

İnsansız Hava Araçları ile Bitki Koruma ve Tarım Uygulamaları

^{1,2,*} Murat Reis

¹Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, BURSA, Türkiye

²Harpsan Arge Mühendislik Sanayi Ticaret Limited Şirketi, Bursa, Türkiye

Özet

Bu çalışmada insansız hava araçları kullanılarak bir tarım alanında ürün gelişimini yüksek çözünürlüklü kameralar ile izleyebilen ve bazı bitki koruma faaliyetlerini bu hava araçları ile gerçekleştirebilen bir bitki koruma sistemi tanıtılmaktadır. Bu çalışma son yıllarda pek çok bilimsel araştırmanın konusu olan elektrik tahrikli hava araçlarının tarım faaliyetlerinde kullanımı ile ilgilidir. Çalışmada insansız hava aracı ve sistemi oluşturan elektronik elemanlar tanıtılmaktadır. Sistem hava ve iklim verileri toplanabilmekte ve bilgisayar yardımı ile bu veriler işlenerek en uygun ilaçlama zamanını ve müdahale araçlarını (kimyasalları) otomatik olarak tespit edebilmektedir. Bu sistem yardımı ile tarım alanında çimlenme, çiçek açma ve meyve oluşum evreleri havadan çekilen yüksek çözünürlükteki fotoğraflarla takip edilebilmekte ve bu dijital fotoğrafların bilgisayar tarafından işlenmesi ile ürün henüz gelişim evresinde iken karşılaşılabilecek olumsuzluklara müdahale imkânı sağlanmaktadır. Ayrıca bu sistem ürün henüz hasat edilmeden yıllık ürün tayini yapılabilmesine de imkân tanımaktadır.

Anahtar kelimeler: İnsansız hava aracı, tarım, bitki koruma, robot

Abstract

This study introduces a plant protection system which uses unmanned aerial vehicles and high-resolution cameras. It also does some plant protection operations with these unmanned aerial vehicles. This work is about agricultural activities of electrical driven unmanned aerial vehicles that is the subject of many scientific research in recent years. In the study, the unmanned aerial vehicle and electronic elements that constitute the system are introduced. The system collects the weather and climate data and it can calculate the optimum operation time and the chemicals to protect the plants by computing these data. This system also follows germination, blossoming and fruit formation stages of the agricultural activities by using aerial high-resolution photographs and these digital pictures allows us to detect the problems by using image processing. In addition, this system can estimate the annual product.

Keywords: unmanned aerial vehicles, agriculture, plant protection, robots

1. Giriş

İnsansız hava araçları dendiğinde akla savunma ve güvenlik uygulamaları gelir. Oysaki bu araçların yakın bir gelecekte taşımacılık, tarım ve imalat sanayisi başta olmak üzere pek çok alanda kullanıldıklarına şahit olacağız. Özellikle karadan ulaşılamayan tarım alanlarında havadan ilaçlama yapmak zorunlu bir hale gelebilmektedir. Ancak, uçakların belli bir irtifanın altında uçuşması pilotun can güvenliğini tehlikeye sokacağından bu yöntemde kendi içerisinde bazı problemler barındırmaktadır. Havadan ilaçlamada yerden ilaçlamaya nazaran ilacın nispi olarak

*Sorumlu yazar: Address: Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Uludağ Üniversitesi, 16059, Bursa TÜRKİYE. E-mail address: reis@uludag.edu.tr, Phone: +902242942001

