



**ÇEKİŞMELİ ÜRETİCİ AĞLAR DESTEKLİ
FİKRİ ÜRÜNLER İÇİN
HİBRİT ESER KAVRAMI ÖNERİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nazlı TURHAN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL

İNTERNET VE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ YÖNETİMİ

ANA BİLİM DALI

Mayıs 2023

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇEKİŞMELİ ÜRETİCİ AĞLAR DESTEKLİ FİKRİ ÜRÜNLER İÇİN
HİBRİT ESER KAVRAMI ÖNERİSİ**

Nazlı TURHAN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL

İNTERNET VE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ YÖNETİMİ
ANA BİLİM DALI

Mayıs 2023

TEZ ONAY SAYFASI

Nazlı TURHAN tarafından hazırlanan “Çekişmeli Üretici Ağlar Destekli Fikri Ürünler İçin Hibrit Eser Kavramı Önerisi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 26 / 05 / 2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnternet ve Bilişim Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Fahrettin HORASAN
Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Fatih ÖZDİNÇ
Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

26 / 05 / 2023

Nazlı TURHAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇEKİŞMELİ ÜRETİCİ AĞLAR DESTEKLİ FİKRİ ÜRÜNLER İÇİN HİBRİT ESER KAVRAMI ÖNERİSİ

Nazlı TURHAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnternet ve Bilişim Teknolojileri Yönetimi Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL

Yapay zekâ (YZ) teknolojileri ulaşım, sağlık, eğitim, sanat gibi birçok alanda kullanılırken ve hızla gelişmeye devam ederken, ortaya çıkan yapay zekâ çözümleri de farklı disiplinler ile temas etmektedir. Hukuk kurallarının teknolojik gelişmelerin hızına erişim sorunlarının yanı sıra, YZ alanında kaydedilen gelişmelere ayak uydurabilecek bir hukuksal altyapının varlığı arayışı son yıllarda kendini hissettirmeye başlamıştır. Görsel ürünler ve sanat eserleri üretimi amacıyla YZ alanında yaşanan önemli gelişmeler, süreçlerin irdelenmesi gerekliliğini gözler önüne sermiştir. Bu tez çalışmasında derin öğrenme algoritmalarından derin evrişimli üretici çekişmeli ağlar kullanılarak oluşturulan dijital sanat eserlerinin teknik aşamaları fikir ve sanat eserleri hukuku kapsamında ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Çalışmada Wiki-Art veri setinin bir alt kümesi olan 6989 adet soyut ve portre resmi kullanılmıştır. Sonuç olarak veri setindeki görüntü sayısının ve çıktıların özgünlüğünü etkilediği ve sonuçların veri setlerine bağımlı olarak üretildiği gözlemlenmiştir. Konvansiyonel sanat eserleri ve dijital eserlerin yaratım süreçleri karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir. Bu araştırma sonucunda disiplinlerarası kabul görebilecek, hukuk ve teknolojiyi birleştirebilen “hibrit eser” olarak adlandırdığımız yeni bir kavram önerisinde bulunulmuştur.

2023, ix + 67 sayfa

Anahtar Kelimeler: Derin evrişim, Dijital tablolar, Fikri ürünler, Hibrit eser, Üretici çekişmeli ağlar, Yapay zekâ.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

HYBRID ARTIFACT CONCEPT PROPOSAL FOR INTELLECTUAL PRODUCTS SUPPORTED BY GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS

Nazlı TURHAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Internet and Information Technology Management

Supervisor: Asst. Prof. Ahmet Haşim YURTTAKAL

As artificial intelligence technologies continue to rapidly develop and be utilized in various fields like transportation, healthcare, education, and art, there has been a growing need for a legal framework that can keep up with the pace of technological advances and the resulting legal issues. Significant developments in AI for the purpose of creating visual products and art have highlighted the need to examine the processes involved. This thesis examines the technical stages of digital art created using deep convolutional generative adversarial networks, a deep learning algorithm, within the context of intellectual property law. A subset of 6,989 abstract and portrait images from the Wiki-Art dataset were used. The results showed that the number of images in the dataset and the originality of the outputs were affected, and the results were dependent on the datasets used. The creation process of conventional art and digital art were compared. As a result of the research, a new concept was proposed that could be accepted by interdisciplinary fields, which combines law and technology, called a "hybrid artifact".

2023, ix + 67 pages

Keywords: Artificial intelligence, Deep convolutional, Digital paintings, Generative adversarial networks, Hybrid artifact, Intellectual products.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmaya yön veren, varlığı ile bilim dünyası başta olmak üzere tüm eğitim camiasına değer katan, çiçeklerin nerede açtığının değil, açtığı yeri güzelleştirdiğinin aslolduğunu öğreten, Prof. Dr. Sayın Petek AŞKAR' a, disiplinlerarası bilime değer verip, nitelikli bir eğitim alınmasına katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. İbrahim EROL' a, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında bir an bile desteğini ve teşvikini esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim YURTTAKAL 'a, her an yanımda hissettiren, fedakârlığın ve dostluğun ne demek olduğunu yeniden anlamlandırmama sebep olan, yapmış olduğu katkıları tarif edilemeyecek kadar sonsuz Dr. Eda DOĞANKAYA' ya, araştırma ve yazım sürecinde yardımlarını esirgemeyen ve canı gönülden destek veren Dr. Öğr. Üyesi Pelin KILIÇ' a, her konuda yardımını gördüğüm, bu yola çıkmam da büyük payı olan Doç. Dr. Fatma Elif KILINÇ' a şükranlarımı sunuyorum.

Hukuk dünyasına adım atmamı sağlayan annem Mihriban TURHAN'a, hukuk disiplini diğer disiplinler ile birlikte ele alabilmek gibi hayata her açıdan bakabilme yetisi kazandıran ve en umutsuz anlarda dahi inadına inadına ayağa kalkmayı öğreten pandemi nedeni ile şimdilik uzaklarda olan babam Şenol TURHAN'a minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Nazlı TURHAN
Afyonkarahisar 2023

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Motivasyon	1
1.2 Tezin Amacı ve Organizasyonu.....	2
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
3. KURAMSAL TEMELLERL	9
3.1 Hesap Yapan Makine: Bilgisayar	9
3.2 Yapay Zeka (YZ) Kavramı	10
3.2.1 Yapay Zeka Türleri	11
3.2.2 Yapay Zekanın Kullanıldığı Alanlar	12
3.3 Makine Öğrenmesi (<i>Machine Learning</i>)	14
3.3.1 Denetimli Öğrenme (<i>Supervised Learning</i>)	15
3.3.2 Denetimsiz Öğrenme (<i>Unsupervised Learning</i>)	17
3.3.3 Yarı Denetimli Öğrenme (<i>Semi-supervised Learning</i>)	18
3.3.4 Takviyeli (Pekiştirmeli) Öğrenme (<i>Reinforcement Learning</i>).....	19
3.4 Derin Öğrenme (<i>Deep Learning</i>).....	21
3.4.1 Derin Sinir Ağları (<i>Deep Neural Networks</i>)	23
3.4.2 Evrişimli Sinir Ağları (<i>Convolutional Neural Networks</i>)	24
3.4.3 Özyinelemeli (Tekrarlayan) Sinir Ağları (<i>Reccurrent Neural Networks</i>)....	27
3.4.4 Üretici Çekişmeli Ağlar (<i>Generative Adversarial Networks</i>).....	28
3.5 Yapay Zekâ, Sanat ve Hukuk	30
3.5.1 Generatif Sanat.....	30
3.5.2 Algoritmik Sanat	31

3.5.3 Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku	32
3.5.4 Fikri Mülkiyet Hakları	34
3.5.4.1 Sınai Haklar	35
3.5.4.2 Fikri Haklar	35
3.5.5 Fikir ve Sanat Eserleri	36
3.5.5.1 Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu Kapsamında Eser Kavramı	38
3.5.6 FSEK Bağlamında GAN Destekli Fikri Ürünler	40
4. MATERYAL ve METOT	42
4.1 Veri Kümesi	42
4.2 Önerilen Yöntem	43
5. BULGULAR	47
6. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİ	50
6.1 Yeni Kavram: Hibrit Eser Önerisi	54
7. KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	67

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

δ_{gen}	Genel kayıp fonksiyonu
μ	Ortalama
$Y_{gerçek}$	Diskriminatör ağı çıktısının gerçek görüntüler olduğu olasılığı
Y_{sahte}	Sahte görüntülerin olasılığı
δ_{disc}	Diskriminatif kayıp fonksiyonu
$Y_{üretilmiş}$	Üretilmiş görüntülerin olasılığı

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AIPPI	Uluslararası Fikri Mülkiyet Haklarının Korunması Derneği
CAD	Bilgisayar yardımlı tasarım (<i>ing. computer-aided design</i>)
CycleGAN	Dongüsel üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. generative adversarial networks</i>)
DCGAN	Derin evrişimli üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. deep convolutional generative adversarial networks</i>)
EHR	Elektronik sağlık kaydı
FSEK	Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu
GAN	Üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. generative adversarial networks</i>)
MalGAN	Kötü amaçlı yazılım için üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. malware generative adversarial networks</i>)
MedGAN	Tıbbi üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. medical generative adversarial networks</i>)
SEGAN	Konuşma geliştirme için üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. speech enhancement generative adversarial networks</i>)
SeqGAN	Dizilimli çekişmeli üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. sequence generative adversarial networks</i>)
SimGAN	Simülasyonlu edilmiş üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. simulated generative adversarial networks</i>)
SRGAN	Süper rezolüsyon üretici çekişmeli ağlar (SRGAN) (<i>ing. super-resolution generative adversarial networks</i>)
STGAN	Stil aktarımı üretici çekişmeli ağlar (<i>ing. style generative adversarial networks</i>)
TPGAN	TwoPathway GAN
TRIPS	Ticarette Bağlantılı Fikri Mülkiyet Anlaşması
VGG	Blokları kullanılan ağlar
WCT	Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü Telif Hakları Antlaşması
YZ	Yapay zekâ

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 YZ teknolojilerinin yetişkin bireylerde kullanım oranlarının yıllar bazındaki artışı.....	14
Şekil 3.2 Denetimli öğrenme modeli.....	16
Şekil 3.3 Denetimsiz öğrenme modeli	18
Şekil 3.4 Yarı-denetimli öğrenme modeli	19
Şekil 3.5 Labirent	20
Şekil 3.6 Derin öğrenme diyagramı, özgün gösterim.....	22
Şekil 4.1 GAN yapısı.....	44
Şekil 5.1 Üretici-ayrıştırıcı skoru	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1 Generatör.....	45
Çizelge 4.2 Diskriminatör	45
Çizelge 4.3 Hiper-parametre	46



RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 3.1 Bill Gates'in portresi.....	23
Resim 3.2 Derin öğrenme kullanılarak yapılan veri işleme ile Bill Gates'in portresi (solda), makine öğrenme kullanılarak yapılan veri işleme ile gözlüklü insan portresi (sağda)	23
Resim 3.3 Evrişim katmanının çalışma yaptığı pikseller.....	25
Resim 3.4 GAN teknolojisi kullanılarak oluşturulan bir görüntü	29
Resim 3.5 Bilinen en eski generatif sanat örneği	31
Resim 4.1 Veri kümelerinden örnek görüntüler.....	43
Resim 5.1 Üretilmiş soyut resimler.....	48
Resim 5.2 Üretilmiş portre görüntüleri	48
Resim 6.1 Dünyaca ünlü sanat eserleri	52

1. GİRİŞ

1.1 Motivasyon

Yapay zekâ (YZ) tarafından oluşturulan fikri ürünler insan gözüyle ayırt edilemeyecek kadar gerçekçi yanlarıyla toplumun beğenisine sunulurken bir yandan da teknoloji ve bilim çevrelerinin araştırma odağı olmaya devam etmektedir. YZ'nin gözde türü olan derin öğrenme alanındaki gelişmeler başka disiplinlere de sirayet etmiş, özellikle sanat için YZ kullanımına ivme kazandırmıştır. YZ, karar verme, görüntü tanıma, dil çevirisi/anlama veya yaratıcılık gibi insan zekâsı eylemlerine paralel olarak çalışmak üzere tasarlanmış bir dizi algoritmadır (Mazzone ve Elgammal 2019).

İnsan becerilerine benzer yetenekleri olması, YZ'ye olan yaklaşımların bazı çevrelerde endişe, bazı çevrelerde heyecan yarattığı, bazı disiplinlerde yenilik, bazı disiplinlerde karmaşıklığa neden olduğu görülmektedir (Miller 2019). Teknoloji, hukuk ve sanat disiplinlerinde farklı açılımlara ve yaklaşımlara neden olan YZ'nin ortaya çıkardığı farklılıkların ele alınıp, bu üç disiplinin senkronize edilerek bilim ve insanlığa katkı sağlayacak aşamalara taşınması ortak hedef olmalıdır. YZ teknolojileri arasında son dönemde ilgi odağı olan derin evrişimli üretici çekişmeli ağlar (DCGAN) destekli ortaya çıkan görsel ürünler, bu teknolojilerin resmi otoritelerce irdelenmesi gerekliliğini iyiden iyiye hissettirmektedir.

DCGAN'lar, YZ ve teknoloji arasında özellikle görüntü çözünürlüğü anlamında çok başarılı sonuçlar vermektedir (Goodfellow vd. 2020). Bu öğrenme modeli iki farklı veri setinden üretilen yeni verilerin birbirleriyle çekişme içerisinde hareket ederek daha hassas sonuçlar çıkarmak üzere hareket ettiği bir döngüdür. Döngü en hassas görsel oluşturulana kadar devam etmektedir (Lee 2021). DCGAN'lar algoritmik sanat mecralarında da yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu kullanım görsel sanat ürünlerine yeni bir vizyon sağlamaya varacak kadar artmıştır. Hatta GANizm olarak adlandırılan yeni bir akımın ortaya çıkmasına neden olmuştur (Chollet 2017).

Son yıllarda YZ teknolojilerinin sanat için kullanımı giderek artarken ortaya çıkan görsel sanat ürünleri yoğun ilgi görmektedir. YZ destekli ürünler ilgi görmesine rağmen kendilerini regüle edecek bir disiplin bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında temel motivasyon, YZ teknolojilerinden biri olan GAN (*generative adversarial networks* – GANs) modeli ile dijital tablolar üretmek ve üretim sürecini detaylarıyla ele alarak konvansiyonel tabloların üretim süreciyle kıyaslamak, çalışma bulgularını hem hukuki hem de teknolojik açıdan multidisipliner bir şekilde ele almaktır.

1.2 Tezin Amacı ve Organizasyonu

Tezin amacı, bilimsel bulgulara dayalı incelemeler yaparak YZ alanında gelişen teknolojiler ve değişimin kıyısında olan hukuki kavramlar hakkında veriler ortaya koymak ve yeni öneriler sunmaktır.

