



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

# Dron Ağları İçin Yer İstasyonu Tasarımı

ZEYNEP SILA KAYMAK

CAN YILMAZ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Sercan DEMİRCİ

Ocak 2024

---

## TEŞEKKÜR

---

Proje boyunca yardımlarını esirgemeyen ve her konuda bilgisini paylaşan danışman hocamız Dr. Öğr. Üyesi Sercan DEMİRCİ'ye ve Arş.Gör.Dr. Doğan YILDIZ'a teşekkür ederiz.

---

## İÇİNDEKİLER

---

### I GİRİŞ

1 GİRİŞ	2
---------	---

### II AMAÇ

2 AMAÇ	5
--------	---

### III LİTERATÜR ÖZETİ

3 LİTERATÜR ÖZETİ	7
-------------------	---

### IV YÖNTEM

4 YÖNTEM	17
4.1 Enerji Modeli . . . . .	21
4.2 Problemler . . . . .	22

### V SONUÇ

5 SONUC	29
---------	----

KAYNAKÇA . . . . .	30
--------------------	----

---

## ŞEKİLLER LİSTESİ

---

2	Örnek Drone Görseli . . . . .	2
3	Yer İstasyonu Bağlantı Görseli . . . . .	3
4	Literatür Diyagramı . . . . .	7
5	Yer İstasyonu İletişim Görseli . . . . .	18
6	Örnek Akış Şeması Görseli . . . . .	20
7	Yer İstasyonu Bağlantı Görseli . . . . .	27

---

## TABLO LİSTESİ

---

1	Dronelerin Enerji Tüketimi Durumları . . . . .	21
---	--	----

## BÖLÜM: I

### GİRİŞ

## GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi, birçok sektörde çeşitli yenilikleri beraberinde getirmektedir. Bu yeniliklerden biri de İnsansız Hava Araçları (İHA) veya popüler adıyla Dronelar olarak bilinen uzaktan kumandalı hava araçlarıdır. Başlangıçta askeri operasyonlarda hizmet veren insansız hava araçları (İHA'lar), kısa bir süre içinde çeşitli sektörlerde de uygulama alanı bulmuştur. İHA'lar, başlangıçta stratejik keşif ve gözetleme amaçlarıyla askeri alanda kullanılmış daha sonra tarım, güvenlik, medya ve çevre izleme gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Bu noktada, İHA'ların verimli bir şekilde kullanılabilmesi için uzaktan kumanda edilmesi ve kontrol edilmesi amacıyla özel yer istasyonlarına ihtiyaç duyulmuştur.



Figure 2: Örnek Drone Görseli

İHA'ların etkili bir şekilde kontrol edilmesi ve verimli bir iletişim kurabilmesi için Mobil Veri Dağıtım Sistemi (MBDS) mimarisi, özellikle uzaktan kumandalı hava araçlarıyla ilgili bir dizi kritik görevi yerine getirmek üzere tasarlanmıştır. MBDS, İHA'lar ile yer istasyonları arasında güvenli ve hızlı veri transferini sağlamak adına özel olarak geliştirilen bir iletişim altyapısı sunar. Bu mimari, belirli iletişim protokollerini benimseyerek İHA'larla yer istasyonları arasında düzenli bir veri akışını destekler.

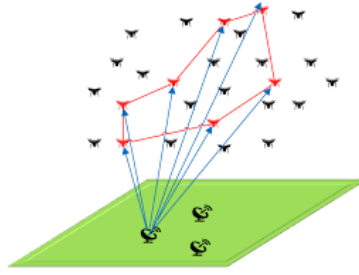


Figure 3: Yer İstasyonu Bağlantı Görseli

Temel olarak ele alacağımız problemimiz ise kapsama alanı içindeki İHA'mızın yer istasyonu veya yer istasyonlarıyla en hızlı, kısa şekilde bağlantı kurmasıdır. Birden fazla İHA yer istasyonunun kapsama alanında olabilir, bu durumda iniş önceliği kazanmalıdır. Bağlantı kurduğu yer istasyonuna iniş önceliği kazanması için bazı şartları sağlaması gerekmektedir. Örneğin bu şartlar; kalan pil süresi, saniyede gönderebileceği paket sayısı, istasyona olan uzaklığı ve İHA yer istasyonu ile bağlantı kurarken yol kaybı modeline de bakılmalıdır. Bu model sinyal gücünün mesafe ile ters orantılı olarak azaldığını varsayar. İHA yer istasyonundan uzaklaştıkça sinyal gücü kaybedilir ve bu da iletişim kalitesini etkiler. Ayrıca çevresel etkenler ve diğer engeller de göz önüne alınarak bir düzeltme faktörü eklenir. Gerekli parametreler de dahil edildiğinde iniş önceliğini kazanıyor ise inişini gerçekleştirir.



## BÖLÜM: II

### A M A Ç

---

## AMAÇ

---

Bu proje, sabit kanatlı İnsansız Hava Aracı (İHA) tasarımı ve üretimi alanında yenilikçi bir yaklaşım geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu projenin temel hedefi, İHA'larla güvenilir iletişim sağlayarak uçuş kontrolünü optimize etmek, yer istasyonundan İHA'lara çeşitli komutlar göndererek görev performansını artırmak, uçuş sırasında oluşabilecek durumları anlık olarak izleyerek müdahale etme kabiliyeti kazanmak ve veri toplama, işleme ve depolama yetenekleriyle uçuş verilerini analiz ederek gelecekteki görevlere dair öngörülerde bulunmaktır. Yer istasyonu tasarımının ana amaçları arasında, İHA'ların etkili ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli altyapıyı sağlamak ve bu sayede İHA teknolojisinin birçok sektördeki potansiyelini artırmak yer almaktadır.

