

## Determination of Unmanned Aerial Vehicle to be Used in Disasters: An Application for Earthquake Disaster

Habibe Sever <sup>1</sup> , Beyza Nur Aksungur <sup>1</sup> , Emel Guven <sup>1</sup> , Tamer Eren <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, 71450 Kırıkkale, Türkiye

### Keywords

UAV, Earthquake, AHP, Pythagorean Fuzzy TOPSIS

### Highlights

- \* The role of UAVs in disaster management
- \* Analysing the criteria
- \* The most suitable alternative

### Aim

It aims to evaluate the criteria of UAVs and select the most suitable UAV using AHP and TOPSIS

### Location

--

### Methods

Multi-criteria Decision Making, AHP, TOPSIS

### Results

Emphasizing the critical role of UAVs in earthquake response, it identifies the AeroVironment Puma AE as the most suitable model

### Supporting Institutions

This study used reports prepared by institutions after the February 6, 2023 earthquakes

### Financial Disclosure:

The authors declared that this study has received no financial support

### Peer-review

Externally peer-reviewed

### Conflict of Interest:

The authors have no conflicts of interest to declare

### Manuscript

Research Article

Received: 23.01.2025

Revised: 16.06.2025

Accepted: 17.06.2025

Printed: 30.08.2025

### DOI

10.46464/tdad.1625172



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

### Corresponding Author

Tamer Eren

Email: tamereren@gmail.com

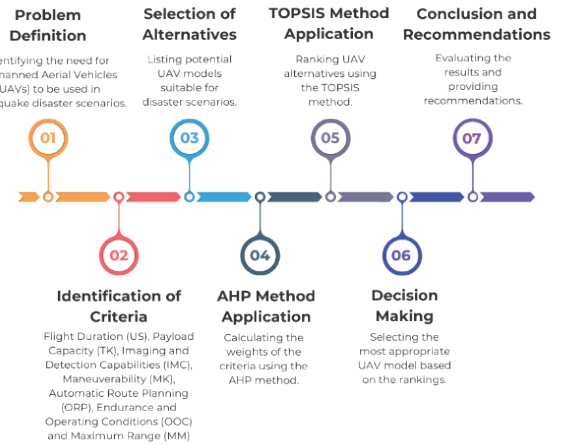


Figure  
Application Flowchart

### How to cite:

Sever H., Aksungur B.N., Guven E., Eren T., 2025. Determination of Unmanned Aerial Vehicle to be Used in Disasters: An Application for Earthquake Disaster, Turk Deprem Arastirma Dergisi 7(2), 225-236, DOI:10.46464/tdad.1625172.

## Afetlerde Kullanılacak İnsansız Hava Aracının Belirlenmesi: Deprem Afeti İçin Bir Uygulama

Habibe Sever <sup>1</sup> , Beyza Nur Aksungur <sup>1</sup> , Emel Güven <sup>1</sup> , Tamer Eren <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71450 Kırıkkale, Türkiye

### ÖZET

İnsansız hava araçları (İHA), afet yönetiminde hızlı ve etkili müdahale için kritik bir rol oynar. Afet bölgelerine süratle ulaşabilme, geniş alanları gözetleyebilme ve kaynakları verimli bir şekilde planlama gibi avantajlarıyla öne çıkar. Bu çalışma, afet yönetiminde en uygun İHA'nın belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, taşıma kapasitesi, uçuş süresi, görüntüleme kabiliyeti ve manevra yeteneği gibi kriterler değerlendirilmiştir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak yapılan analizler sonucunda, 1-9 ölçeğinde puanlanan kriterlere göre DJI Mavic 3T en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Görüntüleme ve algılama yetenekleri, en önemli faktörler olarak öne çıkmıştır. Bu çalışma, İHA'ların afet yönetiminde hızlı müdahale ve operasyonel verimlilik sağladığını ortaya koyarak, gelecekteki stratejik planlamalara katkı sunmayı hedeflemektedir.

### Anahtar Kelimeler

İHA, Deprem, AHP, Pisagor Bulanık TOPSIS

### Öne Çıkanlar

\* İHA'ların afet yönetimindeki rolü

\* Kriterlerin analizi

\* En uygun alternatif

### Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 23.01.2025

Düzeltilme: 16.06.2025

Kabul: 17.06.2025

Basım: 30.08.2025

### DOI

10.46464/tdad.1625172

### Sorumlu yazar

Tamer Eren

E-posta:

tamereren@gmail.com

## Determination of Unmanned Aerial Vehicle to be Used in Disasters: An Application for Earthquake Disaster

Habibe Sever <sup>1</sup> , Beyza Nur Aksungur <sup>1</sup> , Emel Guven <sup>1</sup> , Tamer Eren <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, 71450 Kırıkkale, Türkiye

### ABSTRACT

Unmanned aerial vehicles (UAVs) play a critical role in disaster management for fast and effective response. It stands out with its advantages such as rapid access to disaster areas, surveillance of large areas and efficient planning of resources. This study aims to determine the most suitable UAV for disaster management. In this context, criteria such as carrying capacity, flight time, imaging capability and manoeuvrability were evaluated. As a result of the analyses conducted using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Pythagorean Fuzzy TOPSIS methods, DJI Mavic 3T was determined as the most suitable alternative according to the criteria scored on a scale of 1-9. Imaging and sensing capabilities have emerged as the most important factors. This study aims to contribute to future strategic planning by demonstrating that UAVs provide rapid response and operational efficiency in disaster management.

### Keywords

UAV, Earthquake, AHP, Pythagorean Fuzzy TOPSIS

### Highlights

\* The role of UAVs in disaster management

\* Analysing the criteria

\* The most suitable alternative

### Manuscript

Research Article

Received: 23.01.2025

Revised: 16.06.2025

Accepted: 17.06.2025

Printed: 30.08.2025

### DOI

10.46464/tdad.1625172

### Corresponding Author

Tamer Eren

Email:

tamereren@gmail.com

## 1. GİRİŞ

Afet yönetimi, doğa kaynaklı afetlerin yol açtığı kayıpları en aza indirmek ve toplumsal dayanıklılığı artırmak için büyük önem taşımaktadır. Özellikle depremler gibi ani ve yıkıcı olaylarda, hızlı ve etkin müdahale süreçleri hayati bir rol oynamaktadır (Smith ve Petley 2009). Son yıllarda ülkemizde yaşanan depremler, acil müdahalelerin zamanında gerçekleştirilmesinin gerekliliğini açıkça ortaya koymuş ve müdahale süreçlerindeki eksikliklerin giderilmesi gerektiğini göstermiştir. Ancak acil yardım ekiplerinin erişim sorunları, iletişim kesintileri ve altyapı hasarları gibi nedenlerle müdahalenin geciktiği durumlar olmuştur (Edemen ve diğ. 2023). Bu tür zorluklar, afet yönetiminde yenilikçi teknolojilerin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Afetler, insan topluluklarını derinden etkileyen, fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan, günlük yaşamı kesintiye uğratan ya da tamamen durduran olaylardır. Bu tür olaylar, yerel kaynaklarla başa çıkılamayacak ölçüde ciddi olup doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olabilir. Birleşmiş Milletler tarafından da kabul edilen bu tanım, afet kavramını en kapsamlı şekilde ifade etmektedir (Kadıoğlu 2008). Aniden gerçekleşen ve yıkıcı etkileri olan afetler, büyük ölçekte kayıp ve hasarlara neden olmaktadır. Türkiye, özellikle deprem gibi afetlerin sıkça yaşandığı bir ülkedir (Eren ve Aktaş 2023). İnsanların yaşam alanlarını ve doğayı tahrip eden, binaları yıkan ve toplumsal düzeni bozan her olağanüstü olay afet olarak değerlendirilmektedir. Afetlerin kaynağı ister insan ister doğa olsun, bu tür olayların tamamen önlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle, toplumların afetlerle birlikte yaşamayı öğrenmesi ve olası afetler için etkili bir yönetim süreci oluşturması gereklidir (Akyel 2007).

