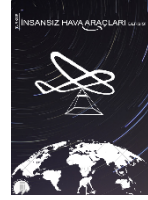




Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tiha>

e-ISSN 2687-6094



İnsansız Hava Araçlarının Segmentasyon Çalışmalarında Kullanımı

Osman Villi ^{1*}, Murat Yakar ²

^{1*} Toros Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, 33140, Mersin, Türkiye; (osman.villi@toros.edu.tr)

² Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 33110, Mersin, Türkiye; (myakar@mersin.edu.tr)



*Sorumlu Yazar:
osman.villi@toros.edu.tr

Derleme Makalesi

Alıntı: Villi, O., & Yakar, M. (2024). İnsansız Hava Araçlarının Segmentasyon Çalışmalarında Kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 6(1), 30-41.

Geliş : 15.01.2024
Revize 1 : 20.02.2024
Revize 2 : 21.03.2024
Kabul : 06.04.2024
Yayınlama : 30.06.2024

Özet

İnsansız hava aracı üzerine entegre edilen gelişmiş kamera sistemleri sayesinde yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilebilmektedir. Bu görüntüler çoğu zaman, uydu görüntülerine göre mekânsal, zamansal, radyometrik ve spektral çözünürlük olarak daha avantajlıdır. Ancak, taranan alanların büyüklüğüne bağlı olarak, elde edilen veriler büyük boyutlara ulaşmakta ve fazla yer kaplamaktadır. Bu nedenle verilerin işlenerek anlamlı bilgilerin ve çıkarımların elde edilmesi zorlaşmaktadır. Görüntülerin içerisinden anlamlı olan verilere ulaşabilmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Önceleri, operatörler görüntüleri tek tek inceleyerek analiz etmekte iken, günümüzde nesne tabanlı ve piksel tabanlı veri çıkarımları geliştirilmiştir. Bu yöntemler sayesinde, veriler hızlı ve yüksek doğruluk oranına sahip olacak şekilde yazılımlar tarafından ayrıştırılabilmektedir. Segmentasyon ve sınıflandırma yöntemleri sayesinde kategorilendirme, alt sınıflara bölme, ayırıştırma, tespit etme gibi işlemlerin yapılması kolaylaşmaktadır. Büyük ve karmaşık verilerin analizi için veri üzerinde yapılacak segmentasyon ve sınıflandırma işlemleri oldukça kritik öneme sahiptir. Birçok çalışma göstermektedir ki bu teknikler ve uygulamalar her geçen gün gelişmekte ve literatüre girmektedir. Bu çalışma kapsamında, insansız hava araçları ile yapılan segmentasyon ve sınıflandırma çalışmalarına değinilmiş, çalışmaların sonuçları irdelenmiştir. Hibrit ve derin öğrenme temelli teknikler kullanılan çalışmaların diğer çalışmalara göre daha verimli sonuçlar ürettiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İHA, Segmentasyon, Sınıflandırma, Görüntü İşleme, Derin Öğrenme.

Usage of Unmanned Aerial Vehicles in Segmentation Studies

*Corresponding Author:
osman.villi@toros.edu.tr

Review Article

Citation: Villi, O., & Yakar, M. (2024). Usage of Unmanned Aerial Vehicles in Segmentation Studies. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 6(1), 30-41 (in Turkish).

Received : 15.01.2024
Revised 1 : 20.02.2024
Revised 2 : 21.03.2024
Accepted : 06.04.2024
Published : 30.06.2024

Abstract

Advanced camera systems integrated in to unmanned aerial vehicles (UAVs) enable the acquisition of high-resolution images. These images are often more advantageous in terms of spatial, temporal, radiometric, and spectral resolution compared to satellite images. However, depending on the size of the scanned areas, the acquired data becomes large and occupies significant storage space. Therefore, processing the data to obtain meaningful information and insights becomes challenging. Various methods have been developed to extract meaningful data from images. While operators used to analyze images one by one in the past, today, object-based and pixel-based data extractions have been developed. Thanks to these methods, data can be parsed by software rapidly and with high accuracy. Segmentation and classification methods facilitate processes such as categorization, sub-classification, parsing, and detection. Segmentation and classification processes on data are of crucial importance for the analysis of large and complex datasets. Numerous studies demonstrate that these techniques and applications are continuously evolving and gaining prominence in the literature. Within the scope of this study, segmentation and classification efforts conducted with UAVs have been discussed, and the outcomes of these studies have been examined. It is observed that studies utilizing hybrid and deep learning-based techniques tend to yield more efficient results compared to other approaches.

Keywords: UAV, 3D Segmentation, Classification, Image Processing, Deep Learning,

1. Giriş

İnsansız hava araçları (İHA) son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir. Üzerlerinde taşıdıkları sensörler ve otonom uçuş özellikleri sayesinde hassas veriler toplayabilmektedirler. Bu nedenle birçok alanda İHA sistemlerinden faydalanılmaktadır. Zirai uygulamalar, doğal afet izleme uygulamaları, adli uygulamalar, güvenlik ve emniyet uygulamaları, maden çalışmaları, volkan araştırmaları, peyzaj uygulamaları bu alanlardan bazılarıdır. Örneğin, tarımsal bir alanın su stresinin tespiti, zararlı ot tespiti, toprak nem analizi, otonom ilaçlama ve tohumlama işlemleri İHA sistemlerinin kullanıldığı zirai uygulamalar olarak tanımlanabilir. Doğal afet uyarı sistemleri, afet sonrası hasar tespiti, heyelan analizleri, tektonik analizler ise afet izleme uygulamaları altında yer alan başlıklardır. Kübaj hesaplama, tematik harita oluşturma, alan ölçümleri, gaz yoğunlukları ve meteorolojik ölçümlerin yapılması madencilik faaliyetlerinde İHA ile yapılan görevler arasında yer almaktadır (Muchiri & Kimathi, 2022; Delavarpour vd., 2021; Villi & Yakar, 2022).

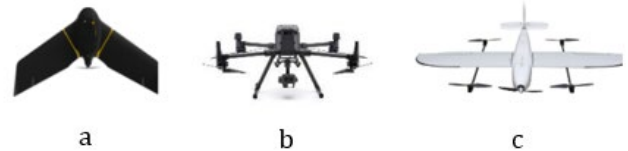
İHA sistemleri genellikle, gelişmiş elektro-optik algılayıcı sistemler (kamera veya kameralar) taşımaktadır. Bu kamera sistemleri ile alınan görüntüler yüksek çözünürlükte olmaktadır. Ayrıca görüntüler yer yüzüne yakın irtifadan toplandığı için (görüntülenecek alanın büyüklüğüne bağlı olmakla birlikte) fazla sayıda detay içermektedir. Dolayısı ile bu görüntüler içerisinde anlamlı veriler elde etmek genellikle uzun işlem adımlarına neden olmaktadır (Yiğit & Uysal, 2019). Bu işlem adımlarının hızlandırılması ve belli teknikler çerçevesinde yapılması için segmentasyon teknikleri geliştirilmektedir. Segmentasyon (sınıflandırma, bölümlendirme) teknikleri görüntü verileri içerisinde anlamlı verilerin çıkarılması ve uzun işlem adımlarının hızlandırılması için çeşitli yöntemleri barındırmaktadır. Bu yöntemler sayesinde verilerin kümelenmesi, gruplandırılması, ayrıştırılması, alt bölümlerin oluşturulması, gereksiz verilerin temizlenmesi, veriler içerisinde belli bir nesnenin tespiti, nesne sayımı gibi birçok probleme çözüm üretilebilmektedir (Ceylan & Uysal, 2021).

