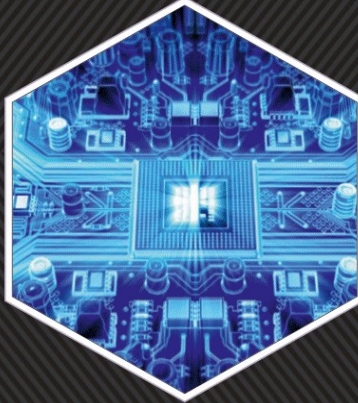




# BİLGİSAYAR BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ DERGİSİ

JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGIES



EDİTÖR: DOÇ. DR. Erdiñç AVAROĞLU  
ISSN 2717 - 8579



*Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi*

# **BİLGİSAYAR BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ DERGİSİ**

**CİLT 2, SAYI 1**

**ISSN: 2717-8579**

**HAZİRAN 2021**



Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi

## Dergi Hakkında

Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi bilim ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak bilgisayar bilimleri ve teknolojileri alanında yeni gelişmelerle ilgili yapılan çalışmaları yayınlayan bir dergidir.

## Amaç & Kapsam

BIBTED Dergisi,

✚ Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisinin amacı bilgisayar alanında yapılan özgün çalışmaları yayınlamaktır. Yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan eser, dergi editörlüğünce değerlendirme için hakemlere gönderilir. Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisinde **KÖR HAKEMLİK** uygulaması mevcuttur. Yayımlanmasına, hakemlerin görüşü doğrultusunda Dergi Editör ve Yayın Kurulu karar verir. Gönderilen makaleler yayınlansın veya yayınlanmasın iade edilmez. Dergimizde yayınlanan yazıların her türlü sorumluluğu (bilimsel, mesleki, hukuki, etik vb.) yazarlara aittir. Yayınlanan yazıların telif hakkı dergiye aittir ve referans gösterilmeden aktarılamaz. Araştırmacılar arasındaki bilimsel iletişimi oluşturmak amacıyla aşağıda nitelikleri açıklanan, başka bir yerde yayımlanmamış makaleler Türkçe ve İngilizce olarak kabul edilmekte ancak Türkçe Kabul edilen makalenin özetinin İngilizce de basılması zorunluluğu vardır.

Aşağıdaki türlerdeki makaleler dergide yayına kabul edilmektedir:

- ✚ **Araştırma makalesi:** Özgün bir araştırmayı sonuçlarıyla birlikte sunan makale,
- ✚ **Derleme makale:** Bilgisayar Mühendisliği alanında belli bir konuda yeterli sayıda bilimsel makaleyi tarayıp, özetleyen, değerlendirme yapan ve bulguları yorumlayan makale,
- ✚ **Endüstriyel makale:** Bu alanda endüstride yapılan araştırma ve geliştirilen yeni ürün veya teknolojilerin açıklandığı makale,
- ✚ **Tez çalışması:** Lisansüstü düzeyde yapılan özgün bir tez çalışmasının genişletilmiş özetini içeren yazı,
- ✚ **Kitap yorumu:** Bilgisayar mühendisliği alanında yayınlanmış yeni bir kitabın tanıtılması ve değerlendirilmesi.
- ✚ **Kısa Bildiri:** Yapılan bir araştırmanın önemli bulgularını açıklayan yeni bir yöntem veya teknik tanımlayan yazılar.

Bütün yazıların Telif Hakkı Devri, yazarlarına bir form gönderilmek suretiyle alınır. Telif Hakkı Devri Formu göndermeyen yazarların yayımları işleme konmaz. Yayımlanmasına karar verilen yazılar üzerine yazarlarınca hiçbir eklenti yapılamaz.

Her yazı konusu ile ilgili en az iki hakeme gönderilerek şekil ve içerik bakımından incelenir. Dergide yayımlanabilecek nitelikteki yazılar dizgisi yapıldıktan sonra, yazarlarına gönderilerek baskı öncesi gözden istenir. Makale içinde, dergide basıldığı haliyle gözükken hataların sorumluluğu yazarlarına aittir. Hata, editörlük ofisinden kaynaklandığı takdirde düzeltme yayınlanabilir.

## Derginin Kapsamı;

Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisinin kapsamı, akıllı sistemler, algoritmalar, benzetim, bilgisayar ağları, bilgisayar grafiği, bilgisayarla görme, bilgisayar mimarisi, bilgiye erişim, bilimsel hesaplama, bilişim güvenliği, biyoenformatik, kriptografi, paralel işleme, doğal dil işleme donanım, görüntü işleme, hesaplama kuramı, işaret işleme, işletim sistemleri, makine öğrenmesi, mobil sistemler, modelleme, tıbbi bilişim, veri madenciliği, veri tabanı sistemleri, yazılım mühendisliği, siber güvenlik, yapay zeka dahil olmak üzere bilgisayar bilimleri ve teknolojilerin tüm alanları içerir.

## Yayımlanma Sıklığı

Yılda 2 sayı

## ISSN

2717-8579

## WEB

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bibtred>

## İletişim

[eavaroglu@mersin.edu.tr](mailto:eavaroglu@mersin.edu.tr) / [ttuncer@firat.edu.tr](mailto:ttuncer@firat.edu.tr) / [kemaladem@gmail.com](mailto:kemaladem@gmail.com)



Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi

---

#### EDİTÖR

**Doç. Dr. Erdiñç AVAROĞLU**

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi / Bilgisayar Mühendisliği, Mersin

---

#### EDİTÖR YARDIMCILARI

**Doç. Dr. Taner TUNCER**

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi / Bilgisayar Mühendisliği, Elâzığ

**Dr. Öğr. Üyesi. Kemal ADEM**

Aksaray Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / Yönetim Bilişim Sistemleri, Aksaray

---

#### EDİTÖR KURULU

- **Prof. Dr. Zeki YETKİN, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **Doç. Dr. İsmail KOYUNCU, AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Murat TUNA, KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ELEWİ, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Erhan AKKAYA, İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Lütfiye KUŞAK, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Fatma Bünyal ÜNEL, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ACI, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Soner KIZILOLUK, TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Selman YAKUT, TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ**

---

#### DANIŞMA KURULU

- **Prof. Dr. Ahmet Bedri ÖZER, FIRAT ÜNİVERSİTESİ**
- **Prof. Dr. Murat YAKAR, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **Doç. Dr. Fatih ÖZKAYNAK, FIRAT ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ACI, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Murat TUNA, KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ**
- **Doç. Dr. İsmail KOYUNCU, AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**

---

#### DİL EDİTÖRLERİ

- **Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ELEWİ, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Erhan AKKAYA, İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**
- **Arş. Gör. Dr. Dilek SABANCI, GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**

---

#### MİZANPAJ

- **Arş. Gör. Semih KAHVECİ, MERSİN ÜNİVERSİTESİ**



Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi

# İçindekiler

## Contents

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ; RESEARCH ARTICLES;

#### S.No

---

- 1-6 *Kentsel Dönüşümlerin Fuzzy C-Means ile Bölütlenmesi*  
*Segmentation of Urban Images with Fuzzy C-Means*  
**Ahmet ÇINAR, Taner TUNCER**
- 16-23 *Clustering Hotels and Analyzing the Importance of Their Features by machine Learning Techniques*  
*Otellerin Kümelenmesinin ve Özelliklerinin Önem Derecelerinin Makine Öğrenmesi Teknikleri Kullanılarak Analiz Edilmesi*  
**Mert AKYOL**
- 24-28 *Savunma Sanayiinde Kullanılabilecek Kamikaze Drone Uygulaması*  
*Kamikaze Drone Project That Can Be Used In The Defense Industry*  
**Eray SAKARYA, Ahmet ALKAN**
- 29-35 *Yazılım Risklerinin Doğasına Uygun Yöntem: Bulanık Mantık*  
*Appropriate Method for Software Risks' Nature: Fuzzy Logic*  
**Mustafa BATAR, Kökten Ulaş BİRANT, Ali Hakan IŞIK**

### DERLEME MAKALELERİ; REVIEW ARTICLES;

#### S.No

---

- 7-15 *Endüstri4.0: Fırsat mı Tehlike mi?*  
*Industry 4.0: Opportunity or Danger?0*  
**Ahmet Raşit PETEKÇİ**



Araştırma Makalesi

## Kentsel Görüntülerin Fuzzy C-Means ile Bölütlenmesi

Ahmet Çınar\*<sup>1</sup>, Taner Tuncer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye

**Anahtar Kelimeler:**  
Kentsel Görüntüler  
Fuzzy C-Means  
Benzerlik indeksi

### ÖZ

Görüntü Bölütleme, resim içinde birbirinden kolayca ayrılabilen ve kendi içinde homojen olabilen farklı bölgelerin elde edilmesinde kullanılan zor bir tekniktir. Bu makale yerden 5 ila 30 metre yükseklikte bir drone tarafından elde edilen 6000\*4000 pixel boyutundaki kuşbakışı görüntülerinin kentsel görüntülerim anlamsal olarak bölütlemesini sunar. Bölütleme için Fuzzy C-Means (FCM) algoritması kullanılmıştır. Görüntüler üzerinde herhangi bir ön işleme yapmadan elde edilen bölütleme sonuçları Dice, Jaccard ve Mutual Information, benzerlik ölçütleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre FCM algoritması kentsel görüntüleri başarılı bir şekilde bölütleme yapmaktadır.

## Segmentation of Urban Images with Fuzzy C-Means

**Keywords:**  
Urban Images  
Fuzzy C-Means  
Similarity Index

### ABSTRACT

Image Segmentation is a difficult technique used to obtain different regions in the image that can be easily separated from each other and can be homogeneous within itself. This article presents a semantic segmentation of urban images of 6000 \* 4000 pixels bird's-eye view captured by a drone at an altitude of 5 to 30 meters above the ground. Fuzzy C-Means (FCM) algorithm is used for segmentation. The segmentation results obtained without any pre-processing on the images were evaluated using Dice, Jaccard and Mutual Information, similarity indexes. According to the results, FCM algorithm successfully segments the urban images.

\*Sorumlu Yazar

\*acinar@firat.edu.tr ORCID ID 0000-0001-5528-2226  
(ttuncer@firat.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0526-4526

e-ISSN: 2717-8579

Geliş Tarihi: 26/11/2020; Kabul Tarihi: 15/02/2021

Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi

## 1. GİRİŞ

Kümeleme, nesnelere yüksek benzerliğe sahip olacak şekilde gruplara ayırmaktır. Genel olarak kümeleme algoritmalarında ilk olarak nesnelere özniteliklerinden oluşan alt kümeler belirlenir. İkinci olarak nesnelere benzerliklerini bulmak için nesnelere arasındaki uzaklık hesaplanır. Son olarak uzaklık hesabına göre gruplandırma işlemi gerçekleştirilir. Literatürde bilinen en yaygın kümeleme algoritmaları, K-Means, Fuzzy C-Means, Hierarchical, Mixture ve Yapay Sinir Ağ kümelemesidir.

FCM, bulanık doğası nedeniyle görüntü uygulamalarında, görüntü bölütlenmesi için en çok kullanılan tekniktir. Görüntüdeki piksel birden çok kümeye ait olabilir. Bu problemin üstesinden gelmek için klasik kümeleme algoritmalarından daha iyi performans sağlayan FCM tercih edilir. FCM algoritması, bulanık bölünmeli kümeleme tekniklerinden en iyi bilinen ve yaygın kullanılan yöntemdir. Bulanık kümeleme yöntemi, nesnelere kümelerine hangi derece ile ait olduğunu belirleyen üyelik fonksiyonlarını hesaplamak ve veri seti içerisindeki örtüşen kümeleri saptamak üzere kullanılmaktadır. Kümeleme yöntemlerinde amaç nesnelere yüksek benzerliğe sahip olacak şekilde gruplara ayırmaktır. FCM algoritması 1973 yılında Dunn tarafından ortaya atılmış ve 1981’ de Bezdek tarafından geliştirilmiştir (Dunn 1973, Bezdek 1981). FCM algoritması da amaç fonksiyonu temelli bir metottur. Bu metotta, nesnelere iki veya daha fazla kümeye ait olabilmesine izin verilir. Komşu pikseller arasındaki korelasyon dikkate alınmadan her piksel bağımsız olarak değerlendirilir. Bu dezavantajı gidermek için literatürde FCM tabanlı bölütleme algoritmaları önerilmiştir. Önerilen bu algoritmalar inşaat, tıp, coğrafik bilgi sistemleri gibi birçok alanda başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Seresht 2020, Şişik 2020, Di Martino 2011).

Arora ve ark. Uzaysal Sezgisel FCM algoritması ile gri seviyeli yapay ve doğal görüntülere başarılı bir şekilde uyguladılar (Arora 2020). Sing ve ark. beyin görüntülerine, önerdikleri denetimsiz ortogonal rotasyon değişmez moment tabanlı FCM yaklaşımı uyguladılar (Sing 2021). Sanchez ve ark. Gauss gürültüsü ile bozulmuş renkli beyin, melanomave gerçek balina gibi görüntülerin bölütlenmesini gerçekleştirdiler (Sanchez 2018). Uydu görüntülerinin bölütlenmesi için Kalist ve ark. Olasılıksal FCM yaklaşımını önerdiler (Kalist 2015). Tian ve arkadaşları Akıllı Tarımda FCM tabanlı kümeleme tekniğini uyguladılar (Tian 2015). Tarımda mahsul tanımlaması için karga arama optimizasyon algoritması kullanan geliştirilmiş hızlı FCM algoritması Anter ve ark. tarafından uygulandı (Anter 2019). Zabihi ve ark. Genelleştirilmiş Geliştirilmiş Bulanık Bölümler FCM algoritmasının etkinliği DRIVE veri tabanının retina görüntülerinde damar bölütlenmesi üzerine yapılan deneylerle gösterdiler (Zahibi 2012).

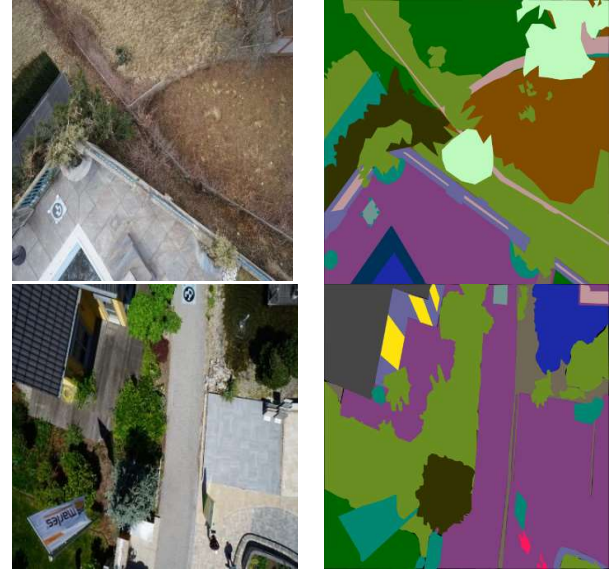
Bu makalede Kentsel görüntülerin bölütlenmesi için FCM algoritması kullanılmıştır. Elde edilen ve bölütlenmiş görüntülerin gerçek bölütlenmiş görüntüler ile benzerliğini belirlemek için Dice, Jaccard, Mutual Information, benzerlik ölçütleri kullanılmıştır.

Makalenin geri kalan bölümleri aşağıdaki gibi organize edilmiştir. İkinci bölümde kullanılan anlamsal drone görüntü veri tabanı tanıtılmıştır. 3.Bölümde FCM algoritması sunulmuştur. 4. Bölümde elde edilen bölütlenmiş görüntüler için benzerlik indeksleri verilmiş ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Son bölümde yöntem ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

## 2. VERİ KÜMESİ VE ÖZELLİKLERİ

Anlamsal drone veri seti, otonom drone uçuşunun ve iniş prosedürlerinin güvenliğini artırmak için kentsel görüntülerin anlamsal olarak anlaşılmasına odaklanır (URL-1 2020). Görüntüler, yerden 5 ila 30 metre yükseklikte elde edilen kuşbakışı görünümünden 20’den fazla evi tasvir etmektedir. 6000x4000 pixel (24Mpx) boyutunda görüntüler elde etmek için yüksek çözünürlüklü bir kamera kullanılmıştır. Eğitim seti halka açık 400 görüntü içerir ve test seti 200 özel görüntüden oluşur.

Toplam 20 sınıfa sahip veri tabanında Ağaç, Çimen, Diğer Bitki Örtüsü, Çer Çöp, Çakıl, Kayalar, Su, Asfalt, Havuz, Kişi, Köpek, Araba, Bisiklet, Çatı, Duvar, Çit, Çit Direği, Pencere, Kapı ve Engel sınıfları mevcuttur. İnsan, Araç trafiği, insan veya nesne tespiti yapmak için bu veri tabanı idealdir. Şekil.1 veri tabanındaki 3 görüntüyü ve bu görüntülerin bölütlenmesi için kullanılacak gerçek bölütleme yapılmış görüntüleri göstermektedir.





Şekil 1. Orjinal Görüntüler ve Gerçek bölütleme yapılmış görüntüler

### 3. FUZZY C-MEANS ALGORİTMASI

FCM'de, bir veri örneğinin aynı anda birden fazla kümeye ait olması mümkündür. Benzerlik üyelik değeriyle belirtilir. FCM'de, küme merkezi ve benzerliğe dayalı olarak bir üyelik değeri ve bir veri örneği atanır. Üyelik değerleri 0 ile 1 arasındadır ve benzerlik arttıkça üyelik değeri de yükselir. Algoritma.1 FCM algoritmasının sözde kodunu göstermektedir. FCM algoritmasında, denklem.1 de verilen amaç fonksiyonu minimum yapılır.

$$\sum_{j=1}^k \sum_{x_i \in C_j} u_{ij}^m (x_i - \mu_j)^2 \quad (1)$$

Burada,  $u_{ij}$ ,  $x_i$ 'nin  $c_j$  kümesine ait olma üyelik derecesini,  $\mu_j$ ,  $j$  kümesinin merkezini,  $m$  bulanıklaştırıcıyı gösterir. Denklem.1'in türevini alındıktan sonra Lagrange yöntemi kullanılarak elde edilen denklem sıfıra eşitlenerek denklem.2 elde edilir.

$$u_{ij}^m = \frac{1}{\sum_{l=1}^k \left( \frac{|x_i - c_j|}{|x_i - c_l|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (2)$$

$m$  parametresi,  $(1.0, \infty)$  aralığında gerçek sayıdır. Küme bulanıklık seviyesi olarak ta

adlandırılır.  $m$ 'nin sonsuza yakın değeri tam bulanıklığa yol açar. Bulanık kümelemede, bir kümenin ağırlık merkezi, kümeye ait olma derecelerine göre ağırlıklandırılan tüm noktaların ortalamasıdır. Denklem.3  $j$  kümesinin merkezini göstermektedir.

$$C_j = \frac{\sum_{x \in C_j} u_{ij}^m x}{\sum_{x \in C_j} u_{ij}^m} \quad (3)$$

#### Algoritma.1 FCM sözde kodu

1. Başla  $U=[u_{ij}]$  matris,  $U(0)$
2. Vektör Merkezlerini Hesapla  $C(k)=[c_j]$  ile  $U(k)$

$$C_j = \frac{\sum_{x \in C_j} u_{ij}^m x}{\sum_{x \in C_j} u_{ij}^m}$$

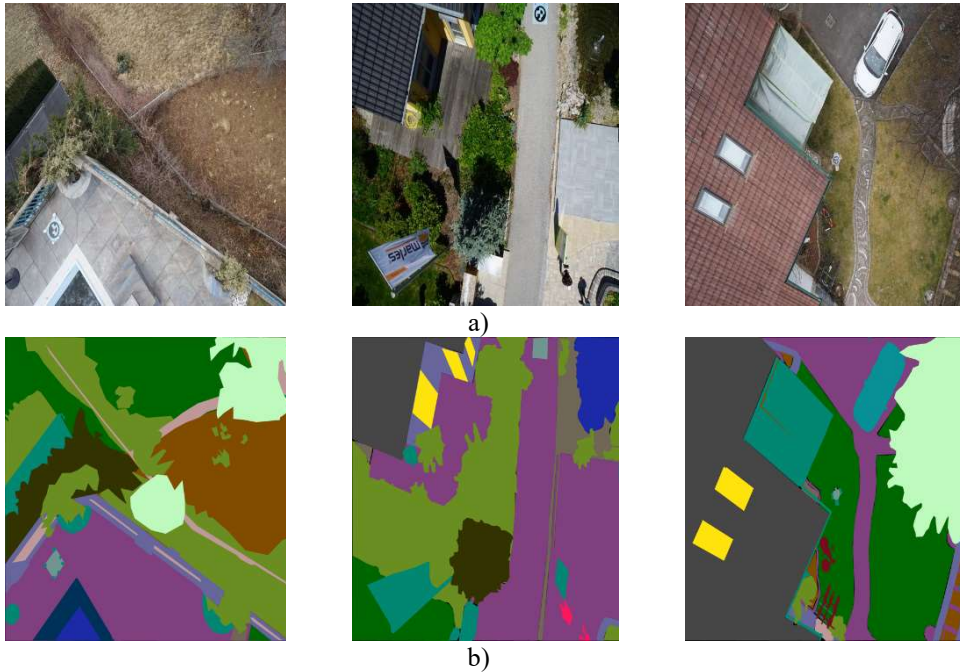
3. Güncelle  $U(k)$ ,  $U(k+1)$

$$u_{ij}^m = \frac{1}{\sum_{l=1}^k \left( \frac{|x_i - c_j|}{|x_i - c_l|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

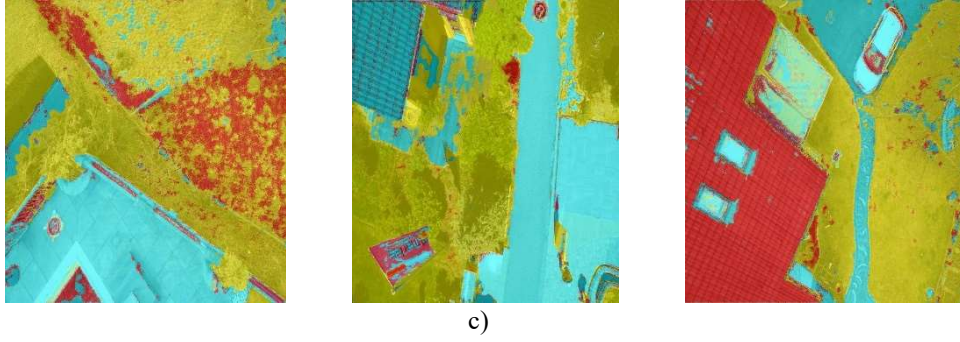
4.  $\| U(k+1) - U(k) \|$  ifadesi belirlenen hata değerinden ( $\epsilon$ ) küçük ise adım 2 ye git. Aksi takdirde kümeleme süreci sonlandırılır.