## BÖLÜM: III

### LİTERATÜR ÖZETİ

---

LİTERATÜR ÖZETİ

---

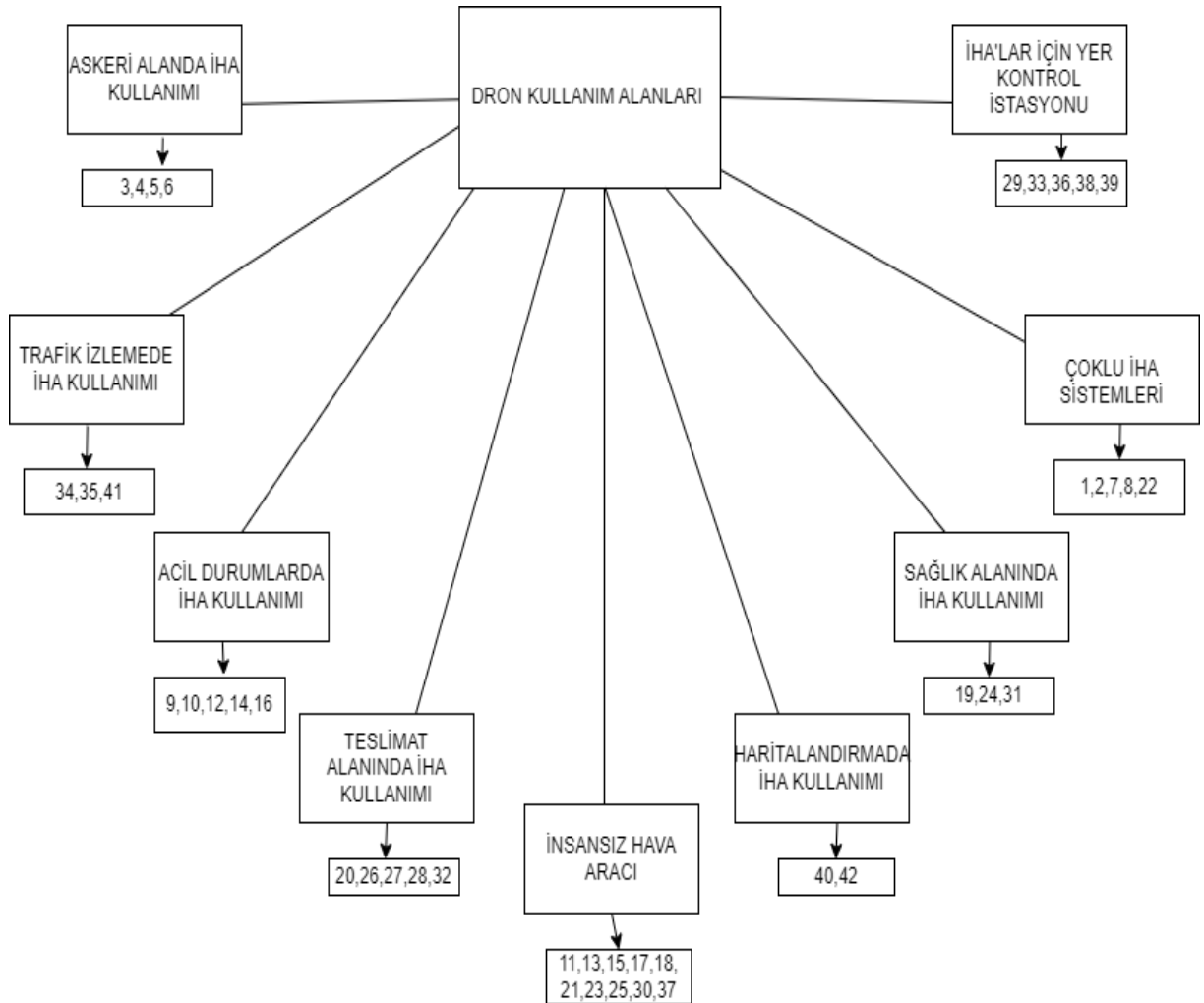


Figure 4: Literatür Diyagramı

Günümüzde, savunma sanayisine olan artan ilgi, İnsansız Hava Araçlarına (İHA) ve bu araçların kontrolünü sağlayan yer istasyonlarına yönelik büyük bir talep ve ilgi artışına neden olmuştur. Bu bağlamda, son yıllarda birçok farklı alanda gerçekleştirilen İHA çalışmaları, teknolojiadaki hızlı evrimin bir yansımasıdır.

İHA'lar, önceden belirlenmiş rotalar üzerinde otonom veya uzaktan kumanda ile uçabilen ve belirlenmiş görevleri gerçekleştirebilen, insan pilota ihtiyaç duymadan hareket eden hava araçlarıdır [1]. İHA'lar, geçmiş dönemlerde farklı hedeflere yönelik farklı uygulamalarda kullanılmıştır. Savaş döneminde uçak ve pilot kayıplarının önemli ölçüde artması, İHA teknolojisinin gelişmesine hız katmıştır [2]. İHA kullanımlardan birincisi, patlayıcı içeren insansız balonlar aracılığıyla uygulanan Venedik şehrinin bombardımanıdır. İHA'ların öncelikle askeri alanda kullanılması sonrasında gelecek olan askeri odaklı çalışmalara ilham vermiştir [3].

Quadrotor kullanılarak askeri gözlem yapma amaçlı kullanılan İHA simülasyonu geliştirilmiştir[4]. Bu çalışma kapsamında quadrotor; nesneleri tespit etmeye, tanımaya ve konum bilgisini elde etmeye yönelik bir amacı gerçekleştirmektedir. Haar-Like özellikleri ve Adaboost, nesneleri tespit etmek için kullanılmıştır. Genişletilmiş Kalman Filtresi, İHA'nın konumunu belirlemek amacıyla tercih edilmiş bir algoritmadır. Hedef konumunu belirlemek için ise İğne Deliği Algoritması kullanılmıştır. Araştırmanın sonucu, tüm durumlar için ortalamada sadece 0,24 hata olduğunu göstermektedir.

Askeri alanda yapılan bir başka çalışma ise [5] kaynağındaki FANET yönetim süreç simülasyonudur. Bu araştırma, FANET ağının konuşlandırılması ve operasyonel yönetimi için bir matematiksel model oluşturmayı amaçlamaktadır. Önerilen model, radyo-elektronik savaşa karşı direnç sağlamak için GPS düzeltme kanallarını entegre etmekte ve OSI modelinin farklı katmanlarında ağ yönetimini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bunun yanı sıra çerçeve,

MU-MIMO teknolojilerini kullanarak konumlandırma bilgilerini öne çıkarma ve aynı zamanda hizmet bilgilerinin hacmini azaltma stratejilerini içermektedir.

Askeri çalışmalar bağlamında, İHA'ların stratejik kullanımına dair örnekler çeşitlendirilebilir. Bu çalışmalar, İHA'ların stratejik öneme sahip hedefleri etkili bir şekilde hedef alarak sivil kayıpları minimize etme, önemli hedefleri başarılı bir şekilde etkisizleştirme ve örgütler üzerinde baskı oluşturarak saldırı yeteneklerini sınırlama kapasitesine odaklanabilir [6].

İHA'lar genellikle askeri bağlamla özdeşleştirilse de arama-kurtarma, afet yardımı, trafik izleme, haritalandırma, teslimat, yangın söndürme gibi çeşitli alanlarda da kullanılmaktadır [7].

Felaket sonrası yönetim için kabul edilen en kritik zorluk; güvenilir, sağlam, doğru ve hızlı bir iletişim ağı oluşturmaktır [8]. Doğal afetlerde geleneksel iletişim altyapısının çökmesi veya kullanılamaması durumunda, acil kablosuz iletişim ağlarının hızlı bir şekilde devreye alınması önem arz etmektedir. Bu durumlar, kaza veya felaket bölgelerinde iletişimi yeniden kurma ihtiyacını doğurabilir, çünkü bu tür olaylar kalıcı ikincil felaketlere neden olabilmektedir [9]. Doğal afetlerle mücadele sırasında, acil ekiplerin hızlı bir şekilde bilgi toplaması ve iletişim sağlaması genellikle zorlu bir süreçtir [10]. İHA'lar kuş bakışı perspektifi ve manevra yeteneği sayesinde bu zorluklar için umut vaat eden bir çözüm olmaktadır [11]. İHA'lar afetlere karşı etkin çalışmalar yürütebilir. Doğal felaketlerde, zor erişilebilen bölgelerde hızlı zarar değerlendirmesi ve kurtarma tedbirleri geliştirmek için kullanılabilirler [12]. Arama-kurtarma robotlarının insanlara kıyasla çıkan avantajı, afet bölgelerine hızlı bir şekilde ulaşarak bilgi toplama sürecine anında başlamalarıdır. Robotlar, insan hayatının göz önüne alındığı perspektifte daha kolayca gözden çıkarılabilir oldukları için afet bölgelerine hızlı bir şekilde konuşlandırılabilirler [13].