İHA kullanılarak görüntülerin toplanması ve sonrasında istenen segmentasyon işlemleri bir dizi prosedürler içerir. Öncelikle İHA ile çalışma bölgesinde belli bir irtifadan uçuşlar yapılarak birçok görüntü toplanır. Bu görüntüler çeşitli fotogrametrik değerlendirme yazılımları sayesinde işlenerek segmentasyon işlemleri gerçekleştirilir. Ancak yine de segmentasyon işlemi istenen başarımlı orana ulaşamayabilir. Segmentasyon başarımını etkileyen birçok parametre mevcuttur. Görüntülerin yeterince

net olmaması, yüksek irtifa görüntülerindeki detay kaybı, İHA titreşiminden kaynaklı görüntü hataları, hava durumundan kaynaklı hatalar bu parametrelerden bazılarıdır. Tüm parametrelerin istenen seviyede olması ancak kullanılan segmentasyon algoritmalarının yanlış seçilmesi de bir diğer olumsuzluktur. Tüm çalışmalara ortak uygulanabilecek (universal) bir segmentasyon yöntemi bulunmamaktadır. Bu yöntemler görüntüden görüntüye, uygulamadan uygulamaya ve çalışma alanı farklılıklarına göre değişkenlik gösterir (Tonbul & Kavzoğlu, 2017). Birçok durumda ise parametreler ve algoritmalar değiştirilerek deneme-yanılma yöntemi uygulanmaktadır. Tek bir segmentasyon yöntemi yerine hibrit yöntemlerin başarımlı oranları daha iyi olabilmektedir.

2. İHA Sistemleri

İHA sistemleri birçok kaynaktan, üzerinde herhangi bir pilot bulundurmayan otonom, yarı otonom veya bir operatör tarafından kumanda edilebilen hava araçları olarak tanımlanmaktadır. İHA sistemleri bazı kaynaklarda “drone” olarak da isimlendirilmektedir. Kanat yapısı, motor yapısı, yakıt tipi veya menziline göre çeşitli sınıflandırma teknikleri ile kategorilere ayrılmışlardır (Elmas, 2019). Örneğin 4 motoru olan ve dikey iniş kalkış yapabilen sistemlere “quadcopter” denilmektedir. Sabit kanat yapısı olan ve hareketini yatay olarak gerçekleştiren sistemlere ise “fixed wing” (sabit kanat) denilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Yaygın olarak kullanılan İHA türleri (a: sabit kanat, b: rotary wing, c: hibrit tip) (Villi & Yakar, 2022).

İHA sistemleri, özellikle son yıllarda birçok alanda kendine yer bulmaktadır. İHA'lar üzerine entegre edilebilen yüksek görüntüleme kabiliyetlerine sahip kameralar sayesinde zorlu şartlarda bile veri toplanabilmektedir. Kamera türleri olarak; görünür ışık, multispektral, termal, multispektral, oblik, optik yakınlaştırma özellikli veya web kameraları kullanılabilir (Cilek vd., 2020). Şekil 2' de İHA üzerine entegre edilebilen bazı kamera tipleri görülmektedir.

İHA yapısı gereği, hareketi esnasında yüksek frekanslı titreşimlere maruz kalmaktadır. Ayrıca hava olayları da İHA'ya etkiyen çevresel kuvvetlerdendir. Bu etmenlere rağmen alınan görüntülerin net olması istenmektedir. Bu sebeple görüntü sabitleme üniteleri geliştirilmektedir. Gimbal adı verilen dengeleyici, 3

eksendeki titreşimleri sönmüleyerek kameranın oryantasyonunu sabitlemekle görevlidir. Bu sayede İHA'ya etkiyen kuvvetler hangi yönde olursa olsun, toplanan görüntüler yüksek kalitede olmaktadır (Şekil 3).



Şekil 2. İHA üzerine entegre edilebilen bazı kamera tipleri (a: termal kamera, b: multispektral kamera, c: hiperspektral kamera, görünür ışık kamerası).



Şekil 3. İHA'larda kullanılan bir Gimbal modeli (Unmanned Systems Technology, 2022).

Ayrıca gimbal bulundurmayan İHA sistemlerinde bile küresel konumlandırma sistemi sensörü (GPS: Global Positioning System) bulunduğu için İHA görevi esnasında sürekli konum kontrolü yaparak rotasına bağlı kalmaktadır. Bu da yine alınan görüntülerin kalitesini ve uçuş güvenliğini arttıran bir diğer alt sistemdir (Şekil 4).



Şekil 4. GPS sensörü.

2.1. İHA İle Yapılan Çalışmalar

İHA'ların kullanım alanları her geçen gün genişlemektedir. Günümüzde sadece askeri faaliyetlerde değil aynı zamanda mühendislik

çalışmaları, endüstriyel faaliyetler, madencilik uygulamaları, hassas tarım uygulamaları ve arkeoloji çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca doğal afet izleme, lojistik faaliyetler, iletişim uygulamaları, çevre ve doğa koruma çalışmaları, reklam, sinema ve spor alanlarında da kullanımı artmaktadır (Yakar & Villi, 2023a).

Harita mühendisliği alanında İHA ile yapılan çalışmalarda, genellikle mekânsal referanslama, sayısal yükseklik modeli üretimi, ortofoto üretimi, tematik harita üretimi, oblik haritalama, CBS (coğrafi bilgi sistemleri) yazılımları için altlık harita üretimi yapılmaktadır. (Akar vd., 2021; Seyrek vd., 2021; Zakıyyatuddin vd., 2021; Villi & Yakar, 2023b).

Doğal afetle mücadele ve afet izleme uygulamalarında heyelan analizleri, sel ve taşkın analizleri, yangın tespit ve izleme, arama-kurtarma, yer tespiti, aydınlatma ve iletişim uygulamaları ön plana çıkmaktadır (Alptekin & Yakar, 2020; Changchun vd., 2010; Jiao vd., 2019).

Hassas tarım uygulamalarında zirai ilaçlama, sulama planlaması, indeks çıkarımı, hastalık teşhisi, su stresi ölçümleri, toprak analizleri başlıca uygulamalar arasındadır (Donmez vd., 2021; Villi, 2019; Garre & Haris, 2018; Ge vd., 2019).

Arkeoloji çalışmaları kapsamında, arkeolojik alanların haritalandırılması, 3 boyutlu modellenmesi, arkeolojik eserlerin modellenmesi, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik uygulamaları, röleve çalışmaları yapılmaktadır (Kanun vd., 2021, 2022; Şasi & Yakar, 2017; Karataş vd., 2022a, 2022b).

İHA'lar emniyet ve güvenlik uygulamalarında trafik izleme ve denetleme, kavşak kontrolü, hız kontrolü, mayın tespiti ve mayın tarama, nükleer, kimyasal, biyolojik kaza izleme gibi çalışmalarda kullanılmaktadır.

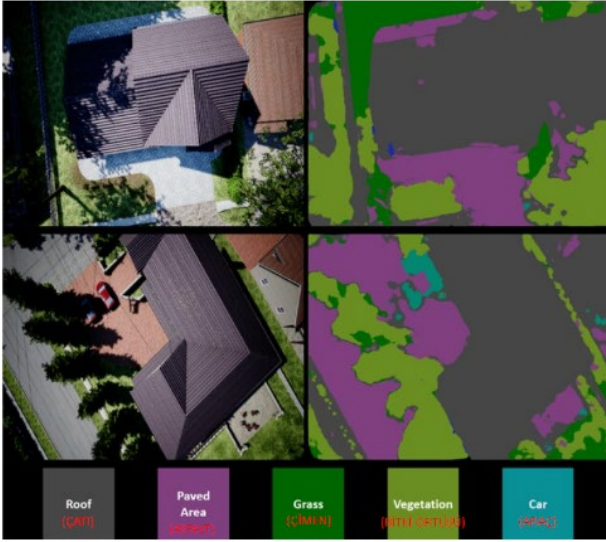
Madencilik alanında ise, maden sahası haritalama, kübaj hesaplama, rota planlama, gaz ölçümleri, metal tespiti, patlatma faaliyetlerinin izlenmesi gibi çalışmalar yapılmaktadır (Lee & Choi, 2016; Honkavaara vd., 2016).