fazla kullanımı, hava akımları ile ilacın diğer alanlara yayılması ve bunun sonucu toprağın kirlenmesi bu yöntemin diğer dezavantajlarıdır. Zhu ve ark. [1] önceden planlanan bir yörünge üzerinde otonom uçuş yaparak zirai ilaçlama yapan bir insansız hava aracı tasarlamışlardır. Bu sayede uçakla ilaçlamaya göre daha kontrollü bir ilaçlama faaliyeti gerçekleştirilmiştir. Bruno ve ark. [2] havadan ilaçlamanın bu zararlı etkilerini azaltmak için insansız hava araçlarının uçuş yörüngesini rüzgar hızını göz önüne alarak tespit eden bir algoritma geliştirmişlerdir. Böylece havadan püskürtülen ilacın komşu tarım alanlarına ve doğaya zararlı etkisinin azaltılması hedeflenmiştir. Huang ve ark. [3] küçük boyutlu insansız hava araçlarında kullanılacak 3-4 kg zirai ilaç kapasiteli bir püskürtme sistemi tasarlamışlardır. Bunun yanında tarım alanlarının izlenmesi ve ürün rekoltesinin tespitinde de insansız hava araçları yaygın olarak kullanılmaktadır [4,5].

Ülkemizde Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında 2009-2012 yılları arasında çıkartılan kanunlarla yüksek irtifadan ilaçlama kontrol altına alınmıştır. Teknolojideki son gelişmelerle birlikte tüm bu problemler uzaktan bir pilot tarafından kontrol edilebilen küçük insansız helikopterler kullanılarak yere çok daha yakın ilaçlama yapılarak aşılmaya çalışılmaktadır ve pilotlu zirai ilaçlama uçakları yerlerini küçük insansız helikopterlere bırakmaktadır. Bu araçlar ulaşması zor ve çetin tarım alanlarında ilaçlama ya da gübreleme gibi görevleri yerine getirmektedir.

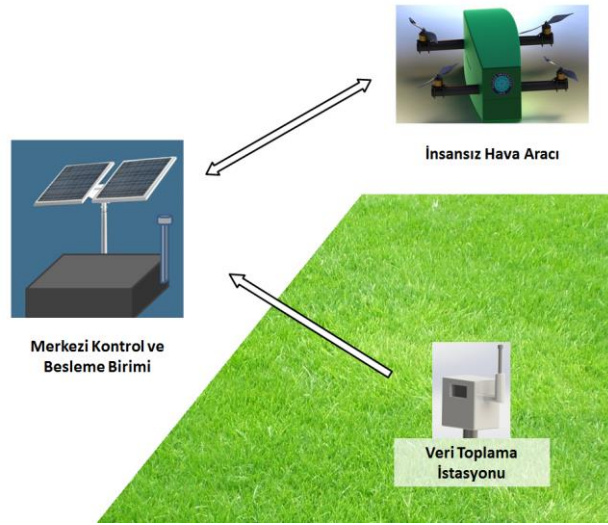
Her ne kadar günümüzde Avrupa'da ve ülkemizde havadan uçak ile kimyasal atımı, son derece sınırlı olsa da, önümüzdeki dönemlerde insansız hava araçlarının sivil kullanımının yaygınlaşması ile zirai ilaçlama başta olmak üzere pek çok tarım faaliyeti bu araçlarla yapılabilecektir. Araştırmalar tarım sektörünün potansiyel olarak bu teknolojinin en büyük sivil kullanıcısı olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada zirai ilaçlamada kullanılacak ilaç püskürtme ünitesi ve bitki gelişimini izleyecek kamera ile donatılmış quadcopter adı verilen dört pervaneli bir insansız hava aracı ve yardımcı sistem elemanları tanıtılacaktır. Bilgisayar kontrollü hava aracı tarladaki ürünün gelişimini günlük olarak takip edebilecek, çevre ve mevsim koşullarının değerlendirilerek en doğru ilaçlama zamanları içerisinde alçak irtifadan otomatik ilaçlama yapabilecektir.

Çalışmanın ilk bölümünde sistemin genel yapısından bahsedilecek, ikinci kısımda ise sistemi oluşturan temel elemanlar ve hava aracı tanıtılacaktır. Sonuç kısmında ise sistemin mevcut zirai ilaçlama yöntemlerine göre avantaj ve dezavantajları tartışılacaktır.