Tez çalışması, 4 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm ile çalışmanın teknolojik dayanağı olan YZ kavramına ait materyaller ele alınırken, ikinci bölümde bu teknolojik ilerlemenin temas ettiği hukuk olguları üzerine inceleme yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde GAN yöntemi kullanılarak yeni veriler elde edilmiş ve bulgular ortaya koyulmuştur. Son bölümde ise ilk üç bölüm harmonize edilmek suretiyle multidisipliner bir bakış açısıyla tartışılmış ve yeni bir kavram önerisi ortaya konularak çalışma sonuçlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

YZ teknolojileri, fikri mülkiyet koruması gibi teşviklere gerek olmadan da etkin yeni veriler üretebilmektedir. Diğer yandan, bu sistemleri yöneten insanlar, ellerinde bulunan teknolojiyi ve yaratım gücünü korumak isteyebilirler. Tam bu noktada, dünyanın çeşitli ülke ve bölgelerinde bu ikilik arasındaki dengeyi kurmayı amaçlayan farklı hukuki yaklaşımlar bulunmaktadır.

Derin ağların ilk görüntü oluşturma modeli 2014 yılında önerilmiştir (Goodfellow vd. 2014). Turhan ve Bilge (2020), Generative Network ve Autoencoder hibridini kullanarak MNIST veri seti üzerinde yüksek çözünürlüklü bir görüntü elde etmiştir. Xue (2021), 2192 görüntüden oluşan bir veri kümesi üzerinde Sketch ve Paint aşamalarından oluşan iki adımlı bir GAN algoritması önermiştir. Roziere vd. (2020), kedi, köpek, at, yüz gibi farklı veri kümeleri üzerinde evrişim tabanlı bir üretken ağ önermiştir. Chen vd. (2020), de sanat eserleri üretmek için stil aktarımına sahip üretici ağlar önermiştir. Shahriar (2022), GAN ağlarının farklı sanat eserleri üretimine ilişkin karşılaştırmalı bir anket analizi sunmuştur.

GAN'lar 2014 yılında Goodfellow vd. (2014) tarafından tanıtılan güçlü bir üretken ağ modelidir. GAN'ların temel prensibi, iki oyuncunun toplam kazancının sıfır olduğu ve her oyuncunun fayda kazancı veya kaybının diğer oyuncunun fayda kaybı veya kazancı ile tam olarak dengelendiği, iki oyunculu sıfır toplamlı oyundan esinlenmiştir (Wang vd. 2017). GAN'lar genellikle eş zamanlı olarak öğrenen bir üreteç ve bir ayırıcıdan oluşur. Üreteç, gerçek örneklerin potansiyel dağılımını yakalamaya çalışır ve yeni veriler üretir. Ayırıcı genellikle ikili bir sınıflandırıcıdır ve gerçek örnekleri üretilen örneklerden mümkün olduğunca doğru bir şekilde ayırır. Hem üretici hem de ayırıcı, şu anda popüler olan derin sinir ağlarının yapısını benimseyebilir (Goodfellow vd. 2016, Yu vd. 2017). GAN'ların optimizasyon süreci, bir minimaks oyun sürecidir ve optimizasyon hedefi, Nash dengesine ulaşmaktır (Ratliff vd. 2013), burada üreticinin gerçek örneklerin dağılımını yakaladığı kabul edilir. YZ alanındaki araştırmaların artması GAN'ların birçok alanda kullanımını desteklemekte ve bu alanın gelişimine destek olmaktadır.

Günümüzde GAN araştırmacılarının ilgisi görsel ürünler üzerinde yoğunlaşmıştır. Kuşlar ve yüzler gibi fotogerçekçi nesne görüntüleri oluşturmak, iç veya dış mekân sahneleri oluşturmak, görüntüleri bir kaynak alandan hedef alana çevirmek, düşük çözünürlüklü görüntülerden yüksek çözünürlüklü görüntüler oluşturmak vb. için GAN'ları kullanmak artık mümkündür. Ayrıca, konuşma ve dil işleme (Li vd.2017, Yu vd. 2017), kötü amaçlı yazılım algılama (Hu ve Tan 2023) ve satranç oyun programı (Chidambaram ve Qi 2017) dahil olmak üzere diğer YZ alt alanlarının çalışmasına GAN'lar dahil edilmiştir.

GAN'lar, gerçek görüntülerin aynı dağılımına sahip görüntü örnekleri oluşturabilir. Tipik bir uygulama olan görüntü süper çözünürlüğü için Ledig vd. (2017) süper rezolüsyon üretici çekişmeli ağlar (SRGAN) (*ing.super-resolution generative adversarial networks*)'ı sunmuştur. Ayırıcı olarak VGG ağı (blokları kullanan ağlar) ve üretici olarak da artık ağ kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar, SRGAN'ın fotogerçekçi süper çözünürlüklü görüntülerin tahmini için zengin doku detayları elde edebildiğini göstermektedir.

GAN'lar araç sürüş senaryoları oluşturmak için kullanılabilir. Santana ve Hotz (2016), gerçek sürüş senaryolarıyla aynı dağılıma sahip görüntüler üretmeyi önermiştir. Onların sürüş simülatörü modeli, tekrarlayan bir sinir ağı geçiş modeliyle birleştirilmiş ve GAN tabanlı maliyetlerle eğitilmiş bir otomatik kodlayıcıdır. Sonuçlar, GAN'ların yolun gerçekçi görünen görüntülerini oluşturabildiğini ve bu nedenle denetimsiz veya yarı denetimli öğrenme için otonom sürüşte uygulanabileceğini göstermektedir.

Gou vd. (2016, 2017) doğru göz tespiti için hem gerçek görüntülerden hem de sentetik görüntülerden öğrenmeyi önermiştir ancak kullandıkları sentetik ve gerçek görüntülerin sınırlamaları vardır; çünkü sentetik görüntüler gözlüklü gözler içermezken gerçek görüntüler çeşitli aydınlatmaları ve görünüm değişikliklerini kapsamaz. Shrivastava vd. (2017), sentetik ve gerçek görüntü veri kümeleri arasındaki boşluğu kapatmak için SimGAN (*ing. simulated generative adversarial networks*)'ın simüle edilmiş ve denetimsiz görüntülerden (S + U öğrenme) öğrenmesini önermiştir. SimGAN'lar sentetik verilerin ek açıklamalarını korurken oluşturucunun gerçek verilerin dağıtımını takip edecek şekilde sentetik verileri iyileştirmesini öğrenirler.

Görüntüden görüntüye çeviri, amacın bir girdi görüntüsü ile bir çıktı görüntüsü arasındaki eşlemeyi öğrenmek olduğu bir görüntü uygulamaları sınıfıdır. Huang vd. (2017), küresel yapıları ve yerel ayrıntıları aynı anda algılayarak, tek bir yüz görüntüsünden fotogerçekçi önden görünüm sentezi için TwoPathway GAN (TP-GAN) önermişlerdir. Sentezlenen kimliği koruyan görüntü, yüz tanıma gibi aşağı yönlü görevler için kullanılabilir. TP-GAN'ın eğitim aşaması, kimliği koruyan önden görünüş görüntüsü ve yüzün eşleştirilmiş örneklerini gerektirir. Bununla birlikte, birçok görev için eşleştirilmiş eğitim verileri mevcut değildir. Bunun ışığında, Zhu vd. (2017), eşleştirilmiş örneklerin yokluğunda bir görüntüyü bir kaynak alandan bir hedef alana çevirmeyi öğrenmek için döngüsel çekişmeli üretici ağlar (CycleGAN) (*ing cycle generative adversarial networks*) 'ı önermiştir. CycleGAN'ların yöntemleri genel amaçlıdır ve stil aktarımı, nesne başkalaşımı, nitelik aktarımı ve fotoğraf geliştirme dahil olmak üzere çok çeşitli görüntüden görüntüye çeviri görevlerine uygulanabilmektedir.

Son zamanlarda, konuşma ve dil işleme için bazı GAN tabanlı uygulamalar bulunmaktadır. Li vd. (2017) diyalogun alaka düzeyini yakalamak ve ilgili metni oluşturmak için GAN'ları kullanmıştır. Zhang vd. (2016), çekişmeli eğitim için uzun kısa süreli bellek ve DCGAN'larla gerçekçi cümleler üretmeyi önermiştir. Dizilimli üretici çekişmeli ağlar (SeqGAN) (*ing. sequence generative adversarial networks*) (Yu vd. 2017) konuşma ve dil, şiir ve müzik oluşturmak için pekiştirmeli öğrenmeyi kullanmaktadır. Pascual vd. (2017), konuşma geliştirme için çekişmeli üretici ağlar (SEGAN) (*ing. speech enhancement generative adversarial networks*) adı verilen konuşma geliştirme için GAN'ların kullanılmasını önermişlerdir. Dalga formu seviyesinde çalışırlar, modeli uçtan uca eğitirler ve aynı modele 28 hoparlör ve 40 farklı gürültü durumunu dahil ederler. Öyle ki model parametreleri paylaşılır. Önerilen modeli, iki hoparlör ve 20 alternatif gürültü koşulu ile bağımsız, görünmeyen bir test seti kullanarak değerlendirirler. Geliştirilmiş numuneler SEGAN'ın yaşayabilirliğini onaylar.

Hu ve Tan (2023), kara kutu makine öğrenimi tabanlı algılama modellerini atlayabilen, düşmanca kötü amaçlı yazılım örnekleri oluşturmak için kötü amaçlı yazılım için üretici çekişmeli ağlar (MalGAN) (*ing malware generative adversarial networks*) adlı GAN tabanlı bir algoritma önermektedir. MalGAN, kara kutu kötü amaçlı yazılım tespit

sistemine uyması için yedek bir dedektör kullanır. Üretken bir ağ, üretilen rakip örneklerin ikame detektörü tarafından tahmin edilen kötü amaçlı olasılıklarını en aza indirecek şekilde eğitilir.

Chidambaram ve Qi (2017) GAN'ların bir uzantısı olarak stil aktarımı üretici çekişmeli ağlar stil aktarımı üretici çekişmeli ağlar (STGAN) (ing. style generative adversarial networks)'lar olarak adlandırdıkları stil aktarımı için genel bir çerçeve sunar. Aksi takdirde ayrı bir kayıp fonksiyonu olan bir jeneratörü düzenli hale getirmek için bir ayırıcı kullanırlar. Yaklaşımları, belirli bir oyuncunun tarzında satranç oynamayı öğrenme görevine uygulanır ve STGAN'ların uygulanabilirliği için ampirik kanıtlar üretir.

Choi vd. (2017), gerçekçi sentetik elektronik sağlık kayıtları (EHR'ler) oluşturmak için tıbbi üretici çekişmeli ağ tıbbi üretici çekişmeli ağlar (medGAN) (ing. medical generative adversarial networks)'ı önermektedir. Bir giriş EHR veri setine dayalı olarak medGAN, bir otomatik kodlayıcı ve GAN'ların bir kombinasyonu yoluyla yüksek boyutlu ayrık değişkenler (örn. ikili ve sayma özellikleri) üretebilir. Bu grup, fizibiliteyi göstermek için medGAN'ın dağıtım istatistikleri, tahmine dayalı modelleme görevleri ve tıbbi uzman incelemesi dahil olmak üzere birçok deneyde gerçek verilerle karşılaştırılabilir performans elde eden sentetik EHR veri kümeleri oluşturduğunu göstermiştir.

Tıbbi alanda YZ kullanımı günümüzde, memeli hücrelerini laboratuvar ortamlarında yönetmeye yönelik çalışmalara kadar ulaşmıştır. Memeli sinir hücreleri, dış uyaranlara uyarlanabilir şekilde yanıt verme yeteneği, tüm memeli öğrenmesinin temelini oluşturduğu için *in vivo* araştırmalarda başarı sağlanmış konulardandır (Kılıç ve Turhan 2022). Günümüzde hedefe yönelik davranış için bu temel davranışı *in vitro* araştırmalarla belirleyen çalışmalar yapılmaya başlamıştır. Bu çalışmaların ilki, Ekim 2022'de karşımıza çıkan “*DishBrain*” sistemi olup gerçek zamanlı olarak uyarlanabilir davranış sergileyen bu ilk sentetik biyolojik zeka sistemi dünya literatürüne girmiştir. Yapılan çalışmalar, beynin, dünyayla ve genel olarak zekayla nasıl etkileşime girdiğini açıklayan teorileri desteklemek veya bunlara meydan okumak için kullanılabilecek ampirik kanıtlar sağlamaktadır (Kagan vd. 2022).

“Derin Evrişim Tabanlı Üretken Düşman Ağları Yoluyla Uçtan Uca Sanat Eserleri Üretimi” başlıklı makalede (Turhan ve Yurttakal 2023) değinildiği gibi sanat eseri yaratan sanatçılar, yaşamları boyunca öğrendikleri bilgileri zihinlerinin yaratıcılık yönleriyle işleyerek ortaya koyarlar. Bunun yanı sıra her insanda bulunmayan bazı yeteneklerin de söz konusu teknolojiler vasıtasıyla taklit edilmesi son dönemde yapılan çalışmalar arasındadır. Tüm bu gelişmeler yaşanırken insan yeteneği sonucu ortaya çıkan sanat eserlerinin, artık yapay zeka tarafından oluşturulduğu örnekler çeşitlilik kazanmış ve sayılarında azımsanmayacak artışlar yaşanmıştır.

İngiltere’nin 1977 tarihli Patent Kanunu ise buluş sahibini buluşun asıl yaratıcısı olarak tanımlamakta, insan veya insan dışı bir sisteme ayırım vermemektedir. Bu yaklaşım, buluşun insan tarafından veya entelektüel yaratımla ortaya çıkarılan eserlere uyguladığı hükümlerle tam olarak örtüşmüyor olabilir (Abbot, 2016). Almanya yasaları, otomatik sistemler ve otonom sistemler arasında ayrıma gider. Buna göre yapay zekâ, otonom sistem olarak telif hakkına daha az ihtiyacın duyulduğu başvurular arasında değerlendirilmesi yönünde verilen kararı kolaylaştırabilir. Avrupa Patent Sözleşmesi, Avrupa’da toplu patent hakkı için olanak sunar. Sözleşmeye göre patent hakkı buluş yapana aittir. Sözleşme, buluş sahibi kapsamını insanla sınırlar. İngiltere’de düzenlenen Uluslararası Fikri Mülkiyet Haklarının Korunması Derneği (AIPPI) (*ing. International Association for the Protection of Intellectual Property*) Kongresinde, orada bulunan katılımcılarla, gerçek bir sanat eserinin ortaya çıkması için insana gerek olup olmadığı tartışılmış, çoğunluk kanaatine, insan eli değmeyen eserler için teşvike ihtiyaç duyulmayacağı ve böylelikle telif hakkından bahsedilemeyeceği gerekçesine dayanılarak YZ eserlerinin, yalnızca insan müdahalesinin olması durumunda telif hakkıyla korunması gerektiği düşüncesine varılmıştır (Brandi-Dohrn vd. 2019). 18 Ekim 2022 tarihinde dünyada ilk defa Amerika Birleşik Devletleri (ABD) tarafından “Yapay Zeka Hakları Bildirgesi” yayımlanmıştır.