Lojistik faaliyetlerde sipariş taşıma, ilaç taşıma, organ taşıma gibi faaliyetler bulunmaktadır. İletişim uygulamalarında ise anons uygulamaları ve hüresel veri dağıtım çalışmaları yapılmaktadır. Adli uygulamalarda ise kaza analizi, olay analizi, şüpheli tespiti ve takibi gibi uygulamalar bulunmaktadır (Amin vd., 2020; Queralta vd., 2020).

İHA ile yapılan uygulamaların hemen hepsinde görüntü verilerinden faydalanılmaktadır. Bu veriler çeşitli teknikler ile işlenerek anlamlı veriler haline getirilmektedir. Görüntü kümeleri içerisinde istenen değer çıkarılabilmesi için görüntü segmentasyonu işlemleri önemli bir eşittir.

3. 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojileri

Görüntülerin segmentasyonu için birçok yöntem bulunmaktadır ve her geçen gün bu yöntemlere yenileri eklenmektedir. Görüntülerin anlamlı parçalara ayrılması, alt gruplara bölünmesi, nesne ayrıştırma, nesne arama, kümeleme, kenar bulma, nesne sayma gibi uygulamalar için segmentasyon işlemleri yapılmaktadır. Segmentasyon işlemlerinin uygulama alanları olarak tıbbi görüntüleme, otomatik trafik kontrolü, otonom araçlar, görüntü arama motorları, haritalama, askeri uygulamalar, artırılmış gerçeklik uygulamaları, zirai ve ormancılık uygulamaları, madencilik uygulamaları, üretimde hata algılama, termal görüntüleme uygulamaları sayılabilir (Sarma & Gupta, 2021; Jasim & Mohammed, 2021; Torunlar vd., 2021; Bharodia vd., 2020). Örnek bir segmentasyon işlemi aşağıda görülmektedir (Şekil 5).

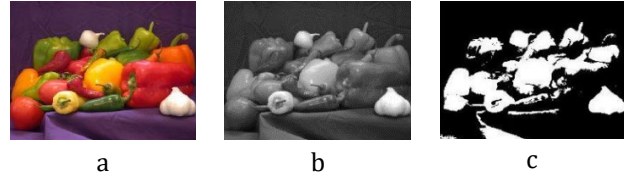


Şekil 5. Örnek bir segmentasyon çalışması (Kannan & Min, 2022).

Görüntü segmentasyon teknikleri birçok açıdan kategorize edilmiştir ancak literatürde genel kabul görmüş kategorilendirmede 3 ana yöntem bulunmaktadır. Bunlar klasik segmentasyon, birlikte segmentasyon ve derin öğrenme tabanlı segmentasyon teknikleridir. Klasik segmentasyon teknikleri olarak eşikleme (threshold), kenar tabanlı (edge detection), bölgesel (region-based) tabanlı, kümeleme (clustering), grafik tabanlı, rastgele yürüyüş (random walks) gibi algoritmalar bulunmaktadır. Birlikte segmentasyon teknikleri olarak nesne tabanlı (object-based), rastgele yürüyüş, aktif kontur tabanlı, Markov rastgele alanı (Markov random field) gibi teknikler bulunmaktadır. Derin öğrenme tabanlı segmentasyon teknikleri olarak ise kodlayıcı-çözücü (encoder-decoder) mimarisi, atlama bağlantıları (skip connections), evrişimli sinir ağı (convolutional neural network) gibi teknikler

bulunmaktadır (Yu vd., 2023; Sarma & Gupta, 2020; Minaee vd., 2022).

Klasik segmentasyon tekniklerinden olan eşikleme pek çok uygulamada yaygın olarak tercih edilen tekniklerden biridir. Eşikleme tekniğinin amacı, görüntü içerisindeki nesnelere ile arka planın birbirinden ayrılmasıdır. Eşikleme için öncelikle gri seviyeli görüntünün elde edilmesi ve histogramının açılması gerekmektedir. Histogramın açılması işlemi, görüntü kontrastını arttıracak için nesnelere ile diğer alanlar arasında piksel farkı fazlalaşacaktır. İstenen başarı oranının sağlanması için histogramın ne kadar açılacağı ve eşik değeri değiştirilebilir. Örnek bir eşikleme işlemi Şekil 6' da görülmektedir.



Şekil 6. Örnek bir eşikleme işlemi (a: orijinal görüntü, b: gri seviyeli görüntü, c: belli bir eşik değerine göre 2 sınıfa ayrılmış görüntü) (Mathworks, 2024).

Yu vd., (2023) tarafından yapılan segmentasyon tekniklerinin kategorilendirmesine ait bir tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Segmentasyon tekniklerinin kategorilendirilmesi (Yu vd., 2023).

Klasik Segmentasyon	*Kenar tespiti (Edge Detection)
	*Alanlara Bölme (Region Division)
	*Graf Teori (Graph Theory)
	*Kümeleme (Clustering)
	*Rastgele Yürüyüş (Random Walk)
Birlikte Segmentasyon	*Markov Rastgele Alan (Markov Random Field)
	*Rastgele Yürüyüş (Random Walk)
	*Aktif Kontur (Active Contours)
	*Kümeleme (Clustering)
	*Graf Teori (Graph Theory)
Derin Öğrenme Tabanlı Segmentasyon	*Termal Yayılma (Thermal Diffusion)
	*Nesne Tabanlı (Object-based)
	*Kodlayıcı-Çözücü Mimarisi (Encoder-Decoder Architecture)
	*Atlama Bağlantıları (Skip Connections)
	*Genişletilmiş Evrişim (Dilated Convolution)
Derin Öğrenme Tabanlı Segmentasyon	*Çok Ölçekli Özellik Çıkarımı (Multiscale Feature Extraction)
	*Dikkat Mekanizması (Attention Mechanism)

Jasim & Mohammed (2021) tarafından yapılan segmentasyon tekniklerinin kategorilendirmesine ait bir diğer tablo da aşağıda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Segmentasyon tekniklerinin kategorilendirilmesi (Jasim & Mohammed, 2021).

Threshold Segmentasyon Teknikleri	*Global Threshold (Otsu, İteratif, Minimum hata vb. teknikler) *Lokal Threshold (Niblack, Sauvola, Bernsen vb. teknikler) *Dinamik Threshold
Kenar Tabanlı Segmentasyon Teknikleri	*Gri Seviyeli Histogram *Gradient Tabanlı (Sobel, Canny, Roberts, Prewitt, Laplace vb. teknikler)
Alan Tabanlı Segmentasyon Teknikleri	*Bölge Büyüme *Bölge Ayırma/Birleştirme
Kümeleme Teknikleri	*Sert Kümeleme (K-Means vb.) *Yumuşak Kümeleme (Fuzzy C-Means vb.)
Derin Öğrenme Tabanlı Segmentasyon Teknikleri	*Kodlayıcı-Çözücü Modeller *Destek Vektör Makinaları *Evrimsel Sinir Ağları *Yinelemeli Sinir Ağları
Hibrit Teknikler	*Bulanık Mantık *Akıllı Sürü Algoritmaları (Yapay arı kolonisi algoritması, parçacıklı sürü optimizasyonu algoritmaları vb.) *Evrimsel Yaklaşımlar

4. Yöntem

4.1. Threshold (Eşikleme)

Görüntü üzerinde bir sınır değerine göre yapılan işlemlerdir. Threshold genellikle gri görüntüyü siyah-beyaz formata dönüştürmek için kullanılmakta ve kenar tespiti, nesne tespiti veya nesne ayırma gibi işlemlerin ön adımı olarak kullanılan yöntemdir (Mathworks, 2024).

Threshold algoritmasında her bir piksel değeri ele alınır ve bir eşik değerinden büyük olup olmadığı kontrol edilir. Piksel, eşik değerinden yüksek ise 255 (veya 0), düşük ise 0 (veya 255) değeri atanır. Tüm görüntü matrisi için bu işlem uygulanır ve sonuçta sadece 0 ve 255 piksel değerinden oluşan siyah-beyaz görüntü matrisi elde edilir.