### 4. BÖLÜTLEME SONUÇLARI

Görüntü analizinin temel aşamalarından biri olan bölütleme, bir görüntünün birden fazla bölüme bölünmesi sürecini ifade eder. Bu makalede drone vasıtasıyla elde edilen görüntülerin FCM algoritması ile bölütlenmesi gerçekleştirilmiştir. Şekil.2 gerçek bölütlenmiş ve FCM ile elde edilen bölütleme sonuçlarını göstermektedir.







Şekil 2. a) Gerçek Görüntüler b) Gerçek Bölütlenmiş Görüntüler c) FCM ile Bölütlenmiş Görüntüler

Bölütleme sonuçlarını değerlendirmek için Dice, Jaccard ve Mutual Information benzerlik ölçütleri kullanılmıştır.

Benzerlik ölçüt değerleri FCM ile bölütlenmiş görüntüler ve gerçek bölütlenmiş görüntülerin karşılaştırılması ile belirlenir.  $I$  bölütlenecek bölgeyi,  $F_c$  FCM algoritması ile bölütlenmiş alanı gösterebilir. Dice ve Jaccard ölçütlerine göre bölütleme sonuçlarını değerlendirmek için,  $I$  ve  $F_c$  kesişim ve birleşim bölgesi önemlidir. Denklem 4 ve 5 Dice ve Jaccard benzerlik indeks katsayısını vermektedir.

$$Dice(I, F_c) = \frac{2|I \cap F_c|}{|I| + |F_c|} \quad (4)$$

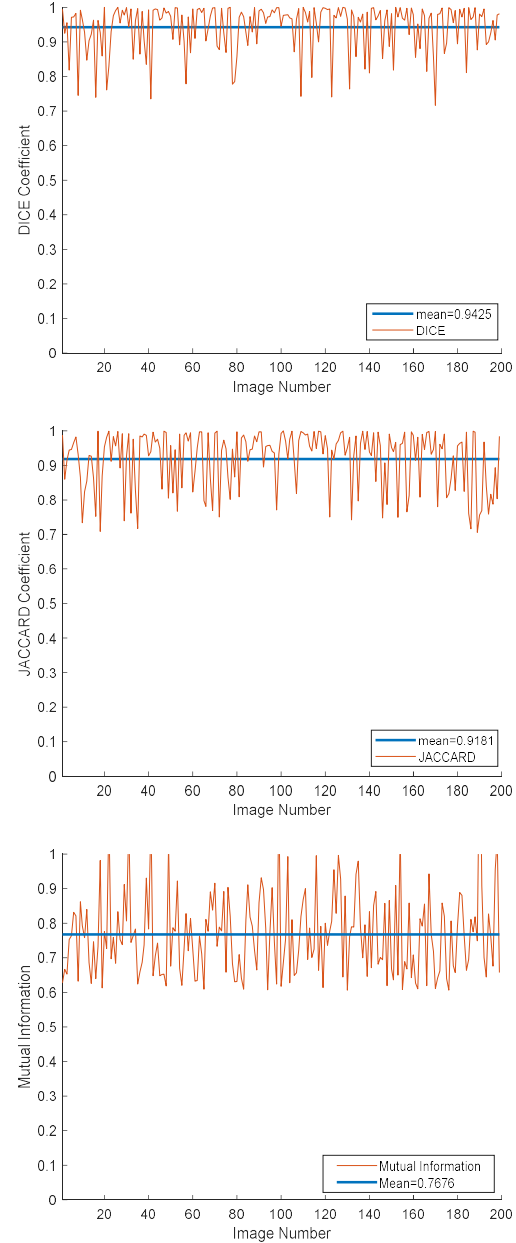
$$J(I, F_c) = \frac{|I \cap F_c|}{|I \cup F_c|} = \frac{|I \cap F_c|}{|I| + |F_c| + |I \cap F_c|} \quad (5)$$

$I$  ve  $F_c$  iki girdi görüntüsünün mekansal hizalama temelli küresel benzerlik ölçülerinden biri Mutual Information'dir.  $I$  ve  $F_c$  görüntüleri arasındaki benzerlik için kullanılan bir diğer parametre Mutual Information denklem.6'daki gibi tanımlanır.

$$M(I, F_c) = \int \int p_{IF_c}(i, f_c) \log_2 \frac{p_{IF_c}(i, f_c)}{p_I(i)p_{F_c}(f_c)} dx dy \quad (6)$$

Burada,  $p_I(i)$  ve  $p_{F_c}(f_c)$   $I$  ve  $F_c$  deki bir  $(x, y)$  piksel olasılığıdır.  $p_{IF_c}(i, f_c)$ ,  $I$ 'daki bir pikselin  $(x, y)$  gri düzeyi  $i$ 'ye sahip olma ve  $F_c$ 'deki aynı pikselin gri düzeyi  $f_c$ 'ye sahip olma olasılığıdır.

Toplam 200 görüntü test için kullanılmış olup Dice, Jaccard ve mutual information indekslerine göre bölütleme sonuçları Şekil 3'deki gibidir. Dice, Jaccard ve Mutual benzerlik değerlerinin 0.7'den büyük ve 1'e yakın olması bölütleme işleminin başarılı bir şekilde yapıldığını gösterir. Her üç benzerlik ölçütünde görüntüler için elde edilen değerler [0-1] aralığındadır. Dice, Jaccard ve Mutual Information benzerlik ölçütlerine göre 200 görüntü için elde edilen ortalama değerler sırasıyla 0.9425, 0.9181, 0.7676'dır.



Şekil 3. Benzerlik ölçülerinin görüntülere göre değişimleri.

Bu metrik değerlerinden anlaşılmaktadır ki, kullanılan Fuzzy C-Mens bölütleme algoritması ile kullanılan Drone veri tabanına ait görüntüler üzerinde yüksek başarılı bir segmentasyon gerçekleştirilmiştir. Bilindiği gibi kullanılan her üç

doğrulama metrik değeri olan Dice, Jacard ve Mutual Information bilgisinin yüksek olması doğruluk değerinin ve bölütleme başarısının yüksek olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar da bu ifadeleri doğrulamaktadır.

Tablo 1. elde edilen sonuçların literatür ile karşılaştırılmasını göstermektedir. Bölütleme problemi zor ve karmaşık süreçlerden oluşmaktadır. Bunun sonucu olarak bölütleme başarımlarındaki doğruluk %90 seviyelerindedir. Tablo.1'e göre elde edilen sonuçlar literatürde yapılmış çalışmalarla tutarlıdır.

Tablo 1. Önerilen yöntem ve literatür karşılaştırması.

Kaynak	Yöntem	Başarım
Bhatnagar, 2020	ResNet50, SegNet	A=%90
WuDunn, 2020	Derin öğrenme	J=0.82
Carbonneau, 2020	Evrişimli sinir ağı	A>%95
Carbonneau, 2020.	Evrişimli sinir ağı	F1>%95
Bahareh, 2017	Bulanık Sırasız Kural İndüksiyon Algoritması	A=%91.23
Lei, 2018	Hızlı Bulanık-C Ortalama	A>80
Önerilen	Bulanık-C Ortalama	J=0.918

A:Doğruluk, J: Jaccard, F1: F1 ölçüt

## 5. SONUÇLAR

Bölütleme, görüntü analizi ve bilgisayarla görme için önemli bir adımdır literatürde yoğun bir şekilde çalışılmış ve halen devam eden bir araştırma alanıdır. FCM kümeleme, görüntüleri benzer spektral özelliklere sahip kümeler ayırmak için uygulanan denetimsiz bir kümeleme tekniğidir. Üyelik işlevini hesaplamak için spektral alandaki pikseller ve küme merkezleri arasındaki mesafeyi kullanır.

Bu makalede drone vasıtasıyla alınan Kentsel görüntülerin bölütlenmesi Fuzzy C Means algoritmasıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bölütleme sonuçları Dice, Jaccard ve Mutual Information benzerlik indekslerine göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Fuzzy C Means algoritması ile başarılı bir şekilde bölütleme yapılmıştır.

## KAYNAKÇA

Anter, A. M., Hassenian, A. E., Oliva, D. (2019). An improved fast fuzzy c-means using crow search optimization algorithm for crop identification in agricultural, *Expert Systems with Applications*, Vol.118, p:340-354

Arora, J. ve Tushir, M. (2020) An Enhanced Spatial Intuitionistic Fuzzy C-means Clustering for Image Segmentation, *Procedia Computer Science*, Vol.167, p:646-655.

Bahareh, K., Shattri, B. M., Maher I. S., Biswajeet P., Helmi Z. M. S., (2017) Drone-based land-cover mapping using a fuzzy unordered rule induction algorithm integrated into object-based image analysis, *International Journal of Remote Sensing*, 38:8-10, 2535-2556.

Bezdek, J. C. (1981). *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*, Plenum Press, New.

Bhatnagar, S., Gill, L., Ghosh, B., (2020). Drone Image Segmentation Using Machine and Deep Learning for Mapping Raised Bog Vegetation Communities. *Remote Sens.*, 12, 2602.

Carbonneau, P. E., Belletti, B., Micotti, M., Lastoria, B., Casaioli, M., Mariani, S., Marchetti, G. and Bizzi, S., (2020). UAV-based training for fully fuzzy classification of Sentinel-2 fluvial scenes, *Earth Surface Processes and Landforms*, doi:10.1002/esp.4955, 2020b.

Carbonneau, P. E., Dugdale, S. J., Breckon, T. P., Dietrich, J. T., Fonstad, M. A., Miyamoto, H. and Woodget, A. S., (2020). Adopting deep learning methods for airborne RGB fluvial scene classification, *Remote Sensing of Environment*, 251, doi.org/10.1016/j.rse.2020.112107.

Di Martino, F. ve Sessa, S. (2011). The extended fuzzy C-means algorithm for hotspots in spatio-temporal GIS, *Expert Systems with Applications*, Vol.38(9), p:11829-11836.

Dunn, J. C. (1973). A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and Its Use in Detecting Compact WellSeparated Clusters, *Journal of Cybernetics* 3: 32-57.

Gamino-Sánchez, F., Hernández-Gutiérrez I., Rosales-Silva, V. A. J., Gallegos-Funes. F. J., Mújica-Vargas, Ramos-Díaz, D., Carvajal-Gómez, E. B. E., Kinani, J. M. V. (2018) Block-Matching Fuzzy C-Means clustering algorithm for segmentation of color images degraded with Gaussian noise, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol.73, :31-49, 2018.

Ganesan, K. P., Sathish, B.S., Jenitha, J. M. M., Shaik, K. B. (2015). "Possibilistic-Fuzzy C-Means Clustering Approach for the Segmentation of Satellite Images in HSL Color Space", *Procedia Computer Science*, Vol.57.

Lei, T., Xue, D., Lv, Z., Li, S., Zhang, Y. K., Nandi, A., (2018). Unsupervised Change Detection Using Fast Fuzzy Clustering for Landslide Mapping from Very High-Resolution Images. *Remote Sensing*. 10(9):1381.

Seresht, N. G., Lourenzutti R., Fayek, A. R. (2020). A fuzzy clustering algorithm for developing predictive models in construction applications", *Applied Soft Computing*, Vol.96,

Singh, C. ve Bala, A. (2021). An unsupervised orthogonal rotation invariant moment based fuzzy C-means approach for the segmentation of brain magnetic resonance images, *Expert Systems with Applications*, Vol.164.

- Şişik, F. ve Sert E. (2020). Brain tumor segmentation approach based on the extreme learning machine and significantly fast and robust fuzzy C-means clustering algorithms running on Raspberry Pi hardware", Medical Hypotheses, Vol.136.
- Tian, Z., Li, B. (2015). An Application of Fuzzy C-Means Based Clustering Technique in Smart Farming, Proceedings of the 2015 International Conference on Intelligent Systems Research and Mechatronics Engineering, Vol.121.
- URL-1:<https://www.tugraz.at/index.php?id=22387>  
Erişim Tarihi: 01.10.2020.
- WuDunn, M., Dunn, J., Zakhor, A., (2020). Point Cloud Segmentation using RGB Drone Imagery, IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2020, pp. 2750-2754.
- Zabihi, S. M., Akbarzadeh-T, M-R. (2012). Generalized Fuzzy C-Means Clustering with Improved Fuzzy Partitions and Shadowed Sets, Vol.2012, Article ID 929085



## Derleme Makale

**Endüstri 4.0: Fırsat mı Tehlike mi?**

Ahmet Raşit PETEKÇİ

**Anahtar Kelimeler:**

Endüstri 4.0  
Yapay Zekâ  
İnovasyon  
Dijitalleşme  
Robot Teknolojisi

**ÖZ**

Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın niteliği ve kavramsal perspektifi, ayrıca gelişimiyle beraber ortaya çıkan yeniliklerin yaratacağı veya yaratması muhtemel avantaj ve dezavantajların neler olabileceği incelenmiştir. Çalışma, Endüstri 4.0'ın içeriği, niteliği, bileşenleri ve gelecekte yaşantımıza nasıl bir etkisi olabileceğine dair birtakım öngörülerden bahsetmiştir. Ancak çalışmanın en çok vurgulanması gereken kısmı, Endüstri 4.0'ın yaratması muhtemel avantaj ve dezavantajlarıdır. Endüstri 4.0'ın ilk kez 2011'de ortaya çıkması ve dönüşümün emekleme döneminde olması sebebiyle, bu öngörüler şu anlık tahmin olmaktan daha öteye geçemeyecektir. Bu devrimin öncüllerinden farkı, geçmişten tamamen kopuş ve yepyeni bir üretim biçimi hayatımıza sunmasıdır. Üretim sürecindeki robot-insan işbirliği, bu devrim ile birlikte yerini sadece robotların egemen olduğu ve otomasyonu yürüttüğü fabrikalara bırakabilir. Bu çalışma, "karanlık üretim" adını verilen bu üretim biçiminin içeriğinden de bahsetmiş, artı ve eksi yönlerini de ortaya koymuştur. Endüstri 4.0 kavramı literatüre yeni katıldığından dolayı, net bir tanımını ve güncel etkilerini sunmamız mevcut durumda mümkün olmayacaktır. Küresel çapta sistematik bir dönüşüm sağlandıktan sonra bu kavramın belirginleşeceğini ve etkilerinin ortaya çıkacağını söylemek de daha olası durmaktır.

**Industry 4.0: Opportunity or Danger?****Keywords:**

Industry 4.0  
Artificial intelligence  
Innovation  
Digitalization  
Robot Technology

**ABSTRACT**

In this study, the nature and conceptual perspective of Industry 4.0, as well as the advantages and disadvantages that will or may be created by the innovations that emerge with its development are examined. The study mentioned some predictions about the content, nature, components of Industry 4.0 and how it may affect our lives in the future. However, the most emphasized part of the study is the possible advantages and disadvantages of Industry 4.0. Since Industry 4.0 first appeared in 2011 and the transformation is in its infancy, these predictions will not go beyond being a momentary estimate. The difference of this revolution from its predecessors is that it breaks completely with the past and offers a brand new way of production to our lives. With this revolution, robot-human cooperation in the production process can be replaced by factories where only robots dominate and carry out automation. This study also mentioned the content of this mode of production called "dark production" and revealed its pros and cons. Since the concept of Industry 4.0 has just joined the literature, it will not be possible for us to present a clear definition and current effects. It is more likely to say that this concept will become more pronounced and its effects will emerge after a global systematic transformation is achieved.

\*Sorumlu Yazar

\*([arpetekci@gmail.com](mailto:arpetekci@gmail.com)) ORCID ID 0000-0003-4355-6845

e-ISSN: 2717-8579

Geliş Tarihi: 30/12/2020; Kabul Tarihi: 04/03/2021

Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi

## 1. GİRİŞ

Küreselleşme ve neoliberalizm çerçevesinde ülkelerde yaşanan iktisadi dönüşümler sonrasında ülkeler dışarıya daha açık pozisyona geldi ve bu sayede bilginin küresel çapta artan sirkülasyonu ile birlikte ülkeler sadece sermayeyi değil aynı zamanda beşerî kaynakları da kullanma çabasına girişmiştir (Akben & Avşar, 2018). Mevcut insan kaynağını ve eğitim imkânlarını sermaye sayesinde inovatif girişimlere ayıran ve teknolojik alanda önemli gelişmeler sağlayan ülkeler, Ar-Ge yatırımlarına ciddi önem vererek, bir yandan dünya ekonomisinin dönüşümüne katkı sağlamış olup bir yandan da kalkınma kaynaklı ciddi bir ekonomik büyüme istikrarına kavuşmuştur (Akkuşçu, 2019). Zamanla bu dönüşüm, ekonominin temelini oluşturan her sektörü ve her ölçekten firmayı etkileyecek seviyede bir devrimin gerçekleşmesini sağladı ve bu devrime uyum sağlayamayan sektörlerin endüstriyel faaliyetlere verimli bir şekilde devam etmesi oldukça zor hale geldi. Endüstri 4.0, tüm birimlerin birbiriyle olan iletişimine ve sağlanan verilere eş zamanlı olarak ulaşılabilmesine ve verilerden alınan verimin maksimize edilerek katma değer en üst seviyede sağlanmasını hedefliyordu (Anuşlu & Fırat, 2020). Ürünlerin üretilmesinden tüketilmesine, bozulmasına, hatta geri dönüşümüne kadar olarak süreç içerisinde bu teknolojiye faydalanılması neticesinde, tüm bu zincirin ortaya çıkardığı dönüşümden maksimum verim alınması hedeflendi. Bu verimin alınması için zincirin bileşenlerinin otomasyon sistemine dâhil olması gerekiyordu. Bir yandan gelişme sağlanan robot teknolojisinin de desteğiyle, gerçek zamanlı ve devamlı sağlanan iletişim imkânları da kullanılarak, kendi kendisini yönetebilen akıllı makineler sayesinde etkileşimin en üst düzeyde olması amaçlandı. Bu makinelerin pratikte sağlanacak olan etkinliği de akıllı siber-fiziksel sistemler kullanılarak oluşturulan akıllı fabrikalar sayesinde mümkün olacaktı (Kasa & Aslan, 2020). Dördüncü Sanayi Devrimi dönemi esasında hem piyasanın hem de üretim biçiminin bir talebi olarak ortaya çıktı. Teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmeyle birlikte hem üretim kapasitenin artması hem de hammaddeye kolayca ulaşabiliyor olmak, pazarın doyum noktasına ulaşmasına sebep olmuştur. Bu durum arz-talep dengesinde yaşanabilecek bir krizden kaçınmak için gelişmiş ülkeler tarafından belli önlemler alınmasına karar verilmiştir. Bu nedenle maliyetleri düşürmek adına post-fordist üretim biçimini benimsenerek, yatırımlar emek maliyetinin daha düşük seviyelerde olduğu ülkelere kaydırılmıştır. (Özçelik & Onursal, 2020). Özellikle Çin ve Hindistan'ın, bu yatırımları endüstriyel alanda sağladıkları gelişimle birleştirerek Batı ile rekabete girmesi sonucunda, Almanya'nın öncülüğünde bazı ülkeler rekabet avantajını sağlamak adına çareyi Endüstri 4.0'a

geçiş ile buldu. Çin'in küresel çapta üretim ağını genişletmeyi başarmış olması hem yerel çapta hem de Doğu Asya ülkelerindeki teknolojik olanaklar ve sermaye birikimi sayesinde Batı ile rekabet edebilecek duruma getirmiştir (Yıldırım, 2019). Bu sebepten dolayı Almanlar yeni teknolojileri geliştirme ihtiyacının olduğunu fark ederek yeni endüstri çağına geçişi ilan etmiştir. Endüstri 4.0 kavramı ilk kez 2011 yılında Hannover'de düzenlenen bir fuarda gündeme geldi. Bu etkinlikte, akıllı teknolojinin kullanılması ile bulut teknolojisi, dijital ekonomi gibi kavramların ortaya çıkması sayesinde merkezi üretim biçiminin terk edilmesi ve daha esnek bir üretim biçimine geçilmesi gerektiği belirtilmiştir (Sosyal & Pamuk, 2018). Esasında bu devrimin yaratacağı dönüşüme baktığımızda geçmişte endüstriyel devrimlerden farkı bulunmaktadır. Bu fark beklentiler, sanayi yerine teknolojik atılımlarla dönüşümün gerçekleşmesi üzerinedir. Bugün de gelişmeleri incelediğimizde Endüstri 4.0'ın bileşenleri sayesinde teknolojiye dönük atılımlara finansman sağlayan ülkelerin; gelişmişlik düzeyinde ciddi bir artış, işçilerin işini yürütebilme şeklinde veya mesleklerde ciddi dönüşüm yaşanacağı öngörülmektedir, ayrıca gelecekte; sosyal, siyasi ve ekonomik sonuçlar doğuracağına, ekonomi politik ve toplum ilişkileri derinden etkileyeceğine de kesin gözüyle bakılmaktadır. 1980'lerden sonra dünyada hâkim olmaya başlayan "küreselleşme" kavramının, Endüstri 4.0'ın temelini oluşturan dijitalleşmeyi zorunlu kıldığını da belirtmek gerekir. Küreselleşme ile birlikte ticaretin ve etkileşimin artması sebebiyle dünyada artan rekabet unsurları hem talebe hem de talebin getirdiği yenilikler sayesinde ortaya çıkan teknolojik gelişmelere, işletmelerin hızlı şekilde yanıt vermesini ve dönüşüme ayak uydurmasını gerektirdi. Teknolojinin bir yandan ölçeği, bir yandan da ekonomi üzerindeki payı arttı (Demirci, 2019). Böylece Endüstri 4.0'ın niteliğinin dijitalleşme ve otomasyon kavramları tarafından oluşturulmasının ve siber-fiziksel sistemler kullanılarak hem üretim sürecinin hem de rekabet gücünün iyileştirilmesinin önü açılmıştır.