Uluslararası anlamda ve Avrupa Birliği (AB) hukuku anlamında da çalışmalar devam etmektedir. YZ destekli eserlerin korunmasına yönelik ulusal, bölgesel ve uluslararası düzenlemelerde netlik sağlamak hatta uluslararası ortak yaklaşımların geliştirilmesinde

fikir birliğine varılmıştır. Bu tez çalışmasında, akademik araştırmalar için erişimi olan Wiki-Art veri setinde orijinal sanat eserlerinin üretilmesi için DCGAN'lar önerilmiştir. Veri seti ve DCGAN'lar tanıtılmış, elde edilen çıktılar sunulmuştur.

Reglasyonlar fikir ve sanat eserlerine yönelik koruma yaparken esasen burada korunan değer yalnızca yaratımlar değer, aynı zamanda toplumun beğerisidir. Beğerini sanata destek veren önemli bir olgudur. Bu nedenle sanat ve toplumun yüzyıllardır karşılıklı olarak birbirlerini var ettiği söylenebilir. Dolayısıyla toplumun beğerisine sunulan her türlü YZ destekli ürünü doğru bir zeminde muhafaza etmek hem toplum hem de sanat için çok önemlidir.



3. KURAMSAL TEMELLER

3.1 Hesap Yapan Makine: Bilgisayar

YZ kavramını açıklamaya çalışmadan önce belki de zamanda geri dönüp bilgisayarın ne olduğunu, onun çıkış noktalarına değinerek anlamaya çalışmak gerekir. Aspray ve Mahoney (1991)'nin eseri bizlere bilgisayarın “hesaplama” serüvenini anlatmaktadır. Hesaplama yapabilen ilk makine 1623 yılında 6 basamağa kadar olan sayıları toplayıp çıkarabilmeye dair matematik işlemi yapabilen, bugün de kullandığımız tabirle bir hesap makinesidir. Bu makine, ilgili matematik işlemini yaparken “elde” olarak adlandırılan artan ve kalan sayıları saklayabilme özelliğine sahipti (Aspray ve Mahoney 1991). 1674 yılında Leibniz tarafından geliştirilen basamak hesaplayıcı makine ise mekanik temellere dayalı bir şekilde toplama çıkarma ve yeniden toplama yapabilme kabiliyeti ile çarpma yapabiliyordu. Çarpma işleminin sonucuna ulaşmak için toplama işlemi mantığını kullanıyor, çarpan değeri kadar toplama işlemini tekrarlıyordu (Look ve Belaval 2023). Örneğin bir sayının 7 katına ulaşmak istendiğinde aynı sayıyı 7 kere topluyordu.

Hesaplama yapabilmek için bu makinelere ilkel anlamda programlama yapabilme kabiliyeti de eklendi. Daha sonraki yıllarda elektriğin icadı ve hesaplama makineleriyle entegrasyonu ile günümüzdeki anlamına kavuşan bilgisayar makinesine adım atılabildi. Devamındaki yıllarda bu icatların üzerine onlarca katkı sağlayan bilim insanı hesaplama yapabilme amacına hizmet eden çalışmalar ve buluşlar gerçekleştirdi.

Bilgisayarın çıkış noktasının, matematik bilimine dair kuramlar aracılığıyla hesaplama yapabilme temeline dayandığı açıktır ancak bunlar arasında hesaplama bilimine çağ atlatan İngiliz matematikçi Turing (1936)'in “mantıksal bilişim makinesi” [*logical computing machine; LCM*] önerisi olmuştur. Turing, günümüzde “Turing Makinesi” olarak bilinen bilgisayarlar ile her türlü hesaplama yapılabileceğini ileri sürmüştür (Turing 1936). Bu mihenk taşı sayılan önerinin aslında bilgisayar makinesi denilen donanımlar ile programlamaya dair yazılımların senkronize edilerek akıllı makineleri oluşturduğu söylenebilir. Dolayısıyla YZ olarak bilinen ileri düzey hesaplama yapma ve tahminde bulunma yetisinin motorunu aslında bilgisayarlar oluşturmaktadır (Nilsson 2010).

3.2 Yapay Zekâ (YZ) Kavramı

Bilinen bir veriden bilinmeyen bir bilgi çıkarılması insan zekâsının çalışma süreciyle benzeşen bir durumdur ancak zekânın ne olduğu konusunda çok az fikir birliği bulunmaktadır (Kaplan 2016). Bu kavrama ilişkin genel kabul gören bir fikir birliği olmasa da zekâ kavramı psikologlar tarafından birçok farklı unsurun bir araya geldiği bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Öğrenmek, akıl yürütmek, problem çözmek, algılamak ve dil kullanmak; zekâ olarak adlandırılan sürecin ayrılmaz temel unsurlarıdır (Terman 1948). Adını bu sebeple zekâ kelimesinden esinlenerek alan YZ kavramı ilk defa Alan Turing tarafından 1950 yılında dile getirilmiştir (Turing 1950). 1955 yılında ise John McCarthy tarafından bir yaz çalıştayında terminolojik ismini almıştır (McCarthy vd. 1995).

YZ terminolojisi; düşünebilen en zeki canlı insanın zekâ niteliği üzerinde, bilgisayar tabanlı çalışmalar yaparak ona benzer ve onun ötesinde çıkarımlar yapılabileceği fikrine en temel dayanağı oluşturmuştur. Bu fikri hayata geçirmek için yararlanılan bilgisayarları insana benzetmeye çalışmak, insan zekâsına benzer çalışan yeni yazılımlar ortaya çıkarmayı gerektirmiştir. Bu yönüyle YZ temel olarak akıllı bilgisayar programları yaratma bilimi olarak tanımlanabilir (McCarty 2007). Bir makinenin gelişmiş bir insanın bilişsel işlevlerinin çoğunu veya tamamını simüle edebileceğine inanılmaktadır (McCarthy 2007, Kaplan 2016). YZ kavramının yaratıcılarının ifade yöntemleri, yıllar içerisinde birçok bilim insanı ve resmi otoritelerce farklı biçimlerde ele alınmış olup mevcut güncellemelerle halen tanımlanmaya ve geliştirilmeye süratle devam etmektedir. AB Komisyonunun 2018 tarihli raporuna göre ise YZ, belirli hedefe ulaşmak için çevresini analiz ederek ve - bir dereceye kadar özerklikle - harekete geçerek akıllı davranışlar sergileyen sistemleri ifade eder, şeklinde tanımlanmıştır (İnt.Kyn.1).

YZ, insan yeteneklerinin ötesinde bir makine olgusu olarak adlandırılrsa da tam olarak bir insan ürünüdür. İnsan yeteneklerine benzer veya fazlası verileri ortaya çıkarabilmesi onun doğal süreç içerisinde ortaya çıktığı anlamına gelmemektedir (Fetzer 1990). Farklı bakış açısına sahip bulunan çevrelere göre YZ kavramının insan zekâsına veya davranış biçimine benzetilmesi son derece hatalı bulunmaktadır. Bir makinenin saniyeler

içerisinde tsunamiyi önceden haber verebilmesi, bir güvenlik yazılımının beş yüz milisaniyelik bir süre içinde sıra dışı bir veri erişim talebini algılayıp bir siber saldırı riskinden şüphelenmesi, kısacası makinelerin onlara verilen bir görevi pratik veya hızlı şekilde gerçekleştiriyor olması YZ teknolojilerinin insandan daha zeki olduğu anlamına gelmeyebilir (Kaplan 2016). Kanımca, YZ'yi yalnızca insana benzer olgulara dayalı olarak açıklamaya çalışmak, her ne kadar onu izah edebilme açısından bizlere yardımcı olsa da ileride onu insanla yarışan, insanla kıyaslanan bir olgu haline getirebilir. Bu da YZ'nin ilerleyiş sürecinde bu teknolojilerden korkma, şüphe etme, engelleme, dışlama, toplumsallaştıramama gibi olumsuz etkileri gündeme getirebilir.

YZ alanının büyüleyici yönlerinden biri, konusunun kesin doğasının tanımlanmasının şaşırtıcı derecede zor olmasıdır (Fetzer 1990). Nihayetinde, insan yeteneklerinin ötesinde çıkarımlarda bulunabilmesi de, bir insan tarafından kurgulanmış bir çalışmanın sonucudur. Bu ikilemin başlı başına YZ teknolojilerine karşı sosyolojik ilgiyi uyandıran çıkış noktalarından olduğu söylenebilir. McCarthy vd. (1955)'nin önemli bir teknolojik buluş için kullanmayı tercih ettiği YZ terimi basın ve magazin çevrelerince de o dönem merak uyandırmış, sosyolojik ve felsefi açıdan ele alınarak ilgili çevrelerce üzerinde tartışmalar yapılmasına zemin hazırlamıştır. Aslında matematik bilimi üzerine kurguladığı bu önemli buluş, bu teknolojinin bir canlıya benzetilmesiyle üzerinden yarım asırdan fazla zaman geçmesine rağmen hala terminolojik olarak tartışılmaktadır.

3.2.1 Yapay Zekâ Türleri

YZ teknolojileri ortaya koydukları çıktılarının niteliği ve yeteneklerine göre farklı türler olarak sınıflandırılmaya tabi tutulmuştur.

– Reaktif Yapay Zekâ (*Reactive Artificial Intellegence*)

Reaktif YZ, belirlenmiş bir konu veya alan üzerinde işlevini gerçekleştirmektedir. Sosyal etkileşim kurma gibi bir yeteneği bulunmamaktadır. Üzerine kurgulandığı konu veya alanda çevresine duyarlıdır (Yılmaztekin 2021). Bu türe Google'ın piyasaya sürdüğü "AlphaGo" isimli oyun ile örnek verilebilir. Go oyunu oynayabilen bir YZ teknolojisi ile karşılıklı oyun oynanabilmektedir.

– Limitli Hafıza Türü (*Limited Memory Artificial Intelligence*)

Uygun kararlar vermesi için hafıza özelliği bulunan bir YZ türüdür. Programlandığı görevi yerine getirmek üzere hafıza özelliğine başvurarak sonuca ulaşmaktadır. Hafızasını kullanarak öğrendiği verilerden sonuçlar çıkarma kabiliyetine sahiptir (Yılmaztekin 2021). Apple şirketinin piyasa sürdüğü “Siri” isimli sohbet robotu bu YZ türüne uygun örnek olarak verilebilir.

– Zihin Teorisi Türü (*Theory of Mind Artificial Intelligence*)

Aktif bir öğrenme yeteneği üzerine kurgulanmıştır. Bu tür YZ, insan davranışlarını tespit ederek, onlardan sonuç çıkarabilme yeteneğine sahiptir. Bu özelliğiyle insana dair duygu ve düşünceleri algılayabilir. Güncel gelişmeler ışığında belirtmek gerekir ki hedeflendiği görevler üzerinde henüz tam bir performans alınamamıştır. Bu tür üzerine çalışmalar devam etmektedir (Rodney 1991). Örnek olarak bir bilim kurgu filmi olan Star Wars filmindeki R2-D2 karakteri verilebilir.

– Öz Farkındalığı Olan Tür (*Self Aware Artificial Intelligence*)

Basit bir ifade ile kendi kendinin farkında olan YZ türü olarak izah edilebilir. Bu tür ile çalışan makineler kendilerinin bulunduğu çevrenin ve kendilerinin de o çevre içinde bulunduğunun yani varlık alanına dahil olduğunun bilincindedir. Şuuru ve önsezisi vardır. Henüz bu düzeye ulaşabilmiş bir YZ çalışması bulunmamaktadır. Bu türe örnek vermek yerine benzetme yapılabilir. Türk sinemasının “Japon İşi” filminde bulunan Japon Robot (Fatma Girik) bu türe benzetilebilir.

3.2.2 Yapay Zekânın Kullanıldığı Alanlar

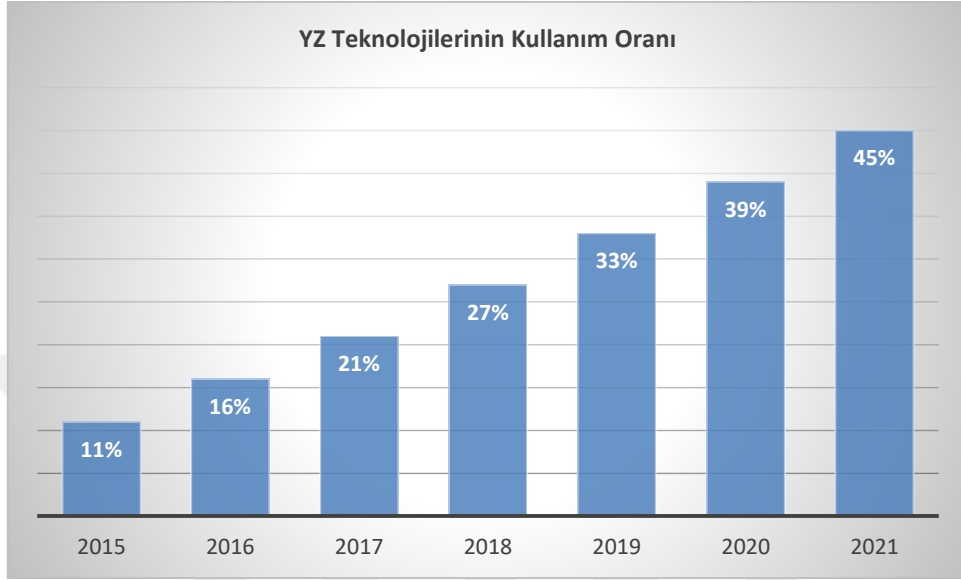
YZ kavramına dair henüz net bir tanım veya fikir birliği sağlanamamıştır (İnt.Kyn.2). YZ teknolojilerinin bir araç mı, başlı başına bir bilim dalı mı ya da kendi hareket alanını belirleyebilen soyut bir organizma mı olduğundan emin olamamak, onun sınırlarının belirlenmesinin zorluğunu göstermiştir (Kaplan 2016). Her ne kadar terminolojisi ve

tanımına dair tartışmalar devam etse de YZ'ye dair yapılan ilk çalışmadan itibaren günümüze kadar yapılmış her çalışmanın aslında onun kullanım alanını ortaya koyacağını söylemek yanlış olmayacaktır. Turing (1936)'ın makalesiyle YZ'nin yolu açılmış, günümüze kadar birden fazla kış dönemi atlatsa da çığır açan gelişmeler yaşanmıştır (New Scientist 2017) .

YZ'nin yaşam alanını tezahür edememek aslında onun her alanda kullanılma olasılığı olduğu fikrini doğurabilir. Finans analizinden savunmaya, sağlık alanından dil bilimine, otonom sürüş tekniklerinden iletişim ağlarına, işe alım süreçlerinden vatandaşlık sistemlerine kadar insana dair birçok alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, robotik alanında, yani dijital sistemlerin, sensör adı verilen fiziksel algılayıcılar ve aktüatör adı verilen harekete geçirme mekanizmalarıyla birleşiminden oluşan sistemlerde de önemli ilerlemeler kat edilmiştir (Herbert 2021).