Son yıllarda, İHA tabanlı iletişim ve ağ kurma konsepti akademiden büyük ilgi görmüştür [14]. Bu perspektifler ve benzer talepler doğrultusunda yapılan [8] kaynağındaki çalışmada İHA kullanılarak felaket bölgelerinde hayatta kalanları en yakın kurtarma kampına yönlendirmek ve felaket bölgesini gözlemlemek amacıyla bir acil durum Wi-Fi ağı önerilmiş ve geliştirilmiştir. Raspberry PI (RPI) geliştirme kartı, İHA üzerinde entegre edilerek afet bölgelerinde hızlı bir şekilde Wi-Fi altyapısı kurma amaçlı olarak tasarlanmıştır.

Mevcut piyasa trendine göre, genellikle kullanılan üç ana İHA türü şunlardır: döner kanatlı İHA, sabit kanatlı İHA, dikey kalkış ve iniş (VTOL) sabit kanatlı İHA. Çeşitli İHA türlerinin, havada sabit kalma kabiliyeti, iniş kalkış alanı, etki alanı ve başka yönlerden farklı olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır [15]. Döner kanatlı İHA'nın afet bölgesinin detaylı keşfi için sunduğu havada asılı kalma kabiliyeti belirgin bir avantaj olarak öne çıkmaktadır. Buna ek olarak, küçük rotor çaplarına sahip olması, diğer benzer modellere göre tercih edilme eğiliminde olmasının yanı sıra daha yüksek bir güvenlik seviyesini de beraberinde getirmektedir [16]. Acil durum iletişimini ele alan [17] kaynaklı çalışmada bir afetin ardından belirsiz bölgelerde kullanıcıların dağılımını tespit ederek acil durum iletişim hizmeti sunan döner kanatlı İHA'nın kablosuz baz istasyonu olarak görev alması incelenmiştir. Sistem en uygun yolu bulmayı amaçlamaktadır. Problemin genişletilmiş hali, multi-armed bandit problemine dönüştürülmüş ve çalışmalar bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir.

İnsansız hava sistemleri, ticari ve kişisel kullanım potansiyeli açısından geniş bir yelpazeye sahiptir. Özellikle otomatik harici defibrilatörün kalp krizi geçiren kişilere ulaştırılmasından başlayarak, 'arama ve kurtarma' operasyonları gibi acil durum senaryolarında kullanılabilecek çeşitli uygulama alanları, bu teknolojinin etkinliğini belirlemede önemli bir gösterge olarak öne çıkmaktadır. Bu örnekler, insansız hava sistemlerinin acil durumlarda hayati bir rol üstlenebileceğini ve teknolojinin geniş bir kullanım yelpazesinde fayda sağlayabileceğini

vurgulamaktadır [18]. Çoğu mevcut insansız hava sistemi girişimi, özellikle İHA sistemlerinin volkanik aktivite gibi büyük çevresel olayları düzenli olarak değerlendirmek amacıyla kullanılması gibi çevresel sürdürülebilirlikle ilgilidir [19]. İHA'lar yarışmacılara yaklaşılabildiği ve net bir görüntü sağlayabildiği için spor müsabakalarında da kullanılmaktadır [20].

Nesnelerin interneti, ekonomik ve ayakta sağlık çözümleri için giderek daha fazla önem kazanmaktadır [21], [22]. Sensörlerle entegre edildiğinde geniş veri alışverişini destekleyen Nesnelerin İnterneti, bilgi işleme sistemine gömülü sensörler gibi nesneleri bir araya getirerek etkili iletişimi teşvik etmektedir. Sağlık sistemlerinde ise hastaların verilerinin farklı teknik alanlarda iletilmesinde kullanılmaktadır [23]. Sağlık hizmeti sadece malzemelerin taşınmasıyla sınırlı olmayıp hastalara acil müdahaleyi de gerektirdiği için diğer sektörlerden farklılık gösteren bir özelliğe sahiptir [24]. Yapılan çalışmalara göre, İHA'lar aracılığıyla hastalara ait tıbbi veriler sensörlerle donatılmış cihazlar tarafından toplanmakta ve bu veriler doktorlara iletilmektedir. Bu yöntem, acil durumlardaki hastalara en hızlı teslimatı sağlayarak önemli bir yardım ulaştırmaktadır [23]. Nesnelerin İnterneti'nin, kısa mesafe kablosuz bağlantı imkanı sunan bir dizi tıbbi cihazın entegrasyonu ile gelecekteki akıllı sağlık sistemlerinin gelişimine öncülük etmesi öngörülmektedir. Bu yeni nesil sağlık sistemleri, giyilebilir teknolojiler, mikro ve nano teknolojiler, entegre devreler ve geniş kapsamlı bilgi işleme gibi çeşitli teknolojileri kullanarak kronik hastalıklarla mücadele eden bireylerin uzaktan sağlık takibini daha etkin bir şekilde gerçekleştirebilir [22, 25].

İHA'nın sağlık alanındaki bir diğer kullanımı ilaç ve kan teslimatıdır. İHA'lar, teslimatı güvenli bir şekilde gerçekleştirebilmek için izleme fonksiyonlarına sahiptir. Bu fonksiyonlar, İHA'nın temel bileşenlerinin çalışma koşullarını anlık olarak izleyerek bu işlevi yerine getirmektedir [26]. Kan teslimatı, özel saklama kısıtlamalarına tabi olduğu için farklı bir İHA teslimat çalışması olarak dikkat çekmektedir [2]. Otonom ilaç dağıtım sistemi ise; serbest



bırakma ünitesi, gimbal ve taban platformu bölümlerinden oluşmaktadır. İHA öncelikle sinyali alır, anında havalanır ve ilacı hastaya ulaştırır. Bu süreçte İHA otonom olarak yönetilmektedir. Bu süreç, acil durumlarda etkili ve hızlı bir ilaç teslimatını sağlamak için tasarlanmış bir sistemdir [27].

Teslimat alanında yapılan İHA araştırmaları oldukça çeşitlilik göstermektedir. İHA'ların şehir içi alanlarda kullanımı, karadan teslimat trafiği sorunlarıyla başa çıkmak amacıyla giderek daha fazla düşünülmektedir [26]. Bir diğer çalışma İHA'ların bir kalkışta birden fazla müşteriye hizmet verme hedefi doğrultusunda yapılmıştır [28]. İHA'nın taşıdığı yükte meydana gelen değişikliklerin enerji tüketimine olan etkilerini en aza indirmek amacıyla özel bir enerji tüketim modeli geliştirilmiş ve ardından İHA görev tahsis modeli ve araç yolu planlama modeli oluşturulmuştur. Elde edilen araştırma sonuçları, bu yaklaşımın araç destekli İHA teslimat sorununu başarıyla çözebileceğini ve şirketlerin verimliliğini artırabileceğini göstermektedir.