## 2. ENDÜSTRİ 4.0'DA DİJİTALLEŞME VE YAPAY ZEKÂNIN ROLÜ

Endüstri 4.0'ın nihai amaçları arasında, kendi kendisini kontrol edebilen, kendi konfigürasyonunu sağlayabilen ve kendi kusurlarını tespit ederek düzenleyebilen bir otomasyon sistemi üretebilmek ve bu sistemle optimize edilmiş şekilde üretimi sağlayan akıllı fabrikalar kurmak vardır. Tüm sistemlerin birbiriyle entegrasyon içerisinde olması zorunludur. Bu entegrasyon süreci, bileşenlerin eş zamanlı ve sürekli iletişim içerisinde kalmasını ve makinelerin bu sayede, dijital ortamda kendisini yöneterek etkinliği maksimize edebilmesini, yani hem yüksek kalitede hem de daha hızlı şekilde

üretimin sağlanmasını hedeflemektedir. (Vaidya vd., 2018). İçinde bulunduğumuz koşullara baktığımızda da henüz bu devrimi gerçekleştirebilmiş değiliz fakat bunun hazırlık aşamasında olduğunu belirtmek gerekir. Dijitalleşme vurgusunun yapılması bize, siber-fiziksel sistemlerin varlığını nitelemek ya da diğer tabirle somutlaştırmak amacıyla kullanılır. Bu açıdan Endüstri 4.0'a bakınca, fiziksel sistemin sanal ortamda karşılık bulabildiği bir otomasyon sürecinden bahsediyoruz. Otomasyonun bir kısmı makinelerin veri toplaması ve bu verilerin hatasız şekilde işlenmesini içeriyor ve bu sürecin istikrarlı bir şekilde devam edebilmesi de etkinliği önemli ölçüde artırıyor (Xu vd., 2018). Sensörlerin topladığı veriler öncelikle depolanıyor ve veri tabanlarının oluşturulması için de madencilik yöntemi kullanılarak bir ayıklama işlemi yapılıyor. Bu verilerin somut ve değerlendirilebilir bilgiye dönüştürülmesi için gerçek zamanlı algoritmalar kullanılıyor. Algoritmaların ise gerçek zamanlı işlem yapabilmesi için mutlak suretle yapay zekâya ihtiyacı var çünkü Endüstri 4.0'ın hedeflediği şekilde, bu makineler bu işlemleri özerk biçimde yapabilmelidir. Bu sürecin sonucunda da yapay zekâ elde ettiği gerekli verileri gerçek bilgiye dönüştürerek robotlara gerekli komutları verecektir. Böylece bu sirkülasyon, bahsi geçen otomasyon sürecini oluşturacaktır. Bu otomasyon süreci, birçok bileşenin siber-fiziksel sistem içerisindeki internet ağı sayesinde birbiriyle bağlantı kuran dijital ürünlerin aynı anda kullanılması sonucu oluşmaktadır. Sistemin bileşenleri de bulut teknoloji tarafından saklanmakta ve yönetilmektedir (Rojko, 2017). Endüstri 4.0 bu sebepten dolayı sadece bir otomasyon sistemi değildir. Aynı zamanda teknolojik bileşenlerin birbirine entegre olduğu bir süreci niteler. Bu bileşenler, siber-fiziksel sistem sayesinde ve internet ortamında oluşturulan ağ ile birbirleriyle etkileşime girerek, üretim sürecini istikrarlı kılar. Tam bu noktada sistemin daha iyi anlaşılması için bileşenlerinden de ayrıca bahsetmemiz gerekir (Dalenogare vd., 2018).

### 3. ENDÜSTRİ 4.0'DA DİJİTALLEŞME VE YAPAY ZEKÂNIN ROLÜ

#### 3.1. Siber Güvenlik

İşletmeler bilişim teknolojilerini etkin bir şekilde kullanabilmek, bileşenlerin arasındaki iletişimin kesintiye uğramasını engellemek, bulut teknolojisinde depolanan verilerin başkasının eline geçmesine engel olmak gibi gerekçeler sebebiyle siber güvenliğe ciddi bir önem vermiş ve buna yönelik uzmanlarla çalışmaya başlamıştır. Üretim sürecinin etkin şekilde devam edebilmesi ve teknolojik bileşenlerin birbiriyle veri alışverişi

yapabilmesi, internet bazlı ağ kanalıyla ilerleyen ürün yaşam döngüsünün dışarıdan müdahalelere kapalı olmasını gerektirir. Sadece yetkili uzmanlara ve sisteme dahil olan makinelere erişim imkânı vererek veri akışını en güvenli şekilde sağlamak da gerekir (Sanders vd., 2016).

#### 3.2. Bulut Teknolojisi

İşletmelere sunucu, ağ, depolama gibi hizmetler sunmayı amaçlar ve imalat sanayi için önemli ve destekleyici bir unsurdur. Depolama hizmetleri, bilgisayar ağı ve sunucuları gibi bilgi işlem kaynaklarının paylaşıldığı havuza sağlanan ağ erişiminin kullanımını sağlama işlevini üstlenir (Sung, 2018).

#### 3.3. Akıllı Fabrikalar

Tedarik ve üretim zincirinin sürdürülebilir olması için ağ tabanlı bilgi işlem teknolojilerinden faydalanılması sayesinde akıllı üretim sağlanır. Bu fabrikalar Endüstri 4.0'ın çekirdeğini oluşturur. Siber-fiziksel sistemler de teknolojik tedariki sağlar. İnsanlar ile makineler arasındaki teknolojik etkileşimi sezgisel olarak yapabilme kapasitesine sahiptir. Makinelerin ve insanların yürüttüğü görevlere yardımcı sistem olarak karşımıza çıkar. Bileşenlerin konumu veya durumunu ya da buna yönelik bilgileri dikkate alarak işlem uygulayan bir sistemdir. Bu sistem hem sanal ortamdan hem de fiziksel açıdan elde edilen bilgileri işleyerek, talepleri karşılayacak şekilde tam zamanlı üretimi gerçekleştirebilmeli ve üretim aşamasında olabildiğince az fire vermelidir. Endüstri 4.0'ın temel hedefleri arasında ekonomik büyüme ve istihdamda artış vardır. Bu süreç içerisinde fabrikaların da üretim süreci değişmiş ve üretimde insanın rolü dönüşüm yaşamıştır. Akıllı fabrikaların ortaya çıkması ve ileri derecede otomasyon sistemlerinin oluşması neticesinde düşük nitelikte işgücüne eskisi kadar ihtiyaç duyulmayacaktır. Ancak yeni süreçte hata payının azalması, üretim sürecinin hızlanması ve maliyetlerin azalması için Nesnelerin İnterneti kusursuz bir şekilde uygulanmalı ve makineler arasındaki etkileşimin sensörler ve yazılımlar ile artırılması gerekir. Siber-fiziksel sistemler de önemli bir rol üstlenmektedir. Siber fiziksel sistemler sayesinde üretim aşamasında önemli ölçüde esneklik sağlanacak ve süreç içerisinde belli başlı değişiklikler yapmak daha basit hale gelecektir (Frank vd., 2019).

#### 3.4. Siber-Fiziksel Sistemler

Fiziksel çevre ve bununla bağlantı süreçlerle ilgili bağlantılar kurabilen ve internet ortamında veri işleme ve veriye erişebilme sürecini

sağlayabilen, birbiriyle ortak çalışan hesaplama varlıklarıdır. Veriler doğrudan elde edilebilir veya kontrol üniteleri sayesinde elde edilebilir. Üretim fiziksel ve siber araçları bir araya gelir ve bu teknoloji sayesinde esas çıktı oluşana kadar geçen süreç gözlemlenerek hataların giderilebilmesi amaçlanır. Makinelerin zeki ve esnek yazılımlar kullanılarak uzaktan kontrolü sağlanabilir (Tjahjono vd., 2017).

### 3.5. İnternet Servisleri

İnternet aracılığı ile sağlayıcıların servislerini sunabilmesini sağlar. Hizmet için sağlanan iş modeli ve altyapı ile servis bir araya gelerek internet servislerini oluşturur. Bu sayede dijitalleşme olanakları da kullanılarak, işletmelere küresel boyutta hizmetler sunulabilir (Wilkesmann & Wilkesmann, 2018).

### 3.6. Nesnelerin İnterneti

2012 yılında hayatımıza giren yeni internet protokolü sayesinde ağlar içerisinde akıllı nesnelerin birbiriyle iletişim sağlayabilmesi olanaklı hale geldi. Ağ bağlantısı içerisinde yer alan fiziksel cihazların birbiriyle olan etkileşimini ve bu bağlantı sayesinde cihazların uzaktan kontrol edilmesi sağlandı. Öte yandan; nesnelere, insanlar, ağlar ve bilgi bir araya gelerek, "Nesnelerin İnterneti ve Servisleri" kavramını oluşturdu. Endüstri 4.0 aşaması esasında imalat sektöründeki bu ilerleme ile mümkün olabiliyordu. Bu kavram sayesinde üretim sürecinde dördüncü aşamaya geçildi. Ayrıca "Nesnelerin İnterneti" taşınan ve algılayıcı aygıtların belirli bir amaç etrafında hizmet etmek için eşsiz adresleme şemaları ile kendi arasında etkileşime girmesine ve eş zamanlı olarak çevresinde yer alan akıllı bileşenlerle koordine çalışmasına yardımcı olur. Üretim sürecine doğrudan katılan makineler ile sürecin sonrasında görev alan dijital ürünlerin internet tabanlı ortamda etkileşimde bulunması, Endüstri 4.0 olarak bilinen üretim konseptini ortaya çıkaran gelişmelerden birisidir (Kamble vd., 2018).

### 3.7. Büyük Veri ve Veri Analitiği

Bu kavram sadece veri toplama veya verilere erişim ile ilgili değildir. Üretim devam ederken ve üretim sonlandıktan sonra ürün ve ürünün kullanımı hakkında pek çok veri kazanılır. Öte yandan ürünün kullanıcısı hakkında da birçok veri saklanır ki buradaki amaç, ürünün geliştirilmesi adına bulgu elde etmektir. Ayrıca bu verileri çözmek, anlamak ve analiz etmek de nihai amaçtır. Bu noktada neredeyse exabyte boyutuna varan veri kümelerinden bahsedebiliriz. Bu kümeler, veri tabanıyla alakalı ortalama işlevde bir yazılımın

verileri etkin şekilde depolamasının veya analiz edebilmesinin çok daha ötesinde bir büyüklüğe sahiptir. Büyük Veri ise karmaşık yapısından ve boyutunun büyük olmasından dolayı, kuruluşlar için rekabette ve değer yaratma hususunda önemli bir bileşendir. Sensörden tablete kadar uzanan geniş bir alanda Büyük Veri kullanım açısından önemli bir fark yaratacaktır. Mevcut şartlar doğrultusunda birçok verinin bir araya getirilmesinin mümkün olması, bir yandan bilgi kirliliğinin yarattığı tahribat sebebiyle doğru bilginin kullanımını zorlaştırmaya sebep olmaktadır. Bu bilgilerin doğru şekilde ayrışması için de karışık verileri daha sade hale getirmek adına çalışmalar yapılmaktadır. Makinelerin ürettiği verilen bulut teknolojilerinde saklanması sayesinde gündelik hayatımızda bu verilere kolayca ulaşabiliyoruz. Fakat ilerleyen yıllarda bu verilerin boyutlarının mevcut duruma göre çok daha büyük olacağı tahmin edilmektedir. Büyük Veri tam bu noktada işe yaraması beklenen bileşendir. Kısacası, akıllı makinelerin sürekli olarak bilgi üretmesi ve depolaması gerekmektedir. Bu verilerin de sürekli bir analize ve değerlendirmeye ihtiyacı vardır. Sürecin etkin şekilde işlemesi için veri analitiği kavramı ortaya atılmıştır. Yani verilerin analizi ve etkin olarak kullanılması, hata payının düşmesi ve esnekliğin sağlanması amaçlanır (Zheng vd., 2018).

### 3.8. Otomasyon ve Yapay Zekâ

Büyük Veri kaynaklı olarak ortaya çıkan devasa işlem hacmi ve karmaşık hale getiren üretim süreci, Yapay Zekâ kavramının etrafında ciddi teknolojik gelişmelerin yaşanmasını sağlamıştır. Yapay Zekâ, insana ait olan birtakım bilişsel süreçlerin; algılama, kavramlar arasında ilişki kurabilme ve bunları analiz edebilme gibi, bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesine olanak sağlar. Otomasyon kavramı ise makineleşmede ileri ve gelişmiş bir düzeyi tarif eder. Robot kollar sayesinde esnek üretimin gerçekleştirilmesi ve sensörler aracılığı ile otomasyon düzeneğinin çevresiyle etkileşime girerek veri alışverişi yapabilmesi sayesinde robot kollar da yapay zekanın akıllı yazılımlara sahip hayati organlarından birisi olarak karşımıza çıkar (Barreto vd., 2017).

### 3.9. Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik

Sanal Gerçeklik, fiziksel alanı ve insanların aktivitelerini taklit eder. Üretim başından sonuna kadar ilerleyen süreçte, ürün yaşam döngüsünün bir taklidi olarak karşımıza çıkar. Bilgisayar modelinin oluşturduğu üç boyutlu ortamda, katılımcı esasında hareket halindeymiş gibi görünür. Eskiden rutin işler için kullanılan birtakım

basit grafik araçları olarak karşımıza çıkarırken, bugün mesleki alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Sağlık ya da oyun gibi alanlarda karşımıza çıkar. Arttırılmış gerçeklik de sanal gerçekliğin devamı niteliğindedir. Maliyet ve zaman açısından verimliliğe olumlu etkisi vardır. Ürün yaşam döngüsünde yer alan fiziksel ve sanal ortamı birbirine entegre ederek üretim imkanlarının genişlemesini sağlar (Wagner vd., 2017).

### 3.10. Öğrenen Robotlar

Bir robotun geçmişten günümüze kadar gelen deneyimleriyle hali hazırda var olan problemi çözecek kabiliyetlere sahip olması gerekir. Robot geliştirenlerin de esas amacı da bu kabiliyeti robotlara kazandırabilmektir. Programcılar klasik yöntemlere göre bu gelişim ve değişim sürecine bağlı olarak ilerleyen deneyimleri robotlara aktarmayı tercih eder (Masood & Sonntag, 2020).

### 3.11. Üç Boyutlu Yazıcılar

Geleneksel üretim modelinde, hammaddenin kesilerek nihai ürüne eklenmesiyle üretim sağlanır. Ancak süreç içerisinde malzeme fazlası olması, yüksek maliyete yol açmaktadır. Bu yöntem sayesinde; bilgisayar kontrolünde bulunan dijital ortamdaki bir verinin, üç boyutlu bir nesne haline getirilmesi hedeflenir. Gıda, cam, plastik veya silikon gibi bazı maddeler, gündelik hayatın önemli endüstriyel alanlarında üretim yapılabilmesi için kullanılır. Hammadde eritilir ve kat kat yerleştirme yapılarak süreç ilerler ve üretim sağlanır. Bu üretim biçiminde insana fazla gereksinim yoktur ve üretim süreci daha hızlı ilerler. Endüstri 4.0 ve karanlık üretimin sağlanması adına olmazsa olmaz bir bileşendir. Üretimde ciddi bir verimlilik sağlanır, üretimi zor olan küçük parçaların da kolay üretilmesi sağlanır (Ślusarczyk, 2018).

### 3.12. Akıllı/Karanlık Üretim

Bu kavram Endüstri 4.0 için vazgeçilmez niteliktedir. Karanlık üretim, herhangi bir insan müdahalesi olmadan robotlar aracılığıyla fabrikanın çalıştırılması ve imalat sürecinin sağlanmasıdır. Sağlanan Önceden programlanmış olan aygıtlar, dışarıdan bir müdahale olmadan kendi hallerinde üretim sürecini devam ettirir. Bu ifade bazen "Karanlık Fabrika" kavramı olarak da karşımıza çıkar. Gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak, esnek ve kendi arasında haberleşebilme imkânına sahip bir üretim sürecine sahip olmak, küresel çapta bir pazara dinamik şekilde hitap edebilmeyi de beraberinde getirir. Siber-fiziksel sistemler, nesnelere interneti ve bulut bilişim kullanılarak geliştirilen üretim teknolojilerine sahip bu akıllı fabrikalar, Endüstri

4.0'ın nihai hedefidir. Bu fabrikalarda üretim süreci kendi içerisinde özerk olarak ilerler ve kolay tanımlanabilir durumdadır. Akıllı fabrikalardan kaynaklı ortaya çıkan karmaşık süreç bu sayede yönetilebilir hale gelir ve üretimin kârlı olması sağlanır. Bu durumun ilk örneği Japonya'da ortaya çıkmıştır. İşletmeler insan işçiliğinin getirisi olan yüksek miktarda maliyet sebebiyle, otomasyonun robotlarla sağlanması yoluna gitmişti. Ancak post-fordist üretime geçişle birlikte ucuz işçi gücünden faydalanmak isteyen Batı ülkelerinin, imalatını gelişmemiş ülkelere yönlendirmesi, büyümekte olan bu sektörün gelişimini bir süreliğine durdurmuştu. Günümüzde ise Karanlık üretim asla imkânsız bir hedef olarak görülüyor. Bu kavramın ismi de karanlıkta dahi makinelerin üretim sürecine katılımının devam etmesinden geliyor. Bu teknolojiler, cihazlar ve makinelerin geçmişten beri süregelen deneyimlerini olağanüstü bir durum veya gereksinim karşısında, üretim sistemi ile doğrudan etkileşimin kurulması sağlayarak yanıt vermesini sağlıyor (Luthra & Mangla, 2018).

## 4. ENDÜSTRİ 4.0 İLE HAYATIMIZDA BEKLENEN OLUMLU VE OLUMSUZ DEĞİŞİKLİKLER

Ülkelerin gelişmişlik düzeyine bağlı olarak sadece üretim süreçlerinde değil aynı zamanda eğitim veya işgücü alanında, ülkelere yapılan yatırımlarda ve birtakım yasal düzenlemelerde de dönüşümler yaşanacaktır. Bu durumun yatırım, büyüme ve istihdam oranlarında artı veya eksi yönde birçok sonuç doğuracağı da kaçınılmazdır.

### 4.1. Avantajlar

Endüstri 4.0, Asya'nın ele geçirdiği ucuz iş gücü üstünlüğünü sona erdirmek amacıyla ortaya çıkmış gibi görünse de birçok alanda insanların işini kaybetmesine sebep olabileceği de beklenen bir durum olarak karşımıza çıkıyor. Fakat geçmiş endüstriyel devrimlere baktığımızda, özellikle makineleşmenin insanların işini kaybetmesine sebebiyet vereceği düşünülmesine rağmen, insanın üretim sürecinde değeri artmıştır. Öte yandan fiziksel ve ağır işlere git gide daha fazla makinelerin ağırlığını koyduğunu fakat akıl gerektiren işlerde ise insanların rolünün artmaya başladığını görüyoruz. İnsan böylece kendisini geliştirmek ve eğitim seviyesini yükseltmek durumunda kalmış, yeni rolünün getirisi olarak da yeni beceriler kazanması gerektiğinin farkına varmak zorunda kalmıştır. Yeni mesleklerin ortaya çıkışı ve teknoloji odaklı olmasının beklenmesi de bu konuda uzman kişilerin aranması ve bu sayede niteliğin yükselmesi anlamına gelecektir (Pereira & Romero, 2017).

Endüstri 4.0'ı robotlar ve insanların iş birliği olarak değerlendirdiğimizde, bu devrimin enerji tasarrufu sağladığını, kaynak verimliliğini



arttırdığını, inovasyonların ortaya çıkma süresini kısalttığını ve ağlar arasında dikey ve yatay entegrasyonun sağlandığını söylememiz mümkün (Bartodziej, 2017).

Karanlık fabrikalarda üretim yapılması ile minimum maliyet ve verimli üretimin sağlanması beklenmektedir. Üretim aşamasında eski usullerin terk edilmesi beklenmektedir. Mesela fosil yakıt ya da kömür gibi araçların yerini daha temiz ve yenilebilir enerji kaynaklarının alması, öte yandan bu devrimin modern teknolojilere uyum çerçevesinde şirketleri teşvik edici unsur olarak karşımıza çıkacağı öngörülmektedir (Ardito vd., 2019).