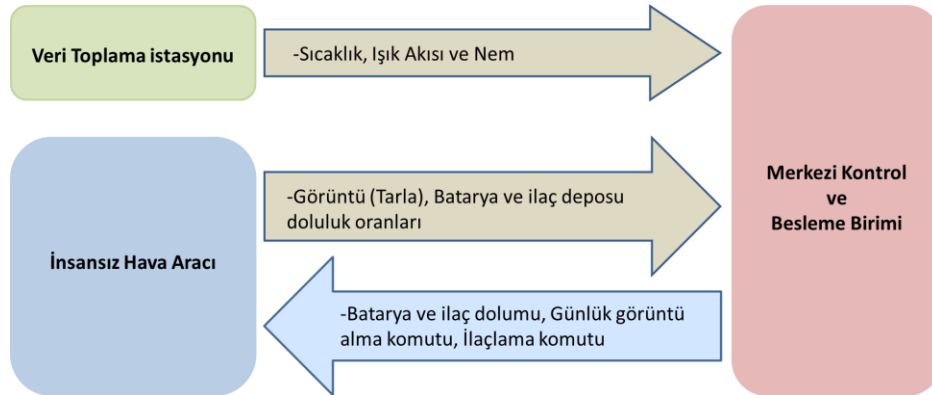
2. Materyal ve Yöntem

Tarımdaki verimi ve ürün kalitesini arttırabilmek için, ürün gelişim sürecinin sürekli takibi, doğru müdahale araçlarının en uygun zamanda kullanımı çok önemlidir. Bu çalışmada tarım alanının önceden belirlenen noktalarına yerleştirilen veri toplama istasyonları ile tarım bölgesindeki sıcaklık, nem ve ışık şiddeti değerleri kaydedilmekte ve bir merkezi kontrol istasyonunda depolanarak gerektiğinden işlenmektedir.



Şekil 1. Sistemin temel elemanları.

Hava aracı tamamen elektrik enerjisi ile çalışmaktadır ve lityum polimer batarya ile maksimum uçuş süresi 30-40 dakikadır. Bu nedenle hava aracının tarım alanının her noktasına bu süre içerisinde ulaşabilir konumda bekletilmesi gerekmektedir. Sistem bitki gelişimini ve risk durumunu değerlendirmek için iki veri toplama aracına sahiptir. Bu araçlar veri toplama istasyonu ve insansız hava aracının kendisidir. Veri toplama istasyonu üzerinde sıcaklık, ışık akısı ve nem sensörleri mevcuttur ve bu sensörler saatte bir ölçüm yaparak günlük 24 veriyi kablosuz verici aracılığı ile merkezi kontrol istasyonuna iletir.



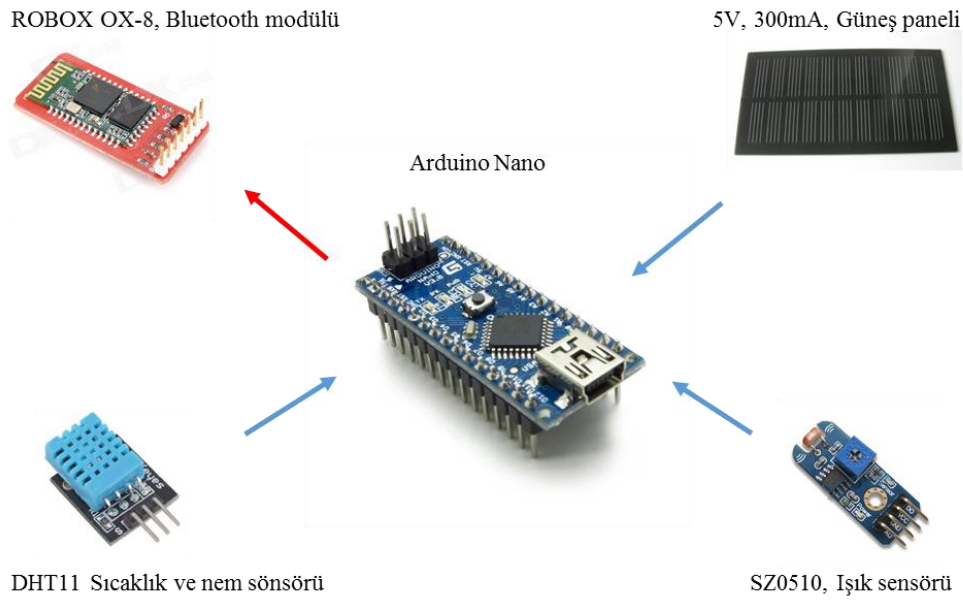
Şekil 2. Sistem kontrol ve veri akış şeması.