4.2. Kenar Tabanlı Segmentasyon

Kenar tabanlı segmentasyon teknikleri, görüntü verisinde yer alan nesnenin kenarlarını tespit etmeyi amaçlar. Bu sayede nesne ortaya çıkarılmış olur. Bu segmentasyon tekniği içerisinde bazı işlem adımları da bulunur. Öncelikle görüntü verisi üzerinde kenar algılama filtreleri uygulanır. Bu filtreler genellikle Sobel, Prewitt, Canny gibi filtrelerdir. Bu filtreler yine de eksiksiz olarak kenar deteksiyonu yapamazlar. Eksik kalan veya hatalı algılanan kısımların düzeltilmesi gerekir. Kenarlar düzeltildikten sonra ise diğer alanlar ile kenarı çizilmiş alanın birbirinden ayrılması gerekir. Bunun için ise bölütleme

algoritmaları olan Hough dönüşümü, Watershed algoritması ve ölçek uzayı tabanlı teknikler bulunur. Son aşamada ise özellik çıkarımı ve sınıflandırma işlemleri yapılarak segmentasyon tamamlanır.

4.3. Alan Tabanlı Segmentasyon

Alan tabanlı segmentasyon teknikleri, görüntü verisindeki farklı nesnelere veya bölgelere, piksel yoğunluğu veya renk gibi özelliklerine dayanarak belirli kriterlere göre gruplayarak ayıran işlem adımlarını kapsar. Bu teknikler, görüntüde homojen veya benzer özelliklere sahip alanları tanımlamak ve böylece görüntüyü parçalara ayırmak için kullanılır. Bu segmentasyon tekniğinde en basit sınıflandırma yöntemi thresholda olarak kabul edilir. Pikseller sadece bir eşik değerine göre sınıflara atanabilir. Ancak çoğu çalışmada bu yöntem tek başına yetersiz kalmaktadır. Bölge tabanlı bölütleme, bölge büyütme, kümeleme, kenar tespiti gibi tekniklerin birlikte kullanılmasıyla daha başarılı sonuçlar elde edilebilir.

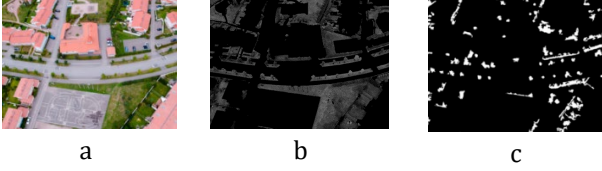
4.4. Derin Öğrenme Tabanlı Segmentasyon Teknikleri

Derin öğrenme tabanlı segmentasyon teknikleri, görüntü segmentasyonunda ve sınıflandırmasında derin öğrenme algoritmalarının kullanıldığı tekniklerdir. Bu tekniklerde, derin sinir ağları (CNN - Convolutional Neural Networks) gibi yapılar kullanılarak görüntü segmentasyonunda klasik yöntemlere göre daha yüksek başarı oranı amaçlanır. Çeşitli girdilerle önceden eğitilmiş derin öğrenme modelleri sayesinde çok daha başarılı sonuçlar üretilebilmektedir. Tamamen evrişimli (Fully Convolutional Networks), U-Net, Segnet, Mask R-CNN adı verilen derin öğrenme ağları sıklıkla segmentasyon çalışmalarında kullanılmaktadır.

Yaygın olarak kullanılan Mask R-CNN derin öğrenme tekniği nesne tanıma ve piksel bazında nesne segmentasyonu için kullanılan bir derin öğrenme modelidir. Evrişimli sinir ağı modeli kullanarak görüntü verisi üzerindeki nesnelere öğrenir. Evrişim katmanında görüntülerin haritası elde edilir ve nesnenin özellikleri öğretilir.

5. İHA İle Yapılan Segmentasyon Çalışmaları

Lin vd., (2015) şehir merkezlerindeki ağaçların tespiti için yaptıkları çalışmada alan tabanlı nesne ayırma yöntemlerini kullanmışlardır. İHA ile topladıkları görüntüler üzerinde "watershed" algoritmasını uygulayarak aşağıdaki görüntüleri elde etmişlerdir (Şekil 7).



Şekil 7. Segmentasyon işlemi adımları (Lin vd., 2015) (a: orijinal görüntü, b: gri seviyeli görüntü, c: ağaç ve diğer alanların segmente edilmiş görüntüsü).

Yuan vd., (2015; 2016) orman yangınlarının tespiti için yaptıkları çalışmada eşikleme (threshold) yöntemleri ve morfolojik görüntü işleme teknikleri kullanmışlardır. Alev, duman ve diğer alanların segmente edilmiş görüntülerini elde etmişlerdir (Şekil 8).



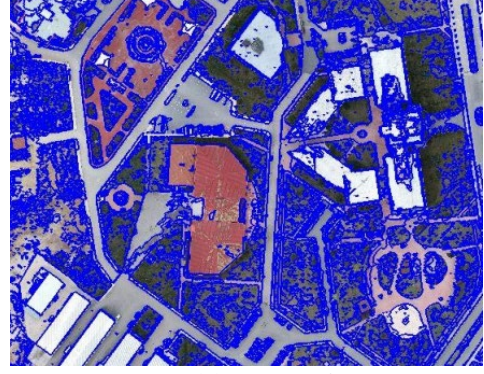
Şekil 8. Orman yangınlarının tespiti için yapılan segmentasyon çalışması (Yuan vd., 2015) (a: orijinal görüntü, b: threshold edilmiş görüntü).

Yiğit & Uysal (2019), çalışmalarında Afyon Kocatepe Üniversitesi üzerinde bir alanda, 4 motorlu bir İHA kullanarak 120 metre irtifadan görüntüler toplamışlardır. 6 yer kontrol noktası kullanan araştırmacılar 800'den fazla görüntü verisi elde etmişlerdir. Görüntü verilerini Pix4D fotogrametrik değerlendirme yazılımı ile işlemişler ve ortofoto görüntü oluşturmuşlardır (Şekil 9).



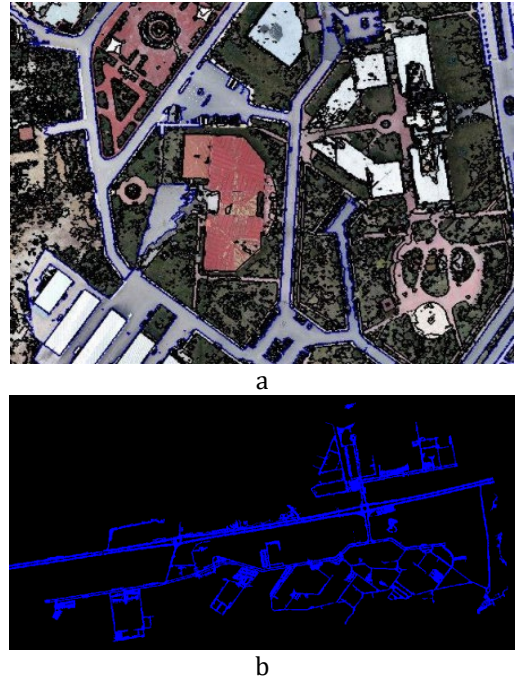
Şekil 9. Elde edilen ortofoto görüntü (Yiğit & Uysal, 2019).

Çalışmalarında nesne tabanlı sınıflandırma tekniklerinden olan çoklu çözünürlüklü segmentasyon tekniğini kullanmışlardır. Definiens eCognition yazılımı ile parametreleri (ölçek, yumuşaklık/yoğunluk, renk/şekil) ayarlayarak segmentasyon işlemi tamamlamışlardır (Şekil 10).



Şekil 10. Segmente edilmiş ortofoto (Yiğit & Uysal, 2019).