Sistemin kendi optimizasyonunu sağlaması, üretim aşamasının gerçek zamanlı olmasını sağlayacaktır. Kurumsal rekabet gücünde yaşanan artış, yenilikçi pazarlama tekniklerinin dijital ortamda sağlanmasıyla birlikte iş verimliliğinde de artışa katkıda bulunmuştur. Şirketler rekabete ortak olabilmek adına iş organizasyonunda sistematik değişikliklere gidecek, insan kaynaklarında da ciddi dönüşümler yaşanacaktır (Zhong vd., 2017).

Bu dönemde insanlar inovasyonun gücünün farkına vararak, girişimciliğin ön plana çıkması ile kendi işlerini kurma eğilimindedir. İnovasyonun Endüstri 4.0 için hayati bir öneme sahip olduğunu düşünürsek, dönemin insanın önemini arttırdığını söylememiz mümkün. Ancak insan bu yeni düzene ayak uydurabilmeli, yeniliğe açık olmalı ve elindeki bilgi ve verileri paylaşarak iletişim kanallarını her daim açık tutmalıdır (Ghobakhloo, 2018).

Üretimde kitlesel özelleştirme imkânı ve tasarım sürecine müşterilerin doğrudan müdahil olmaları, şirketlerin daha az maliyetle ve daha kısa çevrim süreciyle üretim yapmasına olanak tanır. Akıllı üretimin ortaya çıkışıyla birlikte hem esnek hem de hızlı üretimin sağlanması ve küresel çaptaki değişimlere hem fiziksel hem de organizasyonel açıdan çok daha kolay entegre olabilme fırsatı sunması açısından, Endüstri 4.0 kaçırılmaması gereken bir dönüşüm sürecidir (Schumacher vd., 2016).

Hukuk alanında yeni yaptırımlar ve düzenlemelerin ortaya çıkacağı düşünüldüğünde, siber-fiziksel sistemlerin ve devasa verilerin işlendiği sistemlerin güvenliğini sağlamak adına atılacak bu adımların bir yandan siber güvenlik alanında da ciddi atılımlar sağlaması beklenmektedir (Raj vd., 2020).

Küçük ve orta ölçekli işletmelerde çalışanlarla birlikte üretim sürecine katılması beklenen işbirlikçi robotlar(cobot) otomasyon konusunda ciddi kolaylıklar sağladığı için, KOBİ'lerin kısa vadede karşılaştığı karmaşık ve pahalı görünen ve üretimde zorluğa sebep olan aşamaları kolayca

aşabilmesini sağlayabilir. Ayrıca iş kazalarının önlenmesi ve verimliliğin artması adına gerekli koşullar da ortaya çıkar (Bag vd., 2020).

İnsan kaynaklarının Endüstri 4.0 bileşenleri ile işbirliği halinde olması ve bazı şirketlerin işe alım süreçlerinde, adayların veri tabanlarına girilen bilgilerini yapay zekâ aracılığıyla değerlendirmesi, işe alımlarda daha adaletli ve verimli kararlar alınmasını sağlayabilir. İşe alımlarda beklenen şey de kuşkusuz, entelektüel birikim ve yaratıcılık olacaktır.

#### 4.2. Dezavantajlar

Yazılım teknolojileri ve fiziksel sistemlerle bütünleşmiş şekilde çalışan sistemleri denetleyebilecek kişilerin işe alınması, mavi yakalıların işten çıkarılma tehlikesini doğurur. Şirketler bu süreci minimum risk ile atlarmaya çalışacaktır. İşten çıkarılanların yarattığı yasal süreçler şirketler için zorlayıcı olabilir. Bu durum gerçekleşirse dahi, mavi yakalıların kalifiye eleman niteliğine yükselmesi için gereken teknik ve teknolojik eğitim süreci de maliyetleri arttıracaktır. Bir yandan da kalifiye meslek gruplarına ilginin artması neticesinde de mavi yakalılar teknolojik ayrımcılık ve dışlanmaya maruz kalacaktır (Hofmann & Rüsçh, 2017).

Robotlardan herhangi bir vergi alınmaması, sosyal güvenlik kurumlarını zora sokabilir. Öte yandan işverenin de robotlara maaş ödememe gibi bir ayrıcalığa sahip olması, toplum içerisinde gelir adaletsizliğinin daha uç boyutlara ulaşmasına yol açabilecektir. İşsizliğin artmasıyla birlikte devletin sırtına ekstra yük binmesi de muhtemel riskler arasındadır çünkü önceki endüstriyel devrimlerin aksine Endüstri 4.0, vasıfsız işçilere yönelik hiçbir iş alanı yaratamayacak bir yöntem ile hayatımıza karışmaya başlamaktadır. Bu durumun işsizliği ciddi ölçüde arttıracağına dair söylentiler de dillendirilmektedir (Moktadir vd., 2018).

Yeni teknolojilerin küçük ve orta ölçekli işletmeler tarafından satın alınabilmesi için yeterli finansmanın olmaması gibi bir durumda rekabete sekte vurması ve tekelleşmenin çok daha fazla ortaya çıkması muhtemeldir çünkü Endüstri 4.0 yüksek seviyede uzmanlık ve ciddi bir sermaye yatırımına ihtiyaç duyar (Muhuri vd., 2019).

Üretim sistemlerinin karmaşık hale gelmeye başlamasıyla birlikte kalifiye eleman bulmakta zorluklar yaşanabilir. Teknolojik gelişmelerin üretim sürecinde daha fazla etkisini göstermesiyle basit işler yerini daha zorlu ve karmaşık görevlere bırakacaktır. Akıllı fabrikalar; kod yazma, kendiliğinden karar verebilme ve çok yönlülük ile karakterize edilecektir. Bu durumda denetleme, bütünsel düşünme ve problemleri çözme gibi

kabiliyetler bakımından ustalaşmış işçiler gerekmektedir (Pejic-Bach vd., 2020).

Bireyselleşmenin daha fazla önem kazanması ve mavi yakalıların etkinliğini kaybetmesi neticesinde sendikalaşma olumsuz etkilenecektir. Çalışanlar sadece kendi çıkarları ve bireysel hakları üzerine bir hak arama çabasına girecektir. Mavi yakalıların yok olacağı düşüncesi de zaten gelecekte sendikalaşmanın tamamen ortadan kalkacağı ve çalışanların sömürüye daha fazla maruz kalacağı tehlikesini yaratabilir. Ancak gelecekte yine de sendikalara ihtiyaç duyulması kaçınılmazdır çünkü inovatif girişimler için dijital emeğin de korunması gerekir. İlgili veriler ışığında Endüstri 4.0'ın incelenen teknoloji alanlarıyla alakalı insan yaşam sürecine dair avantajlar ve dezavantajlar Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Genel çerçeve içerisinde Endüstri 4.0'ın avantajları ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
Üretim sürecinde insana verilen değerin artması	Mavi yakalıların işten çıkarılma tehlikesi
İnsana olan ihtiyacın iş gücünden akıl gücüne dönüşmesi	İşten çıkarılanların yarattığı yasal süreçlerin şirketler için zorlayıcı olması
Piyasada nitelik uzman ihtiyacının artması	Teknolojik ayrımcılık ve dışlanma
Kaynak verimliliğinin artması	Robotlardan herhangi bir vergi alınmaması ile sosyal güvenlik kurumlarının zorlanması
Enerji tasarrufunun sağlanması	Toplum içerisinde gelir adaletsizliğinin daha uç boyutlara ulaşması
Minimum maliyet ve verimli üretimin sağlanması	İşsizliğin artmasıyla birlikte devletin sırtına ekstra yük binmesi
Modern teknolojilere uyum çerçevesinde şirketlerin teşvik edilmesi	Yeni teknolojilerin küçük ve orta ölçekli işletmeler tarafından satın alınabilmesi için yeterli finansmanın olmaması
Üretim aşamasının gerçek zamanlı olması	Tekelleşmenin çok daha fazla ortaya çıkması

Yenilikçi pazarlama tekniklerinin dijital ortamda sağlanması	Kalifiye eleman bulmakta zorluklar yaşanması
İş organizasyonunda sistematik değişikliklerin yaşanması	Bireyselleşmenin daha fazla önem kazanması
Kişilerin kendi iş yerlerini kurma eğilimlerinin artması	Sendikalaşma oranının azalması
Tasarım sürecine müşterilerin doğrudan müdahil olmaları	Müşteri üretici arasında çatışmanın artması
Küresel çaptaki değişimlere kolay entegre olabilme	Yığından kaliteli bilginin seçilme zorluğu
Siber güvenlik alanında da ciddi atılımlar gerçekleşmesi	Şirketlerin güvenlik kaynaklarına büyük fon ayırması
İnsandan kaynaklanan iş kazalarının azalması	Beklenmeyen ve maliyetli robotik kazalarının ortaya çıkması
İşe alımlarda daha adaletli ve verimli kararlar alma	İşe alımlarda insani yönün göz ardı edilmesi

## 5. SONUÇ

Endüstri 4.0, bilgi ve iletişim teknolojilerinin ciddi bir gelişim kaydettiği dönemde, özellikle Bulut Teknolojisi ve Büyük Veri sayesinde hızla hayatımıza dâhil olmaktadır. Robotlar gelecekte hem imalatta hem de gündelik hayatta ciddi rol oynamaya başlayacaktır. Örneğin, çocuklar üç boyutlu yazıcılar sayesinde evinde oturup kendi istediği tarzda bir oyuncak üretebilecek veya kapımıza kargomuzu özerk çalışan bir robot getirecektir. Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler neticesinde öğrenmeyi ve niteliklerini geliştirmeyi amaç edinen insanlar, inovatif girişimler sayesinde hem kendileri için hem de dünya için yeni fırsatlar yaratabilme şansına kavuşacaktır. Akıllı fabrikaların ortaya çıkması ve niteliklerinin gelişmesi neticesinde, fabrika çalışanlarının daha iyi pozisyonlarda mesleğini yürütmesi mümkündür. Örneğin, Netflix'in tüketicinin tercihleri üzerinden davranışsal algoritmalar yaratması ve önerilerini buna göre sunması gibi örnekler bize yapay zekânın ve tüketicinin bir veri toplama kaynağı olarak kullanıldığını göstermektedir. Bu durum ülkeler arasında bir teknoloji ve ticaret savaşı yöntemi olarak karşımıza çıkar. Tüketicinin tercihine göre

politik, ruhsal, sosyal birçok alanda çeşitli algoritmaların geliştirilmesi, ülkelerin ve şirketlerin rekabet gücüne pozitif etkide bulunmaktadır. Endüstri 4.0 teknolojisine sahip olan veya finansman sağlayabilen ülkeler, hem makine-insan işbirliği hem de otomasyona dönük ileri düzeyde üretim ve endüstriyel araçlara sahip olmasıyla birlikte, ciddi düzeyde verimlilik ve etkinlik sağlayarak pazar payını küresel çapta ciddi boyuta çekme şansına sahiptir. Karanlık üretim neticesinde, makinenin üretim maliyetinin ucuzlaması, optimizasyon sayesinde kendi kusurlarını giderebilen sistemlerin ortaya çıkması, karanlıkta üretim yapılabilmesinin maliyetleri azaltması ve makinelerin 24 saat boyunca çalışabilmesi mümkün olacaktır. Böylece daha az maliyet ile üretimde etkinliğin ve sürekliliğin maksimuma edildiği yeni bir dönem karşımıza çıkmaktadır. İnsan hatasından kaynaklanan kusursuzların da minimum seviyeye inmesi neticesinde düşük maliyetleri ve hatasız ürünlerin ortaya çıkması mümkündür. Öte yandan bu devrim bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Eğitimli insan gücüne ihtiyaç duyulması neticesinde alt dallarda çalışacak olan işçilere karşı teknolojik ayrımcılık uygulanması ihtimali vardır. Şirketlerin ayakta kalabilmesi ve rekabet gücünü koruması adına Endüstri 4.0'a olabildiğince hızlı şekilde adapte olması gerekmektedir fakat finansman yetersizliği sebebiyle gelişmiş ülkeler ile diğer ülkeler arasındaki makasın açılması ihtimali söz konusudur. Emegın piyasadaki payının azalması ve bu sebepte ortaya çıkması muhtemel olan sosyoekonomik eşitsizliğin yaratacağı sosyal çöküntü karşısında devletlerin üstüne daha büyük yük binecektir. Çalışanların ise dijital ortamda verilerini ve çalışmalarını saklaması muhtemel olduğundan dolayı, ciddi güvenlik açıkları endişesi vardır. Siber güvenlik uzmanlığının bu noktada ciddi yatırımlara ihtiyaç duyması da finansman sağlayamayan şirketlerin sırtına bir yük olarak binebilir. Mesleklerde yaşanan dönüşümler, hukuki açıdan da ciddi reformların gerektiğini bize göstermektedir. İleride robotların çalışma alanıyla alakalı hukuki düzenlemeler yapılması gerektiği ve bu sebepten işini kaybeden mavi yakalıların da sendikal haklarının korunması gerektiği barizdir. Toplumsal ve küresel çaptaki sorunların ve haksız uygulamaların giderilmesi sağlandığı takdirde, robot teknolojisi verimliliği ciddi boyutta arttıracak, teknolojik ve endüstriyel kalkınmanın önündeki engelleri kaldıracak ve hem sürdürülebilir hem de yenilenebilir enerjinin aktif ve etkin şekilde kullanımının da önünü açacaktır.

#### KAYNAKÇA

Akben, İ., & Avşar, İ. İ. (2018). Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 26-37.

Akkuşcu, H. İ. (2019). Endüstri 4.0'ın Çalışma Hayatına Etkileri ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38(2), 65-98.

Anuşlu, M. D., & Fırat, S. Ü. (2020). Ülkelerin Endüstri 4.0 Seviyesinin Sürdürülebilir Kalkınma Düzeylerine Etkisinin Analizi. *Endüstri Mühendisliği*, 31, 44-58.

Ardito, L., Petruzzelli, A. M., Panniello, U., & Garavelli, A. C. (2019). Towards Industry 4.0. *Business Process Management Journal*.

Bag, S., Gupta, S., & Kumar, S. (2020). Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development. *International Journal of Production Economics*, 231, 107844.

Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245-1252.

Bartodziej, C. J. (2017). The concept industry 4.0. In *The concept industry 4.0* (pp. 27-50). Springer Gabler, Wiesbaden.

Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394.

Demirci, E. (2019). Endüstri 4.0 sürecinde dijital dönüşüm ve sosyoekonomik yansımalar bağlamında insan kaynaklarının dönüşümü: Disiplinlerarası bir yaklaşım (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).

Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.

Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*.

Hofmann, E., & Rüşch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in industry*, 89, 23-34.

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2018). Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process*

- Safety and Environmental Protection, 117, 408-425.
- Kasa, H, Arslan, G. (2020). Endüstri 4.0 Kapsamında Teorik Bir Analiz: Türkiye Örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19 (76), 1810-1826. Doi: 10.17755/Esosder.665849
- Luthra, S., & Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179.
- Masood, T., & Sonntag, P. (2020). Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs. *Computers in Industry*, 121, 103261.
- Moktadir, M. A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S., & Shaikh, M. A. A. (2018). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 730-741.
- Muhuri, P. K., Shukla, A. K., & Abraham, A. (2019). Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. *Engineering applications of artificial intelligence*, 78, 218-235.
- Özçelik, T., & Onursal, F. S. (2020). Endüstri 4.0'ın İş Hayatı ve Sendikalaşma Üzerine Etkisi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(1), 981-1007.
- Pamuk, N, Soysal, M. (2018). Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme. *Verimlilik Dergisi*, (1), 41-66. Retrieved From <https://Dergipark.Org.Tr/Tr/Pub/Verimlilik/Issue/34982/388198>
- Pejic-Bach, M., Bertoncel, T., Meško, M., & Krstić, Ž. (2020). Text mining of industry 4.0 job advertisements. *International Journal of Information Management*, 50, 416-431.
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
- Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., de Sousa Jabbour, A. B. L., & Rajak, S. (2020). Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. *International Journal of Production Economics*, 224, 107546.
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. P. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 9(3), 811-833.
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihni, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52(1), 161-166.
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0: Are we ready?. *Polish Journal of Management Studies*, 17.
- Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: a Korea perspective. *Technological forecasting and social change*, 132, 40-45.
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., & Pelaez, G. (2017). What does industry 4.0 mean to supply chain?. *Procedia manufacturing*, 13, 1175-1182.
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0—a glimpse. *Procedia manufacturing*, 20, 233-238.
- Wagner, T., Herrmann, C., & Thiede, S. (2017). Industry 4.0 impacts on lean production systems. *Procedia Cirp*, 63, 125-131.
- Wilkesmann, M., & Wilkesmann, U. (2018). Industry 4.0—organizing routines or innovations?. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
- Yıldırım, Y. (2019). Endüstri 4.0'a Kapsamlı Bir Bakış: 2011'den Bugüne. *Bilgi Dünyası*, 20(2), 217-249.
- Zheng, P., Sang, Z., Zhong, R. Y., Liu, Y., Liu, C., Mubarok, K., ... & Xu, X. (2018). Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 13(2), 137-150.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering*, 3(5), 616-630.



Research Article

## Clustering Hotels and Analyzing the Importance of Their Features by Machine Learning Techniques

Mert Akyol\*<sup>1</sup><sup>1</sup>Setur, R&D Department, Istanbul, Turkey

### ABSTRACT

#### Keywords:

Machine Learning,  
KMeans Clustering,  
Principal Component  
Analysis,  
Elbow Method,  
Random Forest

The firms which are specialized in hotel bookings generally have huge amounts of hotels with hundreds of features in their database. To be able to get the most meaningful insights from that data, it is vital to use the right machine learning techniques for segmenting those hotels into meaningful groups and finding their most important features. In this study, hotels data from Setur firm have been used for clustering, dimensionality reduction and feature selection analysis. Firstly, hotels were clustered by KMeans Clustering algorithm according to the similarity of their features. To see the effect of dimensionality reduction technique on the clustering process of hotels data, PCA(Principal Component Analysis) method was applied on hotels data and KMeans Clustering algorithm was applied to this processed data in order to observe the differences between the clustering results when PCA is applied and not applied. After that, multivariate and univariate feature selection techniques were applied to the clustered hotels data for identifying the most important features of hotels which have effect on clustering process. As a multivariate feature selection technique, Random Forest algorithm was used. For the univariate technique, SelectKBest algorithm with chi2 score function was used as a filter-based feature selection method.

## Otellerin Kümelenmesinin ve Özelliklerinin Önem Derecelerinin Makine Öğrenmesi Teknikleri Kullanılarak Analiz Edilmesi

#### Anahtar Kelimeler:

Makine Öğrenmesi,  
KMeans Kümeleme,  
Temel Bileşenler Analizi,  
Elbow Metodu,  
Rastgele Orman

### Öz

Büyük veri kavramı, otel rezervasyon sektöründe çalışan firmalar için çok yüksek sayıda farklı otel ve bu otellerin yüzlerce farklı özelliği olarak yer almaktadır. Firmaların veritabanlarında tuttuğu bu büyük veri kullanılarak anlamlı içgörülerin çıkarılması, bu firmaların gelişimi açısından büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada, Setur firmasından alınan ve içerisinde anlaşılabilir oldukları otellerin ve özelliklerinin bulunduğu veri seti kullanılarak, makine öğrenmesi algoritmaları ile veriden anlamlı çıkarımlar yapılmıştır. Kullanılan bu makine öğrenmesi algoritmaları kümeleme, boyut indirgeme ve özellik seçimi algoritmalarıdır. Öncelikle oteller, özelliklerinin benzerliklerine göre KMeans Kümeleme algoritması kullanılarak kümelendirilmiştir. Oteller verisinin üzerinde, bir boyut indirgeme algoritması olan Temel Bileşenler Analizi methodu uygulanmıştır ve bu işlenmiş verinin üzerinde de KMeans Kümeleme algoritması uygulanarak, boyut indirgeme yönteminin otellerin kümelendirilmesi üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Daha sonra, kümelendirilmiş oteller verisinin üzerinde çok değişkenli ve tek değişkenli özellik seçimi teknikleri uygulanmıştır. Bu özellik seçimi tekniklerinin uygulanmasındaki amaç, otellerin kümelendirilmesi işleminde en çok etkisi olan otel özelliklerinin belirlenmesidir. Çok değişkenli özellik seçimi yöntemi olarak Rastgele Orman algoritması kullanılmıştır. Tek değişkenli özellik seçimi yöntemi olarak ise, filtre-tabanlı bir özellik seçimi yöntemi olan ve skor fonksiyonu olarak 'chi2' nin kullanıldığı SelectKBest algoritması kullanılmıştır.

\*Correspond Author

\*(mert.akyol@setur.com.tr) ORCID ID 0000-0002-3499-0001

e-ISSN : 2717-8579

Arrival Date: 22/02/2021; Acceptance Date: 20/03/2021

Journal of Computer Science and Technologies

## 1. INTRODUCTION

Nowadays, almost all of the big companies, especially in tourism industry, store vast amount of data in their database. It is highly significant to analyze that big data with the right machine learning techniques in order to get the most meaningful insights from that data. For the companies, learning the insights from their stored data is vital for their both technological enhancement and economical growth in their business.

In tourism industry, the big data of companies like Setur, which are specialized in hotel bookings, are mostly composed of hotels and their features. For these companies, their priority is displaying the best fit hotels to best fit customers in order to increase their sales. To achieve this process, the most important thing is learning as much information as possible about both their hotels and customers, so that they will know which hotels would be the best fit for which customers. Clustering algorithms would be a good solution for identifying similar hotels in the data. On the other hand, hotels data contain hundreds of different hotel features. The noise and sparsity of this data is very high, that's why the accuracy of machine learning algorithms while using this data could be low. Feature selection algorithms would be a good solution for identifying the most and least important features in the data, so that redundant features can be removed. After getting the necessary knowledge and preprocessing the data accordingly, they can build different types of recommendation engines on top of it which can make a positive impact on their hotel sales.