İHA'lar, gözlemlene alanında ve veri aktarımında kritik bir rol oynamaktadır. İHA'lar ilk üretildiğinde basit görevleri yerine getirebilmekteydi ama günümüzde çoklu iha sistemleriyle beraber karmaşık görevleri de tamamlayabilmektedir [12]. Birden fazla İHA içeren ağlara FANET denmektedir. Bu ağların İHA'larla otomatik olarak organize olan ağlar oluşturulması beklenmektedir. Tek İHA kullanmak ekonomik, ekipman maliyeti, güvenilirlik açısından avantajlı olsa da çoklu iha kullanımı ölçeklenebilirlik, istikrar, zaman açısından verimlilik ve kapsama alanı açısından daha avantajlı olmaktadır [29]. Yapılan çalışmada İHA sistemi içerisinde bulunan her İHA kendi konum bilgilerini yakınındaki İHA ile paylaşmakta ve diğer İHA bu bilgileri almaktadır [30].

İHA'lar, farklı yörünge türlerini izleyebilme ve havada sabit kalabilme yeteneğine sahiptir. Bu durum, İHA'nın kapsama alanını etkilemektedir. İHA'nın konumu statik ise bu durum

genellikle kablosuz sensör ağları sorunlarına benzemektedir. İHA dinamik bir hareket sergiliyorsa bu durumda birden fazla İHA'nın koordineli olarak çalışmasının gerekebileceği anlamına gelmektedir [31, 32].

Akıllı şehirlerde İHA'lar birçok alanda kullanılabilmektedir ama bu kullanımın bazı iş ve teknik zorlukları bulunmaktadır. [33] kaynağında yapılan çalışmada bu zorluklara odaklanılmıştır. İHA'lar geniş bir uygulama yelpazesine sahip olduklarından, kötü niyetli amaçlarla, örneğin başkalarını izlemek gibi yanlış maksatlarla kullanılabilirler; bu durum etik ve gizlilik açısından sorunlara yol açabilmektedir. Ayrıca, maliyet ve arıza olasılıkları gibi çeşitli sorunlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Artan araç sayısı trafik izlenebilirliğini güçleştirerek yeni teknolojilere olan talebi artırmıştır. İHA'lar oldukça geniş kapsama yetenekleri sayesinde trafik izleme için son derece elverişli bir çözüm sunmaktadır [34]. İHA'lar devriye gezerek gözetimde kullanılabilmektedir [20]. 2019 yılında yapılan [35] kaynağındaki çalışma kapsamında, İHA'Lar tüm kavşaklara konumlandırılarak araç sayılarıyla ilgili verileri toplamakta ve bu bilgileri bulut sunucusunda depolamaktadır. Bulut sunucusu, toplanan verileri ana sunucuya aktararak kullanılabilir hale getirmektedir. Kullanıcılar, sisteme web uygulaması aracılığıyla erişebilir ve kendilerine en uygun rota bilgisini alabilirler. Bu yöntem, her kullanıcının kendi aracı için en düşük yoğunluğa sahip yolu seçmesiyle trafik sıkışıklığını azaltmayı amaçlamaktadır. Bu alanda yapılmış bir başka çalışma olan [36]'de quadcopter, araç içi kamera ve bilgisayar kullanılarak oluşturulan sistem, yüksek performansıyla birlikte yüksek takip doğruluğuna sahiptir ve maliyeti 1.000 doların altındadır. Ancak, oluşabilecek zorlukları göz önüne alarak hava koşullarının etkisi ve sistemin genel kullanılabilirliği değerlendirilmelidir. Yapılan bir başka çalışmada hareketli bir nesnenin izlenmesinde yeni bir algoritma geliştirilmiş ve hedef

nesnenin konumunu öngörmek için Genişletilmiş Kalman Filtresi yöntemi uygulanmıştır [37].

Yer Kontrol İstasyonu; İHA'nın kendi kendine yönetilen uçuş ve rotalama kabiliyetlerini denetlemek, veri toplayıp işlemek, hata mesajları göndermek, uçuşu yönetmek amacıyla özel olarak tasarlanmış bir ana kontrol ünitesi olarak faaliyet göstermektedir [36]. Yer kontrol istasyonundaki göstergeler aracın hareketine göre değişim göstermektedir. İHA'nın irtifası, hızı, pil durumu, konumu gibi veriler yer istasyonundan izlenebilmektedir [38]. Bu sistemde meydana gelebilecek olası durumları önlemek ve işleyişi daha güvenli hale getirmek amacıyla İHA istasyonunu kontrol edecek bir insanın bulunması önem arz etmektedir [39].

Yer istasyonu ile ilgili yapılmış olan [40] kaynağındaki araştırmada İHA'lar için kullanılan Yer Kontrol İstasyonları'nda operatör performansını artırma potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, çeşitli duysal kanalların entegrasyonunu içeren multimodal görüntüleme tekniklerinin YKİ tasarımıındaki karmaşıklıkla vurgulamakta ve mevcut teknolojilerin operatör etkileşimi üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar, çok modlu arayüzlerin İHA operatörlerinin performansını geliştirmek için potansiyel avantajlarını vurgulamaktadır.

Yer istasyonları ve İHA'lar, haritalama alanında da çeşitli uygulamalara sahiptir. Bu bağlamda, [41] kaynağındaki çalışma, perspektif resimlerdeki eğiklik ve dönüklük hatalarının düzeltilmesi ve arazideki yükseklik farklarından kaynaklanan nokta kaymalarının en aza indirilmesi amacıyla ortofoto veya foto-planların üretilmesine odaklanmaktadır. Çalışma, düzeltilmiş hava fotoğrafları veya uydu görüntülerinin belirli bir ölçeğe uyumlandırılmasıyla elde edilen özel görüntü türlerini içermektedir. Ortaya çıkan ürünler arasında düzeltilmiş ve sabit bir ölçeğe sahip görüntülerle birleştirilmiş ortofoto görüntüleri yer almaktadır. Bu süreç, kartografik detayların ortofoto görüntülerine eklenmesini içerir. Bu sayede oluşturulan foto-

haritalar, entegre kartografik bilgilerle birlikte düzeltilmiş ve sabit bir ölçeğe sahip görüntüler sunmaktadır. Haritalandırmayla ilgili bir diğer araştırma İsveç'te gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, bitki türlerinin tanımlanması ve tür bolluğunun tahmin edilmesi hedeflenerek yapılmıştır. Çalışma sonunda bitkilerin tür dağılımının belirlenebildiği sonucuna varılmıştır [42].

BÖLÜM: IV

YÖNTEM

---

## YÖNTEM

---

Proje sürecimizde, İHA'nın yer istasyonu yazılımını geliştirmek adına özenle planlanmış bir dizi adım gerçekleştirdik. İlk olarak, İHA tarafından üretilen telemetri verilerini toplamak ve yer istasyonuna iletmek amacıyla etkili bir veri iletim stratejisi tasarladık. Bu strateji, düşük iletim gecikmeleri ve yüksek hata toleransı sağlamak üzere gelişmiş veri paketleme algoritmalarını içermektedir.