Ölçülen nem, ışık şiddeti, sıcaklık ve rüzgâr hızı verileri düzenli olarak veri işleme ünitesine aktarılmaktadır. Tarım alanı periyodik olarak hava robotu tarafından görüntülenmekte ve tüm bu bilgiler veri işleme ünitesinde değerlendirilerek tarım zararlılarının yumurtlama dönemlerine göre en uygun ilaçlama zamanı ve ilaç cinsi otomatik olarak tahmin edilmektedir. Bu çalışma veri işleme istasyonundaki yazılım ile ilgilenmemekte, insansız hava aracını ve veri

toplama istasyonlarını tanıtmaktadır. İlaçlama faaliyeti belirlenen ilaçlama tarihlerinde hava robotu tarafından alçak irtifadan GPS konum kontrolü yardımı ile yapılmaktadır.

2.1. Veri Toplama İstasyonları

Veri toplama istasyonu üzerinde 5v, 600mA değerlerinde bir adet güneş pili ile çalışan ATMEGA 328B işlemcili bir adet kontrol kartı tarafından DHT11 sıcaklık ve nem sensörü, SZ0510 ışık sensörü ile veri toplanmaktadır. Elde edilen bu veriler bluetooth modülü ile veri işleme ünitesine aktarmaktadır. Veri toplama işlemi yalnızca gündüz saatlerinde yapılmaktadır. Bu sayede istasyon enerji ihtiyacını kendisi ürettiğinden çok daha düşük maliyetli olmakta ve bakım ihtiyacı azalmaktadır.



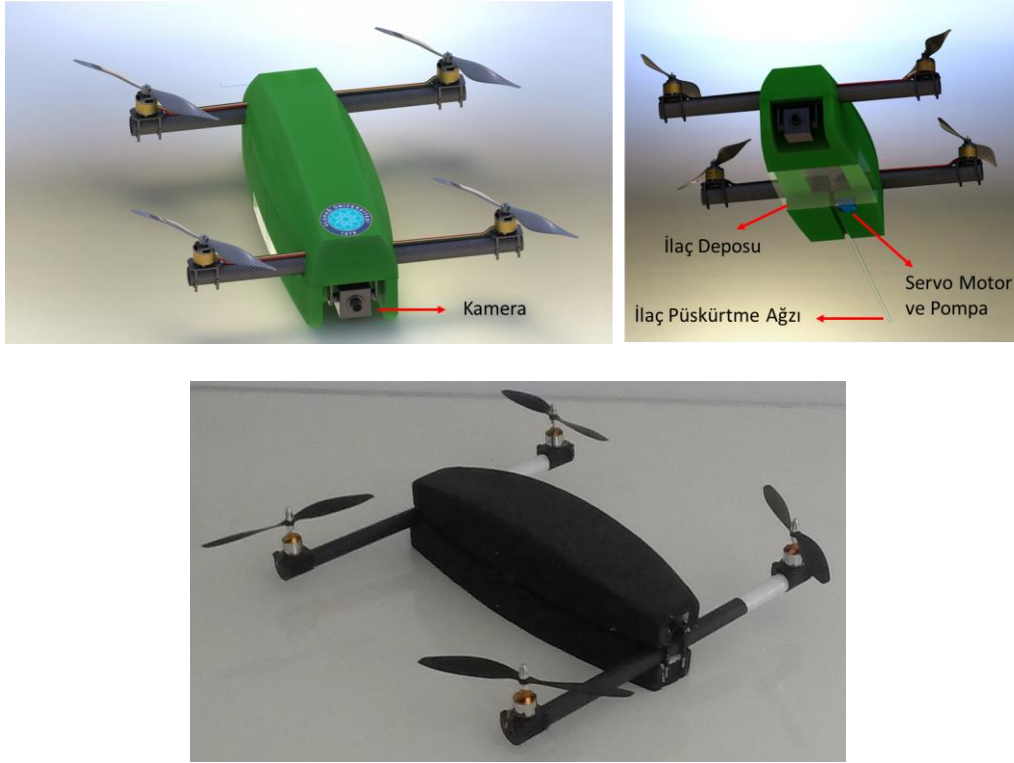
Şekil 3. Veri toplama istasyonu sistem elemanları