In this study, hotels data from Setur have been used for clustering, dimensionality reduction and feature selection analysis. The processed result data of this analysis can be used as a data infrastructure for a hotel recommendation engine or it can be used to get more insights about similar hotels which are grouped together and their most important features in order to do further analysis.

Firstly, hotels data of Setur were processed by KMeans clustering algorithm in two different scenarios. In the first scenario, KMeans clustering algorithm was applied directly to the data. For the second scenario; firstly, Principal Component Analysis(PCA) dimensionality reduction algorithm was applied to the data and after that, KMeans clustering algorithm was applied to the processed data. Elbow method was used for identifying the number of clusters for both scenarios. Different clustering results of hotels were observed and comparison was made between two scenarios. After this step, multivariate and univariate feature selection techniques were applied to the clustered hotels data for identifying the most important features of hotels which have effect on clustering process. As a multivariate feature selection technique, Random Forest algorithm was used. For

the univariate technique, SelectKBest algorithm with chi2 score function was used as a filter-based feature selection method.

This study consists of "Introduction", "Literature Review", "Method", "Findings" and "Conclusion" sections.

## 2. LITERATURE REVIEW

In this part of the study, 4 different hotel recommendation system in literature were analyzed and compared with our study in the context of data, techniques and results.

In the study by Sayar and Turdaliev, a machine learning based dynamic hotel recommendation system has been developed with the aim of increasing customer satisfaction about hotel prices. Support Vector Machines(SVM) machine learning algorithm was used for the classification process of hotels while developing a recommendation system in this study. SVM classification algorithm which was used in this study is a supervised machine learning technique. Whereas, in our study, KMeans clustering algorithm was used which is a unsupervised machine learning technique. Dataset used in this study is similar to our dataset in the context of containing binary hotel feature values. Some additional features were included in the dataset of this study such as hotel ratings and descriptions. (Sayar and Turdaliev, 2018)

Turker et al. have proposed a hotel recommendation system based on collaborative filtering and user profiles. Content-based and collaborative filtering approaches have been combined for developing a hybrid hotel recommendation system. A dataset which contains 7 years of hotel reservation records of customers and hotel features from a firm in tourism industry has been used in this study. For the data preprocessing step, Principal Component Analysis method was used for reducing the number of hotel features to 11 from 220 features. Precision value was chosen as the accuracy value and precision values in different scenarios for content-based, collaborative filtering and hybrid recommendation methods were calculated and comparisons were made between these methods and scenarios. KMeans clustering algorithm was used for clustering the hotels according to their features. Precision scores of different recommendation methods were calculated by using the clustered hotels data and by using the non-clustered hotels data. As a result, precision scores by using non-clustered hotels data were higher than the scores calculated by using clustered data. However, processing load was much higher in the non-clustered scenario than the clustered scenario. Precision score results for the hybrid recommendation system scenario came up to be much higher than the other scenarios. 2 of the machine learning algorithms are mutual in this study and our study, which are Principal

Component Analysis and KMeans clustering. PCA was used for reducing the number of hotel features and KMeans clustering was used for clustering the hotels by their features in both studies. Also datasets used in both studies are from different tourism firms and are similar in the context of containing hotel features. (Turker et al., 2019)

Mavalankar et al. have proposed a hotel recommendation system which finds and recommends 5 different best fit hotel clusters to a user among 100 hotel clusters. A dataset which contains hotel reservation records of customers and hotel features from Expedia firm has been used in this study. Different techniques and models have been used in this study, which includes Naive Bayes, SGD Classifier, XG Boost, Principal Component Analysis and Random Forest algorithm. In the data preprocessing step, Principal Component Analysis method was used for reducing the number of hotel features to 20 from 149 features. As a result of this study, Random Forest algorithm gave better results than the other techniques. 2 of the machine learning algorithms are mutual in this study and our study, which are Random Forest algorithm as a feature selection method and Principal Component Analysis as a dimensionality reduction technique. Random Forest algorithm performed better than other methods in this study, whereas it didn't perform well in our study. Also datasets used in both studies are from different tourism firms and are similar in the context of containing hotel features. (Mavalankar et al., 2019)

Jalan and Gawande have proposed a hybrid hotel recommendation system in order to solve the cold start problem in recommendation process. Cold start problem may occur, for example when a new hotel is added to the database. No users had any interaction with that hotel before, and therefore it doesn't have any similar rank among other hotels. A hybrid recommendation approach has been proposed by combining the collaborative filtering technique with sentimental analysis. A dataset which contains the general information of hotels, their ratings and reviews from Tripadvisor firm has been used in this study. OpenNLP tools were used to parse the hotel review sentences in order to extract the words which are hotel features and user opinions. Semi-supervised clustering algorithm was used to cluster hotel features which have similar meaning. Opinion words were classified as negative and positive sentiments and an orientation score was assigned to each feature accordingly. Weights of the features were assigned according to the number of times that feature occurs. Features were combined with their weights and orientation scores for assigning a score to each review. Recommendation scores were calculated based on user's selected features and review scores of hotels. In this study, a semi-supervised clustering algorithm was used in order to cluster hotel features into meaningful groups, whereas in our study KMeans clustering algorithm was used which

is a unsupervised machine learning technique in order to cluster hotels. Datasets are from different tourism firms in both studies but hotel features were extracted manually from the hotel reviews in this study, whereas in our study the hotel features already exists in the dataset. (Jalan and Gawande, 2017)

### 3. METHOD

In this work, hotels data of Setur has been used which contains 1621 hotels and 32 features.

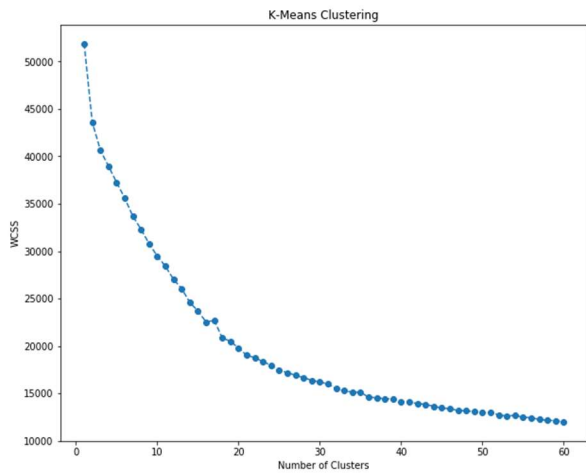
#### 3.1. Data Preprocessing

Firstly, the features of hotels which will not be used in this analysis were removed, which were 'HotelID', 'HotelName' and 'City'. Categorical values in the data were converted to numeric labels, which were in 'HotelCategory' and 'HotelType' columns. All the values of the data except 'Price' column were discrete numeric labels after this process. 'HotelCategory' has 9 different labels and 'HotelType' has 2. 'Price' column contains continuous numeric price values of hotels. All of the other features have only 2 different labels which are '0' or '1' according to if the hotel has that feature or not. Data was scaled in order to get all the features in the same scale. This process is essential before applying KMeans as it is a distance based algorithm, because scale of the variables affect distance based algorithms.

#### 3.2. Elbow Method

Elbow Method is one of the techniques which can be used to determine the number of clusters to use in KMeans clustering algorithm. In this study, Elbow Method was used to determine the number of clusters. The basic idea behind KMeans clustering is to define clusters such that the total Within-Cluster Sum of Square(WCSS) is minimized. The total WCSS measures the compactness of the clustering. The number of clusters should be chosen such that adding another cluster doesn't improve much better the total WCSS. (Kassambara, 2017)

KMeans algorithm was executed in a loop for the number of clusters between 2 to 60 and WCSS scores for each cluster value were visualized in Figure 1. In the Elbow Method, the location of a bend in the plot is mostly considered as an indicator of the suitable number of clusters. (Kassambara, 2017) By using this knowledge and analyzing the plot in Figure 1, the number of clusters to use for KMeans in the first scenario of this study was determined as 20.



**Figure 1.** WCSS Scores vs the number of clusters in Elbow Method for the first scenario

### 3.3. KMeans Clustering

**KMeans** algorithm is an iterative algorithm that tries to partition the dataset into  $k$  pre-defined distinct non-overlapping clusters where each data point belongs to **just one group**. It tries to form the intra-cluster data points as similar as possible while also keeping the clusters as different as possible. It assigns data points to a cluster such that the sum of the squared distance between the data points and the cluster's centroid (arithmetic mean of all the data points that belong to that cluster) is at the minimum. The less variation within clusters, the more similar the data points are within the same cluster. (Jain, 2010)

For the first scenario, KMeans Clustering algorithm was applied to the preprocessed hotels data to cluster hotels into 20 different groups according to the similarity of their features.

### 3.4. Principal Component Analysis

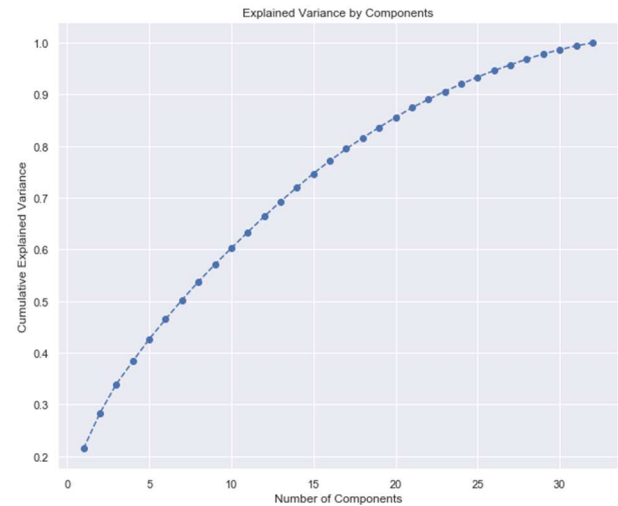
PCA (Principal Component Analysis) is one of the dimensionality reduction algorithms, which are used for reducing the number of input variables in training data.

When dealing with high dimensional data, it is often useful to reduce the dimensionality by projecting the data to a lower dimensional subspace which captures the "essence" of the data. This is called dimensionality reduction. (Murphy, 2012)

The difference between feature selection and dimensionality reduction is: Feature selection simply selects and excludes given features without changing them. However, dimensionality reduction transforms features into a lower dimension. As an example, PCA reduces dimensionality by making new synthetic features from linear combination of the initial ones, and then discarding the less important ones.

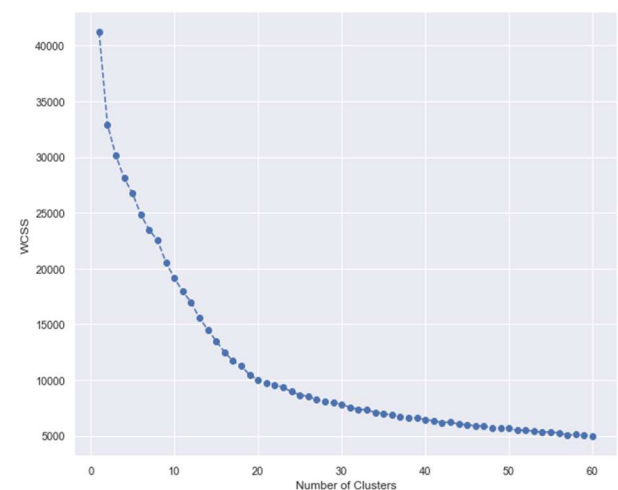
For the second scenario, before applying PCA on the preprocessed hotels data, number of features to keep on the data should be decided. To give this decision, the amount of variance captured in the

data for the number of components between 2 and 32 (which is the number of our features) were calculated and visualized in Figure 2 below. The rule in this method is generally preserving approximately 80 percent of the variance. So, number of components was determined as 17 by analyzing the plot in Figure 2.



**Figure 2.** Explained variance by number of components

After this process, PCA was applied to the preprocessed hotels data by using 17 as the number of dimensions to keep. After applying PCA, Elbow Method was used on this dimensionally reduced data in order to determine the number of clusters to use in KMeans clustering algorithm. The WCSS scores for each cluster value were visualized in Figure 3 below.



**Figure 3.** WCSS Scores vs the number of clusters in Elbow Method after applying PCA

By analyzing the plot in Figure 3, the number of clusters to use for KMeans after applying PCA was also determined as 20. Although there is a slight difference between the plots in Figure 1 and Figure 3, the location of the bends indicate the same number of clusters. That's why number of clusters didn't change after applying PCA.



KMeans clustering algorithm was applied to the dimensionally reduced data in order to observe the differences between the clustering results when PCA is applied and not applied.

### 3.5. Multivariate vs Univariate Feature Selection Algorithms

The aim of feature selection is to find a subset of most relevant variables for a prediction task. To this end, univariate filters, such as a t-test or chi-square test, are commonly used because they are fast to compute and their associated p-values are easy to interpret. (Paul et al., 2013) p-value refers to the hypothesis of the significance level, which is the amount of change a feature will affect towards the final output i.e. how important is this feature and how much it affects the ultimate output. ("URL-1") However, univariate feature selection algorithms don't take into account the possible interactions between variables, whereas multivariate feature selection algorithms take into account the interactions between variables while calculating the importance scores of features.

### 3.6. Random Forest as a Multivariate Feature Selection Algorithm

In contrast to univariate feature selection methods, a feature selection procedure embedded into the estimation of a multivariate predictive model typically captures interactions between variables. A representative example of such an embedded variable importance measure has been proposed by Breiman with its Random Forest algorithm. (Breiman, 2001)

Random Forest consists collection of decision trees. Each of the trees are built over random extractions of the observations from the dataset and a random extraction of the features. Not every tree sees all the features or all the observations, and this guarantees that the trees are de-correlated and thus less vulnerable to over-fitting. Each tree is additionally a sequence of yes-no questions based on a single or combination of features. At each node (this is at each question), the tree divides the dataset into 2 buckets, each of them hosting observations that are more similar among themselves and different from those within the other bucket. Therefore, the importance of every feature is derived from how "pure" each of the buckets is. ("URL-2") Within the Random Forest algorithm which was utilized in this study, feature importance was calculated as the decrease in node impurity weighted by the probability of reaching that node. The more a feature decreases the impurity, the more important that feature is. The node probability can be calculated by the number of samples that reach the node, divided by the total number of samples. ("URL-3")

In this study, Random Forest was used as a multivariate feature selection algorithm. Random

Forest algorithm was applied on clustered hotels data. Hotel features were used as the input and cluster number was used as the target variable in order to calculate the importance score of each feature to the clustering process of hotels.

### 3.7. SelectKBest With Chi2 Score Function as Univariate Feature Selection Algorithm

Univariate feature selection algorithms don't look at all the features collectively. Which means, they don't take into account the interaction between features while calculating their importance score. They determine if there is a significant relationship between the feature and the target variable by looking at each feature separately.

SelectKBest is a method to rank features of a dataset by their importance with respect to the target variable. This importance is calculated using a score function. ("URL-4")

Chi Square is a univariate feature selection algorithm, as it only evaluates a single variable and doesn't take into account the interaction among more than one variable upon the outcome. ("URL-5") It is a statistical test applied to the groups of categorical features in order to evaluate the likelihood of correlation or association between them using their frequency distribution. ("URL-6")

In this study, SelectKBest method was used with chi2 score function as a univariate feature selection algorithm. Firstly, as the data preprocessing step for this section, 'Price' column was removed from the clustered hotels data. The reason of this process is because chi2 score function gives accurate results only when used with categorical input and target variable. Discrete numerical variables can be used as categorical, but continuous variables can't be used. The only continuous variable in clustered hotels data is 'Price', that's why it needs to be removed before applying the SelectKBest algorithm. After this process, same procedures were applied as in the multivariate feature selection section, which are: applying the SelectKBest algorithm on clustered hotels data while selecting the hotel features as the input and cluster number as the target variable in order to calculate the importance score of each feature to the clustering process of hotels.

## 4. FINDINGS

### 4.1. Clustering Results for When PCA is Applied and Not Applied

Table 1 and Table 2 show the distributions of 1621 hotels in 20 different clusters when PCA is applied and not applied. 7 mutual clusters were observed between 2 tables by analyzing the contents of each cluster label in these clustering results. Labels of these mutual clusters are 7-6-5-12-15-14-10 For Table 1 and 6-9-7-8-11-19-4 for

Table 2. The other 13 clusters were unique for Table 1 and Table 2.

**Table 1.** Clustering results without applying PCA (first scenario)

Cluster Labels	Number of Hotels
16	251
2	207
19	200
1	118
0	113
3	109
4	108
17	101
18	93
8	75
10	68
14	33
15	31
11	30
13	28
9	23
12	12
5	12
6	7
7	2

**Table 2.** Clustering results after applying PCA (second scenario)

Cluster Labels	Number of Hotels
5	294
1	261
13	177
16	128
14	110
0	108
3	105
12	92
4	68
15	48
2	41
18	37
19	33
11	31
17	29
10	26
7	12
8	12
9	7
6	2

By analyzing the contents of each cluster in Table 1 and Table 2; Table 1, which contains the

clustering results without applying PCA, was chosen as the table which gives more meaningful cluster results. Clustering process after applying PCA couldn't cluster some of the very important hotel features like 'Ski Hotels' or 'Golf Hotels', whereas it managed to cluster these hotel types without applying PCA. In Table 1, all 23 hotels in cluster label 9 were ski hotels and all 12 hotels in cluster 5 were golf hotels. All the other clusters in Table 1 contain specific hotel types and most of the bigger clusters contain hotels which all have multiple specific hotel features. For example, cluster label 8 contains 75 hotels which all are 'Summer Holiday Hotels' and all of them has 'Gravelly Beach'.

By doing the clustering process without PCA, more information have been captured from the data and that resulted in more meaningful clusters. Having more features in the data didn't have any negative impact in this study.

#### 4.2. Feature Importance Results for Multivariate and Univariate Feature Selection Methods

**Table 3.** Feature importance scores from SelectKBest algorithm with chi2 score function

Features	Importance Scores
Gravelly Sea	1619.000000
Golf Hotel	1614.000000
Sandy Sea	1609.000000
Casino Hotel	1609.000000
Non-Alcoholic All Inclusive	1590.000000
Adult Friendly	1563.161765
Full Pension	1485.396789
Gravelly Beach	1343.512778
Business Hotel	1234.681015
Conservative	1225.432640
Ski Hotel	1201.614398
Only Room	1030.961088

**Table 4.** Feature importance scores from Random Forest algorithm

Features	Importance Scores
HotelCategory	0.110779
Outdoor Pool	0.088018
Only Room	0.085372
HotelType	0.066826
Indoor Pool	0.058330
Sauna-Hammam	0.057315
Business Hotel	0.052067
Gravelly Beach	0.045766
Fitness	0.043373
Half Pension	0.040327
All Inclusive	0.037867
Bed & Breakfast	0.037489

Table 3 and Table 4 show the highest 12 importance score results from the SelectKBest algorithm with chi2 score function and Random Forest algorithm. Most noticeable difference

between 2 feature importance results is that, all of the features in Table 3 are the most significant feature in one of the hotel clusters which are shown in Table 1. For example; cluster label 12 contains only casino hotels in Cyprus so 'Casino Hotel' is the most significant feature of this cluster, or cluster label 9 contains only ski hotels, cluster 5 contains only golf hotels and so on. However, only 3 of the features in Table 4 are the most significant feature in one of the hotel clusters. Other features like indoor/outdoor pool or fitness are more general features. Which means most of the hotels in Setur database have a fitness center or pool, that's why these features have less effect to differentiate the hotels, so these features are not the most significant feature in any of the clusters.

## 5. CONCLUSION

In this study, hotels data from Setur firm have been used for clustering, dimensionality reduction and feature selection analysis by applying machine learning methods. Elbow Method was used as one of the most accurate methods for determining the number of clusters to use for KMeans clustering. As a result of this method, number of clusters were determined as 20 which indicates the bend points in Figure 1 and Figure 3 plots. 2 different scenarios were analyzed during the clustering process; which are: applying KMeans Clustering algorithm after applying PCA method on the hotels data and without applying PCA. PCA was used as a dimensionality reduction algorithm on hotels data to see the effect of dimensionality reduction on the clustering process. Number of features to keep on the hotels data was determined as 17 by analyzing the plot in Figure 2 in order to preserve 80 percent of the variance in the data. By applying KMeans Clustering algorithm in both scenarios and analyzing the results, clustering process without applying PCA was selected as it resulted in more meaningful hotel clusters. PCA didn't have any positive impact for the clustering results in this study. Random Forest was used as the multivariate and SelectKBest with chi2 score function was used as the univariate feature selection algorithm on the clustered hotels data. By analyzing the feature importance results, SelectKBest algorithm with chi2 score function gave more meaningful feature importance results as all the most important features in Table 3 were the features which were used to differentiate hotels the most during the clustering process.

In the future studies to be carried out after this study, the results from this study can be used as the infrastructure data for a hotel recommendation engine. Similar hotels were identified and clustered based on the similarity of their features. Also the features which have the highest effect on this clustering process were determined, so features can be chosen according to these results.