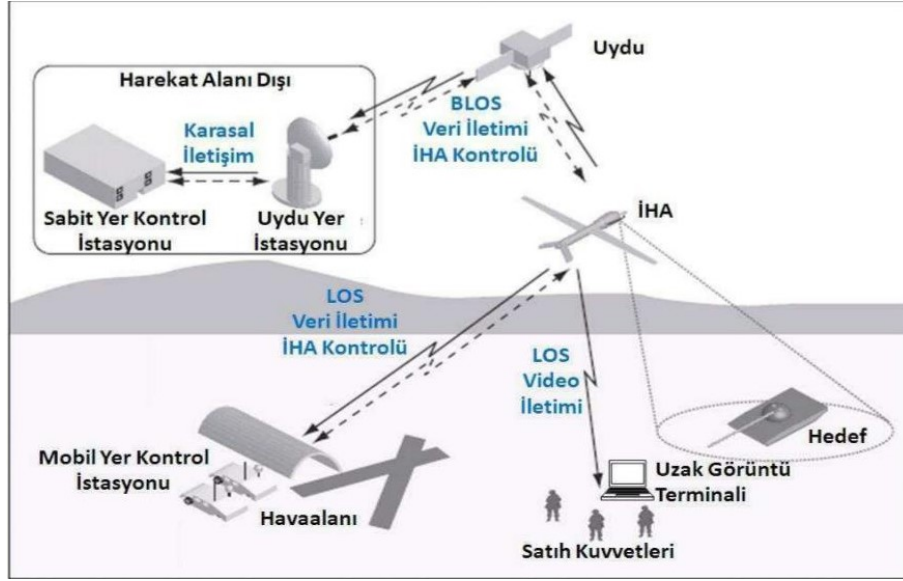


Figure 5: Yer İstasyonu İletişim Görseli

Telemetry verileri, yer istasyonunda detaylı bir şekilde işlendi ve analiz edildi. Bu aşamada, hareketli ortalama ve varyans analizi gibi istatistiksel yöntemler kullanılarak veri analizi hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirildi. Elde edilen analiz sonuçları, İHA'nın uçuş durumu, sensör verileri ve pil durumu gibi kritik bilgileri sağlamak adına kullanıcı dostu bir arayüz üzerinden görselleştirildi.

Görev yönetimi ve planlama aşamasında ise İHA'nın belirlenen görevleri başarıyla gerçekleştirebilmesi için greedy algoritmaları kullanma kararı aldık. Bu algoritmalar sayesinde belirli parametreler verilerek İHA'ların hızlı bir şekilde yer istasyonu ile iletişim kurmasını sağlamak için esnek bir çözüm gerçekleştirdik.

Bu bütünlüklü yaklaşım, İHA'nın yer istasyonu yazılımının esnek ve etkili bir şekilde çalışmasını sağlamıştır. Proje sürecinde elde edilen bu sonuçlar, gelecekteki benzer projelerin

geliştirilmesi ve savunma teknolojilerindeki yerimizin güçlendirilmesi açısından önemli bir temel oluşturacaktır.



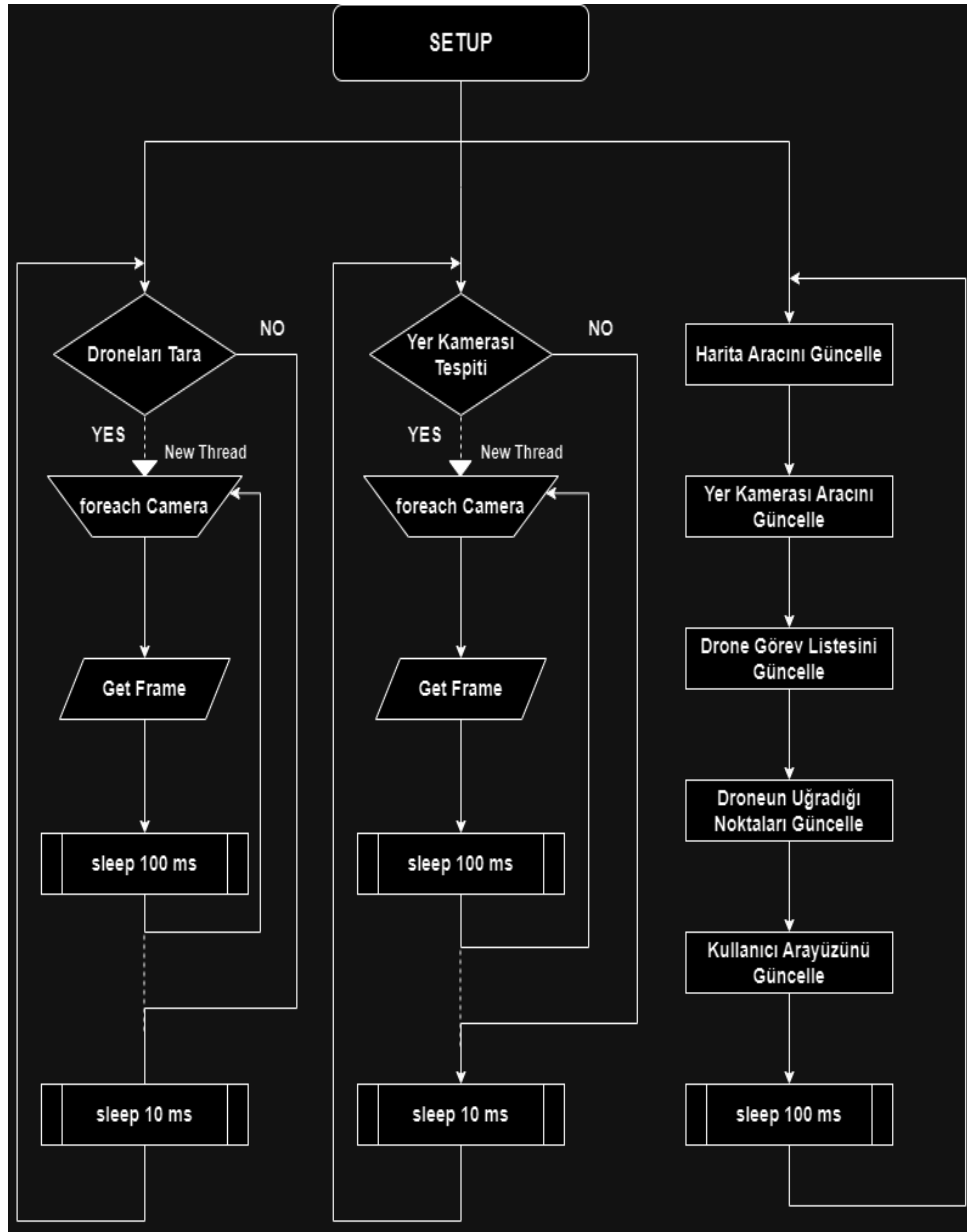


Figure 6: Örnek Akış Şeması Görseli

#### 4.1 Enerji Modeli

Durum	Açıklama
Veri Toplama	Dronenin çevresini izleme, sensörlerden veri toplama
Veri İletme	Toplanan verileri iletişim protokolüne göre gönderme
Sleep	Pasif durum, minimum enerji tüketimi
Idle	Uçuşta, ancak aktif görevlerde olmayan durum
Hareket	Uçuş sırasında enerji tüketimi