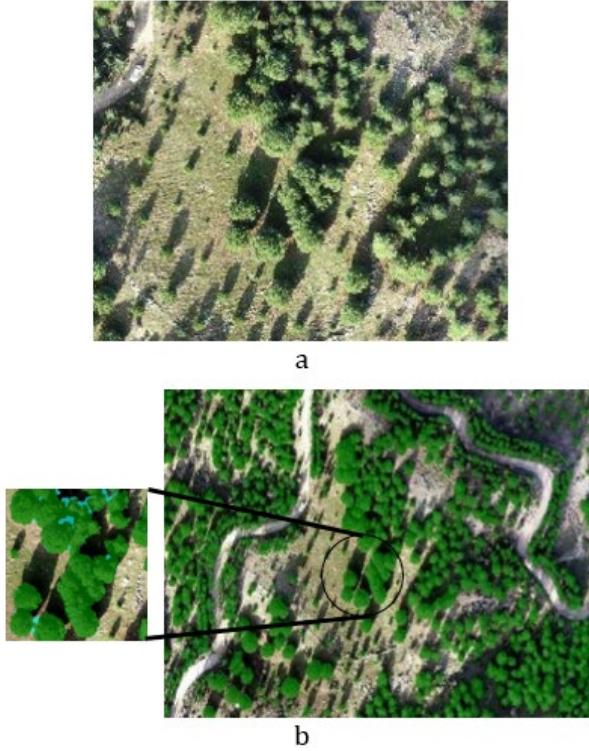
Yine Definiens eCognition yazılımı üzerinde bulanık üyelik ve en yakın komşuluk fonksiyonları kullanılarak sınıflandırma yapılmış (Şekil 11-a) ve ardından sadece yol tespiti için sınıflandırma yapılmıştır (Şekil 11-b).



Şekil 11. Sınıflandırma işlemi ve sonucunda yolların tespit edilmesi (a: sınıflandırma işlemi, b: tüm çalışma bölgesindeki yolların tespit edilmesi) (Yiğit & Uysal, 2019).

Ceylan & Uysal (2021), İHA ile alınan görüntülerden ağaç tespiti üzerine çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalarında 4 motorlu bir İHA sistemi ile, (Manisa İlinde bulunan bir test alanından) 100 metre irtifadan, 9 yer kontrol noktası kullanarak 217 görüntü toplamışlardır. Definiens eCognition yazılımı yardımıyla nesne tabanlı segmentasyon tekniklerinden olan çoklu çözünürlüklü segmentasyon metodu kullanılmıştır. Ölçek, şekil, yoğunluk parametreleri ayarlanmış ve görüntü parçalara ayrılmıştır. Segmentasyon işlemi tamamlandıktan

sonra sınıflandırma adımına geçilmiş ve ağaçlar tespit edilmiştir (Şekil 12).

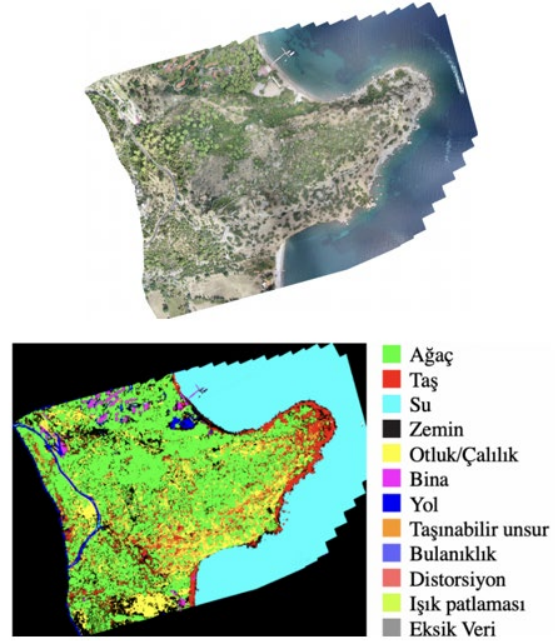


Şekil 12. Çalışma alanı (a) ve sınıflandırma sonucu (b) (Ceylan & Uysal, 2021).

Yiğit & Uysal (2021), yaptıkları bir diğer çalışmada karayolu tespiti için sabit kanatlı (fixed wing) bir İHA modeli olan sensefly ebee hava aracını kullanarak görüntüler toplamışlardır. 215 metre irtifadan 312 adet fotoğraf elde ederek Pix4D fotogrametrik değerlendirme yazılımı ile ortofoto görüntü elde etmişlerdir. Elde ettikleri ortofoto görüntüyü ise Definiens eCognition Developer yazılımında segmente etmişlerdir. Segmentasyon parametrelerinden ölçek parametresini 150, şekil parametresini 0.1, renk parametresini 0.9, yoğunluk parametresini 0.5, yumuşaklık parametresini ise 0.5 olarak ayarlamışlardır. Sonrasında ise nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanarak yol ve diğer alanları 2 sınıfa ayırmışlardır. Klasik yöntemlerle elde edilen vektör harita ile doğruluk analizleri yapmışlardır. Çalışmaları sonucunda, nesne tabanlı sınıflandırma tekniği ile ana yollarda başarılı, tali yollarda orta derecede başarılı iken toprak yollarda ise başarısız sonuçlara ulaştıklarını belirtmişlerdir. Bunu sebebi ise toprak yollar ve arazi örtüsünün spektral yansıma değerlerinin birbirine çok yakın olmasıdır.

Gök vd., (2023), arkeolojik alanların otomatik segmentasyonu için çalışmalar yürütmüşlerdir. Çalışmalarında, çeşitli arkeolojik alanlardan İHA ile elde edilen ortofotolardan faydalanmışlardır. Bu ortofotolar 512x512 piksellik yamalara Python programlama dili kullanarak ayrılmış ve GIMP

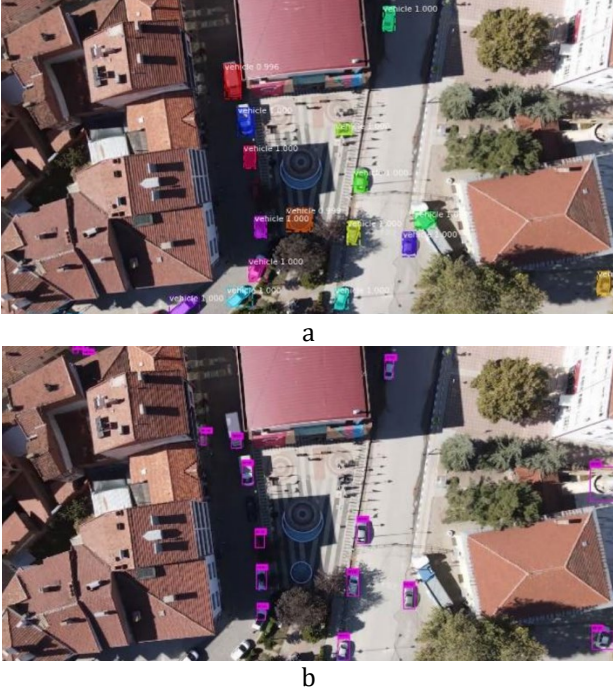
görüntü işleme yazılımı ile manuel olarak segmentasyon yapılmıştır ve veri setleri oluşturulmuştur. Python programlama dili ile kullanılabilen Tensorflow kütüphanesi ve U-Net mimarisine sahip yapay sinir ağı kullanılarak bu veri seti ile eğitim yapılmıştır. Sonrasında ise Amos Antik Kenti'nin ortofoto görüntüsü input (girdi) olarak sisteme verilmiş ve output (çıkı) olarak segmente edilmiş ve sınıflandırılmış görüntü otomatik olarak oluşturulmuştur (Şekil 13).



Şekil 13. Amos Antik Kenti ortofotosunun U-Net tabanlı yapay sinir ağı ile segmente edilmiş ve sınıflandırılmış görüntüsü (Gök vd., 2023).