## REFERENCES

- Sayar, A., and Turdaliev, N. (2018). Makine Öğrenmesi ile Adaptif Otel Öneri Sistemi. *12th Turkish National Software Engineering Symposium*, Istanbul, Turkey.
- Turker, B. B., Tugay, R., Kizil, I., & Oguducu, S. (2019). Hotel Recommendation System Based on User Profiles and Collaborative Filtering. *2019 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, Samsun, Turkey, pp. 601-606.
- Mavalankar, A. A., Gupta, A., Gandotra, C., & Misra, R. (2019). Hotel Recommendation System. *Internal Report*.
- Jalan, K., and Gawande, K. (2017). Context-Aware Hotel Recommendation System based on Hybrid Approach to Mitigate Cold-Start-Problem. *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*, Chennai, India, pp. 2364-2370.
- Kassambara, A. (2017). Practical Guide to Cluster Analysis in R: Unsupervised Machine Learning. In *Multivariate Analysis*, (1), 101.
- Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond k-means. In *Pattern recognition letters*, 31(8), 651-666.
- Murphy, K. (2012). Machine Learning: A Probabilistic Perspective (Adaptive Computation and Machine Learning series), 11.
- Breiman, L. (2001). Random Forests. In *Machine Learning*, 45(1), 5-32.
- Paul, J., Verleysen, M., & Dupont, P. (2013). Identification of Statistically Significant Features from Random Forests, 1.
- Breiman, L. (2004). Consistency for a Simple Model of Random Forests. Technical Report 670, Technical report, Department of Statistics, University of California, Berkeley, USA.
- URL-1: <https://medium.com/@abhinav.mahapatra/10/ml-basics-feature-selection-part-2-3b9b3e71c14a>  
[Date of Access: 27.01.2021]
- URL-2: <https://towardsdatascience.com/feature-selection-using-random-forest-26d7b747597f>  
[Date of Access: 29.01.2021]
- URL-3: <https://towardsdatascience.com/the>

-mathematics-of-decision-trees-random-forest-and-  
feature-importance-in-scikit-learn-and-spark-  
f2861df67e3  
[Date of Access: 29.01.2021]

URL-4: <https://medium.com/swlh/feature-importance-hows-and-why-s-3678ede1e58f>  
[Date of Access: 03.02.2021]

URL-5: <https://science.jrank.org/pages/1401/Chi-Square-Test.html>  
[Date of Access: 03.02.2021]

URL-6: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2016/12/introduction-to-feature-selection-methods-with-an-example-or-how-to-select-the-right-variables/>  
[Date of Access: 05.02.2021]



Araştırma Makalesi

## SAVUNMA SANAYİİNDE KULLANILABİLECEK KAMİKAZE DRONE UYGULAMASI

Eray SAKARYA\*, Ahmet ALKAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

### Anahtar Kelimeler:

Kamikaze  
Tespit  
Otonom Uçuş

### ÖZ

Günümüzde insan görüş ve kabiliyetlerinin yetmediği yerlerde, izleme, yardım ulaştırma, erişim, imha vb. birçok nedenlerle otonom veya uzaktan kontrol edilebilen insansız araçlar kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle askeri alanda bu tür teknolojiler, ülkelerin askeri gücünü gösteren en iyi gösterge haline gelmiş bulunmaktadır. Ülkelerin stratejik savunma gücünü arttıran bu tür kritik teknolojilerde en önemli hususlardan birisi de bu ürünlerin yerli ve milli olmasıdır.

Bu sebeple, çalışmada başta terörist hedefler olmak üzere, askeri alanda kullanılabilecek etkili bir insansız helikopter projesi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirmiş olduğumuz otonom veya pilot tarafından kontrol edilebilen helikopter, askerin görüşünün ya da erişiminin zor ve tehlikeli olduğu bölgeler için tasarlanmış olup, havadan keşif, gözlem ve taşıdığı patlayıcı sayesinde, istenilen durumlarda intihar dalışı yapabilecek bir prototip ürün halindedir.

Proje FEDAI (silahsız) ve FEDAI - B (silahlı) olmak üzere iki farklı helikopter olarak düşünülmüştür. Sadece keşif ve gözlem görevleri için FEDAI kullanılarak maksimum uçuş süresi arttırılabilir. FEDAI - B de ek olarak mühimmat taşıyarak kendini patlatılma özelliği de mevcuttur.

## KAMIKAZE DRONE PROJECT THAT CAN BE USED IN THE DEFENSE INDUSTRY

### Keywords:

Kamikaze  
Detection  
Autonomous Flight

### ABSTRACT

Especially in the military, such technologies have become the best indicator of the military power of the countries. One of the most important issues in such critical technologies that increase the strategic defense power of countries is that these products are domestic and national. For this reason, in this study we try to develop an effective unmanned helicopter project that can be used in the military, especially for terrorist targets. The developed autonomous or pilot controlled helicopter is designed for regions where the soldier's vision or access is difficult and dangerous. The device can also be used as kamikaze when it is needed to destroy the targets. The project is considered as two different helicopter version named, FEDAI (unarmed) and FEDAI- B (armed). The Fedai is produced only for long-term flights and observation in the air. Fedai B is also capable of carrying weapons and ammunition.

### \*Sorumlu Yazar

(aalkan@ksu.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0857-0764  
\* (eraysakarya118@hotmail.com) ORCID ID 0000-0003-1207-6881

e-ISSN: 2717-8579

Geliş Tarihi: 09/03/2021; Kabul Tarihi: 16/03/2021

Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi

## 1. GİRİŞ

Günümüzde birçok İnsansız Hava Aracı (İHA) projesi geliştirilmektedir. Bu projeler devletler tarafından başta savunma sanayii olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Devletlerin askeri alandaki gücünün en önemli göstergelerinden olan yüksek teknoloji ürünü İnsansız Hava Araçları, operasyonel anlamda da askeri personele önemli imkân ve üstünlükler sağlamaktadır.

Keşif robotları günümüzde askeri operasyonlar için çok önemlidir ve bir çeşitli versiyonları farklı ordular tarafından kullanılmaktadır. Bu robotların bazıları aynı zamanda düşman hedef üzerine intihar dalışı yapabilme özelliğine de sahiptir.

Bu projede, içerisinde düşman hedeflerin bulunduğu (canlı-cansız) ve askerlerin girmesinin tehlikeli olabileceği yerlere gönderilerek düşman hedefe yaklaştığında kendini imha eden ve üzerindeki patlayıcının oluşturduğu şarapnel etkisi ile hedefi imha eden helikopter geliştirilmiştir. Helikopterin silahlı ve silahsız olmak üzere iki farklı versiyonu bulunmaktadır. İki farklı versiyon olarak tasarlanan projenin asıl amacı, havadan keşif ve gözlem görevlerine katkı sağlamaktır. Silahlı versiyonda ise bu özelliğe ek olarak kendini imha (kamikaze) özelliği mevcuttur.

Helikopter pilotun sahip olduğu Kumanda ile kontrol edilebilmektedir ve üzerindeki FPV Kamera' den aldığı görüntüyü, pilotun izlemekte olduğu ekrana sürekli olarak gönderebilmektedir. Silahlı versiyonda ise pilot kontrollü olarak helikopter hedefe yönlendirilebilmektedir. Prototip olarak tasarlanmış görev mekanizması sayesinde bir servo motor yardımıyla kullanılan temsili patlayıcı aktif edilmektedir. Herhangi bir sebeple kumanda ile helikopter arasındaki bağlantının kesilmesi durumunda helikopter otonom olarak yükselecek ve kumanda sinyalinin tekrar algılayıncaya kadar ayarlanan yükseklikte daireler çizecektir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1 Uçuş Sistemi

Sistemin havada taşınması için düşünülen Uçuş Sistemi aşağıdaki alt bölümlere ve belirtilen özelliklere sahip olacaktır. Sistemi oluşturan alt bölümler;

- Gövde
- Fırçasız Motor
- ESC (Fırçasız Motor Kontrolcüsü)
- Çekirdeksiz DC Motor
- IRFZ44 Mosfet
- Pervane
- Lityum-Polimer Pil
- Jiroskop, İvme Ölçer, Pusula, Barometre Sensörü

### 2.1.1. Gövde



Şekil 1. Gövde tasarımı

Şekil 1.1' de görülen helikopter gövde tasarımı, helikopter havadayken fark edilebilirliğini azaltmak amacı ile seçilmiştir. Tablo 1.1' de görülen bilgiler helikopterin maksimum genişlik, uzunluk ve yükseklik bilgisidir. Helikopter havadayken, helikopterin alt yüzeyinden bakan hedefin göreceği yüzey alanı hesaplandığında 133 cm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Bu sayede hedefin helikopteri fark etmesi daha zor bir hale gelmektedir.

Tablo 1. Gövdenin boyutları

Kütle:	70g
Uzunluk:	40cm
Genişlik:	12cm
Yükseklik:	11,5cm

### 2.1.2. Fırçasız motor

Gövdeyi havada tutabilmek adına Emax markasının XA2212 modelli fırçasız motoru seçilmiştir (URL-1). 3S Li-Po Pil ve 8040 pervaneler ile, bu motor tam güçte 930 gramlık itiş kuvveti oluşturabilmektedir. Helikopterin kalkış ağırlığı olan 330 gram göz önüne alındığında helikopter rahatça havalanabilmektedir.

Tablo 2. Fırçasız motorun boyutu ve teknik özellikleri

Marka:	Emax
Ürün Adı:	XA2212
RPM/V:	1400KV
Yükseklik:	43.5mm
Genişlik:	28.5mm
Kütle:	50g
Kullanılabileceği Voltaj Aralığı:	7.4V - 11.1V

### 2.1.3. ESC (fırçasız motor kontrolcüsü)

ESC fırçasız motorların hız kontrolü için kullanılır. EMAX firmasının 20A'lık ESC' sinin seçilme sebebi; fırçasız motorların 8040 pervane ve 3S Lityum-Polimer pil konfigürasyonunda 16,4A' e kadar akım çekebilmesidir. Bu hız kontrolcüsü üzerinden sürekli olarak 20A, anlık olarak ise 25A akım geçirebilmektedir (URL-2).

Üzerinde dahili olarak bir voltaj regülatörü bulunan kontrolcüden 5V çıkış alınabilir.

### 2.1.4. Çekirdeksiz DC motor

Çekirdeksiz DC Motor, 5V gerilimde 50000RPM (yüksüz) hızda dönmektedir (URL-3). Üzerinde pervane (75mm uzunluğundaki motor ile uyumlu

pervane) takılı iken pilden çektiği akım yaklaşık 5A'dır. Bu motorun hız kontrolünü yapabilmek için mosfetler kullanılmıştır.

4 adet Çekirdeksiz DC Motor kullanılmıştır. Helikopterin x, y ve z eksenlerindeki hareketlerini kontrol edebilmek için 2 tane kuyruk, 2 tane kanatlarda olma üzere 4 farklı konumda yerleştirilmiştir.

**Tablo 3.** Fırçasız DC motorun boyutu ve teknik özellikleri

Çap:	8.5mm
Uzunluk:	20mm
Kütle:	6.5g
Çalışma gerilimi:	3-5V
Çalışma akımı(yüksüz):	0.15A
Hız:	35000-37000 RPM(3V), ~50000 RPM (5V)

### 2.1.5 IRFZ44 mosfet

Çekirdeksiz DC Motor' un hız kontrolünü yapabilmek için IRFZ44 Mosfet kullanılmıştır. Tablo 1.5' da özellikleri verilen mosfet, üzerinden 49A akım ve 55V' a kadar da gerilim geçirebilmektedir (URL-4). Fırçasız DC Motorların maksimum çekebileceği akım miktarı olan 5A' i rahatlıkla anahtarlayabilmektedir.

**Tablo 4.** IRFZ44 mosfet özellikleri

Maksimum Akım:	49A
Maksimum Gerilim	55V
Kılıf:	TO-220-1

### 2.1.6 Pervane

Pervaneler 8040 ölçülerinde olup, 80: motor çapı, 40: hatve değeridir. Hatve değeri, pervanenin boşlukta bir tur attığında (bir kanat tekrar aynı noktaya geldiğinde) oluşan spiral şeklin uzunluğudur.

Hatve değeri pervanenin hücum açısı (pervane kanatlarının durduğu eğim) ile doğrudan orantılıdır. Hücum açısı veya hatve değeri arttıkça motor daha çok zorlanacağı için çektiği akım artar. Kullanılan fırçasız motorlar ile bu pervaneler, tam güçte 16.4A akım çekmektedir.

**Tablo 5.** Pervane özellikleri

Uzunluk:	20.2mm
Göbek Kalınlığı:	7mm
Delik Çapı:	5mm

### 2.1.7 Lityum-Polimer pil



**Şekil 2.** Lityum-Polimer pil

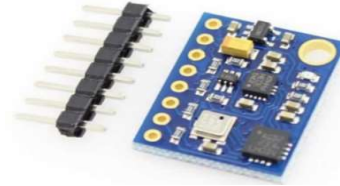
Sisteme enerji vermek için Lityum-Polimer pil kullanılmıştır. Bu pil 11,1V, 1350mAh kapasiteye sahip olup, sürekli deşarj akımı ise 25C'dir. Bu sayede sürekli olarak 33,7A akım verebilmektedir

(URL-5). Şarj edilebilir olan pil, helikopter üzerindeki modüler yapı sayesinde aynı özelliklere sahip başka bir pil ile de kolayca değiştirilebilmektedir.

**Tablo 6.** Pil özellikleri

Voltaj (3S):	11.1V
Kapasite:	1350mAh
Deşarj Akımı:	25C (50C anlık, maksimum 10sn)
Kütle:	115g
Boyutları:	64x32x21mm

### 2.1.8. Jiroskop, ivme ölçer, pusula, barometre sensörü



**Şekil 3.** Jiroskop, ivme ölçer, pusula, barometre sensörü

Bu sensör kartı üzerinde robotun otonom şekilde uçabilmesi için kontrol etmesi gereken parametreleri robota verir (URL-6). Üzerinde bulunan;

LSM303D sensörü sayesinde x, y ve z eksenlerindeki eğim, ivme, ölçülebilir.

L3GD20 manyetik alan sensörü bir çeşit pusuladır ve Dünya'nın elektro manyetik alanını kullanarak, robotun Dünya üzerinde hangi yöne baktığını ölçebilir.

BMP180 ise atmosferik basınç sensörüdür. Ortamdaki hava basıncını ölçerek deniz seviyesinden yüksekliği ölçülebilir.

**Tablo 7.** IMU sensör verileri

LSM303D	
Gyro ölçüm aralığı:	250/500/2000 °/s
Açısal ivme ölçer ölçüm aralığı:	: ±2/±4/±6/±8/±16 g
L3GD20	
Ölçüm aralığı:	±2/±4/±8/±12 Gauss
BMP180	
Ölçüm aralığı:	300-1100 hPa (500-9000 metre)
Hassasiyet:	0.03 hPa (±25cm)
Besleme gerilimi:	3-5V

### 2.2. Görüntü Alma ve İletim Sistemi

Sistemin görüntü aktarımı için düşünülen Görüntü Alma ve İletim Sistemi aşağıdaki alt bölümlere ve

belirtilen özelliklere sahip olacaktır. Sistemi oluşturan alt bölümler;

- FPV Kamera
- Görüntü Vericisi
- Görüntü Alıcısı

### 2.2.1. FPV kamera

Pilotun, helikopterin kontrolünü daha rahat yapabilmesi ve helikopteri yönlendireceği hedefi daha rahat algılayabilmesi için helikopter üzerine FPV Kamera entegre edilmiştir. FPV Kamera F1.2 diyafram değerine sahip olup düşük ışıkta daha yüksek çözünürlük elde edilmesi amacıyla seçilmiştir (URL-7).

**Tablo 8.** FPV kamera özellikleri

Giriş Voltajı:	3.3-5V
Güç Tüketimi:	80mA
Lux;	0.1 Lux / F1.2
Çalışma Sıcaklığı:	10 °C ~ 60 °C
Kamera Boyutları	2.3mm*12.3mm
Lens Boyutu:	1.8 mm
Net Kütle:	3.8g
Format:	NTSC/PAL
Sensör:	1/4 CMOS

2.2.  
2.  
Görüntü vericisi  
Eachine markasına ait

VTX03 görüntü aktarıcı modülü sayesinde kameradan alınan görüntü, pilotun gözündeki gözlüğe veya elindeki ekrana iletilir. Tablo 2.2' de özellikleri belirtilen modülün çalışması istenilen güç ayarlanabilir. 200m' olan maksimum güçte verici, yaklaşık 1km menzil sunmaktadır (URL-8).

**Tablo 9.** Görüntü vericisi özellikleri

Ürün Modeli:	Eachine VTX03
Frekans:	5325-5945 MHZ
Kanal Sayısı:	72
Video Formatı:	NTSC/PAL
Verici Gücü:	0/25mW/50mW/200mW
Çalışma Akımı:	5V 570mA/5V 450mA/ 5V 360mA
Anten Ölçüleri:	55 x 5mm
Çalışma Voltajı:	3.2-5.5VDC
Kütle:	2.7g
Boyutlar:	21.43*15.20mm

### 2.2.3. Görüntü alıcısı

Eachine firmasının ROTG01 markalı Görüntü Alıcısı 5645-5945 MHz frekans aralığında çalışmaktadır. 150 kanallı olan alıcı, görüntü sinyalinin başka bir sinyalle çakışması durumunda otomatik olarak başka bir kanala geçiş yapmaktadır. 5V DC gerilim ile çalışan alıcı, basit bir cep telefonuna bağlanarak (gerekli kablo ile) kullanılabilir (URL-9).

**Tablo 10.** Görüntü alıcısı

Marka:	Eachine ROTG01
Kanal Sayısı:	150kanal
Frekans:	5645~5945MHz
Çalışma Voltajı:	5VDC
Çalışma Akımı:	200mA
Çalışma Sıcaklığı:	-10- 60°C
Kütle:	28g
Boyutlar:	61*33*0.9 mm

## 3. BULGULAR

Helikopter projesi FEDAI (silahsız) ve FEDAI-B (silahlı) olmak üzere 2 farklı versiyon olarak düşünülmüştür. Silahsız versiyonu, Havadan Keşif ve Gözlem Görevleri için üzerinde herhangi bir yük taşımadığından ötürü daha uzun bir uçuş süresi sunmaktadır. Silahlı versiyonunda ise üzerinde bir el bombası (temsili patlayıcı) bulundurarak önceden tespit edilen hedefe yaklaştığında pilot kontrolünde kendini imha etmeye üzere tasarlanmıştır. Bu taşıdığı el bombası uçuş ağırlığını arttıracığından helikopterin uçuş süresi kısıllacaktır fakat helikopterin kendini imha edip tekrar dönmeyeceği kriteri göz önüne alındığında, helikopter silahsız versiyonundan (üzerinde herhangi bir ek yük taşımayan versiyon) daha uzun bir süre görev süresine sahip olacaktır.

Sistemin helikopter şeklinde tasarlanma amacı ise helikopterin gönderildiği canlı hedeflerin, helikopteri olabildiğince geç fark etmesini sağlamaktır.

Silahlı versiyonunda uçuş süresi pilotun gaz komutlarına göre yaklaşık olarak 2 dakika ile 7 dakika arasında değişkenlik gösterir. (Uçuş süresi, helikopterin üzerinde yük taşıyıp taşımadığı(patlayıcı), hava koşulları, robot üzerindeki elektronik sistemlerin güç ayarları (Örneğin; Görüntü Vericisi' nin güç ayarının en üst kademe olması) gibi parametrelere bağlı olarak değişkenlik gösterecektir.) silahsız versiyonunda uçuş süresi 11 dakikaya kadar uzatılabilmektedir. Helikopterin maksimum uçuş irtifası, rüzgâr koşullarından etkilenebilecek olması sebebiyle 50 metre olarak sınırlandırılmıştır ve 200 gram faydalı yük taşıyabilmektedir.

Robotun video gönderimini sağlıklı bir şekilde yapabilmesi için kullandığımız Görüntü Vericisi 200mW olan maksimum çalışma gücünde, açık alanda 300m' ye varan menzil sunmaktadır. Bu sayede robot kontrol menzili dışına çıkmadan sürekli olarak pilota görüntü gönderebilmektedir.

Çalışmada Atmega 328P tabanlı bir geliştirme kartı kullanılarak motor kontrolü, sensör verilerinin okunması ve görev mekanizmasının kontrol edilmesi amacıyla C dilinde yazılmış uçuş kontrol yazılımı geliştirilmiştir.



#### 4. SONUÇLAR

Bu projede kendini imha edebilecek bir kamikaze helikopter prototipi tasarlanmıştır.

Helikopterin en büyük yeniliği tasarlanma şeklidir. Üzerinde kullanılan Fırçasız Motor ve Çekirdeksiz DC Motor sayesinde, 4 adet fırçasız motor kullanılan drone versiyonlarına göre pervanelerden çıkan ses seviyesinin azaltılması hedeflenmiştir.

Sistemin helikopter şeklinde tasarlanma amacı ise; helikopterin gönderildiği canlı hedeflerin, helikopteri olabildiğince geç fark etmesini sağlamaktır. Bu sayede, FEDAI-B hedefine mümkün olduğunca yaklaşacak ve pilot kontrolünde kendini patlatarak hedefi imha edecektir.

Fırçasız Motor helikopteri havada tutacak ana sistemdir. Çekirdeksiz DC Motorlar ise helikopterin stabilizasyonunu sağlamak adına eklenmiştir.

Prototip ürünün tam otonom hale getirilmesi için mevcut özelliklerine ek olarak GPS modülü eklenmesi gerekmektedir. Bu sayede enlem ve boylam bilgileri hesaplanarak otonom görev gerçekleştirilebilecektir.



Şekil 4. Uygulama sonucu

#### BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Projemiz TÜBİTAK desteğinde Kahramanmaraş Ticaret ve Sanayi Odası ve KSÜ Müh.Mim.Fakültesi tarafından düzenlenen 8. Ar-Ge Proje Pazarı Yarışmasında üçüncülük derecesini elde etmiştir. Desteklerinden dolayı bu kurumlara teşekkür ederiz.