YZ'nin kullanım alanlarına bakıldığında genelde uluslararası büyük firmaların teknoloji yatırımları sayesinde ortaya çıktığı görülmektedir. Apple'ın Siri isimli sesli asistanı, Google'ın özellikle 2016 yılında güçlendirdiği doğal dil işleme programı, Tesla'nın otonom sürüş için geliştirdiği yazılımı, bu duruma birkaç örnek olarak verilebilir ancak süreç ilerledikçe YZ'nin doğasından kaynaklanan bir gelişim ve yayılımın söz konusu olduğu görülebilir. Büyük şirketlerin ticari amaçlı kullanımından sıyrılan YZ, giderek resmi kurumların ve hatta büyük çerçevede hükümetlerin kullanım alanlarında güçlü bir araç olarak yer almakta ve kullanım oranları giderek artış göstermektedir. Çin Halk Cumhuriyeti'nin YZ kullanım oranı 2017 yılında %17 seviyesinden 2020 yılında %70'e yükselmiştir (Chui 2017). Bunun yanı sıra YZ'nin bireysel kullanım alanlarına dahil olması kullanım oranında ciddi anlamda artışa sebep olacaktır. Bu durum bilgisayarın kullanım serüveni ile örneklendirilebilir. İlk zamanlarda askeri amaçlı kullanımı yapılan bilgisayar, giderek bireysel kullanıcı düzeyine kadar erişim sağlayabilmiş ve sonrasında güncel yaşantının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Okay 2021). Bu örnek verilirken bilgisayarların icat edildiği günden bu yana donanımsal ilerleyişinden bağımsız bir benzetme yapılmıştır. YZ teknolojilerinde de bireysel kullanıcı düzeyinde kullanım oranlarında azımsanmayacak oranda artışlar gözlemlenmiştir. ABD'de YZ'nin bireysel kullanımında ciddi bir artış görülmüştür. Şekil 3.1, YZ teknolojilerinin yetişkin

bireylerde kullanım oranlarının yıllar bazındaki artışını göstermektedir. Burada görüldüğü üzere 2015 ve 2021 yılları arasındaki kullanım oranında yaklaşık 4 kat artış yaşanmıştır.



Şekil 3.1 YZ teknolojilerinin yetişkin bireylerde kullanım oranlarının yıllar bazındaki artışı (İnt.Kyn.3).

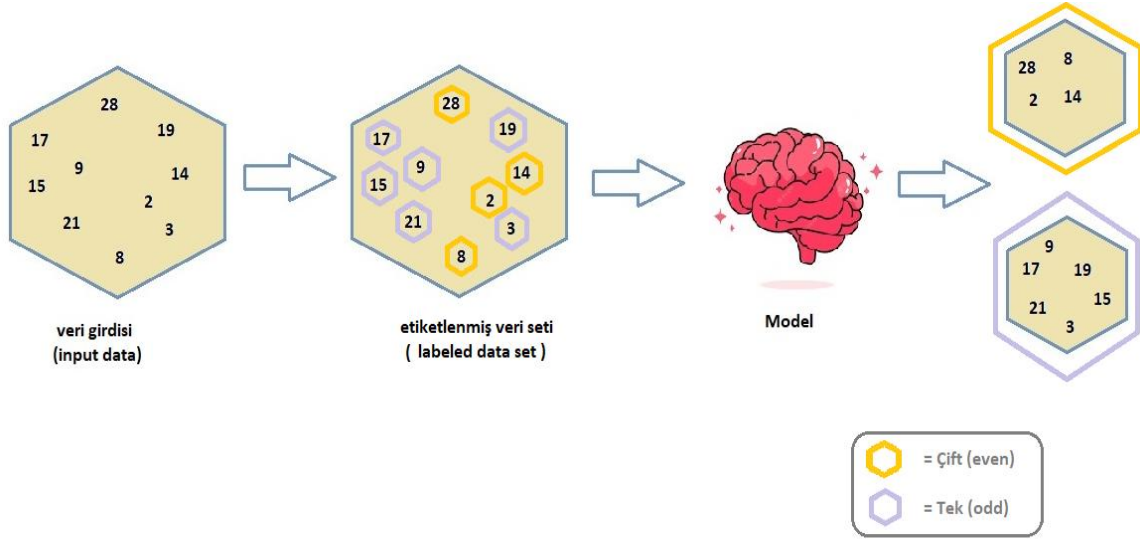
3.3 Makine Öğrenmesi (*Machine Learning*)

Makine öğrenmesi YZ'nin bir alt alanıdır (Murphy 2012, Burkov 2019). Verilerdeki anlamlı kalıpların otomatik olarak algılanması ve algılanan kalıpların belirli görevler için kullanılmasıyla ilgili bir süreçtir (Shalev-Shwartz ve Ben-David 2014). YZ alanında, bir makine davranışı eğitimle gerçekleştirildiğinde makinenin öğrendiği söylenir. Bu duruma basit bir örnek olarak mobil telefonların mesaj metnini tamamlama özelliği gösterilebilir (New Scientist 2017). Aslında YZ terminolojisi gibi makine öğrenmesi de adını spekülatif bir ifade yönteminden esinlenerek almış olabilir. Makinelerin herhangi bir komut almadan öğrenebileceği fikri güncel teknoloji bileşenleri ile uyumlu olmayabilir. Zira makineler eğitilebilir ancak öğrenemez (Johnson 2020). Bir gün kendi kendine öğrenebilecek kabiliyeti haiz olsa dahi geçmişte insan eliyle eğitildiği için öğrenebileceği gerçeği aşikârdır. Makine öğrenmesi terimi öğrenme kabiliyetlerinde insani yeteneklerin önüne geçebilecek kadar ilerlediği ve sezgisel bulgulara benzer veri işleme gerçekleştirebildiği için kendisine yüklenmiş olabilir. Donanımsal anlamda gelişen

teknolojiler büyük veri kümelerini işlemede çok daha güçlü hale gelmiştir. Bu da makine öğrenmesini çok daha sezgisel hale getirmiştir (Johnson 2020). Samuel (1959) tarafından "bilgisayarlara açıkça programlanmadan öğrenme yeteneği veren çalışma alanı" olarak tanımlanan makine öğrenmesi aynı zamanda YZ teknolojisini kullanma yöntemlerindendir. Makine öğrenimi algoritmaları, daha fazla veri aldıkça belirli bir görevde, zaman içinde performansı iyileştirmek üzere tasarlanmıştır (Surden 2014). Dolayısıyla makineleri eğitme işleminde ne kadar başarılı olunabilirse sonuçlar o kadar hassas ve etkin olacaktır. Veri hacmindeki artışın elverişli koşulları oluşturmasıyla birlikte öğrenme sürecinin geliştirilmesine odaklanmak, makine öğrenimine yön vermiş ve daha ileri kavram olan derin öğrenme teknolojilerine olan ilgi artmıştır.

3.3.1 Denetimli Öğrenme (*Supervised Learning*)

Denetimli öğrenme, belirli bir girdiyi belirli bir çıktıya dönüştürmek için bir dönüştürme işlevini iyileştiren algoritmaları tanımlar. Buradaki fikir, dönüştürme işlevinin bilinen tüm örnekleri doğru bir şekilde dönüştüreceği ancak yeni varyasyonlarda iyi çalışacak kadar genelleştireceği şekilde özel ve genel iyileştirmeyi dengelemektir (Johnson 2020). Derin öğrenmenin bir çeşidi olan denetimli öğrenme, etiketleme işlemi olarak bilinen ve veri setinde olmayan bazı verilerin makineye bildirilmesi yöntemiyle deneyim kazandırmak amacına yönelik çalışmaktadır (So 2020). Denetimli öğrenmenin temel noktası etiketli bir veri kümesi (*labeled dataset*) kullanılmasıdır. Makine öğrenimi sürecinde kullanılacak verilerin hangi bilgilere denk geldiğinin kullanıcı tarafından etiketlenmesi ile çıktılar elde edilir. Farklı sayılardan oluşan bir veri kümesinin içinde bulunan sayıların kullanıcı tarafından seçilerek “tek veya çift” olarak önceden etiketlenmesiyle hedef olarak 2’ye tam bölünebilen yani çift sayıların tanımlanmasına yönelik yaratılan algoritmayı denetimli öğrenmeye örnek olarak verebiliriz. Şekil 3.2’de bulunan veri işleme algoritması, çift ve tek sayıların kullanıcı tarafından etiketlenmesi yöntemi ile eğitilerek denetimli öğrenmeyi göstermektedir.



Şekil 3.2 Denetimli öğrenme modeli.

Denetimli öğrenmenin kullanılmasına ilişkin, bankaların ve finans kurumlarının müşterilerine kredi vermek amacıyla kredi risk değerlendirme mekanizması olarak bu tip algoritmaları kullanması örnek verilebilir. Bugüne kadar makine öğreniminin en yaygın kullanılan biçimi denetimli öğrenimdir. Denetimli öğrenme, eğitim süreci tamamlandıktan sonra genellikle insan doğruluğundan daha iyi sonuçlar elde edebilmektedir. Bu nedenle birçok ürün ve hizmete entegre edilmiştir (Goodfellow 2020).

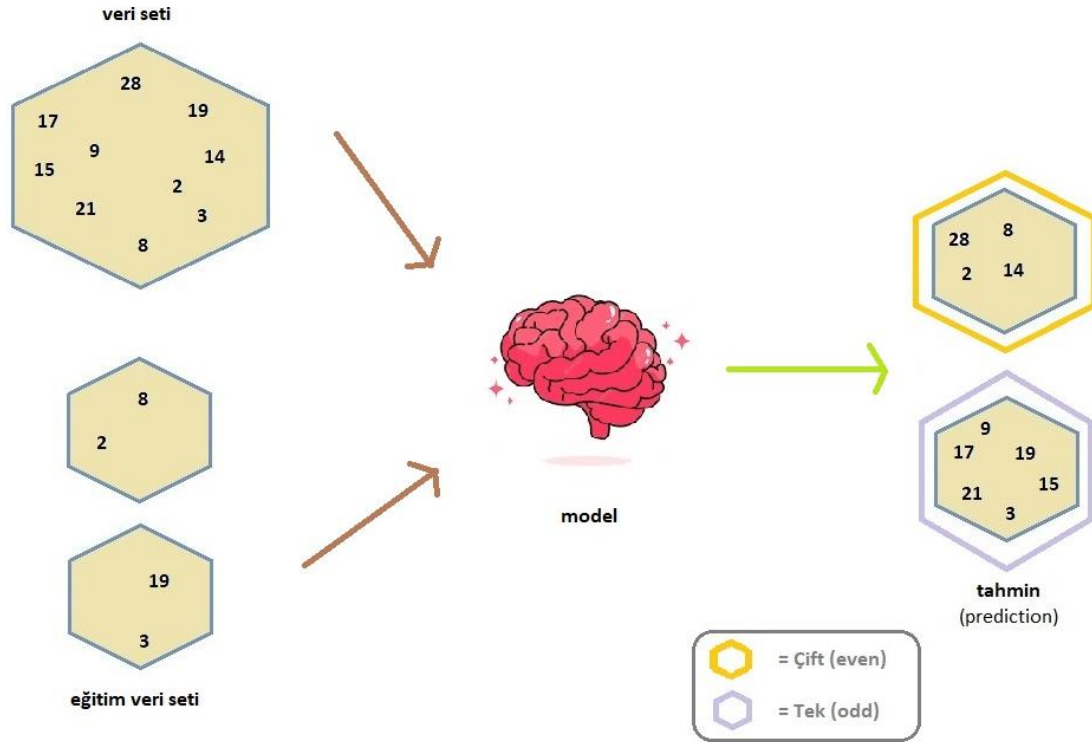
Denetimli öğrenme önemli bir öğrenme türüdür ancak tek başına yeterli olmayabilir. Etkileşimli problemlerde, tüm durum örneklerini önceden tespit etmek genellikle pratik değildir (Sutton ve Barto 2014,2015). Denetimli öğrenmede veri etiketleme işlemi önceden belirtildiği gibi kullanıcı tarafından yapılmaktadır. Burada etiketleme sürecini yöneten kullanıcıdan kasıt tipik olarak insandır. Bu sebeple denetimli bir öğrenme görevi için eğitim verileri hazırlamak genellikle büyük çaba gerektirir (Lee vd. 2021). Üstelik insan eli ve iradesi ile etiketleme yapılması, çıktının sonucunu etkileyen bir önyargı veya hata gibi subjektif sonuçlara neden olabilir. Bu nedenle daha pratik olan ve zamandan da tasarruf sağlayan yöntemler elde etmek adına, özellikle insan gözetiminde yapılan öğrenmeyi azaltmak ve öğrenme için gereken örneklerin sayısını azaltmak amacıyla pek çok araştırmacı, genellikle üretken modeller kullanarak denetimsiz öğrenme üzerinde çalışmaktadır (Goodfellow vd. 2020).

3.3.2 Denetimsiz Öğrenme (*Unsupervised Learning*)

Denetimsiz öğrenmede kullanıcının etiketleme işlemi yapmasına gerek yoktur. Veriler sisteme yüklenirken etiketleme yapmak yerine istenen bilgileri içeren ve eğitim veri seti olarak adlandırılan küçük bir veri seti kullanılarak makinenin kendisinin keşfetmesi sağlanır (Alpaydın 2010). Genel olarak denetimsiz öğrenmenin amacı, etiketlenmemiş girdi örnekleri içeren bir veri kümesini inceleyerek yararlı bir şeyler öğrenmektir (Goodfellow vd. 2020).

Denetimsiz öğrenme, veriler içindeki ilişkilendirmelere dayalı olarak bilgileri rapor eden algoritmaları tanımlar. Kümeleme algoritmaları, denetimsiz öğrenmenin popüler bir örneğidir. Bunlar, farklı veri gruplarını oluşturmak ve raporlamak için veri noktaları arasındaki benzerliği kullanır. Kümeleme iyi bir yöntem olmasına rağmen, uyarlanabilir olmayan yalnızca iyi tasarlanmış bir algoritmadır (Johnson 2020).

Denetimsiz öğrenme, kullanıcının etiketleme yapmasına gerek olmadığı için zaman kazandıran ve kolaylık sağlayan bir derin öğrenme çeşididir. Bunun yanı sıra denetimsiz bir öğrenme görevinde etiketlenmiş bir veri seti olmadığı için makinenin nasıl öğrendiği konusu biraz belirsizlik içerebilir. Bu belirsizlikten kasıt makineye öğretilecek olan verinin kullanıcı tarafından belirtilmemiş olmasıdır. Bu evre makineye bırakılır ve bu nedenle “denetimsiz” öğrenme olarak ifade edilir (Lee vd. 2021). Şekil 3.3’te, denetimsiz öğrenme modeli görsellerle aktarılmıştır.



