kirlilik ve çevrenin izlenmesi ile şehircilik ve planlama amaçlarıyla görev yapmakta olan Rasat uydusu yalnızca yılda 1 defa tüm ülkeyi tarayabilmektedir. Göktürk 2 uydusu günde 4 defa aynı noktanın görüntülerini gönderebilme özelliğine sahip ise de sadece askeri amaçlar için kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmanın doğru sınıflandırma sonuçlarını ve güvenilirlik katsayılarını yükseltebilmek adına İHA'lerden faydalanabilir. İHA'lar rotalama optimizasyon yöntemleri ile günlük sınırları belirlenen bölgeler içerisinde kullanılacaktır. Belirlenen rota üzerinde elde edilen görüntüler geliştirilen görüntü işleme tabanlı yapay zekâ algoritmasında anlık olarak analiz edilip eş zamanlı olarak merkeze gönderilecektir. Bu sayede anlık, düşük maliyetli ve personel gerektirmeyen kaçak yapı tespit sistemi hayata geçirilecektir.

Yapılan bu çalışmanın oluşturduğu alt yapıyla, ülkedeki tarım ve orman arazileri belirli periyotlarla taranarak ülkenin tarım politikasının doğru ve hızlı bir biçimde belirlenmesinde etkili olacaktır. Bunun yanında çiftçilere de danışmanlık hizmeti sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. Chappelle, O., & Vapnik, V. (2000). Model selection for support vector machines. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 230-236).
2. Chatzichristofis, S. A., & Boutalis, Y. S. (2008, May). Fcth: Fuzzy color and texture histogram-a low level feature for accurate image retrieval. In *Image Analysis for Multimedia Interactive Services, 2008. WIAMIS'08. Ninth International Workshop on* (pp. 191-196). IEEE.
3. Chien, C.F., Chen, L.F., "Data Mining to Improve Personnel Selection and Enhance Human Capital: A Case Study in High-Technology Industry", *Expert Systems with Applications*, 34(1): 280-290 (2008).
4. Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning*, 20(3), 273-297.
5. DİLLY, R., 1995, *Data Mining*, An Introduction Student Notes.
6. Ertunç, H.M., Hoşöz, M., "Comparative analysis of an evaporative condenser using artificial neural network and adaptive neuro-fuzzy inference system", *International Journal of Refrigeration*, 31(8): 1426-1436 (2008).
7. FAYYAD, U., M., WIERSE, A., & GRİNSTEIN, G. G., 2002, *Information visualization in data mining and knowledge discovery*, Morgan Kaufmann, USA, 1-55860-689-0.
8. FERNANDEZ, G., 2010, *Statistical data mining using SAS applications*, CRC Press.

9. Foody, G. M., & Mathur, A. (2004). A relative evaluation of multiclass image classification by support vector machines. *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*, 42(6), 1335-1343
10. Gabor, D. (1946). Theory of communication. Part 1: The analysis of information. *Journal of the Institution of Electrical Engineers-Part III: Radio and Communication Engineering*, 93(26), 429-441.
11. <http://blog.udentify.co/04/2017/goruntu-isleme-nedir/>
12. <https://sehirharitasi.ibb.gov.tr/>
13. Kavzoglu, T., & Colkesen, I. (2009). A kernel functions analysis for support vector machines for land cover classification. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11(5), 352-359.
14. KAYNAR, O., TAŞTAN, S., & DEMİRKOPARAN, F., 2011, Yapay Sinir Ağları İle Doğalgaz Tüketim Tahmini, *Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 25.
15. Koca, H.K., “Kontrast tutucu maddeli meme MR’ı örneğinde yapay sinir ağları ile görüntü segmentasyonu”, Yükek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
16. Marçelja, S. (1980). Mathematical description of the responses of simple cortical cells. *JOSA*, 70(11), 1297-1300.
17. Melgani, F., & Bruzzone, L. (2004). Classification of hyperspectral remote sensing images with support vector machines. *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*, 42(8), 1778-1790
18. Mitra, S., & Pal, S. K. (2005). Fuzzy sets in pattern recognition and machine intelligence. *Fuzzy Sets and systems*, 156(3), 381-386
19. Shim, S. O., & Choi, T. S. (2002, June). Edge color histogram for image retrieval. In *Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on* (Vol. 3, pp. 957-960). IEEE.
20. Super, B. J., & Bovik, A. C. (1991, November). Three-dimensional orientation from texture using Gabor wavelets. In *Visual Communications, '91, Boston, MA* (pp. 574-586). International Society for Optics and Photonics.