Depremler, yer kabuğundaki ani enerji boşalmaları sonucu oluşan sismik dalgaların neden olduğu doğal afetler arasında yer alır. Depremler, genellikle can kayıplarına, yaralanmalara ve ciddi altyapı hasarlarına yol açarak toplumları derinden etkiler. İletişim ağlarının çökmesi, ulaşım sistemlerindeki aksaklıklar ve yardım ekiplerinin erişim zorlukları, afetzedelere yardım ulaştırmayı güçleştirir. Afetlerin yaratabileceği olumsuz sonuçların azaltılması amacıyla alınacak tedbirler ve bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışmalar, afet operasyonlarının yönetimi alanına olan ilgiyi giderek artırmaktadır (Galindo ve Batta 2013).

İnsansız Hava Araçları (İHA), afet yönetimi süreçlerinde sundukları hız, manevra kabiliyeti ve erişim kolaylığıyla kritik bir destek sağlayabilmektedir. İHA'lar, özellikle karayollarının kapalı veya hasarlı olduğu durumlarda, afet bölgelerine hızla ulaşarak yardım ekiplerine bilgi aktarımı ve lojistik destek sağlamaktadır (Edemen ve diğ. 2023). Ayrıca detaylı haritalama ve gözetim yetenekleriyle, hasar tespitinden kaynak planlamasına kadar birçok alanda etkin çözümler sunmaktadır. Afet türlerine göre özel ekipmanlarla donatılabilen İHA'lar, geniş bölgeleri hızlıca inceleme, erişimi zor alanlara ulaşma ve tehlikeli durumlarda güvenli bir şekilde keşif yapma özellikleriyle dikkat çekmektedir (Sever ve diğ. 2024). Bu özellikler, deprem gibi ani afetlerde müdahale hızını artırarak kayıpların en aza indirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışma, İHA teknolojisinin afet yönetimindeki hız ve etkinliği üzerine odaklanarak, deprem özelinde İHA'ların müdahale süreçlerindeki potansiyel katkılarını incelemeyi

amaçlamaktadır. Ayrıca, afet yönetimi süreçlerinde kullanılacak İHA'ların seçimine yönelik Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemlerinin uygulanmasıyla en uygun alternatiflerin belirlenmesine yönelik bir çerçeve sunulmuştur. Çalışma, afet yönetiminde yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesi ve uygulanması açısından önemli bir rehber niteliğindedir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde, İHA'ların afet yönetimindeki rolü ve kullanım alanları üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar, İHA teknolojisinin farklı afet türlerindeki etkinliğini ve seçim süreçlerini analiz ederek bu alandaki bilgi birikimine katkı sağlamaktadır. Aşağıda, bu konuda gerçekleştirilen bazı önemli çalışmalar özetlenmiştir:

Eren ve diğ. (2023), afet durumlarında arama-kurtarma malzemelerinin taşınması için uygun İHA seçimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında, İHA seçim sürecinde AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak afet senaryolarında en uygun İHA'ların belirlenmesine yönelik bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Bu yöntemlerin, karar vericilerin alternatifler arasında objektif ve sistematik bir değerlendirme yapmalarını sağladığı vurgulanmıştır. Hamurcu ve Eren (2021), trafik yönetiminde İHA kullanımına yönelik bir model geliştirmiştir. Bu model, trafik sıkışıklığını azaltmak ve yönetim süreçlerini iyileştirmek amacıyla İHA'ların potansiyel kullanımını analiz etmektedir. Çalışmada kullanılan seçim kriterleri, trafik yoğunluğu, hava koşulları ve operasyonel maliyetler gibi faktörlere dayalı olarak belirlenmiştir. Akpınar (2021), çok kriterli İHA seçimi yapmak amacıyla Bulanık Choquet Integral yöntemini uygulamıştır. Bu yöntem, belirsizlikleri ve subjektif kararları göz önünde bulundurarak İHA'ların seçiminde daha esnek bir yaklaşım sunmaktadır. Bulanık mantık tabanlı bu yaklaşım, özellikle karmaşık ve belirsiz ortamlar için uygun bir çözüm önerisi getirmektedir. Keleş (2022), Türkiye'de üretilen İHA sistemleri arasında çok amaçlı kullanıma uygun modelleri belirlemek için AHP ve PROMETHEE (Precedence Relationship Optimization Method for Enrichment Evaluation) yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada, her iki yöntemin birlikte kullanılmasıyla alternatifler arasındaki performans farkları objektif bir şekilde değerlendirilmiş ve en uygun İHA'lar seçilmiştir. Tekinay ve Bozoğlu Batı (2022), askeri alanlarda kullanılacak İHA sistemlerini değerlendirmek amacıyla TOPSIS ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma, askeri operasyonlarda görev alacak İHA'ların seçiminde etkili olan faktörleri inceleyerek bu faktörler doğrultusunda uygun modellerin belirlenmesini sağlamıştır. Altundaş ve diğ. (2022), sınır güvenliği ve müdahale görevleri için İHA değerlendirmesi yapmış ve çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerini tercih etmiştir. Çalışma, sınır güvenliği gibi kritik görevlerde kullanılacak İHA sistemlerini, operasyonel gereksinimler ve görev özellikleri doğrultusunda değerlendirmiştir. Arslan ve Kılıç Delice (2020), kişisel kullanıcılar için İHA seçimi konusunda Karmaşık Etkileşimli Mükemmeliyet ve Risk Analizi (KEMIRA-M) metoduna dayalı bir analiz gerçekleştirmiştir. Bu çalışma, bireysel kullanıcılara yönelik İHA seçiminde uygun kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesinde yol gösterici bir model sunmaktadır. Kara ve diğ. (2022), acil yardım müdahalesi yapan ekipler için uygun kargo drone modelini belirlemek amacıyla AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanmıştır. Çalışma, acil durumlarda kargo taşıma işlevi görecek İHA'ların seçiminde

lojistik verimliliği ve operasyonel hız gibi kriterleri dikkate almıştır. Kara ve diğ. (2023), anız yangınlarına müdahale için itfaiye drone seçimini analiz etmiş ve bu süreçte AHP ile Complex Proportional Assessment (COPRAS) yöntemlerini kullanmışlardır. Bu çalışmada, yangın söndürme görevlerinde en etkili İHA'ların seçimi için bu iki karar verme yöntemi bir arada kullanılmıştır. Luo ve diğ. (2019), İHA'ların afet yönetiminde etkin kullanımı için anten tasarımı, enerji verimliliği, yol planlaması ve yasal düzenlemeler gibi unsurları değerlendirmiş ve bu faktörlerin İHA sistemlerinin performansını artıracağını vurgulamıştır. Bu çalışma, afet yönetiminde İHA kullanımının daha verimli hale getirilmesi için teknoloji ve yasal düzenlemelerin önemine dikkat çekmektedir. Rana ve diğ. (2016), İHA'ların lojistik süreçlerdeki mevcut ve gelecekteki potansiyel kullanımını incelemiş ve bu süreçlerin yasal düzenlemelerle desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir. Özellikle İHA'ların lojistik sektöründeki etkisi üzerine yapılan bu çalışma, yasal çerçevenin oluşturulmasının önemini vurgulamaktadır. Thiels ve diğ. (2015), tıbbi ürünlerin kritik ihtiyaç zamanlarında taşınması için İHA kullanımını ele almış ve bu yöntemin toplu kaza mahalleri, açık deniz gemileri ve hastaneler gibi acil durumlarda etkili bir çözüm sunduğunu ifade etmiştir. Çalışmada, tıbbi lojistiğin acil müdahale gereksinimlerine nasıl daha hızlı ve verimli bir şekilde cevap verilebileceği tartışılmıştır. Mukherjee ve diğ. (2014), afet sonrası operasyonlarda veri iletişimini artırmak amacıyla sinyal yenileyici olarak görev yapan yüksek irtifalı bir İHA platformu tasarlamıştır. Bu tasarım, afet sonrası iletişim kesintilerinin giderilmesinde İHA'ların kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır. Restas (2015), deprem, sel, orman yangını, nükleer kazalar ve tehlikeli madde sızıntıları gibi çeşitli afet durumlarında İHA kullanımını operasyonel ve taktiksel açıdan incelemiştir. Çalışma, İHA'ların afet yönetimi süreçlerindeki çok yönlü kullanımını vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, İHA'ların afet yönetimindeki kullanımına yönelik mevcut çalışmalar, teknoloji entegrasyonunun önemini vurgulamakta ve bu alandaki farklı uygulamalara ışık tutmaktadır. Ancak, literatür taraması sonucunda depremlere özel İHA seçimiyle ilgili spesifik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum, literatürde belirgin bir boşluğun olduğunu göstermekte ve bu alandaki araştırmaların stratejik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle deprem sonrası arama-kurtarma faaliyetlerine uygun İHA seçimi üzerine odaklanmak, bu eksikliği gidermeyi hedeflemekte ve elde edilen bulguların hem akademik literatüre hem de afet yönetimi uygulamalarına değerli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### 3. YÖNTEM

ÇKKV yöntemleri, karar vericilere karmaşık problemlere sistematik ve analitik çözümler sunar. Bu yöntemler, özellikle afet gibi dinamik ve belirsiz ortamlarda güçlü birer

araç olarak öne çıkmaktadır. Deprem gibi acil müdahale gerektiren afetlerde İHA seçimi, birçok faktörün eşzamanlı değerlendirilmesini gerektiren çok boyutlu bir problemdir. Bu çalışmada, İHA seçim sürecinde AHP ve Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılacaktır.