2.2. Veri İşleme Ünitesi

Veri Toplama İstasyonları ile hava robotunun iletişimini ve kontrolünü sağlayabilecek, veri toplama istasyonlarından gelen verileri işleyerek ilaçlama zamanlarını hesaplayabilen bir bilgisayardan ibarettir. Tarım zararlılarının üreme dönemlerini ve bu dönemlerde hangi çevre şartlarında çoğalmaya ve faaliyete geçtiklerinin bilgisini hafızasında saklamakta şartlar sağlandığında da insansız hava aracına ilaçlama komutunu veren kontrol birimidir. Bu sistem insansız hava aracının kendisi tarafından taşınabilir. Ancak bu projede harici bir bilgisayar ve hava aracı için bir şarj istasyonu olarak tasarlanmıştır.

2.3. İnsansız Hava Aracı ve İlaçlama Ünitesi

Katı modeli ve üretilen araç fotoğrafı Şekil. 3 de gösterilen insansız hava aracı toplam 2,5 kg kalkış ağırlığına sahip, dört pervaneli, dikine iniş ve kalkış yapabilen, havada stabil ve sabit kalabilme yeteneğine sahip bir araçtır. Araçta dört adet Turning 1000kv fırçasız motor, APC11x5.5 pervane, dört adet 30A elektronik hız kontrol ünitesi, Multiwii ATMEGA 2560 uçuş kontrol kartı ve UBLOX NEO-6M GPS modülü kullanılmıştır. Daha dengeli bir uçuş için 0.6 lt lik ilaç tankı aracın en alt bölümüne yerleştirilmiştir. Püskürtme işlemi için gerekli olan sıvı basıncı 6V, RS-360SH-2885 mini pompa ile sağlanmaktadır. Araç Boscam HD19 yüksek çözünürlüklü analog kamera ve 2kg görüntü iletim menziline sahip 5.8Ghz video transfer modülü taşımaktadır. Bu donanım kullanıcının tarım alanının gelişimini görüntülü olarak ta izleyebilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 3. Aracın katı model çizimi, fotoğrafı ve ilaç püskürtme ünitesi

3. Sonuçlar ve Tartışma

Dünya nüfusunun elli yıl içerisinde 10 milyarı aşması beklenirken, gelecekte tarım faaliyetlerinde yüksek verim çok daha önem arz edecektir. İleri teknoloji ürünü tarım makinelerinin yanında insansız hava ve insansız kara araçları da tarımdan beklenen bu yüksek verimin sağlayıcısı olabilirler. Bu çalışmada insansız hava araçları ve yer istasyonları kullanarak meteorolojik verileri işleyen ve en uygun ilaçlama döneminin tespit eden mekatronik bir sistem tanıtılmıştır.