Table 1: Dronelerin Enerji Tüketimi Durumları

Veri Toplama: Dronenin çeşitli sensörleri ile çevresini izlediği durumlar. Bu, kameralar, termal sensörler, GPS vb. verileri içerebilir. Veri toplama süresi, kullanılan sensörlerin türüne ve ne kadar süreyle aktif olduklarına bağlı olarak değişebilir. Veri İletme: Dronenin topladığı verileri bir yer istasyonuna veya başka bir alıcıya gönderdiği durumlar. Bu işlem, enerji yoğun bir süreç olabilir ve iletişim protokolü, mesafe ve veri boyutu gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Uyku Modu: Dronenin pasif olduğu durumlar. Bu modda, dronenin tüm aktif sistemleri kapalıdır ve minimum enerji tüketimi sağlanır. Sleep modu, dronenin uçuş dışı olduğu durumlarda kullanılır. Boş Durum: Dronenin uçuşta olduğu ancak aktif görevlerde olmadığı durumlar. Dronenin belirli bir bölgede beklemesi veya konumunu koruması gibi durumlar bu kategoriye dahil edilebilir. Hareket: Dronenin aktif bir görevi gerçekleştirdiği durumlar. Uçuş sırasında, hava direnci ve yerçekimi gibi faktörler nedeniyle enerji tüketimi artabilir.

## 4.2 Problemler

---

**Algorithm 1:** Greedy Enerji Tüketimi Problemi (Problem P1)

---

**Data:** Dronelerin enerji tüketimi, İstasyon konumu, Görevler**Result:** Optimal dronelerin görevlere atanması

```

1 foreach Drone  $d$  do
2   Hesapla:  $d$ 'nin istasyona olan uzaklığı;
3   Hesapla:  $d$ 'nin görevi tamamlama süresi;
4   Hesapla:  $d$ 'nin enerji tüketimi;
5 end
6 Sırala: Droneleri enerji tüketimine göre azalan sıraya koy;
7 foreach Görev  $t$  do
8   Ata: En düşük enerji tüketimine sahip droneyi göreve  $t$ ;
9   Kapat: Atanan dronenin kullanıldığı görevleri;
10  Kapat: Atanan dronenin enerji tüketimini güncelle;
11  Kapat: Atanan dronenin pil seviyesini güncelle;
12  Kapat: Atanan dronenin uçuş süresini güncelle;
13 end
14 return Optimal dronelerin görevlere atanması

```

---

Algoritma 1, dronelerin enerji tüketimini minimize ederek görevlere atanmasını sağlar. Algoritma, her bir dronenin istasyona olan uzaklığını, görevi tamamlama süresini ve enerji tüketimini hesaplar. Droneler enerji tüketimine göre azalan sıraya sıralanır ardından her görev en düşük enerji tüketimine sahip droneye atanır.

---

**Algorithm 2:** Greedy İş/Zaman Oranı Problemi(Problem P2)
 

---

**Data:** Dronelerin iş/zaman oranları, İstasyon konumu, Görevler
 

---

**Result:** Optimal dronelerin görevlere atanması

```

1 foreach Drone d do
2   Hesapla:  $d$ 'nin istasyona olan uzaklığı;
3   Hesapla:  $d$ 'nin görevi tamamlama süresi;
4   Hesapla:  $d$ 'nin iş/zaman oranı;
5 end

6 Sırala: Droneleri iş/zaman oranına göre azalan sıraya koy;

7 foreach Görev t do
8   Ata: En yüksek iş/zaman oranına sahip droneyi göreve  $t$ ;
9   Kapat: Atanan dronenin kullanıldığı görevleri;
10  Kapat: Atanan dronenin iş/zaman oranını güncelle;
11  Kapat: Atanan dronenin pil seviyesini güncelle;
12  Kapat: Atanan dronenin uçuş süresini güncelle;
13 end

14 return Optimal dronelerin görevlere atanması

```

---

Algoritma 2, dronelerin iş/zaman oranını maksimize ederek görevlere atanmasını sağlar. Her bir dronenin istasyona olan uzaklığı, görevi tamamlama süresi ve iş/zaman oranı hesaplanır. Droneler iş/zaman oranına göre azalan sıraya sıralanır ardından her görev en yüksek iş/zaman oranına sahip droneye atanır.

---

**Algorithm 3:** Greedy Yol Kayıp Modeli Optimizasyonu (Problem P3)
 

---

**Data:** İstasyon konumu, Dronelerin konumları, Yol kayıp modelleri

**Result:** En iyi sinyal gücüne sahip dronelerin belirlenmesi

```

1 foreach Drone d do
2   Hesapla:  $d$ 'nin istasyona olan uzaklığı;
3   Hesapla:  $d$ 'nin sinyal gücü (yol kayıp modeli ile);
4 end

5 Sırala: Droneleri sinyal gücüne göre azalan sıraya koy;

6 return En iyi sinyal gücüne sahip dronelerin belirlenmesi

```

---

Algoritma 3, dronelerin istasyonla iletişim kurarken en iyi sinyal gücüne sahip olanları belirler. Her bir dronenin istasyona olan uzaklığı ve sinyal gücü (yol kayıp modeli ile) hesaplanır. Droneler sinyal gücüne göre azalan sıraya sıralanır ve en iyi sinyal gücüne sahip droneler belirlenir.

---

**Algorithm 4:** Greedy Trafik Yönetimi Optimizasyonu (Problem P4)
 

---

**Data:** Dronelerin konumları, Trafik durumu, Rota bilgileri

**Result:** Optimal rota planlaması ve çakışmaların önlenmesi

```

1 foreach Drone d do
2   | Hesapla: d'nin güzergahındaki diğer dronelerle çakışma süresi;
3 end

4 Sırala: Droneleri çakışma süresine göre artan sıraya koy;

5 foreach Drone d do
6   | Ata: En düşük çakışma süresine sahip olan rota;
7   | Kapat: Atanan dronenin güzergahındaki diğer dronelerin rotalarını güncelle;
8 end

9 return Optimal rota planlaması ve çakışmaların önlenmesi

```

---

Algoritma 4, dronelerin konumları ve trafik durumunu kullanarak optimal rota planlaması yapar ve çakışmaları önler. Her bir dronenin güzergahındaki diğer dronelerle çakışma süresi hesaplanır. Droneler çakışma süresine göre artan sıraya sıralanır ve her bir drone için en düşük çakışma süresine sahip rota atanır.

---

**Algorithm 5:** Greedy Çevresel Koşullar Optimizasyonu(Problem P5)
 

---

**Data:** Dronelerin konumları, Hava koşulları, Çevresel etkenlerin bilgileri

**Result:** En iyi hava koşullarına sahip dronelerin belirlenmesi

```

1 foreach Drone d do
2   | Hesapla: d'nin hava koşullarına göre performansı;
3 end

4 Sırala: Droneleri hava koşullarına göre azalan sıraya koy;

5 return En iyi hava koşullarına sahip dronelerin belirlenmesi

```

---

Algoritma 5, dronelerin hava koşullarına göre performansını optimize eder. Her bir dronenin hava koşullarına göre performansı hesaplanır. Droneler hava koşullarına göre azalan sıraya sıralanır ve en iyi hava koşullarına sahip droneler belirlenir.