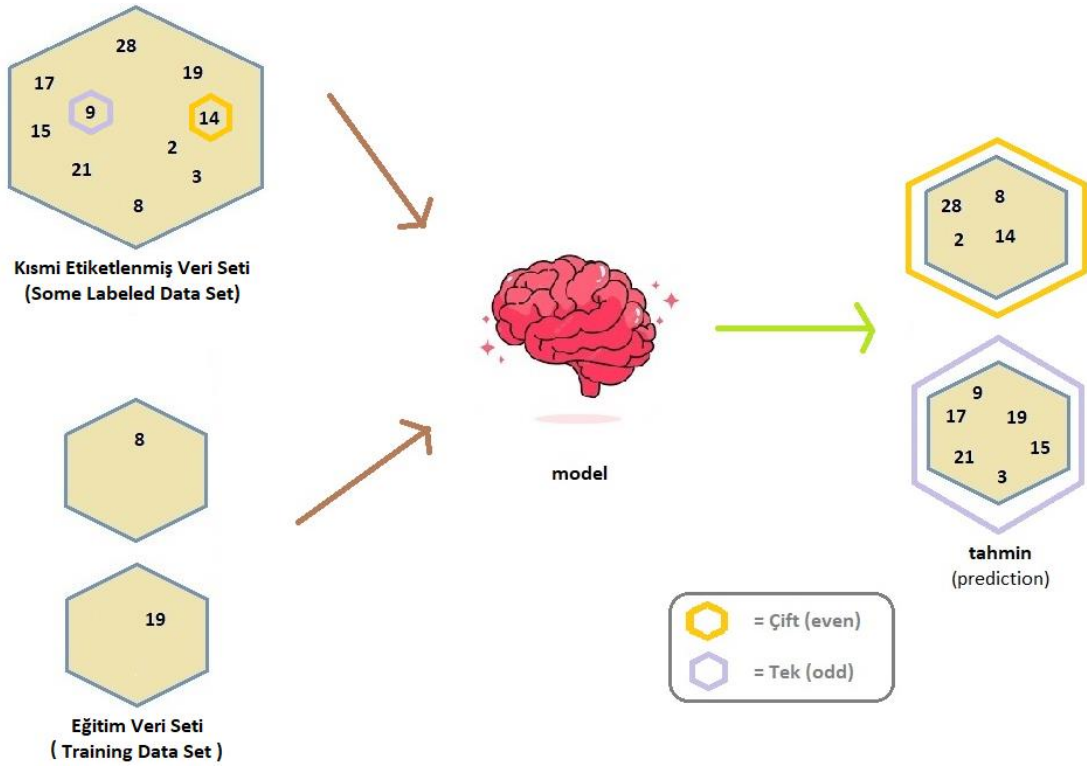
Şekil 3.3 Denetimsiz Öğrenme Modeli.

3.3.3 Yarı Denetimli Öğrenme (*Semi-supervised Learning*)

Bu öğrenme biçimi hem denetimli hem de denetimsiz öğrenme yöntemlerinin her ikisini de içerebilir (Chapelle vd. 2006, Zhu 2008, van Engelen 2019). Yarı denetimli öğrenmede etiketli ve etiketsiz veriler birlikte kullanılır. Etiketsiz verilerin kullanım amacı daha iyi bir öğrenme prosedürü oluşturmaktır ancak burada üzerinde durulan nokta etiketlenmemiş verilerin, etiketlenmiş veriler kadar kolay çıkarılamayacak bilgiler içeriyor olmasıdır. İstenen görevin buna benzer özellikler içerdiği olasılıklarda yarı denetimli öğrenme yöntemiyle daha başarılı sonuçlar alınabilir. Ses dosyalarını etiketlemek, web sayfalarını etiketlemek gibi görevlerde kullanabilir. Örneğin Google arama algoritması, web sitelerinin, arama sorgusuyla ilişkilendirme düzeyinde sıralama yapabilmek için yarı denetimli öğrenme yöntemini kullanmaktadır. Bununla beraber hangi görevlerin bu koşula uygun olduğunu tespit etmek pratikte oldukça zordur (van Engelen vd. 2019).

Dolayısıyla denetimli öğrenme mekanizmalarında olduğu gibi hangi öğrenme yönteminin hangi probleme daha uygun olacağına yönelik önceden belirlenebilen bir yöntem, yarı

denetimli öğrenme algoritmaları için henüz keşfedilmemiştir. Ayrıca etiketlenmemiş veri kullanımının sistem performansını olumsuz etkilediği pratikte gözlemlenmiştir (Zhu 2008). Yarı denetimli öğrenmenin, son yıllarda ilgi görmesine rağmen performansta meydana gelen bozulmalar nedeniyle gerçek uygulamalarda kendine yer edinmesi zor olmuştur (Li 2019). Şekil 3.4'te, yarı denetimli öğrenme modeli anlatılmaktadır.



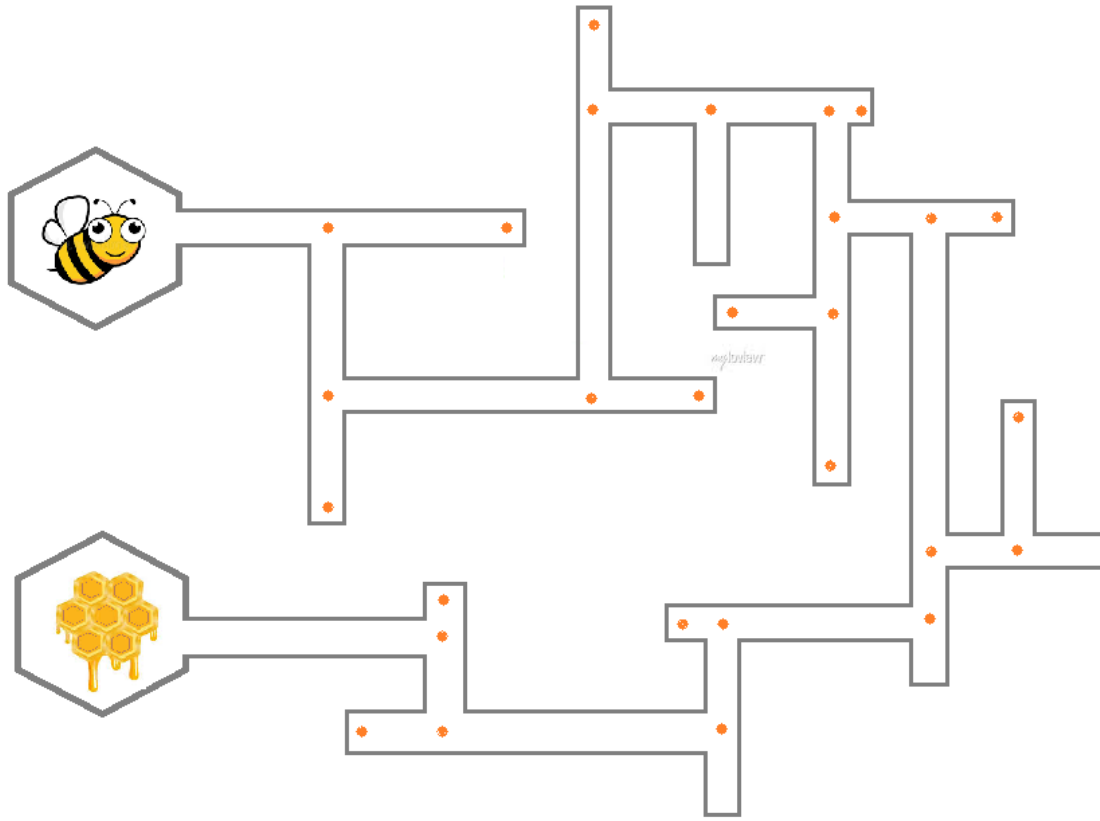
Şekil 3.4 Yarı-denetimli öğrenme modeli.

3.3.4 Takviyeli (Pekiştirmeli) Öğrenme (*Reinforcement Learning*)

Takviyeli öğrenme, YZ teknolojileri sınıflandırmasında bazı araştırmacılara göre denetimsiz öğrenme türü olarak adlandırılır. Bazı araştırmacılara göre ise bir diğer makine öğrenmesi paradigması olarak kategorize edilir (Sutton ve Barto 2014,2015). Denetimsiz öğrenme problemini çözmek için gizli yapıyı bulmaya yönelik çalışırken takviyeli öğrenmede, problemi çözmek için ortaya bir ödül koyularak hesaplama yapılmaktadır. Bu tip öğrenme yönteminin yöneldiği amaç denetimsiz öğrenmenin

yöneldiği salt amaç ile birebir uyuşmadığı için kanımızca ayrı bir başlık altında inceleme görüşü benimsenmiştir.

Takviyeli öğrenme psikoloji biliminde yer öğrenme kuramları aracılığıyla oluşturulan algoritmalara dayalı bir yöntemdir. Galibiyet veya mağlubiyet bilgisini ya da genel olarak iyi sonuç ve kötü sonuç bilgisini "ödül" veya "pekiştirme" olarak adlandırarak uygulanan derin öğrenme yöntemine "pekiştirmeli öğrenme" veya (bazen) "deneme yanılma ile öğrenme" denir (Nilsson 2010). Şekil 3.5'te, labirentte bulunan arının kovana ulaşma becerisini kazanması için kullanılan pekiştirmeli öğrenme yöntemi gösterilmektedir.



Şekil 3.5 Labirent. Şekilde bulunan noktalar, ödül mekanizmasını ifade etmektedir.

Takviyeli öğrenme bir ajanın belirli bir hedefe ulaşmak için çevresiyle etkileşime geçerek ilerleyeceği yolu ifade eden bir öğrenme biçimidir. Burada ajan olarak adlandırılan kavram, bir bilgisayar programının genel bir karar verme birimini ifade eder (Lee 2021). Makine öğreniminin birçok biçiminde görüldüğü gibi, sisteme hangi eylemleri gerçekleştirmesi gerektiği söylenmez, bunun yerine hangi eylemlerin en çok ödülü

verdiğini belirtip, sistemin, deneyerek keşfetmesi gerektiğine dayanılır. Bir robot süpürge'nin amacı ortamdaki çöpleri süpürmektir. Bu tip bir YZ algoritmasıyla desteklenen bir robot süpürge görevini yerine getirmek amacıyla hareket etmeye başladıktan bir süre sonra, odalardan birindeki çöpleri toplamaya gitmek mi yoksa şarj ünitesine dönüp pilini doldurmak seçenekleri arasında bir karar vermek zorundadır. Bu kararını vermek için robot süpürge, pilinde bulunan mevcut şarj düzeyini kontrol ederek ve önceki süpürme görevlerinde şarj ünitesini ne derecede pratik ve hızlı bulabildiği bilgisini değerlendirerek karar verir (Sutton ve Barto 2014,2015).

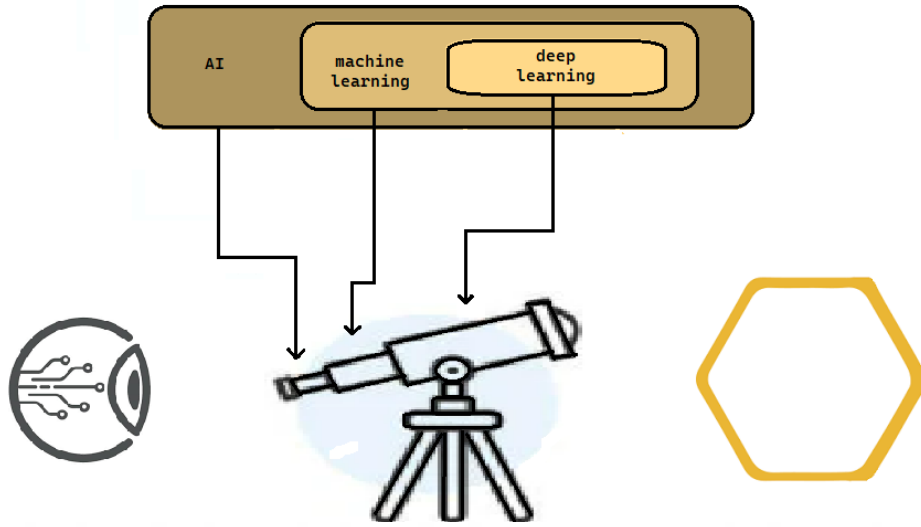
Bu ve buna benzer örnekler bakıldığında derin öğrenmenin tüm modellerinde insana benzer düşünme biçimlerinden ilham alınarak makinelerin eğitildiği açıkça görülür. İnsandan ilham alınmış olması, mecazi bir benzetmeyi aşmaktadır. İnsan beyninin fizyolojik yapısı ile benzeşen bilimsel kuramlardan yola çıkıldığına dair birçok araştırmacı fikir birliğine varmıştır. İnsan beyninde sinir ağları aracılığı ile öğrenme eyleminin gerçekleştiği, bilimsel olarak kanıtlanmış bir gerçektir. İnsanın öğrenme eylemini gerçekleştirebilmesi, beyin hücreleri arasında meydana gelen sinaptik değişimlerin bir sonucudur. Sinaptik değişimler ise nöronlar arasındaki geçişler ile sağlanabilmektedir. Bir bilginin öğrenilmesi, sinir ağları (*neural networks*) arasında oluşan elektriksel ve kimyasal sinyallerle oluşur (Lipton vd. 2015). YZ teknolojilerinin en sağlam ilham kaynağı, beyin temelli oluşturulan bu fizyolojik yapı olmuştur.

3.4 Derin Öğrenme (*Deep Learning*)

Derin öğrenme, makine öğrenmesinin alt sınıfı olarak ifade edilebilir. Makine öğrenmesinin odak noktası olan derin öğrenme birçok iç katmana sahip yapay sinir ağlarından yararlanarak verilerin makinelerle öğretilmesidir. Makinelerin eğitilmesinde daha hassas yöntemler kullanılarak hesaplamalarda daha etkin sonuçlar alınmaktadır. Son yıllarda daha popüler olmasının ana itici gücü bilgisayarlara öğretilbilir formdaki veri miktarında meydana gelen inanılmaz artışlardır (Kaplan 2016).

Derin öğrenme, görüntü veya konuşma, tanıma ya da makine çevirisi gibi belirli görevlerin yerine getirilmesi anlamında performansta muazzam bir gelişme sergileyerek,

YZ mecrasında oyunun kurallarını değiştiren önemli bir unsur haline gelmiştir (İnt.Kyn.1). Derin öğrenme, birçok farklı alanda yer alan problemleri veya soruları kendine özgü hesaplama yöntemiyle çözmektedir. Veri miktarında meydana gelen artış, özellikle kalite ve hacim açısından görüntü işleme alanında derin öğrenmenin başrol oynamasına destek vermiştir. Özellikle görüntü kategorizasyonu ve obje tanıma gibi veri işleme teknikleri ile ön plana çıkmaktadır (Şeker vd. 2017). Şekil 3.6’da, derin öğrenme Venn diyagramı ile özgün şekilde anlatılmaktadır.



Şekil 3.6 Derin öğrenme diyagramı, özgün gösterim. YZ’nin alt kümesini oluşturan makine öğrenmesi ve onun da alt kümesini oluşturan derin öğrenme arasındaki korelasyon Venn diyagramı olarak gösterilmiş olup, Venn diyagramı, katmanları olan bir dürbün ile figürize edilerek gösterilmiştir. Dürbünün iç içe geçen her katmanı bir öğrenme yöntemini temsil eder (Goodfellow vd. [2016]’nin çalışmasında kullanılan Venn diyagramından esinlenilmiştir.) Dürbünde bulunan katmanlar arttıkça, görüntünün algılanma hassasiyeti de artmaktadır.