Bitki gelişimini havadan izlemek ve ilaçlama ünitesini taşımak için bir helikopter türevi olan, fakat helikopter veya sabit kanatlı uçaklardan çok daha kesin koordinat kontrolünün yapılabildiği ve kolay kontrol edilebildiği için son yıllarda pek çok araştırma alanının ilgi odağı

olan ‘quadcopter’ adı verilen dört pervaneli bir hava aracı tasarlanmıştır. Koordinat kontrolündeki yüksek doğruluk ilaçlama faaliyetlerinde oldukça faydalı bir özellik olmasına karşılık bu araçların enerji performansları oldukça düşüktür. Bunun nedeni sabit kanatlı hava araçlarından farklı olarak havada asılı kalmak için motorların daima tam güce yakın bir değerde çalışmasıdır. Oysaki klasik zirai ilaçlama uçakları kanat kesitlerinin yardımı ile ilerlerken aynı zamanda kendi ağırlıklarını taşıyacak kaldırma kuvvetini üretmektedir. Ancak bu özellik aracın konum kontrolünü zorlaştırdığı gibi havada asılı kalmasını da imkânsız kılmaktadır. Bu nedenle doğru noktalara yapılamayan ve gereğinden çok daha fazla kullanılmak zorunda kalınan zirai ilaçlar toprağı ve çevredeki canlı organizmaları zehirlemektedir. Bu çalışmada tanıtılan hava araçları ile yapılan ilaçlama faaliyetlerinde gereksiz ilaç kullanımının çok büyük miktarda azaltılması mümkün görünmektedir. Ancak aracın enerji performansının düşük olması nedeni ile tek seferde taşınan ilaç miktarının klasik havadan ilaçlama yöntemlerine göre düşük olması da önemli bir dezavantajdır. Ancak bu dezavantaj ilaçlama işleminin otonom olarak yapılması sayesinde ilaçlama faaliyeti zamana yayılarak aşılabılır. Sistemin tamamen elektrik enerjisi ile çalışması ve güneş enerjisi yardımı ile şarj edilebilir olması da bu sistemin bir diğer avantajıdır.

Özellikle ülkemizde oldukça yeni bir çalışma alanı olan insansız hava araçlarının tarımda kullanımı önümüzdeki yıllarda ziraat mühendisleri ve biyologların da ilgisini çekecektir. Zira bu çalışma mekanik ve elektronik sistemin tasarımı ile ilgilenmiş ve tarım zararlılarının üreme dönemlerini kabaca hesap etmiştir. Gelecekte bu ve benzeri çalışmaların mikro organizmaları ve üreme dönemlerini iyi tanıyan araştırmacıların da katılımı ile yazılım geliştirme yönünde devam edeceği tahmin edilebilmektedir.

Teşekkür

Çalışmaya katkılarından dolayı Harpsan Arge Mühendislik Sanayi Ticaret Limited Şirketi’ne ve T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Zhu H, Lan Y, Wu W, Hoffmann WC, Huang C, Xue X, Liang J, Fritz B, Development of a PWM Precision Spraying Controller for Unmanned Aerial Vehicles, *Journal of Bionic Engineering*, 2010, 7, 276-283.
- [2] Faiçala BS, Costaa FG, Pessinb G, Ueyamaa J, Freitas H, Colombo A, Finia PH, Villasc L, Osórioa FS, Vargasd PA, Braune T, The use of unmanned aerial vehicles and wireless sensor networks for spraying pesticides, *Journal of Systems Architecture*, 2014, 60(4), 393-404.
- [3] Huang Y, Hoffmann W, Lan Y, Wu W, Fritz B. Development of a spray system for an unmanned aerial vehicle platform, *Appl. Eng. Agric.*, 2009, 25(6), 803-809.
- [4] Link J, Senner D, Claupein W, Developing and evaluating an aerial sensor platform (ASP) to collect multispectral data for deriving management decisions in precision farming, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2013, 94, 20-28.
- [5] Kaivosojaa J, Jackenkrollb M, Linkolehto R, Weisb M, Gerhardsb R, Automatic control of farming operations based on spatial web services, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2014, 100, 110-115.