



Teknoloji Fakültesi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

BİTİRME PROJESİ ARA RAPORU

Afet Durumlarında İHA'ların Etkin Kullanımı İçin Algoritma Araştırması Ve Simulasyon
Ortamında Analizi

PROJE YAZARI

Ubeydullah Ak ve Umut Engin Berkkan

170421852 Ve 170421044

DANIŞMAN

Dr. Eyüp Emre Ülkü

İstanbul / 2025

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Öğrencileri Ubeydullah Ak ve Umut Engin Berkkan'ın “Afet Durumlarında İHA’ların Etkin Kullanımı İçin Algoritma Araştırması Ve Simulasyon Ortamında Analizi” başlıklı bitirme projesi çalışması,/..../..... tarihinde sunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Adı SOYADI (Danışman)

Marmara Üniversitesi (İMZA)

Doç. Dr. Adı SOYADI (Üye)

Marmara Üniversitesi (İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi Adı SOYADI (Üye)

Marmara Üniversitesi (İMZA)

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMALAR LİSTESİ.....	i
ÖZET.....	iv
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. MATERYAL VE YÖNTEM	2
2.1 Materyal	
2.1.1. Bilgisayar ve Simulasyon Ortamı.....	2
2.1.2. İha Modellemesi.....	2
2.2 Yöntem	
2.2.1. Formasyon Tasarımı Ve Hedef Belirleme.....	2
2.2.2. Otonom Görev Paylaşımı Ve Karar Verme.....	2
2.2.3. İletişim Ve Veri Paylaşımı.....	3
2.2.4. Parametrelerin Ayarlanması Ve Performans Ölçütleri.....	3
2.2.5. Simulasyonların Gerçekleştirilmesi Ve Verilerin Analizi.....	3
BÖLÜM 3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	3
3.1 Bulgular	3
3.1 Tartışma.....	4
BÖLÜM 4. SONUÇLAR.....	4

KISALTMALAR/ABBREVIATIONS

İHA : İnsansız Hava Aracı

ROS : Robot Operating System

ÖZET

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sıklıkla afetlerle karşılaşan bir ülkedir. Afet durumlarında hızlı ve etkin müdahale, insan hayatını kurtarmak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada afet bölgelerinde görev yapacak insansız hava araçlarının sürü halinde hareket edebilme yeteneklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın temel problemi, mevcut insansız hava araçlarının afet durumlarında sınırlı adaptif yeteneklere sahip olmasıdır. Bu kapsamda, geliştirilen algoritmalar ile İHA'ların sürü zekâsı kullanarak dinamik ve değişken afet senaryolarına adaptif şekilde yanıt vermesi, otonom kararlar alması ve görev paylaşımı yapabilmesi hedeflenmiştir. Algoritmalar, ROS altyapısında simülasyonlarla test edilmiş; veri kaybı, iletişim süresi ve enerji verimliliği gibi kriterler açısından değerlendirilmiştir. Bulgular, önerilen algoritmaların afet yönetiminde kurtarma ve lojistik operasyonları daha hızlı ve verimli hale getirebileceğini göstermiştir. Sonuç olarak, afet durumlarında İHA kullanımına yönelik özgün ve etkin bir algoritma mimarisi geliştirilmiştir.

ABSTRACT

Turkey frequently experiences disasters due to its geographical location. Rapid and effective intervention in disaster situations is crucial for saving human lives. This study aims to develop swarm movement capabilities for unmanned aerial vehicles (UAVs) deployed in disaster zones. The primary problem addressed by this research is that existing UAVs possess limited adaptive capabilities in disaster scenarios. Thus, the developed algorithms aim to enhance UAV swarm intelligence, enabling adaptive responses to dynamic and variable disaster conditions, autonomous decision-making, and efficient task allocation. Algorithms were implemented within the ROS framework and tested via simulations, evaluating criteria such as data loss, communication latency, and energy efficiency. Findings demonstrated that the proposed algorithms could significantly enhance rescue and logistical operations during disasters. Consequently, this research offers an original and effective algorithmic architecture for the use of UAV swarms in disaster management.

1. GİRİŞ

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sık sık depremler, sel baskınları ve orman yangınları gibi doğal afetlerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu tür olaylarda hızlı ve etkin müdahalede bulunmak, kayıpların en aza indirilmesi açısından kritik önem taşır. Geleneksel arama-kurtarma ve lojistik destek yöntemleri, büyük veya ulaşılması güç alanlarda yetersiz kalabildiği için alternatif teknolojik çözümler üzerine yoğunlaşmaktadır. İnsansız hava araçları (İHA) özellikle sürü (swarm) halinde görev aldıklarında, geniş ölçekli ve zorlu koşullara sahip afet bölgelerinde hızlı tarama, durum analizi ve operasyon yönetimi yaparak önemli avantajlar sunmaktadır.