Makine öğrenmesi ile derin öğrenme arasında hesaplama yöntemi anlamında farklar bulunmaktadır. Makine öğrenmesinde tek katman ile hesaplama yapılırken derin öğrenmede yapay sinir ağları (*artificial neural networks*) denilen birden fazla katman kullanılır. Her katmanın veri çıktısı kendinden sonra gelen katmanın veri girdisini oluşturur. Buna göre makine bir hesaplama yaparken daha hassas ve güvenilir sonuçlar çıkarır. Örnek vermek gerekirse Resim 3.1’de bulunan verinin ne olduğunun tanımlamasına yönelik her iki YZ teknolojisi ile bir hesaplama yapılmak istendiğinde, makine öğrenmesi kullanılarak yapılan veri işleme tekniğinde Resim 3.1’de bulunan veriyi Resim 3.2’de bulunan veri olarak algılayıp “gözlüklü bir insan portresi” olarak tanımlayabilirken, derin öğrenme kullanılarak yapılan veri işleme tekniğinde Resim

3.1’de bulunan veriyi “Bill Gates” olarak tanımlayabilecektir.



Resim 3.1 Bill Gates’in portresi.



Resim 3.2 Derin öğrenme kullanılarak yapılan veri işleme ile Bill Gates’in portresi (solda), makine öğrenme kullanılarak yapılan veri işleme ile gözlüklü insan portresi (sağda).

3.4.1 Derin Sinir Ağları (*Deep Neural Networks*)

Sinir ağları, biyoloji biliminden esinlenilerek ortaya çıkarılan bir hesaplama modelidir. Derin sinir ağları, düğümler veya birimler olarak adlandırılan bir dizi yapay nörondan (sinir hücresinden) oluşmaktadır. Nöronların birbirleriyle iletişimini sağlayan sinapslar sayesinde veri iletiminin sağlandığı bir yapay sinir ağı modelidir (Lipton vd. 2015).

Derin ağ mimarilerinden biri olan derin sinir ağları, yapay sinir ağlarının yapısal olarak daha derinleşmiş ve genişlemiş halidir (Ser ve Gat 2019). Girdileri ve çıktıları arasında birden fazla gizli katmanı olan beslemeli derin sinir ağları çok katmanlı yapay sinir ağlarından oluşur ve genellikle büyük veri seti ile çalışır (Hinton vd. 2012). Derin sinir ağlarında, bir katmandaki her nöron diğer katmanlardaki nöronlara bağlıdır (Hızlısoy ve Tüfekçi 2021).

Derin sinir ağıları hem denetimli hem de denetimsiz öğrenme problemleri için uygulanabilmekte olup doğrusal olmayan karmaşık ilişkilerin tespit edilebilmesini sağlamaktadır. Derin sinir ağıları yaygın olarak verileri sınıflandırma, doğal dil işleme, çeviri gibi birçok alanda başarıyla kullanılmaktadır (Küçük ve Arıcı 2018). Derin sinir ağlarının farklı çalışmalarda hem sınıflandırma hem de öznitelik çıkarma amacı ile de kullanıldığı görülmektedir (Bakar 2018).

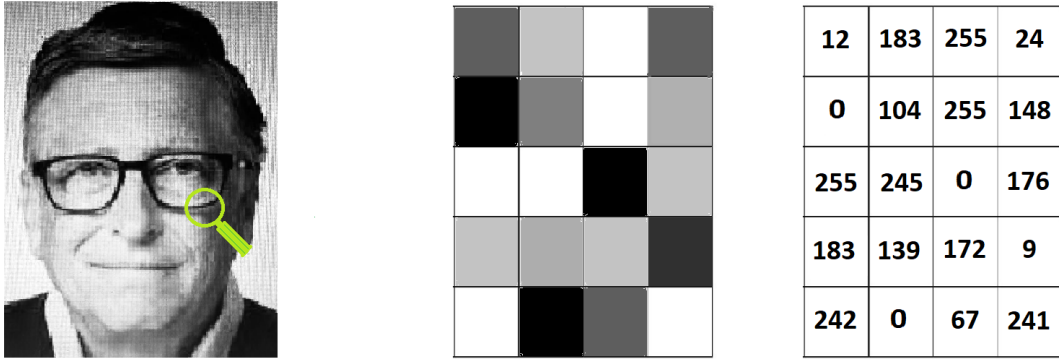
3.4.2 Evrişimli Sinir Ağları (*Convolutional Neural Networks*)

Evrişimli sinir ağıları, öğrenme yoluyla kendi kendini optimize etme kabiliyetine sahip olan geleneksel yapay sinir ağlarına, yine evrişimli sinir ağlarının çalışma prensibi de temel anlamda yapay sinir ağlarına benzer. Evrişimli sinir ağıları, görüntülerde örüntü tanıma konusunda öncül olarak tercih edilir. Görüntü örüntülemeye özgü özellikleri, ağ modeli kurmak için gereken parametreleri daha da azaltması nedeniyle evrişimli sinir ağları görüntü odaklı görevler için daha uygundur (Wu 2017). Evrişimli sinir ağları yapay sinir ağlarının çalışma prensipleri aynı çalışırken kendine özgü bir evrişim katmanını barındırdığı için görüntü temelli YZ teknolojileri kullanımı için önem teşkil etmektedir.

Görüntü, piksellerin bir araya gelmesiyle oluşan bir kompozisyonudur. Her piksel 0-255 arasında bir değer alır. Koyu renkleri temsil eden pikseller 0'a yakın değerler alırken açık renkleri temsil eden pikseller 255'e yakın değerler alır (Suzuki 2012). Evrişimli sinir ağları algoritması kullanılan bir derin öğrenme yönteminde yapay sinir ağından farklı olarak evrişim katmanı devreye girerek pikseller arasındaki bağıntılar üzerinde işlem yaparak daha iyi sonuç alınmasına destek verir (Nazari ve Yan 2021). Evrişimli sinir ağları bir görüntünün küçük ve örtüşen bölümlerinde desenler arar ve bu öğrendiklerini ilk olarak komşu bölgelere, daha sonra da daha büyük bölgelere giderek yayabilir (Kaplan 2016).

Daha açık bir ifadeyle görüntülerin önemli kenarları, köşeleri veya küçük anlamlı bölümlerini meydana getiren parçalarını tespit edip daha sonra bu verileri işleyerek görüntünün anlamlı parçalarını veya tam görüntüyü tanımlayabilir. Bu da, daha az parametre depolamamız gerektiği anlamına gelir. Dolayısıyla modelin bellek

gereksinimleri ve istatistiksel verimliliğini artırır. Bu aynı zamanda çıktının hesaplanmasının daha az işlem gerektirdiği anlamına gelir. Görüntü tanımlama için evrişimli sinir ağları bu nedenlerle oldukça verimli olarak tanımlanır (Goodfellow vd. 2016). Resim 3.3, piksellerin bir araya gelmesiyle oluşan fotoğrafın detaylandırılmasıyla algoritmanın üzerinde çalıştığı zemini ifade eder.



Resim 3.3 Evrişim katmanının çalışma yaptığı pikseller.

Evrişimli sinir ağları algoritmalarında öğrenmenin daha hassas ve etkin gerçekleşmesi için birçok katman bulunmaktadır. Daha iyi ifade etmek adına çalışmamızda derin öğrenme işlemi gerçekleşirken destek alınan evrişimli sinir ağları katmanları ele alınmıştır.

- Evrişim Katmanı (*Convolutional Layer*)

Evrişim katmanı, evrişim yoluyla nesne özelliği çıkarımını hedeflemektedir. Girdi özellik haritası olarak adlandırılan girdi görüntüsü, nesne özelliklerini görüntü kanallarından çıkarmak için bir filtre ile evrilir (Liu vd. 2022).

- Aktivasyon Katmanı (*Activation Layer*)

Giriş katmanından sonra yer alan aktivasyon katmanı, yapay sinir ağlarının öğrenme yeteneğini artırmak ve çeşitli görevleri gerçekleştirmek için kullanılır. Bu katmanların kullanımı, derin öğrenme modellerinin performansını artırır ve daha doğru sonuçlar elde etmeyi mümkün kılar (Brownlee 2022).

- Dügüm Seyreltme Katmanı (*Dropout Layer*)

Dügüm seyreltme katmanı, derin öğrenme modellerinde kullanılan bir düzenlileştirme tekniğidir. Bu teknik, aşırı öğrenmeyi (*overfitting*) önlemek için kullanılır. Böylece, ağın herhangi bir parçası aşırı öğrenme eğilimindeyse, diğer nöronlar bu görevi üstlenebilir ve modelin daha genel bir görüntüye sahip olmasını sağlar. Özellikle büyük ve karmaşık modellerde kullanışlıdır (Srivastava 2014).

- Havuzlama Katmanı (*Pooling Layer*)

Havuzlama katmanının amacı, girdi boyutunu azaltarak ağın hesaplama süresini azaltmak ve daha az parametre kullanarak modeli basitleştirmektir. Havuzlama işlemi için girdinin belirli bir bölgesindeki en büyük değer seçilir ve diğer tüm değerler atılır. Bu işlem, özellik haritasının boyutunu azaltırken, önemli özelliklerin korunmasını sağlar (LeCun, 2015). Genellikle evrişimli sinir ağları gibi derin öğrenme modellerinde kullanılır (Chollet 2017, Goodfellow vd. 2018).

- Tam Bağlantılı Katman (*Fully Connected Layer*)

Tam bağlantılı katmanlar, önceki katmanın tüm çıktılarına bağlı olan nöronlar içerir. Girdileri önce düzleştirir ve ardından çıktıları hesaplayarak işlem yapar. Nesne sınıflandırması için kullanılır. Evrişim katmanını yeniden kullanarak işlem gerçekleştirir (Chui 2017).

- Normalizasyon Katmanı (*Normalization Layer*)

Normalizasyon katmanı, verilerin özelliklerine göre normalleştirilmesini sağlar ve öğrenme sürecini hızlandırmak için kullanılır (Ioffe, 2015).

3.4.3 Özyinelemeli (Tekrarlayan) Sinir Ağları (*Recurrent Neural Networks*)

Özyinelemeli sinir ağları ardışık verileri işlemek için kullanılan mimarilerden biridir. (Goodfellow vd. 2016). Özyinelemeli sinir ağları, modele bir zaman kavramı getiren bitişik zaman adımlarını kapsayan kenarların dahil edilmesiyle artırılan ileri beslemeli sinir ağlarıdır. Ardışık zaman adımlarını birbirine bağlayan kenarlar, yani "tekrarlayan kenarlar" zaman içinde kendine bağlantı olan bir düğümden kendine doğru döngüleri de içeren döngüler oluşturabilirler (Lipton 2015). Özyinelemeli sinir ağları çalışma prensibi olarak bir önceki örnek ile ilişki kurar; bu sayede girdiler unutulmadan ilerlenir. Kullanım alanı çok geniştir. Metin ve ses verileri, sınıflandırma problemleri, regresyon problemleri, özyinelemeli modellerde kullanılır (Yu vd. 2019).

Özyinelemeli sinir ağları da evrişimli sinir ağları gibi bir çeşit derin öğrenme algoritmasıdır. Evrişimli sinir ağları görüntü verilerini işlemek için kullanılırken, özyinelemeli sinir ağları diziler halinde mevcut bulunan verilerin işlenmesi için kullanılırlar. En önemli özellikleri bellek (*memory*) hücreleri kullanarak geçmiş bilgileri saklamalarıdır (Schmidhuber ve Hochreiter 1997). Önceki verilerin sonucuna dayanarak yeni veriler ile ilişki kurarak ilerleme sağlarlar. Dil modelleme, kelime seçimi, çeviri gibi YZ teknolojilerinde iyi bir yöntem olarak kullanılırlar. Geniş bir kullanım alanı olup, algoritması gereğince geriye dönük uzun verileri işleyerek ilerlemesi nedeniyle kripto varlıkların geleceğe dair analizleri, hisse senetlerinin tahminleri gibi görevleri başarıyla tamamlayabilirler.

Cümle içerisinde bir sonraki kelimeyi tahmin edebilmek için, o kelime öncesinde hangi sözcüklerin yer aldığını bilmek gerekmektedir. Özyinelemeli sinir ağları mimarisi, yinelenen (*recurrent*) olarak adlandırılmaktadır. Bu mimari daha önceki kelimelerin anlamını hafızasında tutar ve sonraki kelimenin tahmin edilmesinde bu bilgiyi tekrar kullanır. Bu sayede daha doğru ve tutarlı tahminler elde edilir (Şeker 2017).

3.4.4 Üretici Çekişmeli Ağlar (*Generative Adversarial Networks*)

Üretici çekişmeli ağlar (GAN'lar), Goodfellow vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma sonucu YZ dünyasına kazandırılan bir derin öğrenme algoritmasıdır. Güncel anlamda en güçlü yaklaşımlardan biri olan GAN, bir “üretici” bir de “ayırıcı” olmak üzere iki bileşenden oluşan bir sinir ağı mimarisidir. Üretici olarak adlandırılan bileşen eğitim verilerine (sahte veri) benzeyen yeni veri örnekleri üretirken eş zamanlı olarak ayırıcı adı verilen diğer bileşen de oluşturulan bu örneklerin bazı eğitim veri seti (gerçek veriler)’nden yola çıkarak gerçek veya sahte olmak üzere sınıflandırır. Bu etkileşim döngüsü her iki bileşen tarafından üretilen verilerin gerçek veya sahte olarak sınıflandırılmayacak kadar benzer hale gelinceye kadar devam eder (Lee 2021).

Goodfellow vd. (2014)’nin mimarı olduğu GAN teknolojisi, mimarları tarafından kalpazan ve polis benzetmesi üzerinden bilim dünyasıyla paylaşılmıştır. Kalpazan olarak adlandırdıkları üretici ağlar sürekli olarak sahte veri üretirken ayırıcı olarak adlandırılan ağlar bu verinin sahte olduğunu yakalamak üzerine sürekli olarak çekişme içinde hareket ederler. Gerçek hayatta olduğu gibi kalpazanlar ne kadar iyi sahte para üretirlerse onu yakalayacak polis de en az o derecede sahtecilik konusunda eğitilmiş olmalıdır veya polis sahtecilik konusunda ne kadar başarılı ise kalpazanlar da yakalanmamak için o derecede sahte para üreterek başarı seviyelerini artırmak durumunda kalır. Polisin ayırt edemeyeceği kadar iyi bir sahte para üretildiğinde, aralarındaki bu düşmanca çekişme sona erer (Goodfellow vd. 2014). Rekabetin ortaya çıkan işler anlamında başarı getirdiğinin algoritmik ve ironik bir örneği olan, Goodfellow vd. (2014)’ne ait bu ifade son derece yerinde kabul edilmektedir.