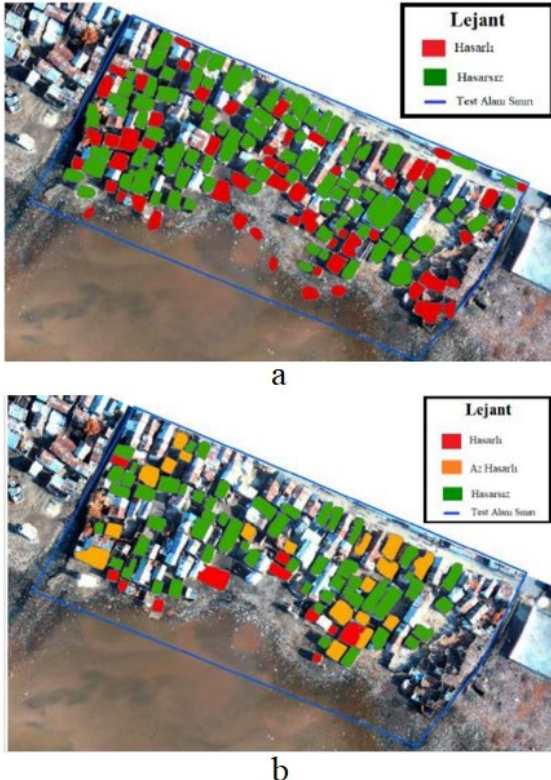
Albayrak (2021) yaptığı çalışmada, İHA görüntüleri içerisinde nesne tespiti gerçekleştirmiştir. Çalışmasında, veri setlerini hazırlarken LabelImg bilgisayar yazılımını ve VGG Image Annotator web sitesini kullanarak veri etiketleme yapmıştır. Çalışmasında bölge tabanlı segmentasyon tekniği kullanarak, Mask R-CNN (Mask Region-based Convolutional Neural Network) derin öğrenme algoritmasını ve YOLO mimarisini karşılaştırmış, Mask R-CNN'in şehir içinde duran veya hareket eden araçları daha doğru tespit ettiği, YOLO'nun ise daha hızlı tespit gerçekleştirdiğini belirtmiştir (Şekil 14).

Maraş & Sarıyıldız (2023) yaptıkları çalışmada, hasarlı yapıların tespit edilmesi için İHA görüntüleri üzerinde derin öğrenme algoritmaları kullanmışlardır. Eğitim verisi için Haiti'de meydana gelen 7.0 büyüklüğündeki deprem bölgesi seçilmiştir. ArcGIS Pro coğrafi bilgi sistemi yazılımı üzerinde "Classification" araçları altında "Training Sample Manager" aracı ile etiketleme işlemi gerçekleştirmişler ve "Image Analyst Toolbox" altında bulunan "Deep Learning" aracıyla eğitimi tamamlamışlardır.



Şekil 14. Mask R-CNN (a) ve YOLO (b) ile araç tespiti (Albayrak, 2021).

Mask R-CNN modeli kullanılan çalışmada görüntüler 3 sınıfa ayrılmış ve “hasarsız”, “az hasarlı” ve “hasarlı” olarak eğitilmiştir. Test işleminde ise %83’ün üzerinde başarımla sağlanmıştır. Diğer bir test işleminde ise görüntüleri “hasarlı” ve “hasarsız” olarak 2 sınıfa ayrılarak eğitilmiş ve %74.5 oranıyla bulunan yapılar %95.12 oranıyla sınıflandırma başarımla yakalamışlardır (Şekil 15).



Şekil 15. %95.12 (a) ve %83.53 (b) doğrulukla tespit edilen yapıların durumları (Maraş & Sarıyıldız, 2023).

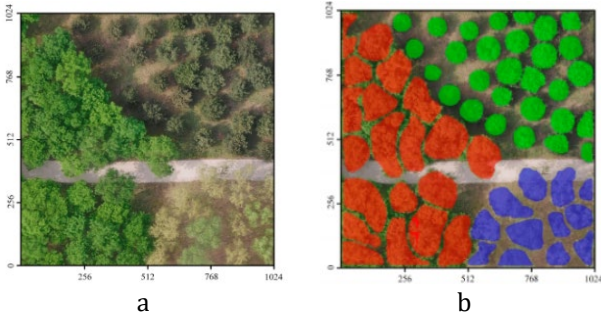
Araştırmacılar Safonova vd., (2021) çalışmalarında zeytin ağaçlarının biyokütlesinin hesaplanabilmesi için segmentasyon ve sınıflandırma tekniklerinden faydalanmışlardır (Mask R-CNN). Biyokütlenin hassas şekilde hesaplanabilmesi için ağaç tacı ve gölgesinin segmentasyonu üzerinde durmuşlardır. Ayrıca farklı spektral bantları kullanarak başarımları en yüksek indeksi bulmak için testler yapmışlardır. GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index: Yeşil normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi) ve NDVI (Normalized Difference Vegetation Index: Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi) indekslerinin ağaç tacı tespiti için en iyi sonuçları verdiğini belirtmişlerdir.

Yi vd., (2023) yaptıkları çalışmada, İHA ile alınmış şehir içi görüntülerden semantik segmentasyon üzerinde durmuşlardır. Ölçeği değişen nesnelerin ve karmaşık arka plan görüntülerinin segmentasyonu için yeni bir yöntem önermişlerdir. Çok seviyeli semantik özellikleri etkili bir şekilde kullanabilen V-şeklinde bir dekoder tasarlamışlardır. Önerdikleri ağın daha iyi sonuçlar verdiği ancak hesaplama verimliliğinin iyileştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, az sayıda eğitim verisi ile yapılan çalışmaların başarımlarının düşük olacağını beyan etmişlerdir.

İHA görüntülerinin semantik segmentasyonu, çevresel değişikliklerinin izlenmesi, şehir ve bölge planlama, afet yönetimi ve karar destek sistemleri gibi uygulamalarda yaygın şekilde kullanılan teknikler arasındadır (Singh vd., 2021; Pai vd., 2019).

Bu kapsamda Girisha vd., (2021) yaptıkları çalışmada, İHA video semantik segmentasyonu için geliştirilmiş bir kodlayıcı-çözücü tabanlı CNN mimarisi (UVid-Net) önermişlerdir. Önerilen mimarinin kodlayıcısı, zamansal olarak tutarlı etiketleme için zamanla ilgili bilgileri içerir. Çözücü ise sınıf etiketlerinin doğru bir şekilde yapılmasına yardımcı olan özellik düzeltici modülü eklenerek geliştirilmiştir.

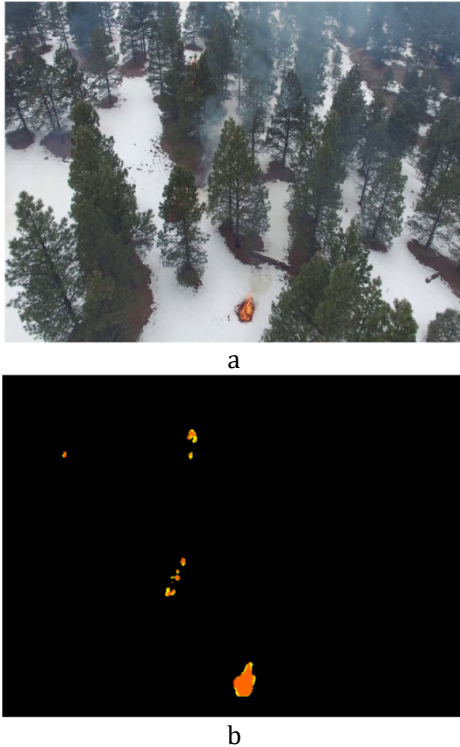
Zhang vd., (2022) çalışmalarında çok türlü ağaç segmentasyonu için Mask R-CNN yöntemini özelleştirmişlerdir. Çalışmalarında 4 motorlu bir İHA modeli kullanarak çalışma alanlarından görüntüler toplamışlar ve ContextCapture ve ArcGIS yazılımlarında ortofoto oluşturma işlem adımlarını tamamlamışlardır. Ortofoto üzerinde yer alan ağaçlar etiketlenmiştir. Etiketleme işlemi için VGG Image Annotator (VIA) yazılımını kullanılmıştır. Photoshop yazılımı ile 1024 x 1024 boyutunda 1029 görüntü kesilmiş, ardından tüm veri kümesi eğitim, doğrulama ve test setine ayrılmıştır. Geliştirilmiş Mask R-CNN ile segmente edilmiş ve sınıflandırılmış görüntüler aşağıdaki gibidir (Şekil 16).