AHP yöntemi, kriterlerin görelî önem derecelerini belirleyerek karar sürecini daha objektif ve sistematik bir yapıya kavuşturur (Saaty 1980). Afet yönetimi gibi kritik karar mekanizmalarında yaygın bir uygulama alanına sahiptir (Taş ve diğ. 2017). Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemi ise, alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözüme olan mesafelerine göre sıralanmasına dayanır. Klasik Bulanık TOPSIS yönteminden farklı olarak, Pisagor bulanık sayılar kullanarak belirsizliği daha esnek ve kapsayıcı bir biçimde modellemektedir (Kılıç ve Güneş 2021).

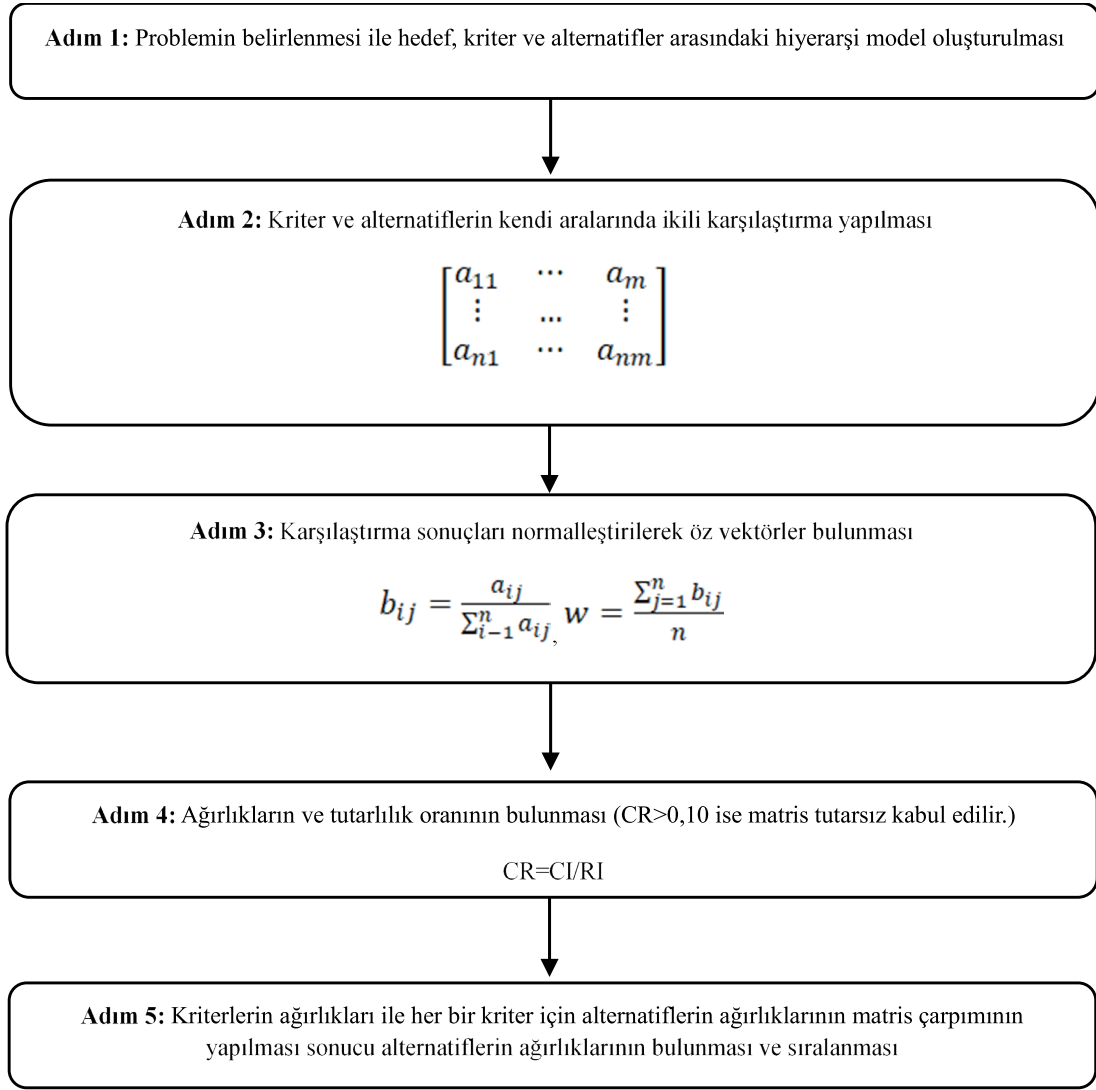
Bu çalışmada, öncelikle AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş, ardından Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemiyle alternatifler değerlendirilmiştir. Pisagor Bulanık TOPSIS, daha geniş bir belirsizlik aralığı sunduğundan, afet yönetimi gibi hassasiyet gerektiren alanlarda daha duyarlı değerlendirmeler yapılmasına olanak sağlamaktadır (Öztürk 2022).

Doğru İHA seçimi, afetlerde müdahale hızını ve etkinliğini doğrudan etkileyebilecek kritik bir unsurdur. AHP ve Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanımı, karar süreçlerinin daha etkin ve güvenilir bir şekilde yürütülmesine imkân tanımakta ve böylece afet yönetiminde daha başarılı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır.

#### 3.1) AHP Yöntemi

AHP, ilk kez 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından ortaya atılmış, 1977 yılında ise Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından geliştirilerek karar verme problemlerinde uygulanabilir bir yöntem hâline getirilmiştir (Saaty 1986). Bu yaklaşımda, karar vericinin belirlediği bir hedef doğrultusunda kriterler, alt kriterler ve alternatifler hiyerarşik bir yapı içinde düzenlenmektedir. Yöntemin temel amacı, kriterlerin ağırlıklarını hesaplayarak en uygun alternatifi seçmektir. AHP yönteminin işleyişine ilişkin bir akış şeması Şekil 1'de sunulmaktadır (Danışan ve diğ. 2022).

AHP yöntemi, ÇKKV problemlerinde hiyerarşik bir yapı oluşturur. İlk adımda, problem belirlenerek hedef, kriterler ve alternatifler arasında hiyerarşik bir model kurulur. Ardından, kriterler ve alternatifler ikili karşılaştırma yöntemiyle değerlendirilir. Bu karşılaştırmalar normleştirilerek öz vektörler hesaplanır. Daha sonra, matrisin tutarlılık oranı (CR) kontrol edilir; eğer CR değeri 0.10'dan büyükse, matris tutarsız kabul edilir. Son adımda, kriterlerin ağırlıkları ve alternatiflerin performans değerleri birleştirilerek nihai sıralama yapılır ve en uygun alternatif belirlenir.



