

İNSANSIZ HAVA ARACI VE SENTİNEL-2 GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK AYÇİÇEĞİ HARİTALAMASINA DAYALI KOVAN YERLEŞTİRME KARAR DESTEK SİSTEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Elif Deniz YELMENOĞLU

Işık Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Enformasyon Teknolojileri
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3645-3445>

Dr. Öğr. Üyesi Şahin AYDIN

Işık Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Enformasyon Teknolojileri
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7355-5339>

Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm Çiğdem ÇAVDAROĞLU

Işık Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Enformasyon Teknolojileri
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4875-4800>

Hüseyin DENİZ

Işık Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Enformasyon Teknolojileri
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0436-7665>

Özet

Ayçiçeği, yüksek nektar üretim kapasitesi nedeniyle gezici arıcılık faaliyetleri açısından stratejik öneme sahip tarımsal bitkilerden biridir. Ayçiçeği ekim alanlarının mekânsal ve zamansal dağılımı, arı kolonilerinin beslenme olanaklarını ve dolayısıyla bal verimini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, arı kovanlarının uygun alanlara ve doğru zaman dilimlerinde yerleştirilmesi, gezici arıcılığın verimliliği açısından kritik bir karar sürecini oluşturmaktadır. Ancak mevcut uygulamalarda, kovan yer seçimi çoğunlukla arıcıların bireysel deneyimlerine ve sezgisel yaklaşımlarına dayalı olarak gerçekleştirilmekte; uzaktan algılama, görüntü işleme ve mekânsal analiz gibi veri temelli yöntemlerden yeterince yararlanılmamaktadır. Bu durum, potansiyel olarak verim kayıplarına ve kaynakların etkin kullanılmamasına yol açabilmektedir. Bu çalışmada, ayçiçeği yoğunluğunun doğru ve güvenilir biçimde belirlenmesi yoluyla kovan yerleştirme planlamasını desteklemeyi amaçlayan, çok ölçekli bir uzaktan algılama tabanlı karar destek çerçevesi önerilmektedir. Önerilen yaklaşım, saha ölçeğinde yüksek mekânsal çözünürlük sağlayan insansız hava aracı (İHA) görüntüleri ile bölgesel ölçekte geniş alan kapsama imkânı sunan Sentinel-2 uydu görüntülerinin entegrasyonuna dayanmaktadır. Çalışma alanı olarak, Türkiye'nin önemli ayçiçeği üretim merkezlerinden biri olan Kırklareli ili seçilmiş; veri seti, nektar üretiminin en yüksek olduğu ayçiçeği çiçeklenme dönemi dikkate alınarak oluşturulmuştur. Ayçiçeği tespiti, makine öğrenmesi tabanlı Random Forest sınıflandırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve geliştirilen model %90,7 genel doğruluk değerine ulaşmıştır. Sınıf bazlı performans

değerlendirmelerinde ise, ayçiçeği ekili alanlar ile ayçiçeği olmayan alanlar için F1-skoru her iki sınıf açısından da 0,91 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, modelin hem nektar açısından zengin ayçiçeği alanlarını hem de ayçiçeği bulunmayan bölgeleri güçlü ve dengeli bir şekilde ayırt edebildiğini göstermektedir. Elde edilen ayçiçeği yoğunluk haritaları temel alınarak, ayçiçeği oranının yüksek olduğu alanlar arı kovani yerleştirilmesi için uygun bölgeler olarak tanımlanmış; ayçiçeği yoğunluğunun düşük olduğu veya hiç bulunmadığı alanlar ise kovan yerleştirilmesine uygun olmayan bölgeler olarak değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, çok ölçekli uzaktan algılama verilerinin makine öğrenmesi yöntemleriyle bütünleştirilmesinin, gezici arıcılık uygulamalarında veri temelli, güvenilir ve ölçeklenebilir karar destek sistemlerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bitki sınıflandırması, uzaktan algılama, İHA görüntüleri, Sentinel-2, random forest, tarımsal karar destek sistemleri, gezici arıcılık

A BEEHIVE PLACEMENT DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON SUNFLOWER MAPPING USING UAV AND SENTINEL-2 IMAGERY

Abstract

Sunflower is one of the agricultural plants of strategic importance for migratory beekeeping activities due to its high nectar production capacity. The spatial and temporal distribution of sunflower cultivation areas directly affects the feeding opportunities of bee colonies and thus honey yield. Therefore, placing beehives in suitable areas and at the right times constitutes a critical decision-making process for the efficiency of migratory beekeeping. However, in current practices, hive location selection is mostly based on the individual experiences and intuitive approaches of beekeepers; data-driven methods such as remote sensing, image processing, and spatial analysis are not sufficiently utilized. This situation can potentially lead to yield losses and inefficient use of resources. In this study, a multi-scale remote sensing-based decision support framework is proposed to support hive placement planning by accurately and reliably determining sunflower density. The proposed approach is based on the integration of unmanned aerial vehicle (UAV) images, which provide high spatial resolution at the field scale, and Sentinel-2 satellite images, which offer wide area coverage at the regional scale. The study area was selected as Kırklareli province, one of Turkey's major sunflower production centers; the dataset was created considering the sunflower flowering period when nectar production is at its highest. Sunflower detection was performed using a machine learning-based Random Forest classification method, and the developed model achieved an overall accuracy of 90.7%. In class-based performance evaluations, the F1 score was calculated as 0.91 for both sunflower-planted and non-sunflower-planted areas. These results show that the model can strongly and consistently distinguish between nectar-rich sunflower areas and sunflower-free regions. Based on the obtained sunflower density maps, areas with a high sunflower ratio were identified as suitable areas for beehive placement; areas with low or no sunflower

density were evaluated as unsuitable for beehive placement. The findings of this study reveal that integrating multi-scale remote sensing data with machine learning methods can significantly contribute to the development of data-driven, reliable, and scalable decision support systems in migratory beekeeping applications.

Keywords: Crop classification, remote sensing, UAV imagery, Sentinel-2, random forest, agricultural decision support systems, migratory beekeeping