Derin öğrenmeye dayalı üretken ağ modelleri yaygındır ancak GAN'lar bu konuda en başarılı sonuçlar alınan ağ modelidir. YZ ve teknoloji arasında görüntü çözünürlüğü konusunda çok başarılı sonuçlar vermektedir (Goodfellow vd. 2020). Güncel anlamda üzerinde çalışılan en başarılı teknik olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Resim 3.4’te, Goodfellow vd. (2020) tarafından yayımlanan makalede, GAN teknolojisi kullanılarak oluşturulan bir görüntü yer almaktadır. İlk bakışta bir fotoğraf izlenimi veren bu görüntü aslında bir fotoğraf olmamakla birlikte gerçekte böyle bir kadın da

bulunmamaktadır. Söz konusu görüntü, ünlü simaların fotoğraflarının veri olarak kullanıldığı GAN ile oluşturulmuştur. Bakıldığında insanı dahi yanıltacak kadar gerçeğine uygun oluşturulan bu görüntü, GAN'ların gerçeğe yakın görüntüler oluşturma konusunda başarılı olduğu kadar, insan algısını gerçeğin ne olduğundan bir o kadar da uzaklaştıracak kadar şaşırtıcıdır.



Resim 3.4 GAN teknolojisi kullanılarak oluşturulan bir görüntü (Goodfellow vd. 2020).

Kanımca kalpazan ve polis örneğinde olduğu gibi, algoritmik dünyada yer olan kalpazan–polis gerçek dünyada bilgisayar–insan olarak konumlandırılabilir. GAN'ların geldiği bu noktadan anlaşılacağı üzere YZ teknolojileri görüntüler üzerinde ciddi aşamalar kaydetmiştir. İnsanı dahi yanıltacak düzeyde gerçeğe yakın görüntü örüntüleme yapabilen bu teknolojiler temas ettiği alanlar itibariyle ister istemez farklı disiplinlerin ilgi alanına dahil olmuşlardır. Bazı programlar farklı amaçlarla yazılmış olsa da zaman içerisinde oluşturulma amacının dışında kalan alanlarda kullanılmak üzere uyarlanabilirler. Son yıllarda yapay sinir ağları yöntemine dayalı geliştirilen yöntemler araştırmacılar tarafından sanat için kullanmak amacıyla geliştirilmektedir. GAN'ların sanat ürünleri üretmek için kullanılmaya başlanması da bu şekilde gerçekleşmiştir (Mazzone 2019). En başta insanın algı alanında yanıltıcı sayılabilecek çıkarımlara neden olabilmesi bile algıya yönelik bir etki ortaya çıkardığı için, hukuk disiplini ile belki de en çok temas ettiği noktayı ortaya çıkarmıştır.

3.5 Yapay Zekâ, Sanat ve Hukuk

YZ'yi her ne kadar algoritma, makine, sinir ağları, programlama, derin öğrenme gibi teknik bilgilerle donatılmış bir şekilde ifade etmeye çalışsak da, çıkış noktası ile geldiğimiz noktanın aynı olduğu yani YZ'nin “insan”dan gelen ve “insan”a dair bir kavram olduğu açıktır. Geline nokta yine insan olduğuna göre odak noktasına insanı koyan bir kavramın hukukun uğraş alanından bağımsız düşünölemeyeceğı de aşikârdır. Sosyolojiye göre hukuk, her şeyden önce toplumsal bir olgudur (Lévy-Bruhl 1990). Dolayısıyla bireyin içinde yaşadığı toplumun dinamiklerine karşı kayıtsız kalması da pek mümkün olamayacaktır. YZ artık teknolojik vitriniyle bilinen bir kavram olmaktan çıkıp toplumun her alanında ciddi yayılım gösteren bir olgu haline gelmiştir. Sanat ve YZ'nin senkronize biçimde konumlandırılmasını sağlayabilecek köprü hukuk bilimine dayalı oluşturulan kurallardır. Dolayısıyla bu üç kavramın birbirinden bağımsız düşünölmesi pratik hayata uygun olmayacaktır. Sanatın yaratımına dair terminolojinin bu noktada irdelenmesi yerinde olacaktır.

3.5.1 Generatif Sanat

Uzun yıllar içerisinde sanat, bilim ve teknolojiadaki keşifler, bizlere bilgisayar grafikleri, bilgisayar animasyonu, müzik, bilimsel görselleştirme ve multimedya tasarımı gibi alanları kazandırmıştır. Girdi bilgilerinin programlanması ve esnek bir şekilde işlenmesi sanat, teknoloji ve bilimin etkileşimini mümkün kılmıştır (Surden 2014). Bu etkileşim generatif sanat kavramına olan ilginin artmasına neden olmuş ve bu sanat türüne yeni bir sayfa açılmıştır. “Generatif sanat” yerine “bilgisayar sanatı” ifadesinin de kullanıldığı görölmektedir (Boden vd. 2019).

Çağdaş generatif sanat, genellikle makine destekli oluşturulan ürünlerin sergilendiğı bir sanat türü olması nedeniyle bilgisayar teknolojilerine dair bir sanat olarak benimsenmektedir. Aslında generatif sanat uygulamalarının bilgisayardan önce var olduğu eskiye dair kaynaklarda gözlemlenmektedir (Galanter 2003). Resim 3.5, bilinen en eski generatif sanat örneğini tasvir etmektedir.



Resim 3.5 Bilinen en eski generatif sanat örneği. M.Ö. 7500 Güney Afrika ((Fotoğraf: Chip Clark, Human Origins Program, Smithsonian Institution) (İnt.Kyn.4).

Her ne kadar bilgisayardan önceki eski dönemlerde kullanıldığına dair bilimsel kanıtlar mevcut olsa da, bilişim teknolojilerinin toplumun her alanında yer edinmesi nedeniyle generatif sanat kavramını, bilgisayar destekli sanat olarak incelemek çalışmamız açısından yerinde olacaktır. Generatif sanat, doğadan, teknolojiden, bilgisayarlardan, matematikten kısacası bir çok farklı alandan gelen katkılarla oluşturulan, sanatçı ile sanat eseri arasında duran kendine özgü bir sanat formu olarak açıklanmaktadır (Burçin 2019). Bilgisayar sanatının ilk sergisi “*Generative Computergraphik*” adıyla kayıtlara geçmiştir. Şubat 1965'te Stuttgart'ta düzenlenen sergide Georg Nees'e ait generatif sanat çalışmaları sergilenmiştir (Boden 2009).

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin muazzam potansiyeli, özellikle ilgi gören çalışmalarıyla görsel sanatları ön plana çıkarmıştır. Bu çalışmalardan bazıları dijital görüntüleme (2 boyutlu görüntüler oluşturma), dijital heykeller (3 boyutlu görüntüler oluşturma için bilgisayar yardımlı tasarım [CAD] [*ing. computer-aided design*] tipi araçlar kullanma), dijital enstalasyonlar ve sanal gerçeklik (örneğin, internetten elde edilen gerçek zamanlı bilgileri kullanarak etkileşimli ortamlar veya veri odaklı enstalasyonlar), performans ve ses sanatı, dijital animasyon ve video, yazılım sanatı (örneğin etkileşimli çizim) şeklindedir.

3.5.2 Algoritmik Sanat

Son yıllarda sanat ve YZ kavramlarından birlikte faydalanılarak oluşturulan ürünler, sanata karşı farklı bir bakış açısı getirmeli mi, sorusunu akıllara getirmiş, algoritmik sanat olarak nitelendirilen yeni terminolojiler literatürde yerini almaya başlamıştır. YZ'nin sanat yapmak için kullanılması GAN'ların gelişimi ile birlikte algoritmik sanat akımına ilham olmuştur (Schneider ve Rea 2018). Algoritmik sanat, algoritma temelli oluşturulan

görüntülerle somutlaştırılan görsel bir sanattır. Her ne kadar görsel sanatların ön plana çıkarıldığı bir sanat türü olarak adlandırılrsa da programlama kullanılmadan yaratılamayan her türlü sanat ürününü kapsayan geniş bir terimdir. Algoritmik sanat, algoritmalar, yani bilgisayarın adım adım yürüttüğü kesin tanımlanmış prosedürler kullanılarak görsel sanat eserlerinin üretilmesine dayanır. Algoritma ya da onu uygulayan bilgisayar programı, ekranda ya da basılı olarak görebildiğimiz görüntünün oluşturulma sürecini tanımlar (Ceric 2008).

Makine, ürettiği her görüntü için stili, konuyu ve yarattığı sanatın ilkelerini seçer. Bunun için en yaygın olarak kullanılan araç, YZ topluluğundaki birçok uygulamada başarılı olan, Goodfellow vd. (2014) tarafından tanıtilen GAN'lardır (Mazzone ve Elgammal 2019). Sanat için GAN kullanımı öylesine talep görmüştür ki, oluşturulan ürünler GANizm olarak adlandırılan yeni bir sanat akımının oluşmasına neden olmuştur (Burçin 2019).

3.5.3 Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku

Öncelikle belirtmek gerekir ki bu hukuk dalının başlığı doktrinde bazı yazarlara göre “*copyright*” kelimesinin anlamına istinaden “Fikri Haklar Hukuku”, bazı yazarlara göre “Telif Hukuku” bazı yazarlara göre de, kanun başlığıyla birliktelik sağlamak adına “Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku” olarak ele alınmaktadır (Yılmaztekin 2021). ‘Sanat eserleri’ ifadesine açıkça yer vermesi ve yürürlükteki kanun başlığını doğrudan ve kapsamlı şekilde karşılaması nedeniyle bu çalışmada, “Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku” ifadesi benimsenmiştir.

Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku, fikri mülkiyet haklarını düzenleyen özel hukuk dallarından biridir (Bozbel 2015). Aynı zamanda günlük hayatta yaşanan güncel gelişmelerden en fazla etkilenen hukuk dallarında ilk sıralarda yer almaktadır (Helvacı ve Atar 2016). Dünya genelinde hemen her ülkede farklı başlıklar altında regüle edilen bu hukuk dalı, fikir ve sanatın ulusları aşan yayılımcı niteliği nedeniyle kendine büyük ölçüde enternasyonel bir alan oluşturmayı başarmıştır. Bunun yanı sıra bilişim teknolojileri ve YZ alanında meydana gelen gelişmeler sanatın enternasyonel yönüyle birlik sağlayarak sanatın hücrelerini oluşturan veri (*data*)’nin globalize olmasına olanak

sağlamıştır. Böylece YZ destekli yaratımı yapılan eserlerin mütakabiliyet ilkelerince korunması gerekliliği doğmuştur (Yüksel 2008). Ernst Hirsch (1942) sanatın ait olduğu bir devlet veya içine sıkışması gereken sınırları olmadığını fevkalade tespit etmiş olmalı ki, sanatın her ulusun üzerine düşen ışıklarının bazen de gerekli değer atfedilmeyen sanat ürünleri üzerinde eritici etkisi olabileceğini aşağıdaki sözleriyle beyan etmiştir.

“Bern konvansiyonunun hükümlerini tahlili bir şekilde önceden tetkik etmeği faideli buluyorum. Zira Türkiye bu ittihadı girdiği takdirde ecnebi eser sahiplerine bir takım haklar bahşedilecektir. Ecnebi müelliflere tanıyacağımız haklar, hazırlayacağımız kanunda Türk müelliflerine bahşedeceğimiz asgari himaye olarak kabul edilmek icabeder. Aksi halde ecnebi müellifi, Türk eser sahibinden daha çok himaye etmiş oluruz.”

Veri dolaşımına dair teknolojinin henüz bu denli gelişmediği 81 yıl öncesinde dahi fikir ve sanat eserleri hukuku bağlamında güncel gelişmelere uyumlanmanın tartışıldığı görülmektedir (Hirsch ve Arslanlı 1942). Buradan yola çıkılarak YZ kavramına dair düzenlemelerin, uluslararası potansiyel düzenlemelerin ihtiva ettiği haklar dikkate alınarak en az onlar kadar kapsayıcı ve korumacı tavırla ele alınması gerektiği düşünülebilir.

Fikir ve sanat eserleri hukuku bağlamında ülkemiz açısından sonuç doğuran üç önemli hukuki uluslararası düzenleme bulunmaktadır. Bunlar, edebiyat ve sanat eserlerini koruma altına almak üzere imzalanan ‘Bern Sözleşmesi’, yine imzacı olduğumuz ‘Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü Telif Hakları Antlaşması (WCT)’ ve ‘Ticaretle Bağlantılı Fikri Mülkiyet Anlaşması (TRIPS)’dır (Yılmaztekin 2021). Ulusal sınırlarımız içinde ise Ord. Prof. Dr. Ernst Hirsch tarafından hazırlanan 1951 tarihli ve 7981 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu (FSEK) kapsamında yasal çerçeve çizilmiş ve detaylı düzenlemeler söz konusu kanun ile yürürlüğe alınmıştır. Görüldüğü üzere YZ destekli fikri ürünlerin, fikir ve sanat eserleri hukukunun global platformunda değerlendirmeye tabi tutulacağı açıktır.

Son yıllarda YZ desteğiyle öykü, resim, roman ya da beste üretilebilmekte, akademik makale, kod, formül ve güncel konulara dair gazete haberleri yazılabilmekte, hatta YZ

vasıtasıyla daha nitelikli yazılımlar dahi ortaya çıkarılabilmektedir (Özçelik 2021). YZ destekli ürünlerin oluşturulma safhasının değerlendirilmesi başlı başına bir tartışma konusunu oluştururken, oluşturulmuş ürünün hangi hukuk alanına ait olacağı bile henüz net değildir.

3.5.4 Fikri Mülkiyet Hakları

Fikri mülkiyet hakları kavramı zihinsel bir faaliyeti takip eden yaratıcı bir düşüncenin sonucu olarak oluşturulan ürünler ya da eserler üzerindeki hakları ifade eder (Avcı 2013). Fikri mülkiyet haklarının konusu insan zihni ile oluşturulan ürünlerdir. Bu haklar, insan beyninin meydana getirdiği düşünceler üzerinde oluşur (Ayiter 1981). Bu nedenle fikri mülkiyet hakları soyut haklar olarak adlandırılmaktadır. Her ne kadar ifade edilişi soyut haklar şeklinde olsa da maddi bir varlığa bürünerek dış dünyaya yansıması ile hukuk dünyasında yer almaktadır. Fikri mülkiyet hakları; tını, şekil, hikaye, şiir gibi özgün bir ürün şeklinde dış dünyaya yansımaktadır (Bozbel 2015). Hak sahibine, rekabet edilemeyen, tekelle bir biçimde faydalanma sağlayan özgün bir yapıya sahiptir (Tekinalp 2004). Her ne kadar hak sahibi kişilerin tekeline yönelik fayda sağlayan mutlak haklardan olsa da aynı zamanda toplumun buluşlardan ve yaratıcılıktan fayda sağlaması nedeniyle yaratım faaliyetlerini desteklemeye hizmet etmek üzere düzenlenen haklardandır (DiMatteo vd. 2022). Hem topluma hem de kişilerin özel hukuk alanına fayda sağlar. Toplumların fikri çabaları sonucu ortaya çıkardığı ürünler üzerinde oluşan haklar, düzenlenme ve hukuk alanında koruma altına alınma gerekçeleri açısından farklı teorileri doğurur.