**Şekil 1:** AHP Yöntemi Akış Şeması  
**Figure 1:** AHP Method Flow Chart

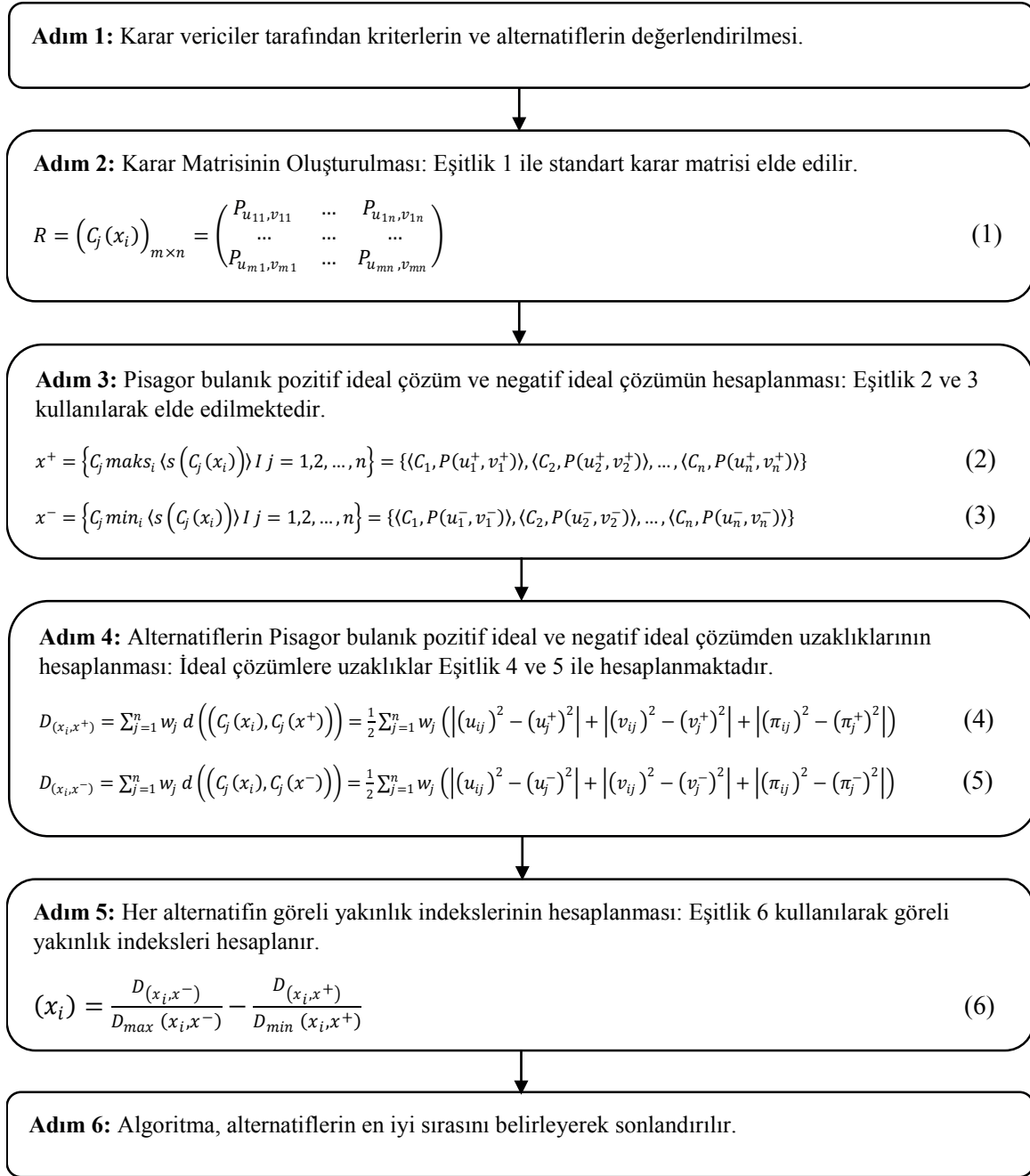
### 3.2) Pisagor Bulanık TOPSIS Yöntemi

Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemi, klasik Bulanık TOPSIS yönteminin bir genişletmesi olarak, belirsizlik içeren karar verme süreçlerinde daha esnek ve duyarlı değerlendirmeler yapılmasını sağlar. Geleneksel bulanık mantık yerine Pisagor bulanık küme teorisini temel alarak, üyelik ve üyelik dışı değerlerin karelerinin toplamının bire eşit veya küçük olma zorunluluğunu kaldırır. Böylece, karar vericilerin belirsizlikleri daha etkili bir şekilde modellemesine imkân tanır (Kılıç ve Güneş 2021).

Bulanık TOPSIS yöntemi, Hwang ve Yoon (1981)'in klasik TOPSIS yöntemine dayanarak alternatiflerin pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme ise en uzak olacak şekilde sıralanmasını amaçlar. Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemi de bu prensibi takip eder ancak bulanık küme

teorisinin genişletilmiş bir versiyonunu kullanarak daha esnek değerlendirmeler yapar (Demir 2020). Bu yöntem, karar kriterlerine farklı ağırlıklar atanmasına olanak tanır ve karar vericiler, kriterlerin ve alternatiflerin önem derecelerini dilsel ifadelerle belirleyebilir. Ancak, klasik üçgen bulanık sayılar yerine Pisagor bulanık sayılar kullanılarak daha geniş bir belirsizlik aralığında değerlendirme yapılır (Arslan ve Yıldırım 2019).

Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemi, klasik TOPSIS'te bulunan min ve max işlemleri hariç tutulacak şekilde, bulanıklığa uygun olarak adapte edilir (Öztürk 2022). Karar matrisinin oluşturulmasından, ideal çözüme olan uzaklıkların hesaplanmasına kadar olan tüm süreç, bulanık sayıların farklı bir formuyla gerçekleştirilir. Şekil 2'de, Pisagor Bulanık TOPSIS aşamaları adım adım gösterilmektedir (Yazıcı ve diğ. 2023).



**Şekil 2:** Pisagor Bulanık TOPSIS Aşamaları  
**Figure 2:** Pythagorean Fuzzy TOPSIS Stages

Bu yöntemin temel avantajlarından biri, belirsizliklerin daha esnek bir yapı içinde ele alınmasına imkân tanınmasıdır. Pisagor bulanık kümelerle uygun şekilde düzenlenen bulanıklaştırma adımları, karar verme sürecinin hassasiyetini artırır.

#### 4. UYGULAMA

##### 4.1) Problemin Tanımlanması

Depremler, jeolojik olaylar sonucunda meydana gelen doğa kaynaklı afetler olup, büyük yıkımlara ve can kayıplarına yol açabilir. Bu yıkıcı etkileri en aza indirmek ve hızlı müdahale süreçlerini desteklemek için etkili stratejilerin belirlenmesi kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, İHA'lar, deprem

sonrası arama-kurtarma operasyonlarında ve hasar tespit çalışmalarında hızlı, etkin ve güvenilir bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, deprem sonrası arama-kurtarma ve acil müdahale süreçlerinde kullanılacak en uygun İHA modelini seçmektir. Bu hedef doğrultusunda, literatür taraması ve uzman görüşleri ışığında 7 kriter ve 4 alternatif İHA modeli değerlendirilmiştir. AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Bu süreç hem literatürdeki eksikliği gidermeyi hem de afet müdahale süreçlerinin etkinliğini artırmayı hedeflemektedir.

#### 4.2) Kriterler Belirlenmesi

Literatür taraması sonucunda kriterler belirlenmiştir. İHA'lar, büyüklüklerine, uçuş dayanıklılıklarına, uçuş menzillerine, uçuş yüksekliklerine ve yeteneklerine göre çeşitli tiplerde sınıflandırılmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmalar, İHA seçiminde etkili olan yedi farklı kriterin tanımlandığını

göstermektedir. Uçuş süresi (US), taşıma kapasitesi (TK), görüntüleme ve algılama yetenekleri (GAY), manevra kabiliyeti (MK), otomatik rota planlama (ORP), dayanıklılık ve çalışma koşulları (DÇK) ve maksimum menzil (MM) olmak üzere 7 kriter ele alınmıştır. Tablo 1'de kriterlerin detayları açıklanmıştır.