#### KAYNAKÇA

URL-1: <https://www.robotistan.com/emax-xa2212-1400kv-multirotor-fircasiz-motor>

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]

URL-2: <https://www.robotistan.com/20a-esc-fircasiz-motor-surucu-modulu>

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]

URL-3: <https://www.robotistan.com/820-cedirdeksiz-coreless-motor-mini-drone-motoru-2-adet>

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]

URL-4:

<https://www.robotistan.com/arama?q=%C4%B1rfz44&category=>

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]

URL-5: <https://www.robotistan.com/111v-lipo-batarya-1350mah-25c>

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]

URL-6:

<https://www.robotistan.com/lsm303dl3gd20b-mp180-10dof-sensor-karti>

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]

URL-7: [https://www.banggood.com/Eachine-1000TVL-13-CCD-110-Degree-2-8mm-Lens-Mini-FPV-Camera-NTSC-PAL-Switchable-p-1053340.html?rmmids=myorder&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/Eachine-1000TVL-13-CCD-110-Degree-2-8mm-Lens-Mini-FPV-Camera-NTSC-PAL-Switchable-p-1053340.html?rmmids=myorder&cur_warehouse=CN)

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]

URL-8: [https://www.banggood.com/Eachine-VTX03-Super-Mini-5-8G-72CH-025mW50mw200mW-Switchable-FPV-Transmitter-p-1114206.html?rmmids=search&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/Eachine-VTX03-Super-Mini-5-8G-72CH-025mW50mw200mW-Switchable-FPV-Transmitter-p-1114206.html?rmmids=search&cur_warehouse=CN)

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]

URL-9: [https://www.banggood.com/Eachine-ROTG01-UVC-OTG-5-8G-150CH-Full-Channel-FPV-Receiver-For-Android-Mobile-Phone-Smartphone-p-1147692.html?rmmids=search&ID=224&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/Eachine-ROTG01-UVC-OTG-5-8G-150CH-Full-Channel-FPV-Receiver-For-Android-Mobile-Phone-Smartphone-p-1147692.html?rmmids=search&ID=224&cur_warehouse=CN)

[Erişim Tarihi: 08.03.2021]



Araştırma Makalesi

## Yazılım Risklerinin Doğasına Uygun Yöntem: Bulanık Mantık

Mustafa Batar<sup>\*1</sup>, Kökten Ulaş Birant<sup>2</sup>, Ali Hakan Işık<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

<sup>3</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye

### Anahtar Kelimeler:

Yazılım Riskleri  
Belirsizlik  
Yapay Zekâ  
Bulanık Mantık  
Bulanık Yaklaşım

### ÖZ

“Bulanık Mantık”, insanlara “Klasik Mantık” da olduğu gibi ikili cevaplar (doğru/yanlış, evet/hayır, iyi/kötü, siyah/beyaz, vb.) vermek yerine belirsizliği de bir seçenek olarak ele alarak derecelendirme, yüzdeliğe ayırma, olasılıklara dayalı ya da oran oranı doğrultusunda cevaplar verebilmektedir. Bilgisayarın çalışma mantığının aksine, 1 ya da 0 veya doğru ya da yanlış demek yerine; çok doğru, az doğru, belirsiz, az yanlış, çok yanlış seçeneklerini bizlere cevap olarak sunabilmektedir. Günümüzde hemen hemen her alanda etkin bir şekilde kullanılan “Yapay Zekâ”nın içerisinde yer alan “Bulanık Mantık”, insan düşünce yapısına uygun bir şekilde hareket ederek, bir olayla ilgili karar verme mekanizmasını rahatça çalıştırabilmektedir. İnsan doğası gereği, karar verme yapısında net olmayan durumlar her zaman olabilmektedir. Kesin olmayan bu durumlar doğrultusunda, “belirsizliği” de içerisinde barındıran yazılım risklerinin belirlenmesi ve tanımlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yazılım riskleri ele alınırken hem kendi yapısı ile örtüşen hem de proaktif yöntemler uygulanmalıdır. Bu sebepten dolayı, yazılım projelerinin başarısını düşürme gücüne sahip yazılım riskleri, kendi (çalışma) mekanizması ile uyumlu hareket edebilen bir yöntem ile etkin bir şekilde ortaya çıkartılıp bertaraf edilmelidir. Bu çalışmada, “Bulanık Mantık” yöntemine bağlı olarak “belirsizlik” kavramını bir seçenek olarak sunan ve içinde bulunduran “Bulanık Yaklaşım” tekniğiyle, yazılım geliştirme sürecinde negatif yönde bir etkiye sahip yazılım riskleri, doğasına uygun bir şekilde etkin olarak belirlenip tanımlandığı kendine has örnekleriyle detaylı bir şekilde anlatılmaya çalışılmıştır.

## Appropriate Method for Software Risks' Nature: Fuzzy Logic

### Keywords:

Software Risks  
Uncertainty  
Artificial Intelligence  
Fuzzy Logic  
Fuzzy Approach

### ABSTRACT

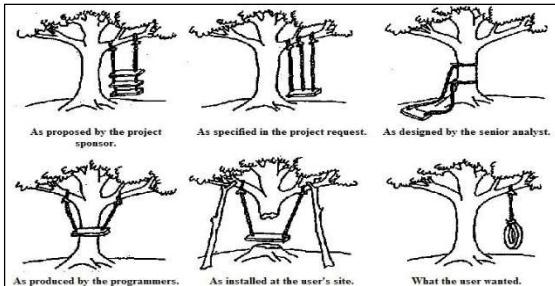
“Fuzzy Logic” can give answers based on grading, separating percentages, probabilities or ratios by taking uncertainty as an option instead of giving people binary answers (true or false, yes or no, good or bad, black or white, etc.), as in “Classical Logic”. In addition, instead of giving answer as one or zero, right or wrong as in the computer working principle, it is able to present more right, less right, uncertain, less wrong or more wrong options as an answer to us. “Fuzzy Logic” included in the “Artificial Intelligence”, which is used and applied in almost all fields nowadays, can easily operate the decision-making mechanism regarding an event by acting in accordance with the human mind. Due to human nature, there can always be situations that are not clear in the decision-making structure. In line with these uncertain situations, the necessity of identifying and defining the software risks that contain “uncertainty” emerges. Thus, both structure overlapping and proactive methods has to be applied when addressing these software risks. For this reason, software risks that have the power to reduce the success of software projects has to be identified and eliminated effectively with a method that is able to act in harmony with software risks' own mechanism. In this study, with the contribution of “Fuzzy Approach” technique, which presents and includes the concept of “uncertainty” based on the “Fuzzy Logic” method, it has been tried to be explained in detail with specific examples how software risks that have a negative effect in the software development process are determined and defined effectively in accordance with their nature.

### \*Sorumlu Yazar

<sup>\*</sup>(mbatar@cs.deu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-8231-6628  
(ulas@cs.deu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-5107-6406  
(ahakan@mehmetakif.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-3561-9375

## 1. GİRİŞ

Yazılım geliştirme projelerinde, oldukça büyük bir bütçe ve finansal planlamaya ihtiyaç duyulmaktadır ve geliştirmeye devam edilebilmesi için çok büyük yatırımlar gerekmektedir. Yazılım geliştirmeyle ilgili uluslararası hacimde önemli bilgilere bağlı maliyetlere bakıldığında; 1985 yılında 150 milyar dolar, 2010 yılında 2 trilyon dolar, 2015 yılında 5 trilyon dolar ve 2020 yılında ise 7 trilyon doların üzerindedir. Ayrıca, 2021 yılının ilk yeni günlerinde, Apple Store'un sadece bir günlük cirosu yaklaşık 500 milyon dolar civarındadır ve her geçen gün katlanarak bu meblağ artmaktadır. Bununla birlikte, her geçen yıl önemli ölçüde genişleyen ve artan harcamalara ve yatırımlara rağmen, yazılım geliştirme projelerinin başarısı hiç de yüksek değildir. 2015 yılında düzenlenen "CHAOS" raporuna göre, yazılım projelerinin sadece %17'si tahsis edilen finansal planda ve ihtiyaçlar doğrultusunda başarılı bir şekilde tamamlanmıştır. Fakat yazılım projelerinin %53'ü ise, istenilen süreyi aşarak veya potansiyel olarak harcama planının üzerine çıkarak veya ön koşulları tam olarak karşılayamadan eksik bir şekilde tamamlanmıştır. Ayrıca %30 oranında yazılım geliştirme projeleri tamamlanamayıp yarıda bırakılmıştır. 2020 yılında yayınlanan "CHAOS" raporunda ise, tüm dünyadaki yazılım projelerinin sadece %33'ünün başarıyla tamamlanabildiği kayıtlara geçmiştir. Vasatın altındaki bu oranla ilgili, yazılım projelerinin başarı ve başarısızlık durumunu tasvir etmeye çalışan görsel aşağıda Şekil 1'de verilmiştir. Bununla birlikte, bu denli başarısız sonuçlarla baş edebilmek, üstesinden gelebilmek ve yazılım geliştirme sürecinde başarı oranını artırabilmek için, yazılım risklerinin ortaya çıkarılmasını sağlayan etkin bir yöntemin kullanılması ve uygulanması gerekmektedir (Fairley, 1994). Bu yöntem doğrultusunda, yazılım geliştirme projelerinin başarılı bir şekilde tamamlanmasını engelleme gücüne sahip yazılım riskleri bir sorun yaratmadan önce, zamanında fark edilip ayırt edilebilecektir. Bu çalışmada, yazılım risklerini etkin bir şekilde tanıyan ve tanıtan yapay zekâ entegrasyonu olan bulanık mantığa dayalı bulanık yaklaşım tekniği, vaka analizi çalışması ile beraber detaylı bir şekilde örnekleriyle ortaya konmuştur.



**Şekil 1.** Yazılım projelerinin başarısı/başarısızlığı (Fu vd., 2012)

## 2. RİSK

Risk, hedeflenen bir sonuca ulaşamama olasılığıdır. Ayrıca, bir organizasyonun ya da bir firmanın veyahut bir kişinin stratejik, finansal ve operasyonel hedeflerine ulaşmasını engelleyecek olay ya da olayların ortaya çıkma durumudur. Riskin temel olarak iki ana faktörü vardır: Gerçekleşme olasılığı; belirli bir sonuca ulaşamama olasılığı veya istenmeyen bir durumun meydana gelme olasılığıdır. Zararın boyutu, risklerin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkabilecek sonuçların etkileridir (Smith, 1989).

Mevcut alan-yazında üç ana risk kategorisi göze çarpmaktadır (Renn, 2004). İlk olarak, şirketle ilgili iç riskler ortaya çıkmaktadır: Üretim yönetiminin etkinliğine bağlı riskler, finansal yönetim faaliyetine ilişkin riskler, pazarlama yönetiminin etkinliğine bağlı riskler, şirket içi lojistik ile ilgili riskler, kalite yönetiminin etkinliği ile ilgili riskler, insan kaynakları yönetimine dayalı riskler, yönetimle ilgili genel riskler, vb. risklerdir.

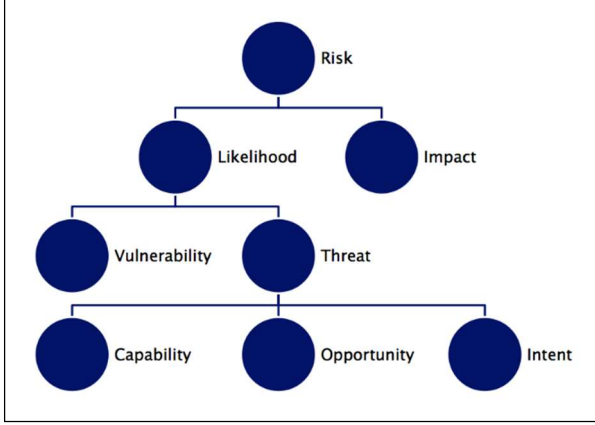
İkinci olarak, tedarik zinciri ağı ile ilgili riskler ortaya çıkmaktadır: Tedarikçilerin üretim girdisini istenilen miktarda tedarik edememe riski, tedarikçilere zamanında teslim edememe riski, tedarikçilerin istenilen kalite standartlarına ulaşamama riski, tedarikçi ve dağıtım şirketlerinin riskleri, satıcıların ve dağıtım şirketlerinin maliyetini şirket için kritik reçeteler ile karşılayamaması, şirketin hızlı teknolojik gelişmelere ayak uyduramaması, şirket için kritik reçeteye sahip tedarikçiler ve dağıtım şirketleri ile stratejik olmayan işbirliği riski, dağıtım şirketlerinin ürünlere zamanında ulaşamaması, ürünlere hasar riski, dağıtım sırasında ürün kalitesinin düşmesi riski, stratejik öncelikleri başta olmak üzere tedarikçiler ve dağıtım şirketleri ile etkin bir bilgi ağının kurulamamasından kaynaklanan riskler, bilgi ağının etkin bir şekilde kullanılamaması, ortaya çıkabilecek riskler ile dış kaynak kullanımı yoluyla şirketin temel lojistik işlevlerini kısmen veya tamamen yerine getirememesi, vb. risklerdir.

Son olarak, dış riskler ortaya çıkmaktadır: Ekonomik belirsizliklerden kaynaklanan riskler, siyasi istikrarsızlık, teknolojik gelişmelerden kaynaklanan riskler, değişen yasal koşulların yarattığı riskler, artan ve değişen rekabet koşullarının yarattığı riskler, müşteri beklentilerindeki büyük değişiklik, doğal afet riski, terör riski, vb. risklerdir.

Riskler insan hayatında tüm boyut ve şekillerde ortaya çıkabilmektedir. İşin uzmanları genel olarak ve çoğunlukla üç önemli noktayı ele almaktadırlar (Lezzoni, 1997): İlk olarak ele alınan piyasa riski; maliyetlerin bir organizasyonun ters sonuçlarına sahip olacak şekilde hareket etmesi tehlikesidir. İkinci olarak alınan kredi riski; bir müşterinin, karşı tarafın veya bir sağlayıcının taahhütlerini yerine getirmeyi ihmal etmesi tehlikesidir. Üçüncü

olarak ele alınan operasyonel risk; bireylerin, döngülerin veya çerçevelerin yetersiz kalması ya da dış bir durumun (sismik titreme, yangın, vb. durumlar) organizasyonu tersine - negatif yönde - etkilemesi tehlikesidir.

Ortaya konan riskler çerçevesinde, alanyazında belirlenen risklerin etkinlik düzeyi ile ilgili tanım kümesi bütün kademe ve parametreleri içerecek şekilde aşağıda Şekil 2’de gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 2. Risk tanım kümesi (Hall, 1998)

### 3. YAZILIM RİSKLERİ

Yazılım geliştirme ve bu gelişimi sürdürme oldukça emek isteyen ve içerisinde risk barındıran tehlikeli bir iştir. Yazılım geliştirme süreci gereksinimlerin belirlenmesinden bakım, onarım ve güncelleştirmeye kadar devam etmektedir. Bununla birlikte, işin özünü oluşturan tasarım ve gerçekleştirme aşamalarıdır. Buna bağlı olarak, ek maliyetler, süreç bakımından gecikmeler veya çıktıları karşılamadaki etkisizlik gerçek sonuçlar doğurabilmekte ve başarısızlıklar ortaya çıkabilmektedir (Dey vd., 2007). Yazılım geliştirme sürecinde sıkıntılara yol açabilecek, süreci baltalayabilecek ve başarısızlığa neden olabilecek öne çıkan - ilk 10 - yazılım riskleri aşağıda listelenmiştir (Arnuphaptrairong, 2011):

**Tahmin, Süreç ve Planlama:** Bireysel yazılım projelerinin benzersiz oluşu; analizciler, tasarımcılar, geliştiriciler, testçiler ve yöneticiler için geliştirme süresini tahmin etme ve programlamada doğası gereği sorunlar yaratabilmektedir. Gelecekte öğrenilen dersleri uygulamak için daima mevcut yazılım projelerini incelemek ve takip etmek gerekir.

**Gereksinimlerde Hızlı Büyüme ve Gelişme:** Yazılım geliştirme sürecinde proje ilerledikçe, daha önce tanımlanmayan sorunlar, ihtiyaçlar ya da istekler, son teslim tarihine başarıyla yetiştirebilmek için son dakikada bir engel oluşturabilmektedir. Bu durumu önleyebilmek için, projenin başlarında büyük düşünmeye çalışmak ve en kötü durum ya da en ağır kullanım senaryosunu öngörmek gerekmektedir.

**Çalışanların Sirkülasyonu, Değişikliği ya da Yer Değiştirmesi:** Şirketin her bir yazılım projesinde

çalışan birkaç geliştiricisi vardır. Bir geliştirici projeden ayrıldığında, kritik bilgileri yanına alabilmektedir. Bu durum, tüm projeyi geciktirebilir ve bazen de raydan çıkarabilir. Bu riskli durumu engelleyebilmek adına, proje takım üyelerinin işbirliği yapabileceği ve bilgileri paylaşabileceği kaynaklara sahip olmak gerekmektedir.

**Spesifikasyon Dökümanındaki Eksiklik:** Entegrasyon ve kodlamanın ilk aşamalarında yazılım projelerinde gereksinimler çatışabilmektedir ve kafa karışıklığına yol açabilmektedir. Bununla birlikte, geliştiriciler spesifikasyonun belirsiz, eksik ya da hiç olmadığını fark edebilirler. Bu olumsuz durumun önüne geçebilmek adına, spesifikasyon dökümanı ayrıntılı bir şekilde yazılmak zorundadır.

**Verimlilik ve Üretkenlik Sorunları:** Uzun zaman çizelgeleri ve planlamaları içeren yazılım projelerinde; geliştiriciler ve diğer takım üyeleri işe başlamak için kolaylık (kolaya kaçma) eğilimindedirler. Bunun bir sonucu olarak, projeyi tamamlayabilmek için önemli ölçüde bazen zaman kaybedebilirler. Bu zaman kaybını engelleyebilmek için, gerçekçi bir program belirlemek ve buna bağlı kalmak gereklidir.

**Tasarımlardan Ödün Vermek:** Geliştiriciler, bir sonraki “gerçek” görevlere geçebilmek için tasarım sürecini genel olarak aceleye getirme eğilimindedirler. Fakat tasarım, yazılım geliştirmenin en kritik parçası olduğundan, bu acelelik, programlama süresine ek zaman olarak yansımaktadır. Bu zaman kaybını ortadan kaldırmak adına, yazılım geliştirme sürecinde iç ve dış tasarıma yeterince önem verilmek zorundadır.

**Altın Kaplama/Servis:** Yazılım geliştirme sürecinde, proje takım üyeleri bazen gereksiz özellikler ekleyerek becerilerini sergilemeyi severler. Örneğin, bir geliştirici, “şık” görünmesi için temel bir giriş modülüne Flash mekanizmasını boş yere ekleyebilir. Bu da, programlama saatlerinin boşa harcanması anlamına gelmektedir. Gereksiz zaman kayıplarının önüne geçebilmek adına, temel fonksiyonel görevler ekleme yapmadan yerine getirilmeli ve gerçekleştirilmelidir.

**Prosedürel Riskler:** Yazılım geliştirme sürecinde, günlük operasyonel faaliyetler; hatalı süreç uygulaması, çakışan öncelikler veya proje takım üyelerinin sorumluluklarının net bir şekilde belirlenmemesi nedeniyle aksayabilir. Bu aksamanın ortadan kalkması için süreç boyunca istenilenlerle ilgili net ve açık olmak gerekmektedir.

**Teknik Riskler:** Yazılım geliştirme sürecinde, yazılım şirketleri, yüksek bütçeler ve zamanlamayla ilgili fazlalıkları telafi edebilmek için yazılımın işlevselliğini azaltabilmektedirler. Yazılımın maksimum işlevselliğine ulaşmak ile en yüksek performans arasında her zaman bir çelişki ortaya çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı, yazılım firmaları, bütçe aşımını dengeleyebilmek ve zaman aşımını önleyebilmek adına bazen yazılımın fonksiyonelliğiyle oynayabilmektedirler. Bunun

neticesi olarak da teknik sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunların ortaya çıkmaması adına, bütçe, zaman ve planlamanın ortak bir akılla yapılması her daim gerekmektedir.

**Öngörülemez/Kaçınılmaz Riskler:** Bu tür riskler; hükümet politikasındaki değişiklikleri, yazılımın eskimesini, kontrol edilemeyen ya da tahmin edilemeyen diğer riskleri içermektedir. Yazılım geliştirme alanı ve süreci giderek daha karmaşık hâle gelmekte ve buna bağlı olarak öngörülemez riskler daha da artmaktadır. Yazılım firmalarının bu tür riskleri azaltabilmesi ve önüne geçebilmesi adına, stratejik planlamaya odaklanması hayati önem arz etmektedir.

Yazılım geliştirmede aktif bir şekilde ortaya çıkan bu 10 riskin süreç boyunca hangi temel alana ve aşamaya etki ettiği aşağıda Şekil 3'te ifade edilmeye çalışılmıştır.



**Şekil 3.** Yazılım riskleri (Hoermann vd., 2012)

#### 4. BULANIK YAKLAŞIM

“Bulanık Mantık”, Boolean yönteminde yer alan “geçerli ya da sahte” durumu yerine “kesinlik seviyelerine” dayalı bir yaklaşım olarak ele alınır. 1960’larda Dr. Lotfi Zadeh bulanık mantık yapısını Berkeley’deki California Üniversitesi’nde kendi derslerinde ilk olarak uygulamıştır. “Fluffy hipotezi”, sezgisel verilerle doğrusal olmayan ilişkiler kurmada şüpheli ya da belirsiz bir yapı kurmak için bir yöntem olarak kullanılabilir. Bu hipotez esas olarak, bir eklemlenmenin 0 ya da 1 olmasından ziyade, değerinin bu aralıkta değişebilen bir seçeneğe veya cevaba sahip olabileceği mantığıyla çalışır (Ross, 2017).