Bu çalışma, afet durumlarında kullanılmak üzere geliştirilen İHA sürülerinin, otonom görev paylaşımı ve adaptif karar verme yeteneklerini incelemeyi amaçlamaktadır. Projede, Robot Operating System (ROS) altyapısı kullanılarak oluşturulan bir simülasyon ortamında, çoklu İHA'ların koordineli biçimde hareket etmesi, veri paylaşması ve birbirleriyle etkileşim halinde kalması sağlanmıştır. Temel hedef, sürü zekası kavramını İHA'lara entegre ederek dinamik koşullara gerçek zamanlı uyum sağlayabilen ve kurtarma ekiplerinin ihtiyaç duyduğu hayati bilgileri hızlıca aktarabilen bir algoritma mimarisi sunmaktır.

Araştırmanın özgün değeri, mevcut çalışmalara ek olarak İHA'ların sadece veri toplama veya gözlem yapmasının ötesine geçerek kurtarma operasyonlarında koordinasyonu aktif olarak üstlenmesine yönelik yeni bir yaklaşım geliştirmesinden kaynaklanmaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen kod ve algoritmalar, farklı afet senaryolarında test edilerek iletişim süresi, veri kaybı, enerji verimliliği ve otonom görev paylaşımı başarı oranları analiz edilmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu projede kullanılan temel materyaller şunlardır:

2.1.1 Bilgisayar ve Simülasyon Ortamı

ROS (Robot Operating System) ve Python tabanlı bir geliştirme ortamı kullanılmıştır. İHA sürü davranışları, simülasyon tabanlı testler için Python dilinde yazılan bir kod dosyası (uav_node.py) üzerinden modellenmiştir.

2.1.2 İHA Modellemesi

Her bir İHA, belirli bir konuma (x, y, z) sahip, belirlenmiş bir iletişim menzili ve kapsama yarıçapı bulunan sanal bir araç şeklinde ele alınmıştır. Farklı sayıda İHA oluşturularak sürü dinamikleri incelenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1- Formasyon Tasarımı Ve Hedef Belirleme

İHA sürüsünün hedef alanda tarama ve konumlanma biçimi (V formasyonu, üçgen/Delta, düz hat gibi) sistem parametresi olarak tanımlanmıştır. Hedef konum ve “hold” (bekleme) konumları yazılım içinde coğrafi koordinatlar (enlem, boylam) yerel koordinatlara (x, y, z) dönüştürülerek hesaplanmıştır.

2.2.2- Otonom Görev Paylaşımı Ve Karar Verme

Her İHA, simülasyon boyunca “hold”, “move” ve “final” olmak üzere üç farklı fazı kullanarak hareket eder. Hold fazı başlangıç beklemesidir; move fazı hedefe doğru toplu hareketi ifade eder; final fazı ise nihai konuma ulaşıldığında sürünün durup görev sonlandırdığı aşamadır. İHA’ların birbirlerine olan uzaklıkları ve iletişim menzilin hesaplanmasıyla, her bir İHA’nın “Message sent” veya “Message NOT sent” gibi eylemler gerçekleştirmesi sağlanmıştır.

2.2.3- İletişim Ve Veri Paylaşımı

İHA'lar arasında 30 metre olarak belirlenen bir iletişim eşiği tanımlanmıştır. Sürü içinde herhangi iki İHA arasındaki mesafe bu değeri aştığında veri paylaşımı kesilmekte, altında kaldığında ise iletişim devam etmektedir. Bu yaklaşım, afet bölgesinde koordinasyonun kesintiye uğramaması için kritik bir öneme sahiptir.

2.2.4 Parametrelerin Ayarlanması Ve Performans Ölçütleri

Simulasyonda yer alan parametreler, İHA Sayısı, İletişim Menzili, Kapsama Yarıçapı, Hız, Formasyon Tipi olarak 5 tanedir. Performans ölçütleri olarak iletişim güvenilirliği, veri kaybı oranı, sürünün hedefe ulaşma süresi ve enerji tüketimine ilişkin göstergeler dikkate alınmıştır.

2.2.5 Simulasyonların Gerçekleştirilmesi ve Verilerin Analizi

Farklı formasyon tipleriyle değişik sayıda İHA kullanılmış, her senaryo ortalama 5-10 kez çalıştırılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel yöntemlerle değerlendirilerek hangi parametre kombinasyonunun en yüksek başarıyı sağladığı raporlanmıştır.