**Tablo 1: Kriterler**  
**Tablo 1: Criteria**

Kriterler	Açıklama	Literatür
Uçuş Süresi (UÇ)	İHA'nın bir pil şarjıyla havada kalabileceği süredir. Bu, İHA'nın ne kadar uzun süreyle uçabileceğini ve görevlerini ne kadar süreyle gerçekleştirebileceğini belirtir. Uçuş süresi, genellikle pil kapasitesi ve uçuş koşulları gibi faktörlere bağlıdır	Berie ve Burud 2018
Taşıma Kapasitesi (TK)	İHA'nın taşıyabileceği maksimum ağırlıktır. Bu, İHA'nın belirli bir yükü veya ekipmanı taşıma kapasitesini belirtir. Taşıma kapasitesi, İHA'nın belirli görevler için ne kadar uygun olduğunu belirlemede önemli bir faktördür	Fırat ve Dabak 2023
Görüntüleme ve Algılama Yetenekleri (GAY)	İHA'nın üzerine monte edilmiş kameralar, sensörler ve diğer algılama ekipmanlarının yeteneklerini belirtir. Bu, İHA'nın görsel ve veri toplama yeteneklerini ve bir görev sırasında sağlayabileceği bilgiyi belirler	Fırat ve Dabak 2023
Manevra Kabiliyeti (MK)	İHA'nın çeşitli uçuş hareketlerini gerçekleştirebilme yeteneğidir. Bu, İHA'nın dar alanlara giriş çıkış yapabilme, dönüş yapabilme ve diğer manevraları gerçekleştirebilme yeteneğini ifade eder	Saraçyakupoğlu ve diğ. 2021
Otomatik Rota Planlama (ORP)	İHA'nın, önceden belirlenmiş rota ve görevler üzerinde otomatik olarak uçabilme yeteneğidir. Bu özellik, pilot müdahalesi olmaksızın İHA'nın belirli bir görevi gerçekleştirmesi için önemlidir	Dozic ve Kalic 2014
Dayanıklılık ve Çalışma Koşulları (DÇK)	İHA'nın çeşitli hava koşullarında ve zorlu ortamlarda çalışabilme yeteneğidir. Bu, İHA'nın rüzgâr, yağmur, sıcaklık değişimleri gibi çeşitli hava koşullarına ve operasyonel ortamlara dayanıklılığını belirtir	Fırat ve Dabak 2023
Maksimum Menzil (MM)	İHA'nın belirli bir pil şarjıyla uçabileceği maksimum mesafeyi ifade eder. Maksimum menzil, İHA'nın ne kadar uzağa uçabileceğini ve uzak mesafelerdeki görevleri gerçekleştirebilme yeteneğini belirler	Fırat ve Dabak 2023

#### 4.3) Alternatiflerin Belirlenmesi

Literatür taraması sonucunda alternatifler belirlenmiştir. Yapılan araştırmalara göre İHA seçiminde etkili olan 4 alternatif belirlenmiştir: Bayraktar TB2 (Yılmaz ve Demir 2023), TUSAŞ ANKA-S (Göktürk Çetinkaya ve Koç 2023), DJI Mavic 3T (Zhang ve Liu 2023) ve Quantum Systems Trinity F90+ (Müller ve Schmidt 2022). Alternatiflerin özellikleri aşağıdaki gibidir:

**Bayraktar TB2 (A1)**, 27 saate kadar havada kalabilme süresi ve 150 kg taşıma kapasitesi ile dikkat çekmektedir. Görüntüleme ve algılama yetenekleri açısından elektro-optik/kızılötesi (EO/IR) kamera, lazer hedef işaretleyici ve sentetik açıklıklı radar (SAR) gibi gelişmiş sistemlerle donatılmıştır. Otonom iniş/kalkış, otomatik rota takibi ve stabil uçuş kontrolü sağlayan A1, KKS (Küresel Konumlama Sistemi) destekli tam otomatik uçuş ve görev planlama yeteneğine sahiptir. Zorlu hava koşullarında çalışabilme kapasitesine sahip olup, karadan ve denizden operasyon yapabilir. Maksimum menzili 300 km olup, uydu kontrolü ile daha uzun mesafelere ulaşabilir ve 27.000 feet yüksekliğe çıkabilir. (Baykar 2025)

**TUSAŞ ANKA-S (A2)**, 24 saate kadar uçuş süresine sahip olup 250 kg taşıma kapasitesi sunmaktadır. SAR, EO/IR kamera, sinyal istihbarat sistemleri ve lazer hedefleme sistemleriyle donatılmış olan A2, tam otonom iniş/kalkış yapabilme ve

zorlu hava koşullarında stabil uçuş sağlayabilme kabiliyetine sahiptir. Uydu üzerinden kontrol edilebilme özelliği ile önceden belirlenmiş rotalarda otonom uçuş gerçekleştirebilir. Sert hava koşullarına dayanıklı olup, gece ve gündüz operasyon yapabilme avantajı sunmaktadır. Maksimum menzili 250 km olup, uydu kontrolü ile daha uzun mesafelere erişebilir ve 30.000 feet yüksekliğe kadar çıkabilir (TUSAŞ 2025a,b).

**DJI Mavic 3T (A3)**, 45 dakikalık uçuş süresi ve hafif yük taşıma kapasitesiyle ön plana çıkmaktadır. Termal kamera, yüksek çözünürlüklü optik kamera ve zoom özelliklerine sahip olan A3, kompakt yapısı ve yüksek manevra kabiliyeti sayesinde düşük irtifa görevleri için optimize edilmiştir. Akıllı uçuş modları ve KKS tabanlı otonom uçuş sistemleriyle otomatik rota planlama yeteneğine sahiptir. Hafif yağmura ve rüzgâra dayanıklı olup, sivil ve endüstriyel kullanım için uygundur. Maksimum menzili 15 km, ulaşabileceği maksimum irtifa ise 6.000 metre (~19.685 feet) olarak belirlenmiştir (Atay Mühendislik 2025a, DJI Store Türkiye 2025).

**Quantum Systems Trinity F90+ (A4)**, 90 dakikalık uçuş süresi ve 700 g'a kadar taşıma kapasitesi sunmaktadır. Yüksek çözünürlüklü RGB kamera, multispektral ve LiDAR sensörlerle donatılmış olan A4, sabit kanatlı VTOL (dikey iniş-kalkış) tasarımına sahiptir. Uzun menzilli haritalama ve

keşif görevleri için optimize edilen bu model, KKS destekli otonom uçuş yapabilir ve planlanabilir görev rotalarına sahiptir. Zorlu hava koşullarında çalışabilme yeteneğine sahip olup, haritalama, tarım ve sınır güvenliği gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir. Maksimum menzili 100 km olup, 5.000 metre (~16.400 feet) yüksekliğe kadar çıkabilir (Atay Mühendislik 2025b,c).

#### 4.4) Problemin Çözümü

Literatür araştırması sonucunda alternatif ve kriterler oluşturulmuştur. Depreme uygun İHA seçimi yapılabilmesi için sırasıyla AHP ve Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemleri uygulanmıştır.

##### 4.4.1) Problemin AHP Yöntemi ile Çözümü

AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Kriterler, uzmanlar tarafından Saaty'nin 1-9 ölçeği ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye dayanan öncelik derecelendirme tablosu, Tablo 2'de sunulmaktadır. İkili karşılaştırma matrisi, mühendis, yönetici ve AFAD görevlisi olmak üzere 3 uzmanın görüşleri alınarak her kriter için geometrik ortalama yöntemiyle hesaplanmış ve Tablo 3'te sunulmuş; ardından da AHP adımları gerçekleştirilmiştir. Yöntemin sonunda, tutarlılık oranı rassal indeksler kullanılarak hesaplanmış ve (CR) değeri 0.0942 olarak belirlenmiştir. Bu değer 0.10'dan küçük olduğu için tutarlılık açısından kabul edilebilir bulunmuştur. Elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 4'te sunulmuştur. Buna göre, görüntüleme ve algılama yetenekleri, manevra kabiliyeti, uçuş süresi, maksimum menzil, dayanıklılık ve çalışma koşulları, otomatik rota planlama ve taşıma kapasitesi kriterleri sıralanmıştır.