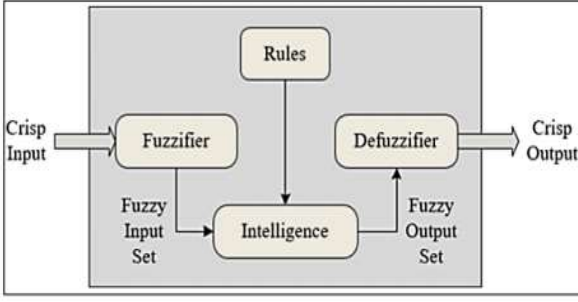
“Bulanık Yaklaşım”, her bir katkısının etkisinden bahsedebilmek için kullanılan grafik bir tasvirdir. Bilgi ve etki alanı, genel olarak, bir çerçevede meydana gelebilecek tüm koşulları iletebilen yaygın bir küme olarak karakterize edilir. “Fluffy mantığı”, bilgi eklemlerini belirli bir ağırlığa göre standartlaştırır. Ayrıca bu noktada, bir verim, bir oran ya da bir yüzdelik değerinde ortaya çıkan çerçeveyi etkin bir şekilde görüntülemek için katkılar ya da katmanlar arasındaki bağlantıları karakterize eder. Tanımlanan kurallar, bilginin etkilerine karar vermek ve nihai ürünün bulanık mantıksal kümeleri üzerindeki artikülasyonları ortaya çıkarabilmek için ağırlıklandırma ya da derecelendirme bileşeni olarak karakterize edilir. Kapasitelerin oluşturulması, gözden geçirilmesi ve birleştirilmesi, çerçeve için etkili bir şekilde ortaya çıkan bulanık bir mantık getirisi üretir. Bulanık mantıklı tüm bilgi ve verim ifadeleri, farklı katılım

ve içerik kapasitelerine sahiptir. Yönergeler ya da kurallar, “ALSO (Ayrıca)” veya “AND (ve)” sayısal ibareler kullanılarak gerçekleştirilen bir dizi karakterize karar içerir. Bulanık mantık, karakterize edilmiş girdi eklemlenmelerinden fonetik niteliklere ve bulanık kümelere dönüşür (Shen ve Chouchoulas, 2002).

“Fluffy mantığı”nın Takagi-Sugeno tekniği ve Mamdani tekniği olarak adlandırılan çeşitli stratejileri mevcuttur. Takagi ve Sugeno tarafından önerilen Takagi-Sugeno tekniği, doğrusal olmayan çerçevelerde bulanık mantık bilgisini belirlemek ve artikülasyonlar elde etmek için kullanılan bulanık mantık stratejisidir. Takagi-Sugeno modelinde bilgi ve verim artikülasyonları “IF-THEN (Eğer... İse... O halde)” standartları ile karakterize edilir. İlkeler ve kurallarda belirtildiği gibi, verim ve çıktı temel bir prosedür yardımıyla belirlenebilir. Bununla birlikte, Mamdani bulanık mantık tekniğinde, katılım kapasitelerinin bulanıklaştırılmasına uyabilmek için çok sayıda kural ve kurallar bütünü karakterize edilmelidir (Hájek, 1998).

“Bulanık Yaklaşım”, kişisel bilgisayarın genel çalışma mantığını, bireylerin mantık sistemi ve düşünce yapısı içinde kavrayabilecekleri şekilde modellemeye çalışır. Bir bilgisayarın mantık bloğu, müşteriden doğrudan katkı almakta ve “EVET” veya “HAYIR” sonuçlarına eşit olan “DOĞRU” veya “YANLIŞ” çıktılarını vermektedir. Bununla birlikte, bulanık yaklaşıma göre, müşterinin seçiminde “EVET” ve “HAYIR” arasında çeşitli olası sonuçların ve çıktılarının olduğu ifade edilir. Bulanık mantık stratejisi kullanılarak, belirsiz durumların, uygun olmayan şekilde karakterize edilmiş veya karmaşık çerçevelerin gösterilmesi amaçlanmıştır (Carlsson ve Fuller, 2003).

“Bulanık Mantık”a dayalı “Bulanık Yaklaşım” mimarisi, aşağıda görüldüğü gibi üç temel bölümden ve alandan oluşmaktadır. Başlangıçta, bulanıklaştırma modülünde verilen bulanık setlere göre çerçeve katkılarını değiştirir. Standartlar ya da kurallar alanı, çerçevenin bulanık mantık yaklaşımının getirilerini belirleyen koşulları tasvir eder. Bu koşullar, çerçevenin değişen bilgi eklemlenmelerine karşı hangi eklemlenmenin sağlanması gerektiğini gösterir. Sonunda, bulanıklaştırma modülü, tahmin motoru tarafından üretilen bulanık sete göre net bir değere dönüşür. Bu süreç boyunca, çıktılar belirlenen kurallara bağlı olarak çeşitli değerler vermektedir (Inyang ve Joshua, 2013). Bununla birlikte, “Bulanık Mantık”a dayalı “Bulanık Yaklaşım” tekniğinin çalışma mantığı, süreci ve aşamaları aşağıda Şekil 4’te gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4. Bulanık yaklaşımın çalışma mantığı (Karataş vd., 2020)

## 5. BULANIK YAKLAŞIM YÖNTEMİYLE YAZILIM RİSKLERİNİN TANIMLANMASI

Bulanık yaklaşım yönteminde genel olarak ibareler dilsel ve mantıksal kurallar ile ifade edilir. Bu ortaya konan kurallar sayesinde yazılım riskleri belirlenip tanımlanabilir (Jiang ve Klein, 2000). Yazılım riskleri kendi içerisinde “belirsizliği” barındırdığı için, “belirsizliği” ana ögesi haline getiren bulanık yaklaşım tekniğiyle oldukça uyumlu hareket edebilmektedir. Bu uyum sayesinde, yazılım riskleri yazılım uzmanlarının görüşleri doğrultusunda bulanık mantığa dayalı bulanık yaklaşım yöntemi ile çıktıları ile beraber ortaya etkin bir şekilde konabilir (Keil vd., 1998). Yöntem bazı geliştirilen yazılım risklerinden örnekler (13 adet Yazılım Riskine bağlı kurallar bütünü) aşağıda listelenmiştir (Birant vd., 2019).

1-Eğer “yazılım geliştirme sürecinin olgunluğu” yüksek ve “yazılım ekibinde çalışanların zaman dilimi farklılığı” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

2-Eğer “yazılım geliştirme sürecinin düzenli işleyiş seviyesi” yüksek ve “yazılım ekibinde çalışanların konuştukları dil farklılığı” düşük ve “yazılım geliştirme sürecinde çalışanlar arasındaki iletişim düzeyi” yüksek ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

3-Eğer “yazılım geliştirme sürecinde şeffaflık düzeyi” yüksek ve “yazılım ekibinde çalışanların zaman dilimi farklılığı” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

4-Eğer “yazılım projesindeki gereksinimlerin sabitlik seviyesi” yüksek ve “geliştirilecek yazılım ürününün yenilik düzeyi” düşük ve “yazılım ekibinde çalışanların konuştukları dil farklılığı” düşük ve “yazılım ekibinde çalışanların kültür farklılığı” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

5-Eğer “yazılım ekibinde çalışanların ortak tecrübe seviyesi” yüksek ve “yazılım geliştirme sürecinde yapılacak işlerin birbirine bağlılığı” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

6-Eğer “yazılım ekibinde çalışanların geliştirilecek ürünle ilgili bilgisi” yüksek ve “yazılım geliştirme sürecinde çalışanlar arasındaki iletişim düzeyi” yüksek ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

7-Eğer “yazılım geliştirme sürecindeki üretkenlik seviyesi” yüksek ve “yazılım geliştirme

sürecindeki iletişim ağının etkinliği” yüksek ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

8-Eğer “yazılım geliştirme sürecinde uygun olmayan geliştirme yöntemi kullanımı” düşük ve “yazılım geliştirme sürecinde etkin olmayan iletişim ağı” düşük ve “yazılım projesi ile ilgili açık/net olmayan ya da yanlış anlaşılabilir gereksinimlerin seviyesi” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

9-Eğer “proje geliştirme sürecinde yapılacak işlerin belirsizlik seviyesi” düşük ve “etkin proje yönetiminin eksiklik seviyesi” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

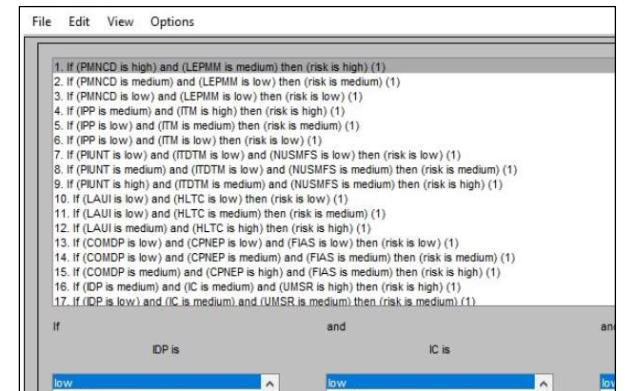
10-Eğer “proje geliştirme sürecinde uygun olmayan proje planlaması” düşük ve “proje ekibinde çalışanların deneyimsizlik seviyesi” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

11-Eğer “geliştirilecek yazılım projesinde yeni ortaya çıkan teknoloji kullanımı” düşük ve “proje ekibindeki yeterli eğitimi olmayan kişilerin sayısı” düşük ve “geliştirilecek sistemde yeni ya da tanıdık olmayan noktaların veya hususların sayısı” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

12-Eğer “yazılım geliştirme sürecinde kullanıcı görüşlerinin eksikliği” düşük ve “yazılım geliştirme sürecinde ortaya çıkan teknik karmaşıklık seviyesi” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

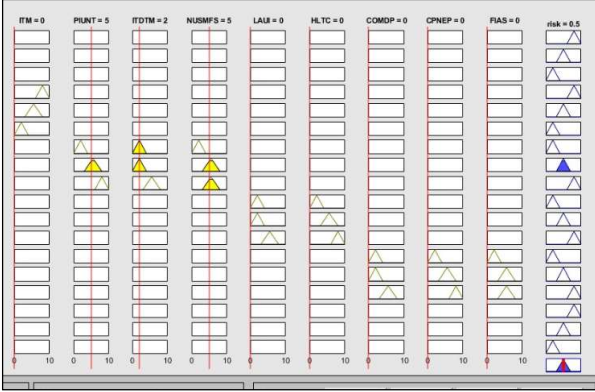
13-Eğer “yazılım geliştirme sürecinde proje ile ilgili değişiklik seviyesi” düşük ve “yazılım geliştirme sürecinde izlenen politikanın negatif etkisi” düşük ve “yazılım geliştirme sürecinde var olan paydaşların tanımının/tanıttımının yetersiz olması” düşük ise, o halde Yazılım Riski düşüktür.

Yukarıda belirtilen 13 kural gibi, yazılım riskleri kurallar çerçevesinde bulanık mantığa dayalı bulanık yaklaşım yöntemi ile ifade edilip, çeşitli uygulamalar sayesinde çıktıya dönüşebilmektedir. Bu uygulamalardan biri de MATLAB’ın içerisinde barındırdığı “Fuzzy Logic Designer” uygulamasıdır. Bu araç sayesinde rahatlıkla kurallar metne dökülüp gerekli çıktılar alınabilmektedir. Aşağıda gösterilen Şekil 5 ve Şekil 6, MATLAB üzerinde yazılım risklerinin tanınması, belirtilmesi ve ortaya çıkarılması için yazılan kuralları ve bu kurallara bağlı olarak bulanık yaklaşım tekniğiyle elde edilen çıktıları ortaya koyup göstermektedir.



Şekil 5. Bulanık yaklaşımlı kural çıkarımına bağlı yazılım risk tanımı (Birant vd., 2019)

Şekil 5'te yazılım risk tanımlarıyla ilgili çeşitli kurallar eklenmiştir ve bu kurallar İngilizce olarak ifade edilmiştir. Daha sonra bu kurallar uygulamaya sokulup MATLAB üzerinde çeşitli çıktılar elde edilmiştir. Eklenen ve ifade edilen bu kurallardan biri: "If "PIUNT" (Project involved the use of new technology) is medium and "ITDTM" (Inadequately trained development team members) is low and "NUSMFS" (New and/or unfamiliar subject matter for the system) is medium then risk is medium" olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, belirtilen bu kuralın uygulama ile ortaya çıkan MATLAB sonucu aşağıda Şekil 6'da gösterilmiştir.



**Şekil 6.** Bulanık yaklaşımlı yazılım risk çıktısı (Birant vd., 2019)

Şekil 6'daki MATLAB çıktısı: "if "PIUNT" is medium (value: 5) and "ITDTM" is low (value: 2) and "NUSMFS" is medium (value: 5) then risk is medium (value: 0,5)" anlamına gelip değerlerini ortaya koymaktadır. Bu sonuçla birlikte, MATLAB uygulaması aracılığıyla bulanık yaklaşımın yazılım riskleri üzerinde rol alabileceği görülmektedir.

Bütün bu ifade edilenlere ek olarak Şekil 5, MATLAB üzerinde "Fuzzy Logic Designer" uygulamasında yazılım risklerinin ortaya çıkarılması için gerekli kuralların yazıldığı, eklendiği, değiştirildiği veya silindiği alan olan "Rule Editor"u göstermektedir. Bununla birlikte Şekil 6 ise, Şekil 5'te metne alınan kuralların yazılım riskleri açısından çıktılarını şekilsel ve grafiksel olarak ifade eden "Rule Viewer"ı göstermektedir.

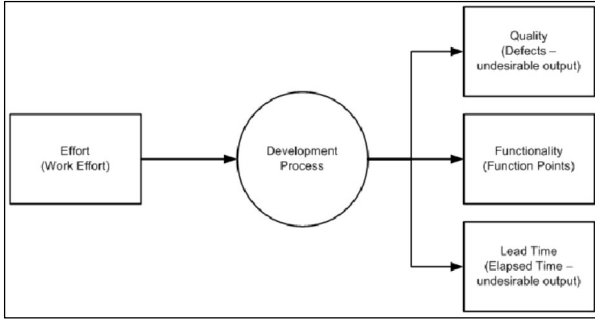
## 6. SONUÇ

Yazılım riskleri, belirsiz olayların gerçekleşme olasılığını ve bunların bir organizasyon ya da bir sistem içerisindeki kayıp potansiyelini kapsamaktadır. Kuruluşlar ve firmalar çok teknoloji, çok katmanlı bir ortamda daha fazla uygulama yapmaya devam ettikçe, risk yönetimi yazılım geliştirmenin önemli bir bileşeni haline gelmektedir. Genel mantık olarak yazılım riski, sistem ya da proje geneline yayılan sağlık, performans verimliliği, güvenlik, güvenilirlik, fonksiyonellik ve işlem parametrelerini içeren bir risk kombinasyonu olarak görülmektedir. Bununla

birlikte yazılım risklerinin ortaya çıkarılması ve tanımlanması oldukça güç bir süreci kapsamaktadır. Bu sürecin faydalı bir şekilde ilerleyebilmesi için etkin bir yöntemin ve yaklaşımın uygulanması gerekmektedir.

"Bulanık Yaklaşım" insan düşünce mekanizmasına uygun çalışma prensibine sahip ve ikili keskin cevaplar (güzel/çirkin, uzun/kısa, zayıf/şişman, kolay/zor, vb.) vermek yerine belirsizliği içinde barındıran gri ve çoklu seçenekler sunma çalışma yapısına sahip yapay zekânın içerisinde yer alan bulanık mantığa dayalı bir tekniktir. Bu çalışma mekanizması sayesinde, belirsizliği ve griliği içinde bulunduran yazılım risklerini tanımlamada ve tanıtmada oldukça etkin bir yöntem olduğu makalede ele alınan yazılım risklerini tanımlayan 13 adet yazılım riskine bağlı kurallar bütünü aracılığıyla açıkça ortaya konmuştur. Buna ek olarak, MATLAB uygulaması sayesinde bulanık yaklaşımın yazılım riskleri konusundaki işlevselliği ve fonksiyonelliği çalışmada gösterilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda, nasıl ki yazılım geliştirme sürecinde temeli oluşturan aşama gereksinimlerin ortaya çıkarılıp tanıtılması ise, yazılım projelerinin başarısını arttırmak için uygulanmaya çalışılan yazılım risk yönetiminde en temel adım yazılım risklerinin ortaya çıkarılıp belirlenmesi ve tanıtılmasıdır. Bu sebepten ötürü, bulanık mantığa dayalı bulanık yaklaşım tekniği, yazılım risk yönetimine katkı vermesi ile birlikte, yazılım projelerinin başarı oranını arttırması açısından oldukça önemli bir yere sahiptir.

Uzman yönetim bilimci Peter DRUCKER tarafından söylendiği iddia edilen bir söze göre, "Ölçemediğiniz süreci değerlendiremezsiniz ve yönetemezsiniz." Bu ifade ışığında, yazılım projelerinin başarısını arttırmak için geliştirilen yazılım risk yönetiminde, öncelikli olarak yazılım risklerinin ortaya çıkarılıp tanımlanması gerekmektedir. Bu gereklilik doğrultusunda, çalışmada ele alınan bulanık mantığa dayalı bulanık yaklaşım tekniği, yazılım risklerinin belirlenmesi açısından oldukça güvenilir çıktılar vermektedir. Bu çıktılarla birlikte, yazılım geliştirme sürecinin daha başarılı olabileceği ihtimali ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, yazılım geliştirmenin ana kaynağı olan insan gücü daha etkin bir şekilde kullanılıp, zaman ve maliyet hesabı açısından şirketler ve kuruluşlar tarafından tasarruflar ve artılar rahatlıkla ortaya çıkabilecektir. Bu iyileştirmenin neticesinde, bulanık yaklaşımlı kural çıkarımına bağlı yazılım risk tanımının etkinliği, "Yazılım Mühendisliği"nin hem bilim alanındaki hem de endüstriyel alandaki rolünün işlevselliğinin elle tutulur, somut kanıtını ortaya açıkça sunabilecektir. Bu bağlamda, yazılım mühendisliği ve yazılım geliştirme sürecinde gerekli olan iş gücü ve kaynaklar arasındaki ilişki aşağıda Şekil 7'de gösterilmeye çalışılmıştır.



**Şekil 7.** Yazılım mühendisliğinin iş gücü açısından etkisi (Kontio, 2001)

### KAYNAKÇA

- Arnuphaptrairong, T. (2011). Top ten lists of software project risks: Evidence from the literature survey. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, 1, 1-6.
- Birant, K. U., Işık, A. H., Batar, M., Akarsu, H. B., & Tektaş, A. B. (2019). Risk assessment and management method for distributed software development projects with “fuzzy approach”. *International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE)*, 8 (6), 133-139.
- Carlsson, C., & Fuller, R. (2003). A fuzzy approach to real option valuation. *Fuzzy Sets and Systems*, 139 (2), 297-312.
- Dey, P. K., Kinch, J., & Ogunlana, S. O. (2007). Managing risk in software development projects: A case study. *Industrial Management & Data Systems*, 107 (2), 284-303.
- Fairley, R. (1994). Risk management for software projects. *IEEE Software*, 11 (3), 57-67.
- Fu, Y., Li, M., & Chen, F. (2012). Impact propagation and risk assessment of requirement changes for software development projects based on design structure matrix. *International Journal of Project Management*, 30 (3), 363-373.
- Hájek, P. (1998). *Metamathematics of fuzzy logic*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hall, E. M. (1998). *Managing risk: methods for software systems development*. United Kingdom: Pearson Education
- Hoermann, S., Aust, M., Schermann, M., & Krcmar, H. (2012). Comparing risks in individual software development and standard software implementation projects: A delphi study. *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, 4884-4893.
- Inyang, U. G., & Joshua, E. E. (2013). Fuzzy clustering of students’ data repository for at-risks students identification and monitoring. *Computer and Information Science*, 6 (4), 37-50.
- Jiang, J., & Klein, G. (2000). Software development risks to project effectiveness. *The Journal of Systems and Software*, 52 (1), 3-10.
- Karataş, F., Koyuncu, İ., Tuna, M., ve Alçın, M. (2020). Bulanık mantık üyelik fonksiyonlarının

- fpga üzerinde gerçekleşmesi. *Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi 1 (1)*, 1-9.
- Keil, M., Cule, P. E., Lyytinen, K., & Schmidt, R. C. (1998). A framework for identifying software project risks. *Communications of the ACM*, 41 (11), 76-83.
- Kontio, J. (2001). *Software engineering risk management: a method, improvement framework, and empirical evaluation*. PhD Thesis, Helsinki University of Technology, Espoo.
- Lezzoni, L. K. (1997). The risks of risk adjustment. *JAMA Journal of the American Medical Association*, 278 (19), 1600-1607.
- Renn, O. (2004). Perception of risks. *Toxicology Letters*, 149 (1), 405-413.
- Ross, T. J. (2017). *Fuzzy Logic with engineering applications*. United Kingdom: John Wiley & Sons Inc.
- Shen, Q., & Chouchoulas, A. (2002). A rough-fuzzy approach for generating classification rules. *Pattern Recognition*, 35 (11), 2425-2438.
- Smith, M. (1989). The people risks. *Computer Law & Security Review*, 4 (6), 2-6.