Greedy algoritmalar, belirli bir amaca yönelik optimal çözümleri hızlı bir şekilde bulmak amacıyla kullanılan yaklaşımlardır. Yol Kayıp Modeli optimizasyonunda, dronelerin istasyonla iletişim kurarken en iyi sinyal gücüne sahip olanları seçerek iletişimi optimize etmeyi hedefler. Trafik Yönetimi optimizasyonunda, droneler arasında çakışmaları önlemek ve optimal rota planlaması yapmak için çakışma süresine göre rotaları sıralar ve en düşük çakışma süresine sahip olanları tercih eder. Çevresel Koşulların Etkisi optimizasyonunda ise dronelerin uçuş performansını çevresel faktörlere göre optimize etmeyi amaçlar, örneğin hava koşulları. Bu yaklaşım, her adımda en iyi lokal seçimi yaparak hızlı çözümler elde etmeyi amaçlar, ancak global optimumu garantilemez.

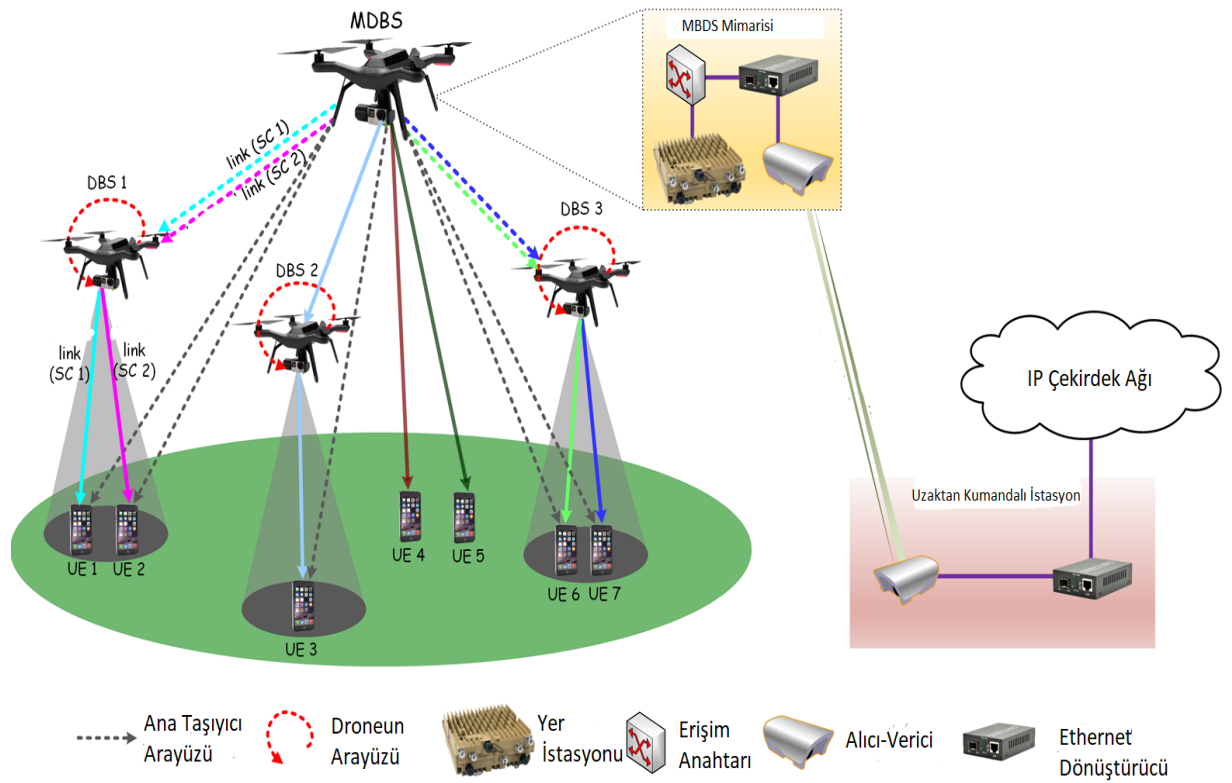


Figure 7: Yer İstasyonu Bağlantı Görseli



## BÖLÜM: V

### SONUÇ

---

## SONUC

---

Yazılım, İHA'nın uçuş kontrolü üzerinde etkili bir izleme ve kontrol mekanizması sağlaması amaçlanmış, bu da uçuş sırasında olası sorunlara hızlı müdahale imkanını hedeflemiştir. Ayrıca, telemetri verileri etkili bir şekilde toplanmış, işlenmiş ve kullanıcı dostu bir arayüz üzerinden görselleştirilmiştir. Proje kapsamında geliştirilen kullanıcı arayüzü, kullanıcıların İHA'nın durumu hakkında anlık bilgi almasını kolaylaştırmış ve görev planlamasını optimize etmeyi amaçlamıştır. Yazılımın içerdiği görev yönetimi sistemi ise İHA'nın belirlenen görevleri başarıyla gerçekleştirmesine olanak tanımıştır.

---

## KAYNAKÇA

---

- [1] Sung-Chan Choi, Jong-Hong Park, and Jaeho Kim. "A networking framework for multiple-heterogeneous unmanned vehicles in FANETs". In: *2019 Eleventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)*. IEEE. 2019, pp. 13–15.
- [2] Adnan Nadeem et al. "A review and classification of flying ad-hoc network (FANET) routing strategies". In: *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 8.3 (2018), pp. 1–8.
- [3] Gheorghe Udeanu, Alexandra Dobrescu, and Mihaela Oltean. "Unmanned aerial vehicle in military operations". In: *Sci. Res. Educ. Air Force* 18.1 (2016), pp. 199–206.
- [4] M Anwar Ma'Sum et al. "Simulation of intelligent unmanned aerial vehicle (uav) for military surveillance". In: *2013 international conference on advanced computer science and information systems (ICACSIS)*. IEEE. 2013, pp. 161–166.
- [5] Sudhir Kumar Chaturvedi et al. "Comparative review study of military and civilian unmanned aerial vehicles (UAVs)". In: *INCAS bulletin* 11.3 (2019), pp. 181–182.
- [6] Giordano Bruno Antoniazzi Ronconi, Thaís Jessinski Batista, and Victor Merola. "The utilization of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for military action in foreign airspace". In: *UFRGSMUN: UFRGS Model United Nations Journal* 2 (2014), pp. 137–180.
- [7] Bieliakov Robert and Fesenko Oleksii. "FANET MANAGEMENT PROCESS SIMULATION". In: *The XII International Scientific and Practical Conference" Youth, education and*

*science through today's challenges", December 04-06, 2023, Bordeaux, France. 454 p.*  
P. 395.