**Tablo 2: Saaty Skalası**  
**Table 2: Saaty Scale**

Önem Ölçeği	Değer Tanımı
1	Eşit Derecede Önemli
3	Biraz Daha Önemli
5	Oldukça Önemli
7	Çok Önemli
9	Son Derece Önemli
2-4-6 ve 8	Ara Değerler

Tablo 3, ikili kriter karşılaştırma matrisini sunmaktadır. Bu matris, kriterler arasındaki göreceli önem derecelerini geometrik ortalama yöntemiyle belirlemektedir. Geometrik ortalama, kriterlerin karşılaştırmalarını dengeleyerek tutarlı ve doğru ağırlıkların hesaplanmasını sağlamaktadır. Bu matris, belirli kriterlerin birbirine göre göreceli önem derecelerini gösteren bir karşılaştırma aracıdır. Her bir hücredeki değer, satırdaki kriterin sütundaki kritere olan göreceli ağırlığını yansıtır. Örneğin, "US" kriteri ile "TK" kriteri arasındaki karşılaştırmada 5.48 değeri, "US" kriterinin "TK" kriterine göre 5.48 kat daha önemli olduğunu belirtmektedir. Diğer taraftan, "GAY" kriteri, "US" kriterine kıyasla 2.45 kat daha önemli olarak değerlendirilmektedir. Tablodaki her bir değer,

kriterler arasındaki karşılaştırmalı üstünlükleri belirler. Bu tür karşılaştırmalar, ÇKKV süreçlerinde ve alternatiflerin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar.

**Tablo 3: İkili Kriter Karşılaştırma Matrisi**  
**Table 3: Binary Criteria Comparison Matrix**

	US	TK	GAY	MK	ORP	DÇK	MM
US	1.00	5.48	0.41	0.33	3.46	4.00	3.00
TK	0.18	1.00	0.22	0.29	0.41	0.41	0.41
GAY	2.45	4.47	1.00	4.47	5.48	3.46	5.00
MK	3.00	3.46	0.22	1.00	4.00	3.46	3.46
ORP	0.29	2.45	0.18	0.25	1.00	0.33	0.50
DÇK	0.25	2.45	0.29	0.29	3.00	1.00	0.41
MM	0.33	2.45	0.20	0.29	2.00	2.45	1.00
TOPLAM	7.50	21.76	2.53	6.92	19.35	15.12	13.78

Tablo 4, kriter ağırlıklarını göstermektedir. Kriterler, elde edilen ağırlıklara göre sıralanmıştır ve en yüksek ağırlık "GAY" kriterine verilmektedir (0.3498). "MK" kriteri ise 0.2113 ile ikinci sırada yer almaktadır. Diğer kriterler sırasıyla "US" (0.1794), "MM" (0.0880), "DÇK" (0.0789), "ORP" (0.0528) ve "TK" (0.0397) olarak sıralanmaktadır.

**Tablo 4: Kriter Ağırlıkları**  
**Table 4: Criteria Weights**

Sıralama	Kriterler	Kriter Ağırlıkları
1	GAY	0.349833214
2	MK	0.211307952
3	US	0.179424157
4	MM	0.087968345
5	DÇK	0.078948269
6	ORP	0.05277359
7	TK	0.039744473

Bu sonuçlar, afet yönetimi ve müdahale süreçlerinde hangi kriterlerin daha öncelikli olduğuna dair önemli bir çerçeve sunmaktadır. Özellikle, Görüntüleme ve Algılama Yeteneği (GAY) kriterinin en yüksek ağırlığa sahip olması, bu özelliğin afet bölgelerinde hızlı müdahale ve durum tespiti açısından kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Benzer şekilde, Manevra Kabiliyeti (MK) ve Uçuş Süresi (US) kriterlerinin sıralamadaki üst pozisyonları, operasyonel etkinliği artırmaya yönelik temel gereksinimlere işaret etmektedir.

Sonuçların gerçek hayatta nasıl bir etkisi olacağını değerlendirmek ve operasyonel önceliklere uygunluğunu analiz etmek önemlidir. Örneğin, GAY kriterinin afet

müdahale süreçlerinde sağladığı avantajlar, bu kriterin öncelikli olmasının gerekçesini desteklemektedir. Bununla birlikte, düşük ağırlık alan kriterlerin de belirli durumlarda önem kazanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, sonuçların afet yönetimindeki uygulamalara etkisi dikkatle yorumlanmalıdır.

#### 4.4.2) Problemin Pisagor Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Çözümü

AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları, Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve bir karar matrisi oluşturulmuştur. Bu matris oluşturulurken, Pisagor Bulanık TOPSIS yönteminde kullanılan dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır. Değerlendirme, Aşırı Düşük (AD), Çok Az (ÇA), Küçük (K), Orta Küçük (OK), Orta (O), Orta Yüksek (OY), Yüksek (Y), Çok Yüksek (ÇY) ve Son Derece Yüksek (SDY) olmak üzere dokuz farklı dilsel değişken üzerinden gerçekleştirilmiştir. Kriter ağırlıklarının elde edilmesinin ardından belirlenen 4 İHA alternatifinin sıralamasının belirlenmesinde Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde kullanılan dilsel değişkenler ve Pisagor bulanık sayılar Tablo 5'te verilmiştir (Chen 2000).

**Tablo 5:** Pisagor Bulanık TOPSIS Yönteminde Kullanılan Dilsel Değişkenler  
**Table 5:** Linguistic Variables Used in Pythagorean Fuzzy TOPSIS Method

Dilsel Değişkenler	Pisagor Bulanık Sayılar	
	$\mu$	$\nu$
Aşırı Düşük (AD)	0.1	0.99
Çok Az (ÇA)	0.1	0.97
Küçük (K)	0.25	0.92
Orta Küçük (OK)	0.4	0.87
Orta (O)	0.5	0.8
Orta Yüksek (OY)	0.6	0.71
Yüksek (Y)	0.7	0.6
Çok Yüksek (ÇY)	0.8	0.44
Son Derece Yüksek (SDY)	0.1	0

Tablo 5'te yer alan Pisagor bulanık sayılar kullanılarak karar vericiler tarafından elde edilen karar matrisi Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6:** Pisagor Bulanık TOPSIS Dilsel Değişkenler ile Oluşturulan Karar Matrisi  
**Table 6:** Pythagorean Fuzzy TOPSIS Decision Matrix with Linguistic Variables

	Uçuş Süresi	Taşıma Kapasitesi	Görüntüleme ve Algılama Yetenekleri	Manevra Kabiliyeti	Otomatik Rota Planlama	Dayanıklılık ve Çalışma Koşulları	Maksimum Menzil
Bayraktar TB2	OY	ÇA	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	K
TUSAŞ ANKA-S	OK	K	Y	ÇY	O	Y	ÇA
DJI Mavic 3T	OK	AD	SDY	SDY	Y	O	K
Quantum Systems Trinity F90+	SDY	O	SDY	O	Y	ÇY	SDY

Tablo 6, dört farklı alternatifin (Bayraktar TB2, TUSAŞ ANKA-S, DJI Mavic 3T, Quantum Systems Trinity F90+) yedi farklı kriter (Uçuş Süresi (US), Taşıma Kapasitesi (TK), Görüntüleme ve Algılama Yetenekleri (GAY), Manevra Kabiliyeti (MK), Otomatik Rota Planlama (ORP), Dayanıklılık ve Çalışma Koşulları (DÇK), Maksimum Menzil (MM)) açısından değerlendirmelerini sunmaktadır. Alternatiflerin her bir kriterdeki performansı, dilsel değişkenler ile ifade edilmiştir.

- **Bayraktar TB2:** “GAY”, “MK”, “ORP” ve “DÇK” kriterlerinde çok yüksek (ÇY) puan alarak güçlü bir performans sergilemiştir. “US” kriterinde orta yüksek (OY), “TK” kriterinde çok az (ÇA), “MM” kriterinde ise küçük (K) seviyesinde bir performans göstermiştir. Bu durum, Bayraktar TB2'nin manevra kabiliyeti ve algılama yetenekleri açısından güçlü olduğunu, ancak taşıma kapasitesi ve maksimum menzil açısından sınırlı olduğunu göstermektedir. Bayraktar TB2 Şekil 3'te sunulmaktadır (Baykar 2025).



**Şekil 3:** Bayraktar TB2 (Baykar 2025)  
**Figure 3:** Bayraktar TB2 (Baykar 2025)

- **TUSAŞ ANKA-S:** “GAY” kriterinde yüksek (Y), “MK” kriterinde ise çok yüksek (ÇY) puan alarak algılama yetenekleri ve manevra kabiliyeti açısından başarılı bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur. “US” kriterinde orta küçük (OK), “TK” kriterinde küçük (K), “MM” kriterinde ise çok az (ÇA) seviyesinde puan alarak, özellikle taşıma kapasitesi ve maksimum menzil açısından nispeten daha zayıf bir performans sergilediği söylenebilir. TUSAŞ ANKA-S Şekil 4’te sunulmaktadır (TUSAŞ 2025a,b).