Bu yöntemsel çerçeve sayesinde, sürü halindeki İHA'ların dinamik afet ortamlarında nasıl hareket edeceği, hangi iletişim stratejilerini kullanacağı ve hangi parametrelerin sonuçlar üzerinde etkili olduğu nicel verilerle ortaya konulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bulgular

Bu proje kapsamında, afet bölgelerinde çoklu İHA (İnsansız Hava Aracı) sürülerinin etkili biçimde koordine olmasını sağlayacak bir simülasyon altyapısı ROS aracılığı ile geliştirilmiştir. İHA sürülerinin afet yönetiminde kullanımıyla ilgili mevcut literatür incelenmiş ve farklı formasyon (V, üçgen/Delta, düz hat vb.) ile iletişim protokollerinin avantajları ve dezavantajları belirlenmiştir. Bu sayede, projede uygulanacak yaklaşımlar için kapsamlı bir temel oluşturulmuştur. Robot Operating System (ROS) ve Python dili kullanılarak bir simülasyon ortamı yapılandırılmıştır. Bu ortamda, her bir İHA'nın konumu, iletişim menzili, hareket hızı ve otonom davranışları (örneğin "hold", "move", "final"

fazları) kontrol edilip gözlemlenebilmektedir. Projenin çekirdeğini oluşturan ilgili Python dosyasında, İHA'ların sürü halinde hareket ederken birbirleriyle mesajlaşma ve belirli bir hedefe doğru toplu biçimde ilerleme yetenekleri kodlanmıştır. İHA'lar, iletişim eşiği (örneğin 30 metre) dahilinde kaldığında veri paylaşımı yapabilmekte, aksi halde bağlantı kopukluğu yaşamaktadır.

3.2 Tartışma

Ön bulgular, İHA sürülerinin afet senaryolarında hızlı ve etkili müdahale için elverişli olduğunu göstermektedir. Ancak, özellikle geniş alanlarda daha iyi konumlanma ve kapsama sağlanması adına ek algoritmaların incelenmesi gerekmektedir. Afet bölgesine giriş yapan İHA'ların alana etkin biçimde yayılması için farklı maksimum kapsama (max coverage) algoritmaları uygulanacaktır. Bu algoritmaların amacı, sürünün belirli bir görev alanında sensör veya kamera kapsama boşluğu bırakmadan en fazla veriyi toplayabilmesini sağlamaktır. Farklı yaklaşımlar (örneğin, grid-based coverage, voronoi partitioning, spiral veya random coverage gibi) değerlendirilerek, her bir metodun avantaj ve dezavantajları belirlenecektir. Maximum kapsama probleminin çözümünün devamında daha önceden belirlediğimiz parametrelere göre performans ölçümü yapılacak ve bir tablo üzerinde sunulacaktır.

4. SONUÇ

Bu tez kapsamında, afet bölgelerinde çoklu insansız hava araçlarının (İHA) sürü halinde koordineli biçimde çalışmasını sağlamak üzere bir simülasyon sistemi geliştirilmiş ve farklı stratejilerin performansı analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen testler, uygun formasyon, iletişim menzili ve otonom görev paylaşımı algoritmalarıyla İHA sürülerinin afet yönetiminde etkinlik ve hız kazandırdığını ortaya koymuştur.

Özellikle, ilgili kod dosyasında tanımlanan sürü hareketi ve iletişim mekanizması, farklı sayılarda ve formasyon tiplerinde İHA kullanımını kolayca modelleyebilmekte ve ROS ortamında çok sayıda senaryonun hızlıca denenmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, gerçek dünyadaki afet senaryolarının çeşitliliğini karşılamak için esnek bir altyapı sunar.

Gelecekteki çalışmalar, kullanılan algoritmaların yapay zekâ tabanlı optimizasyon yöntemleriyle entegre edilerek karar mekanizmalarının daha da iyileştirilmesini hedeflemelidir. Ayrıca, gerçek çevre koşulları (rüzgar, arazi yapısı, GPS sinyal kesintileri

vb.) daha detaylı biçimde simülasyona dahil edilerek sonuçların doğruluk payı artırılabilir. Böylece, afet yönetiminde zaman ve iş gücü tasarrufu sağlayan, insan hayatını kurtarmada kritik rol oynayabilecek daha dayanıklı ve akıllı İHA sürüleri tasarlamak mümkün olacaktır.