- [8] Zhuohui Yao et al. "Resource allocation for 5G-UAV-based emergency wireless communications". In: *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 39.11 (2021), pp. 3395–3410.
- [9] Omar Sami Oubbati et al. "Leveraging communicating UAVs for emergency vehicle guidance in urban areas". In: *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing* 9.2 (2019), pp. 1070–1082.
- [10] Wenbo Jin et al. "Research on application and deployment of UAV in emergency response". In: *2020 IEEE 10th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC)*. IEEE. 2020, pp. 277–280.
- [11] Milan Erdelj and Enrico Natalizio. "UAV-assisted disaster management: Applications and open issues". In: *2016 international conference on computing, networking and communications (ICNC)*. IEEE. 2016, pp. 1–5.
- [12] Kirtan Gopal Panda et al. "Design and deployment of UAV-aided post-disaster emergency network". In: *IEEE Access* 7 (2019), pp. 102985–102999.
- [13] Yogianandh Naidoo, Riaan Stopforth, and Glen Bright. "Development of an UAV for search & rescue applications". In: *IEEE Africon'11*. IEEE. 2011, pp. 1–6.
- [14] Yu Lin, Tianyu Wang, and Shaowei Wang. "UAV-assisted emergency communications: An extended multi-armed bandit perspective". In: *IEEE Communications Letters* 23.5 (2019), pp. 938–941.

- [15] Yong Zeng, Rui Zhang, and Teng Joon Lim. “Throughput maximization for UAV-enabled mobile relaying systems”. In: *IEEE Transactions on communications* 64.12 (2016), pp. 4983–4996.
- [16] Milan Erdelj et al. “Help from the sky: Leveraging UAVs for disaster management”. In: *IEEE Pervasive Computing* 16.1 (2017), pp. 24–32.
- [17] David Greer, Phillip McKerrow, and Jo Abrantes. “Robots in urban search and rescue operations”. In: *Australasian Conference on Robotics and Automation, Auckland*. Citeseer. 2002, pp. 27–29.
- [18] Matthew Dunbabin and Lino Marques. “Robots for environmental monitoring: Significant advancements and applications”. In: *IEEE Robotics & Automation Magazine* 19.1 (2012), pp. 24–39.
- [19] Rajesh Gupta et al. “VAHAK: A blockchain-based outdoor delivery scheme using UAV for healthcare 4.0 services”. In: *IEEE INFOCOM 2020-IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS)*. IEEE. 2020, pp. 255–260.
- [20] Qiuchen Gu et al. “A vehicle-UAV operation scheme for instant delivery”. In: *Computers & Industrial Engineering* 149 (2020), p. 106809.
- [21] Min Chen et al. “Cognitive internet of vehicles”. In: *Computer Communications* 120 (2018), pp. 58–70.
- [22] Yin Zhang et al. “SOVCAN: Safety-oriented vehicular controller area network”. In: *IEEE Communications Magazine* 55.8 (2017), pp. 94–99.
- [23] Ibrar Yaqoob et al. “Internet of things architecture: Recent advances, taxonomy, requirements, and open challenges”. In: *IEEE wireless communications* 24.3 (2017), pp. 10–16.

- [24] J Vijitha Ananthi and P Subha Hency Jose. “Implementation of IoT and UAV Based WBAN for healthcare applications”. In: *2021 Third International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*. IEEE. 2021, pp. 37–42.
- [25] Hazim Shakhatreh et al. “On the continuous coverage problem for a swarm of UAVs”. In: *2016 IEEE 37th Sarnoff Symposium*. IEEE. 2016, pp. 130–135.
- [26] Hanlin Zhang et al. “Scheduling methods for unmanned aerial vehicle based delivery systems”. In: *2014 IEEE/AIAA 33rd Digital Avionics Systems Conference (DASC)*. IEEE. 2014, pp. 6C1–1.
- [27] Khin Thida San et al. “UAV delivery monitoring system”. In: *MATEC Web of Conferences*. Vol. 151. EDP Sciences. 2018, p. 04011.
- [28] Geoffrey Ling and Nicole Draghic. “Aerial drones for blood delivery”. In: *Transfusion* 59.S2 (2019), pp. 1608–1611.
- [29] Alain Ajami et al. “Path planning and ground control station simulator for uav”. In: *2013 IEEE Aerospace Conference*. IEEE. 2013, pp. 1–13.
- [30] Farhan Mohammed et al. “UAVs for smart cities: Opportunities and challenges”. In: *2014 international conference on unmanned aircraft systems (ICUAS)*. IEEE. 2014, pp. 267–273.
- [31] Sana Ullah et al. “UAV-enabled healthcare architecture: Issues and challenges”. In: *Future Generation Computer Systems* 97 (2019), pp. 425–432.
- [32] Tao Sheng et al. “Unmanned Aerial Vehicle Mediated Drug Delivery for First Aid”. In: *Advanced Materials* 35.10 (2023), p. 2208648.

- [33] Ayşegül GÜVEN and Sadık KARA. “BİR MODEL UÇAKLA YER İSTASYONU ARASINDA ORTAM BİLGİLERİNİN İLETİMİ VE UÇUŞ SİMÜLASYONU”. In: ().
- [34] Mahmud Hossain, Md Arafat Hossain, and Farhana Akter Sunny. “A UAV-based traffic monitoring system for smart cities”. In: *2019 International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 (STI)*. IEEE. 2019, pp. 1–6.
- [35] Haoran Niu, Nuria Gonzalez-Prelcic, and Robert W Heath. “A UAV-based traffic monitoring system-invited paper”. In: *2018 IEEE 87th Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*. IEEE. 2018, pp. 1–5.
- [36] Ye Hong, Jiancheng Fang, and Ye Tao. “Ground control station development for autonomous UAV”. In: *Intelligent Robotics and Applications: First International Conference, ICIRA 2008 Wuhan, China, October 15-17, 2008 Proceedings, Part II 1*. Springer. 2008, pp. 36–44.
- [37] Hacı Murat YILMAZ et al. “İnsansız hava aracı ile ortofoto üretimi ve Aksaray Üniversitesi kampüsü örneği”. In: *Geomatik 3.2* (2018), pp. 129–136.
- [38] Ivan Maza et al. “Multimodal interface technologies for UAV ground control stations: a comparative analysis”. In: *Selected papers from the 2nd International Symposium on UAVs, Reno, Nevada, USA June 8–10, 2009*. Springer. 2010, pp. 371–391.
- [39] Zhenyu Xiao et al. “Unmanned aerial vehicle base station (UAV-BS) deployment with millimeter-wave beamforming”. In: *IEEE Internet of Things Journal* 7.2 (2019), pp. 1336–1349.
- [40] Eva Husson, Olle Hagner, and Frauke Ecke. “Unmanned aircraft systems help to map aquatic vegetation”. In: *Applied vegetation science* 17.3 (2014), pp. 567–577.

- [41] KV Najiya and M Archana. “UAV video processing for traffic surveillance with enhanced vehicle detection”. In: *2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT)*. IEEE. 2018, pp. 662–668.
- [42] İZCİ Volkan and ULVİ Ali. “Yer Kontrol Noktalarının Harita Üretimine Etkileri”. In: *International Geoinformatics Student Symposium (IGSS)*. Vol. 1. 1. 2021, pp. 41–47.