Şekil 4: TUSAŞ ANKA-S (TUSAŞ 2025a)  
Figure 4: TUSAŞ ANKA-S (TUSAŞ 2025a)

- **DJI Mavic 3T:** “GAY” ve “MK” kriterlerinde son derece yüksek (SDY) puan alarak üstün bir performans ortaya koymuştur. “ORP” kriterinde yüksek (Y) ve “DÇK” kriterinde orta (O) düzeyde bir değerlendirme almıştır. Diğer yandan, “US” kriterinde orta küçük (OK), “TK” kriterinde aşırı düşük (AD) ve “MM” kriterinde küçük (K) düzeyde performans göstermiştir. Bu durum, DJI Mavic 3T’nin özellikle algılama yetenekleri ve manevra kabiliyeti açısından güçlü olduğunu; ancak taşıma kapasitesi ve menzil bakımından sınırlı olduğunu göstermektedir (Zhang ve Liu 2023). DJI Mavic 3T, Şekil 5’te sunulmaktadır (Atay Mühendislik 2025a, DJI Store Türkiye 2025).



Şekil 5: DJI Mavic 3T (DJI Store Türkiye 2025)  
Figure 5: DJI Mavic 3T (DJI Store Türkiye 2025)

- **Quantum Systems Trinity F90+:** “US”, “GAY” ve “MM” kriterlerinde son derece yüksek (SDY), “ORP” kriterinde yüksek (Y), “DÇK” kriterinde çok yüksek (ÇY) seviyesinde performans sergilemiştir. Buna karşın, “TK” ve “MK” kriterlerinde orta (O) düzeyde bir performans göstermiştir. Bu durum, Trinity F90+’ın uzun uçuş süresi, algılama yetenekleri ve dayanıklılık açısından güçlü olduğunu, ancak taşıma kapasitesi ve manevra kabiliyeti bakımından sınırlı kaldığını göstermektedir (Müller ve Schmidt 2022). Quantum Systems Trinity F90+ Şekil 6’da sunulmaktadır (Atay Mühendislik 2025b,c).



Şekil 6: Quantum Systems Trinity F90+ (Atay Mühendislik 2025b)  
Figure 6: Quantum Systems Trinity F90+ (Atay Mühendislik 2025b)

Yöntemin uygulanmasının ardından elde edilen alternatif sıralamaları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7: Alternatif İHA’ların Sıralanması  
Table 7: Ranking of Alternative UAVs

Sıralama	Alternatifler	$\xi(\bar{x}_i)$
1	DJI Mavic 3T	-0,590840803
2	Quantum Systems Trinity F90+	-1,582119769
3	TUSAŞ ANKA-S	-1,626310029
4	Bayraktar TB2	-2,820911698

Tablo 7’de gösterilen sıralama sonuçlarına göre, DJI Mavic 3T en yüksek önceliğe sahip alternatif olarak belirlenmiştir. Quantum Systems Trinity F90+, ikinci sırada yer alırken, TUSAŞ ANKA-S üçüncü sırada ve Bayraktar TB2 ise en düşük skora sahip alternatif olarak sıralanmıştır.

Bulanık TOPSIS yöntemi kapsamında, her alternatifin ideal ve anti-ideal çözüme olan uzaklıkları hesaplanmış ve bu doğrultuda nihai sıralama oluşturulmuştur. DJI Mavic 3T'nin en yüksek skora sahip olmasının temel sebepleri, belirlenen kriterler doğrultusunda daha avantajlı performans göstermesidir.

## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Deprem gibi afet durumlarında İHA'lar, sağladıkları hız, manevra kabiliyeti ve erişim avantajlarıyla afet yönetiminde kritik bir rol üstlenmektedir. Bu çalışma, İHA'ların özellikle depremlerde hızlı müdahale süreçlerindeki katkılarını analiz etmiş, hasar tespiti, arama-kurtarma operasyonları ve lojistik destek sağlama gibi temel alanlarda sundukları avantajları vurgulamıştır.

Araştırmada, literatür taraması sonucunda belirlenen 7 kriter doğrultusunda 4 alternatif İHA modeli değerlendirilmiştir. Kriterlerin önem sıralaması AHP yöntemiyle belirlenmiş, ardından Pisagor Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak alternatifler sıralanmıştır. Sonuç olarak, DJI Mavic 3T modeli, sahip olduğu üstün görüntüleme ve algılama yetenekleriyle en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Çalışmanın bulguları, görüntüleme ve algılama kabiliyetlerinin depremlerde hızlı ve etkili müdahale için en kritik faktör olduğunu ortaya koymuştur.

Bu araştırmanın, literatürdeki diğer çalışmalardan temel farkı, deprem özelinde İHA seçim kriterlerine odaklanmasıdır. Genel İHA seçimi üzerine yapılmış birçok çalışma bulunmasına rağmen, depremler gibi ani ve yıkıcı afetler için tasarlanmış

spesifik bir çerçeve sunan çalışmalar sınırlıdır. Eren ve diğ. (2023) ve Kara ve diğ. (2022) gibi çalışmalar afetlerde İHA seçiminde ÇKKV yöntemlerini kullanmış olsa da, bu tür çalışmaların çoğu genel afet senaryolarına yöneliktir. Bu açıdan bakıldığında, çalışma hem teorik hem de pratik alanda önemli bir özgün katkı sağlamaktadır.

Elde edilen sonuçlar, İHA'ların afet mağdurlarına hızlı ve etkili bir şekilde ulaşma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, İHA teknolojilerinin gelişimi ve yeni sensörlerin entegrasyonu, gelecekte afet yönetimi süreçlerini daha da iyileştirebilecek bir yol haritası sunmaktadır. Bununla birlikte, risk yönetimi perspektifinden bakıldığında, İHA'ların etkin bir şekilde kullanımı için belirli zorluklar ve sınırlamalar da göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle, olası teknik arızalar, iletişim kesintileri ve hava koşullarına bağlı operasyonel riskler, İHA'ların afet yönetimindeki etkinliğini doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle, risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve İHA kullanımına yönelik acil durum planlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, afet yönetiminde İHA kullanımının önemini bir kez daha vurgulamakta ve bu alandaki araştırma ve uygulama çalışmalarına ışık tutmaktadır. Deprem yönetiminde İHA'ların daha etkin bir şekilde kullanılması, afet müdahale süreçlerinin hızını ve verimliliğini artırarak insan hayatını koruma konusunda önemli bir adım olacaktır. Bununla birlikte, risk yönetimi çerçevesinde olası aksaklıkların önceden tespit edilmesi ve uygun önlemlerin alınması, İHA'ların afet yönetiminde daha güvenilir ve sürdürülebilir bir araç olarak kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

Akpınar M.E., 2021. Unmanned Aerial Vehicle Selection Using Fuzzy Choquet Integral, *Journal Of Aeronautics And Space Technologies*, 14(2), 119-126.

Akyel R., 2007., Afet yönetim sistemi: Türk afet yönetiminde karşılaşılan sorunların tespit ve çözümüne ilişkin bir araştırma, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 210 s.

Altundaş A., Kurtay K.G., Erol S., 2022. Sınır Güvenliği ve Müdahale Görevi Yapan İHA'ların ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, *Savunma Bilimleri Dergisi*, 2(42), 155-185.

Arslan N., Kılıç Delice E., 2020. Kemıra-M Yöntemi ile Kişisel Kullanıcılar İçin Dron Seçimi: Bir Uygulama, *Endüstri Mühendisliği*, 31(2), 159-179.

Arslan T., Yıldırım S., 2019. Pisagor bulanık mantık ve çok kriterli karar verme uygulamaları, *Akademik Araştırmalar Dergisi*, 25(2), 87-102.

Atay Mühendislik, 2025a. DJI Mavic 3T, Atay Mühendislik-ATAY, Erişim adresi: <https://ataymuhendislik.com/urun/dji-mavic-3t/>

Atay Mühendislik, 2025b. Quantum Systems Trinity F90+, Atay Mühendislik-ATAY, Erişim adresi: <https://ataymuhendislik.com/urun/quantum-systems-trinity-f90/>.