Şekil 16. Orijinal görüntü (a) ve segmente edilerek sınıflandırılmış orman görüntüsü (b) (Zhang vd., 2022).

Araştırmacılar, üç iğne yapraklı ve beş geniş yapraklı türün bireysel ağaç segmentasyonu ve tanıma doğruluğunun, orman mühendisliği ölçümlerinde gereksinimleri karşıladığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda, diğer görüntü segmentasyon ağlarıyla (U-net, YOLOv3 ve Mask R-CNN) karşılaştırdıklarında, çoklu tür ağaç sınıflandırmasında geliştirilmiş Mask R-CNN' in, en yüksek genel doğruluk (90.13%) ve "kappa" katsayısına (0.79) sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Araştırmacıların önerdikleri yöntem, geniş yapraklı ağaç türlerinin gölgelik segmentasyonu ve sayımı için diğer üç ağa göre daha avantajlıdır. Ayrıca araştırmacılar bu çalışmadaki algoritmanın, çevre ve gölgelik karmaşıklığından etkilendiğini ve bireysel ağaç segmentasyonunda bazı hatalara sahip olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 17. Orijinal görüntü (a) ve sınıflandırılmış görüntü (b) (Ghal vd., 2022).

Lan vd., (2021) çalışmalarında gerçek zamanlı olarak, pirinç tarlasında bulunan yabancı otların semantik segmentasyon yöntemleri ile tespiti üzerinde durmuşlardır. Pirinç tarlasından 12 metre irtifadan toplanan görüntüler, LabelMe yazılımı ile etiketlenmiş ve 650 x 800 piksel olacak şekilde bölünmüştür. Ardından bu veriler semantik segmentasyon tekniklerine (MobileNetV2-UNet ve FFB-BiSeNetV2) girdi olarak verilmiştir. Araştırmacılar FFB-BiSeNetV2 modelinin, pirinç yabancı otların gerçek zamanlı segmentasyonunda MobileNetV2-UNet modelinden daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Ghal, vd., (2022), çalışmalarında yangın tespiti ve segmentasyonu için araştırmalarda bulunmuşlardır. Orman yangınlarının tespiti, sınıflandırılması ve segmentasyonu sorunlarına çözümler üretmek amacıyla bir yaklaşım ortaya atmışlardır. EfficientNet-B5 ve DenseNet-201 modellerini birleştiren bir derin öğrenme tekniğini kullanmışlardır. Çalışmalarında "Flame" (alev) veri setini kullanarak elde edilen deneysel sonuçların, önerdikleri yöntemde güvenilir olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 17).

6. Sonuç

Görüntü segmentasyonu için çeşitli yöntemler bulunmaktadır ve sürekli olarak yeni teknikler geliştirilmektedir. Görüntülerin anlamlı bölgelere ayrılması, alt gruplara bölünmesi, nesnelerin tanımlanması, nesne tespiti, kümeleme, kenar tespiti ve nesne sayımı gibi çeşitli uygulamalar için segmentasyon işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında öncelikle İHA sistemlerine değinilmiş, İHA kullanılarak yapılan çalışmalardan örnekler verilmiş ve segmentasyon teknikleri açıklanmıştır. Ardından sınıflandırma ve segmentasyon teknikleri kullanılarak yapılan literatür çalışmalarına yer verilmiştir.

Yakın dönemde yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde, yaygın olarak kullanılan yöntemler üzerinde çalışmalar olsa da hibrit türlerin ve özellikle üzerinde geliştirmeler yapılmış R-CNN tekniklerinin tercih edildiği görülmektedir. Hibrit teknikler ve derin öğrenme tabanlı teknikler kullanılarak yapılan çalışmalar diğer çalışmalara oranla daha verimli sonuçlar ortaya koymuştur. Bu çalışmalarda araştırmacılar tarafından hangi teknik kullanılırsa kullanılsın nihai hedef, yüksek başarımla elde edilen verilerin anlamlı hale getirilmesidir.

Her geçen gün gelişen yapay zeka teknikleri ve üretilen yüksek işlem kapasiteli bilgisayarlar sayesinde bu yöntemlerin başarımlarının daha da artacağı, çok kısa süreler içerisinde büyük verilerin büyük doğrulukta anlamlandırılabilmesi beklenmektedir.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu makalenin ortaya çıkmasında her daim yanımda olan eşim Özge'ye ve mutluluk kaynağım kızım Eliz'e ve annem Hacer'e teşekkür ederim.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşittir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akar, A., Akar, Ö., & Bayata, H. F. (2021). SenseFly eBeeX İHA ile Üretilen Ortofotonun Konum Doğruluğunun İncelenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 3(2), 65-68.
- Albayrak, E. (2021). *Derin öğrenme ile İHA görüntülerinden nesne tespitinin yapılması* (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Heyelan bölgesinin İHA kullanarak modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 17-21.
- Amin, M., Abdullah, S., Abdul Mukti, S. N., Mohd Zaidi, M. H. A., & Tahar, K. N. (2020). Reconstruction of 3D accident scene from multicopter UAV platform. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 43, 451-458.
- Bhadoria, P., Agrawal, S., & Pandey, R. (2020, December). Image segmentation techniques for remote sensing satellite images. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 993, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.
- Ceylan, M. C., & Uysal, M. (2021). İnsansız hava aracı ile elde edilen veriler yardımıyla ağaç çıkarımı. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(1), 15-21.
- Changchun, L., Li, S., Hai-bo, W., & Tianjie, L. (2010, March). The research on unmanned aerial vehicle remote sensing and its applications. In *2010 2nd International Conference on Advanced Computer Control* (Vol. 2, pp. 644-647). IEEE.
- Cilek, A., BERBEROĞLU, S., DÖNMEZ, C., & ÜNAL, M. (2020). Generation of high-resolution 3-D maps for landscape planning and design using UAV technologies. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 5(1).
- Donmez, C., Villi, O., Berberoglu, S., & Cilek, A. (2021). Computer vision-based citrus tree detection in a cultivated environment using UAV imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 187, 106273.