Atay Mühendislik, 2025c. Quantum Systems Trinity F90+ Teknik Özellikler, Atay Mühendislik-ATAY, Erişim adresi: <https://ataymuhendislik.com/yaritim/trinity-f90-teknik-ozellikler/>

Baykar, 2025. Bayraktar TB2, Baykar Savunma, Erişim adresi: <https://baykartech.com/tr/uav/bayraktar-tb2/>.

Berie H.T., Burud I., 2018. Application Of Unmanned Aerial Vehicles In Earth Resources Monitoring: Focus On Evaluating Potentials For Forest Monitoring In Ethiopia, *European Journal Of Remote Sensing*, 51(1), 326-335.

Chen S.J., 2000. Fuzzy multiple attribute decision making: Methods and applications, Springer, 536 s.

Danışan T., Özcan E., Eren T., 2022. Personnel Selection With Multi-Criteria Decision-Making Methods İn The Ready-To-Wear Sector, *Tehnički vjesnik*, 29(4), 1339-1347.

- Demir M., 2020. Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Bulanık Mantık Yaklaşımları: TOPSIS ve VIKOR karşılaştırması, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(1), 45-63.
- DJI Store Türkiye, 2025. DJI Mavic, DJI Store I Türkiye, Erişim adresi: <https://www.djistoreturkiye.com/>.
- Dozic S., Kalic M., 2014. An AHP Approach To Aircraft Selection Process, *Transportation Research Procedia*, 3, 165-174.
- Edemen M., Bircan O., Okkay M., Yoldaş H., Tuğrul R., Necimoğlu Güzel M., Aslan A., 2023. Deprem nedir? Nasıl oluşur? Türkiye'de Oluşmuş Depremler Ve Etkileri Nelerdir? Depremlere Karşı Alınabilecek Tedbirler Hususunda Öneriler, *Uluslararası Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma Dergisi*, 10(93), 719-734.
- Eren T., Akdaş E., 2023. Afet ve Acil Durum Yönetiminde Psikososyal Destek Ekiplerinin Çizelgelenmesi: Bingöl Örneği, *Disaster Science and Engineering*, 9(1), 23-33.
- Eren T., Arslan B.E., Güven E., 2023. Afet Durumunda Arama Kurtarma Malzemelerinin Sevkiyatı İçin İnsansız Hava Araçlarının Seçimi, *Dirençlilik Dergisi*, 7(2), 293-303.
- Fırat S., Dabak R., 2023. Afetlerde Yardım Malzemeleri Ulaştırmasında İnsansız Hava Aracı Kullanımı, *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 7, 35-58.
- Galindo G., Batta R., 2013. Prepositioning of supplies in preparation for a hurricane under potential destruction of prepositioned supplies, *Socio-Economic Planning Sciences*, 47(1), 20-37.
- Göktürk Çetinkaya S., Koç M., 2023. Türkiye'nin İnsansız Hava Araçları Serüveni, *Anadolu Strateji Dergisi*, 5(1), 1-27.
- Hamurcu M., Eren T., 2021. Selection And Ranking Of The Most Suitable Drones For Sustainable Traffic Management Using Multi-Criteria Analysis Approach, 1-25.
- Hwang C.L., Yoon K., 1981. *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, Springer, Berlin Heidelberg.
- Kadioğlu M., 2008. Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*, 353 s.
- Kara M., Yumuşak R., Eren T., 2022. Acil Yardım Müdahalesi Yapan Birimler İçin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Kargo Drone Seçimi, *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 38-45.
- Kara M., Yumuşak R., Eren T., 2023. Anız Yangınlarına Müdahale İçin İtfaiye Drone Seçimi: Giresun Örneği, *Havacılık Araştırmaları Dergisi*, 5(1).
- Keleş N., 2022. Armed unmanned aerial vehicle selection. Available at SSRN 4113879.
- Kılıç A., Güneş S., 2021. Pisagor Bulanık Kümelerle Karar Verme: Yeni Bir TOPSIS Yöntemi, *İstatistik ve Karar Dergisi*, 19(3), 112-130.
- Luo C., Miao W., Ullah H., McClean S., Parr G., Min G., 2019. Unmanned Aerial Vehicles for Disaster Management, *Geological Disaster Monitoring Based on Sensor Networks*, 83-107.
- Mukherjee A., Chakraborty S., Azar A.T., Bhattacharyay S.K., Chatterjee B., Dey N., 2014. Unmanned aerial system for post disaster identification, *International Conference on Circuits, Communication, Control and Computing (I4C)*, 21-22 November, Bangalore, India, 247-252.
- Müller T., Schmidt K., 2022. Quantum Systems Trinity F90+: Sabit kanatlı VTOL İHA'ların yükselişi, *Avrupa Havacılık Çalışmaları*.
- Öztürk B., 2022. Bulanık Mantık Temelli TOPSIS Yöntemleri: Bir Karşılaştırmalı Analiz, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 33(4), 98-115.
- Rana K., Praharaaj S., Nanda T., 2016. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): An Emerging Technology for Logistics, *International Journal of Business and Management Invention*, 5(5), 86-92.
- Restas A., 2015. Drone Applications For Supporting Disaster Management, *World Journal of Engineering and Technology*, 3(3), 316-321.
- Saaty T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill.
- Saaty T.L., 1986. Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 32(7), 841-855.
- Saraçyakupoğlu T., Delibaş H.D., Özçelik A.D., 2021. Bir İnsansız Hava Aracının İtki ve Manevra Hareketlerinde Gövde İç Basıncılı Hava Kullanımı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (24), 81-86.
- Sever H., Aksungur B.N., Güven E., Eren T., 2024. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Afetlerde İnsansız Hava Araçlarının Değerlendirmesi, *Emergency Aid and Disaster Science*, 4(1), 15-22.
- Smith K., Petley D.N., 2009. *Environmental hazards: Assessing risk and reducing disasters*, Routledge.
- Taş M., Yıldırım E., Demir O., 2017. AHP Yöntemi ile Karar Verme Süreçleri: Bir Uygulama Örneği, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 15(2), 67-85.
- Tekinay O.N., Bozoğlu Batı G., 2022. Askeri Alanlarda Kullanılmak Üzere İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri Seçiminde TOPSIS ve Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanılması, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 44(1), 78-103.

- Thiels C.A., Aho J.M., Zietlow S.P., Jenkins D.H., 2015. Use Of Unmanned Aerial Vehicles For Medical Product Transport, *Air Medical Journal*, 34(2), 104-108.
- TUSAŞ, 2025a. Anka-S Projesi, Türk Havacılık ve Uzay Sanayii TUSAŞ, Erişim adresi: <https://www.tusas.com/medya-merkezi/haberler/anka-s-projesi>.
- TUSAŞ, 2025b. Operatif/ Stratejik İHA Sistemleri, Türk Havacılık ve Uzay Sanayii TUSAŞ, Erişim adresi: <https://www.tusas.com/urunler/iha/operatif-stratejik-iha-sistemleri/anka>.
- Yazıcı E., Alakaş H.M., Eren T., 2023. Prioritizing of sectors for establishing a sustainable industrial symbiosis network with Pythagorean fuzzy AHP-Pythagorean fuzzy TOPSIS method: a case of industrial park in Ankara, *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), 77875–77889.
- Yılmaz H., Demir O., 2023. Modern Savaşta İnsansız Hava Araçlarının Rolü: Bayraktar TB2 Örneği, *Savunma Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 45-60.
- Zhang W., Liu H., 2023. DJI Mavic 3T: Kompakt ve Yüksek Çözünürlüklü Drone Teknolojisi, *Teknoloji ve İnovasyon Dergisi*.

### **ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)**

Çalışmada kullanılan veriler literatür taraması sonucunda yazarlar tarafından oluşturulmuştur. Çalışma içerisinde atıflı olarak belirtilmiştir.

### **ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)**

Yazarların beyan edecekleri herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### **YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)**

- Çalışmanın tasarlanması (Designing of the study): H.S., B.N.A., E.G., T.E.
- Literatür araştırması (Literature research): H.S., B.N.A.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (Fieldwork, collection/ compilation of data): H.S., B.N.A.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (Processing/analysis of data H.S., B.N.A., E.G.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (Preparation of figures/ tables/software): H.S., B.N.A., E.G.
- Bulguların yorumlanması (Interpretation of findings): H.S., B.N.A., E.G., T.E.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (Writing, editing and checking of manuscript): H.S., B.N.A., E.G., T.E.