- Elmas, E. E. (2019). *Bir insansız hava aracı gerçekleştirme ve hareketli nesnelere tespit ve takibinde kullanımı* (Doctoral dissertation, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 122s).
- Garre, P., & Harish, A. (2018, December). Autonomous agricultural pesticide spraying uav. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 455, p. 012030). IOP Publishing.
- Ge, X., Wang, J., Ding, J., Cao, X., Zhang, Z., Liu, J., & Li, X. (2019). Combining UAV-based hyperspectral imagery and machine learning algorithms for soil moisture content monitoring. *PeerJ*, 7, e6926.
- Ghali, R., Akhloufi, M. A., & Mseddi, W. S. (2022). Deep learning and transformer approaches for UAV-based wildfire detection and segmentation. *Sensors*, 22(5), 1977.
- Girisha, S., Verma, U., Pai, M. M., & Pai, R. M. (2021). Uvid-net: Enhanced semantic segmentation of uav aerial videos by embedding temporal information. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 4115-4127.
- Gök, G., Küçük, S., Kurt, M., & Tarı, E. (2023, July). A u-net based segmentation and classification approach over orthophoto maps of archaeological sites. In *2023 31st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1-4). IEEE.
- Honkavaara, E., Eskelinen, M. A., Pölönen, I., Saari, H., Ojanen, H., Mannila, R., ... & Pulkkanen, M. (2016). Remote sensing of 3-D geometry and surface moisture of a peat production area using hyperspectral frame cameras in visible to short-wave infrared spectral ranges onboard a small unmanned airborne vehicle (UAV). *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 54(9), 5440-5454.
- Jasim, W. A. N., & Mohammed, R. J. (2021). A Survey on Segmentation Techniques for Image Processing. *Iraqi Journal for Electrical & Electronic Engineering*, 17(2).
- Jiao, Z., Zhang, Y., Xin, J., Mu, L., Yi, Y., Liu, H., & Liu, D. (2019, July). A deep learning based forest fire detection approach using UAV and YOLOv3. In *2019 1st International conference on industrial artificial intelligence (IAI)* (pp. 1-5). IEEE.
- Kannan, S. S., & Min, B. C. (2022, June). Autonomous Drone Delivery to Your Door and Yard. In *2022 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)* (pp. 452-461). IEEE.
- Kanun, E., Alptekin, A., & Yakar, M. (2021). Cultural heritage modelling using UAV photogrammetric methods: a case study of Kanlıdivane archeological site. *Advanced UAV*, 1(1), 24-33.
- Kanun, E., Alptekin, A., Karataş, L., & Yakar, M. (2022). The use of UAV photogrammetry in modeling ancient structures: A case study of "Kanytellis". *Advanced UAV*, 2(2), 41-50.
- Karataş, L., Alptekin, A., & Yakar, M. (2022). Detection and documentation of stone material deterioration in historical masonry structures using UAV

- photogrammetry: A case study of Mersin Aba Mausoleum. *Advanced UAV*, 2(2), 51-64.
- Karataş, L., Alptekin, A., Karabacak, A., & Yakar, M. (2022). Detection and documentation of stone material deterioration in historical masonry buildings using UAV photogrammetry: A case study of Mersin Sarisih Inn. *Mersin Photogrammetry Journal*, 4(2), 53-61.
- Lan, Y., Huang, K., Yang, C., Lei, L., Ye, J., Zhang, J., ... & Deng, J. (2021). Real-time identification of rice weeds by UAV low-altitude remote sensing based on improved semantic segmentation model. *Remote Sensing*, 13(21), 4370.
- Lee, S., & Choi, Y. (2016). Reviews of unmanned aerial vehicle (drone) technology trends and its applications in the mining industry. *Geosystem Engineering*, 19(4), 197-204.
- Lin, Y., Jiang, M., Yao, Y., Zhang, L., & Lin, J. (2015). Use of UAV oblique imaging for the detection of individual trees in residential environments. *Urban forestry & urban greening*, 14(2), 404-412.
- Maraş, E. E., & Sarıyıldız, H. İ. (2023). İHA ile derin öğrenme algoritmaları kullanılarak hasarlı yapıların tespit edilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(2), 427-437.
- Mathworks (2024). Rgb2gray. <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/rgb2gray.html>. Son Erişim Tarihi: 20.02.2024.
- Mathworks (2024). What is image thresholding?. <https://www.mathworks.com/discovery/image-thresholding.html>. Son Erişim Tarihi: 20.02.2024.
- Minaee, S., Boykov, Y., Porikli, F., Plaza, A., Kehtarnavaz, N., & Terzopoulos, D. (2021). Image segmentation using deep learning: A survey. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 44(7), 3523-3542.
- Muchiri, G. N., & Kimathi, S. (2022, April). A review of applications and potential applications of UAV. In *Proceedings of the Sustainable Research and Innovation Conference* (pp. 280-283).
- Muchiri, G. N., & Kimathi, S. (2022, April). A review of applications and potential applications of UAV. In *Proceedings of the Sustainable Research and Innovation Conference* (pp. 280-283).
- Pai, M. M., Mehrotra, V., Aiyar, S., Verma, U., & Pai, R. M. (2019, June). Automatic segmentation of river and land in sar images: A deep learning approach. In *2019 IEEE second international conference on artificial intelligence and knowledge engineering (AIKE)* (pp. 15-20). IEEE.
- Queralta, J. P., Raitoharju, J., Gia, T. N., Passalis, N., & Westerlund, T. (2020). Autosos: Towards multi-uav systems supporting maritime search and rescue with lightweight ai and edge computing. *arXiv preprint arXiv:2005.03409*.
- Safonova, A., Guirado, E., Maglinets, Y., Alcaraz-Segura, D., & Tabik, S. (2021). Olive tree biovolume from UAV multi-resolution image segmentation with mask R-CNN. *Sensors*, 21(5), 1617.
- Seyrek, E. C., Narin, Ö. G., Koçak, T., & Uysal, M. (2021). Yüzey araştırmalarında İHA fotogrametrisinin kullanımı: Kolankaya Siperleri örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(2), 69-75.
- Singh, A., Kalke, H., Loewen, M., & Ray, N. (2020). River ice segmentation with deep learning. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 58(11), 7570-7579.
- Şasi, A., & Yakar, M. (2017). Photogrammetric modelling of sakahane masjid using an unmanned aerial vehicle. *Turkish Journal of Engineering*, 1(2), 82-87.
- Tonbul, H., & Kavzoğlu, T. (2017). Nesne-Tabanlı Sınıflandırmada Segmentasyon (Bölütleme) Kalitesinin Sınıflandırma Doğruluğu Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 118-125.
- Torunlar, H., Tuğaç, M. G., & Duyan, K. (2021). Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yönteminde Sentinel-2A Uydu Görüntüleri Kullanılarak Tarımsal Ürün Desenlerinin Belirlenmesi; Konya-Karapınar Örneği. *Türkiye Uzaktan Algulama Dergisi*, 3(2), 36-46.
- Unmanned Systems Technology (2022). Drone Camera Gimbals, Mounts & Stabilizers - Custom and COTS Gimbals. <https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/hd-air-studio/infinity-mr-pro/>. Son Erişim Tarihi: 10.12.2023.
- Villi, O. (2019). *İnsansız Hava Araçlarında Çok Bantlı Kamera Entegrasyonu ve Tarımsal Uygulamaları* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 89s).
- Villi, O., & Yakar, M. (2022). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ve Sensör Tipleri. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 73-100.
- Villi, O., & Yakar, M. (2023). İnsansız Hava Araçları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(1), 20-33.
- Yakar, M., & Villi, O. (2023). İnsansız Hava Aracı Uygulama Alanları. *Mersin Üniversitesi Harita Mühendisliği Kitapları*.
- Yi, S., Liu, X., Li, J., & Chen, L. (2023). Uavformer: a composite transformer network for urban scene segmentation of UAV images. *Pattern Recognition*, 133, 109019.
- Yiğit, A. Y., & Uysal, M. (2019). Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımı Kullanılarak Yolların Tespiti. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1(1), 17-24.
- Yiğit, A. Y., & Uysal, M. (2021). Yüksek çözünürlüklü insansız hava aracı (İHA) görüntülerinden karayolların tespiti. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(3), 1040-1054.
- Yu, Y., Wang, C., Fu, Q., Kou, R., Huang, F., Yang, B., ... & Gao, M. (2023). Techniques and challenges of image segmentation: A review. *Electronics*, 12(5), 1199.
- Zakiyyatuddin, A., Evita, M., Srigutomo, W., Meilano, I., & Djamal, M. (2021, February). Geospatial Survey

Analysis for 3D Field and Building Mapping using DJI Drone and Intelligent Flight Battery. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1772, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.

Zhang, C., Zhou, J., Wang, H., Tan, T., Cui, M., Huang, Z., ... & Zhang, L. (2022). Multi-species individual tree

segmentation and identification based on improved mask R-CNN and UAV imagery in mixed forests. *Remote Sensing*, 14(4), 874.



© Author(s) 2024.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>