Türk hukuk sisteminde fikri mülkiyet hakları, 1951 tarihli ve 7981 sayılı *Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu* (FSEK)’nda düzenlenmiştir (İnt.Kyn.5). Doktrinde, fikri mülkiyet hakları, “Fikri Haklar” ve “Sınai Haklar” olmak üzere iki ana başlık altında düzenlenmektedir (Kılıçoğlu 2006).

3.5.4.1 Sınai Haklar

Hak sahibinin çabası sonucu ürettiği ürünler üzerinde sahip olduğu fikri mülkiyet

haklarından. Sınai hak sahibinin amacı endüstri, sanayi ve ticaret alanında kullanılması için yaratıcı çabasını ortaya koymaktır (Kılıçoğlu 2006). FSEK'e göre, buluş sahiplerini koruma gayesi güden patent, endüstriyel tasarım, orijinal niteliğe sahip olan entegre devre topoğrafyaları, yeni bitki çeşitleriyle ilgili ıslahçı haklar, markalar, coğrafi işaretler, işletme adı, ticaret unvanı, faydalı model gibi haklar, sınai haklar altında düzenlenmiştir (İnt.Kyn.7). Sınai hakların ortaya çıkışı itibarıyla yaratımı yapılan ürünlerin hangi amaçla hangi mecrada kullanılacağı bellidir ancak YZ destekli ürünlerin henüz ticari amaçlı kullanılacağına ilişkin kısma gelmeden, fikri bir ürün olup olmadığının dahi net bir değerlendirmesi bile bulunmamaktadır. Bu sebeple ticari amaç ve fikri ürün kavramlarını birlikte içinde barındıran sınai haklar, fikri hakların yalnızca fikri bir çaba güden oluşum biçiminden daha geniştir. Dolayısıyla sınai haklar, GAN destekli ürünlerle ilgili tez çalışmamıza dâhil edilmemiştir. Zira eser kavramını içine alan fikri hakların yorumlanması, GAN'lar ile temas eden öğelerinin aydınlanması bakımından öncelikli bir önemi haizdir.

3.5.4.2 Fikri Haklar

Fikri hakların konusunu eser sahibinin ortaya çıkardığı eser üzerindeki hakları oluşturmaktadır. Fikri haklar, kişinin, fikir ve sanat faaliyetleri kapsamında yaratımını yaptığı ürünler üzerindeki haklarıdır. Sınai haklardan farklı olarak fikri hak sahibinin yegâne amacı eserini sanayiye, endüstriye veya ticarete konu etmek değildir. Eserin hangi amaca hizmet etmek için üretildiği önem taşımamakla birlikte, ticari amaçlı kullanılmasına karşı da engel bulunmamaktadır (Kılıçoğlu 2006). Fikri haklar, fikir eserleri üzerindeki haklar ve sanat eserleri üzerindeki haklar olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır. Üzerinde fikri hak iddia edilebilecek yaratımlar, ilimler ve edebiyat eserleri, musiki eserleri, sinema eserleri, işleme ve derleme eserler (veri tabanları dahil) bağlantılı haklar (icracı sanatçılar, fonogram yapımcıları radyo ve TV kuruluşları)'dır (Bozbel 2015). Fikri hakların detaylandırılması için eser kavramının irdelenmesi gerekmektedir. Temel bir ifade ile fikri ürünler üzerinde oluşan haklara fikri haklar denilmektedir (Erdil 2003). Fikri hakların korunması, ulusların geleceklerine etki edebilecek kadar önem ihtiva etmektedir. Ulusal anlamda hak sahiplerine sağlanan korumanın ciddiyeti, bu alanda ülkenin kalkınmasına doğrudan sirayet eder (Kılıçoğlu 2006). Kişilere ve

ardından ülkelere maddi ve manevi katkı sağlayabilme özelliği olan fikri haklar, YZ teknolojileri ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle uluslararası düzeyde henüz düzenlenememiş konular arasında yer almakta ve endişe yaratmaktadır. Sonuç olarak fikri haklar, uluslararası düzeyde düzenlenmesi ve standartlaştırılması gereken global bir mesele haline gelmiştir (Yüksel 2008).

3.5.5 Fikir ve Sanat Eserleri

İnsanlık tarihinin geçmişine bakıldığında kültürlerin ve insanlığa dair bilgilerin günümüze aktarılmasında fikir ve sanat eserlerinin rolü son derece önemlidir (Zorluoel 2019). Yaklaşık 40.000 yıl önce taşlara, mağara duvarlarına, anıt mezarlara, tabletlere yapılan çizimler, şekiller ve yazılar sayesinde nesilden nesile bilgi zinciri oluşturmuş ve o döneme ait toplumların duygu ve düşünceleri, yaşam biçimleri, fikirleri, pratik ve teorik bilgileri günümüze ulaşabilmiştir (İnt.Kyn.3). İnsanlık tarihinin veri aktarımına bakıldığında günümüze ulaşabilen ürünlerin, fikri çaba sonucu oluşan, tarihi ürün olma özelliklerine ek olarak yaşadığı dönemin içerisinde de korunmaya değer görülen ürünlerden olduğu söylenebilir. Aynı zamanda, yaratıldığı ve yaşatıldığı toplumun beğenisini kazanmış olmak, korunmaya değer görünmesinin yanı sıra, yaşadığı toplumun da beğenisini korumak ve o topluma dair özelliklerin de saklanması ve korunması anlamına gelebilir.

Geçmişten günümüze çok çeşitli sanat eserleri aktarılmıştır; bunlar çağın teknolojik imkanlarına uyumlu şekilde duvar, tablet, papirüs, parşömen, kağıt ve baskı teknolojisinin gelişmesiyle matbaa ürünleri ve sonra bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ile de dijital ürünler aracılığıyla günümüze taşınmıştır (İnt.Kyn.3). Yazının ve eser mahiyetine sahip olan yaratımlara dair izlerin bulunduğu ilk dönem, M.Ö. 3000’li yıllara rastlamaktadır (Yüksel 2001). Bu denli eski bir zamana denk gelen örnekleri bulunmasına rağmen fikir ve sanat eserlerine dair imtiyazların sağlandığı dönem matbaanın icat edilmesine denk gelmektedir (Yarsuvat 1984, Erel 1988).

Fikir ve sanat eserlerinin medeniyetler ve uluslar için ne derecede önemli olduğu, düzenlenmeleri ve korunmaları anlamında, rönesans dönemiyle başlayan bir kronolojiyle yasal zeminde yerini almasından anlaşılabılır. İngiltere’nin başı çektiği enternasyonel

kanunlaşma dönemi, 1702 tarihli ‘Kraliçe Ann Kanunu’ ile bu anlamda ilk yasal düzenleme olarak kayıtlara geçmiştir (Ayiter 1981, Tekinalp 2004, Öztan 2008, Tekinalp 2012). 1792 yılında Fransa’da yasal düzenlemeler yapılmış, takiben Almanya ve İsviçre de kendi hukuk sistemlerinde bu anlamda kanunlaşma faaliyetlerini izlemiştir (Erel 1988, Tekinalp 2004, Öztan 2008, Tekinalp 2012). Kronolojik olarak İngiltere bu alanda öncü olarak kayıtlara geçse de özellikle 1789 yılında Fransa’da başlayan devrim hareketleri eser sahiplerine yönelik hak alanlarının oluşmasına zemin hazırlamış ve Fransa’nın bu alanda etkinliği daha güçlü olmuştur. Zira bu tarihe kadar yapılan düzenlemeler yaratımı yapılan ürünleri ön plana alırken 1791 ve 1793 yıllarında yapılan düzenlemeler ile eser sahibinin de en az eser kadar korunmasına yönelik kanunlar fikir ve sanat eserlerine dair tarihi kayıtlara geçmiştir (Samandı 2019). Eserlerin ve eser sahiplerinin hak alanlarını düzenlemeye yönelik uluslararası yasalaşma süreci ve süreç içerisindeki faaliyetler günümüz fikir ve sanat eserleri hukukunun yasal temelini oluşmasına olanak tanımıştır.

Fikir ve sanat eserleri hukuku, maddi nitelikte olmayan varlıklar üzerinde aidiyet kavramına dair hakların düzenlendiği bir hukuk dalı olduğuna göre fikri bir çaba sonucunda oluşan yaratımlara dair hakların korunması, insan yaratıcılığının korunması açısından da son derece önem taşımaktadır (Kılıçoğlu 2006). Zira sanat kavramının, kesilmemesi gereken kaynaklarından biri yaratıcılıktır. Yaratıcılığın tanımında uzlaşılan ortak nokta ise onun “yeni fikir”, “farklı bakış” ya da “orijinal ürün” olduğu yani ortaya çıkan sonuca göre yaratıcılığın değerlendirilebileceğidir (Yeşilyurt 2020). Yaratıcılık olarak adlandırılan düşünce faaliyeti, fikri çaba ile bütünleşip, ortaya somut nitelikte bir ürün koyulduğunda, fikir ve sanat eseri kavramını karşılayan bir eserden bahsedilebilir (Ateş 2007, Bozbel 2015). Öyleyse eser kavramının tam olarak ne olduğunun anlamak, GAN destekli ortaya konulan ürünleri hukukten değerlendirmek açısından önem teşkil etmektedir. GAN destekli ürünler dijital dünyada hızla yerini alırken bu konuda bilinen hukuk yaklaşımlarını alt üst edecek sayısız ürünler oluşmaya devam etmektedir.

3.5.5.1 Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu Kapsamında Eser Kavramı

Eser, Arapça kökenli olup “iz, işaret, belirti” anlamı taşıyan, tanım olarak da emek sonucu ortaya konan ‘ürün’, ‘yapıt’ olarak Türk Dil Kurumu (TDK) kayıtlarına geçmiş bir sözcüktür (İnt.Kyn.6).

Hukuk terminolojisinde ise eser kavramına dair üzerinde mutabık kılınan net bir tanımlama bulunmamaktadır (Erdil 2003) ancak kanunların uygulanabilirliği açısından hukuk sistemimize göre ‘eser’ kavramından ne anlaşıldığı ve YZ teknolojilerindeki ilerleyişi hukuken yorumlayabilmek adına bu kavramın yasal tanımını yapmak önemlidir. FSEK’e göre ‘Eser, sahibinin hususiyetini taşıyan ilim ve edebiyat, musiki, güzel sanatlar veya sinema eserleri olarak sayılan her nevi fikir ve sanat mahsullerini ifade etmektedir.’ (Tekinalp 2012, İnt.Kyn.7)

Aynı yasanın devamında hangi yaratımların eser olarak nitelendirilecek yaratımlar olduğu açıkça sayılmıştır. FSEK’e göre “*ilim ve edebiyat eserleri, musiki eserler, güzel sanat eserleri, sinema eserleri*” eser tanımına girebilecek fikri ürünler olarak hüküm altına alınmıştır.

Kanun metninde eser tanımı üzerinde farklı görüşler olmasına rağmen temelde bir yaratımın eser olarak kabul edilmesi için fikir ve sanat ürünü olma, sahibinin hususiyetini taşıma, sadece fikir olmanın ötesinde şekillenmiş olma ve FSEK’te öngörülen eser türlerinden biri kapsamında olma şartları aranmaktadır.

Hirsch’e göre her fikrî ürün FSEK uyarınca korumaya layık bir eser değildir (Hirsch 1948). Bu görüşten yola çıkılarak FSEK uyarınca her eser bir fikri ürün olabilir ancak her fikri ürün eser olamamaktadır (Gözübüyük 2021).

Bir ürünün eser sayılabilmesi için subjektif ve objektif unsurlarını haiz olması gerekir. Objektif unsur dış dünyada algılanabilir bir hale bürünmesiyle gerçekleşirken subjektif unsur ise yaratıcı bir çaba sonucunda gerçekleşir (Hirsch 1948).

Başka bir yaklaşımda, subjektif ve objektif unsurların farklı şekilde tanımlandığı da görülmektedir; yaratımı yapılan ürünün sahibinin hususiyetini taşıması subjektif, FSEK’te yer alan eser gruplarında olması da objektif unsur olarak değerlendirilmektedir (Kılıçoğlu 2006).

Tüm bu görüşlerle birlikte FSEK’te hüküm altına alınan şartları göz önünde bulundurduğumuzda, bir fikri ürünün eser olabilmesi için sahibinin özgünlüğünü taşıması, fikri bir çaba sonucu ortaya çıkması, kanun tarafından belirlenmiş olan eser türlerinden birine ait olması ve sahibinin özgünlüğünü yansıtacak şekilde en azından üçüncü kişiler tarafından algılanabilecek bir formda olması gerekmektedir (Suluk ve Orhan 2005, Kılıçoğlu 2006, Ateş 2007, Öztan 2008, Tekinalp 2012, Bozbel 2015). YZ teknolojileri destekli yaratımı yapılan ürünleri hukuki perspektiften değerlendirebilmek için yalnızca ortaya çıkarılan “eseri” hukuken tanımlamak değil “eserin sahibinin kim olacağı” hususunu da netleştirmek gerekmektedir. Yine FSEK’e göre eser sahibi de, eseri meydana getiren kişi olarak tanımlanmaktadır (İnt.Kyn.7). İlgili maddede geçen ‘kişi’ ibaresi hem gerçek hem de tüzel kişiyi ifade etmektedir. Ancak FSEK bağlamında irdelendiğinde eserlerin yalnızca gerçek kişiler tarafından ortaya çıkarılabileceği savunulmaktadır (Kılıçoğlu 2006, Öztan 2008, Tekinalp 2012, Bozbel 2015). Bu bağlamda bilgisayar veya benzeri makineler insana dair zihinsel unsurlarda olduğu gibi fiktisel bir çaba ortaya koyamayacakları için FSEK’e göre eser olarak kabul edilemeyeceklerdir. Burada aranan ana unsurun insan olduğu görülmektedir (Kılıçoğlu 2006, Öztan 2008). Tabiat olaylarıyla yıllar içerisinde oluşan bir elmas, ham haliyle eser sayılamayacağı gibi bir fil tarafından çizilen resim de eser olarak kabul edilemeyecektir. Zira insan, eserlerin oluşumunda şart kılınan tüm öğeleri barından yegâne unsur olarak görülmektedir ancak makine yalnızca bir araç olarak kullanıyorsa o zaman ortaya çıkan ürünün eser olduğu düşünülebilir (Ateş 2007). Bu düşünceye göre bir el motoru kullanılarak yapılan oyma bir obje, sanat eseri olarak değerlendirilebilirken bir bilgisayar tarafından yapılan bir roman çevirisi bu kapsama giremeyecektir. Fakat aynı zamanda bilgisayar programları ve bunların hazırlık tasarımları FSEK’e göre eser olarak kabul edilmektedir. Zira bilgisayar programlarının oluşturulması veya tasarlanması faaliyetlerinde ana unsur yine bir insan olup, savunulan görüşlere uygun görünmektedir (Zorluel 2019).

3.5.6 FSEK Bağlamında GAN Destekli Fikri Ürünler

GAN destekli fikri ürünleri ele aldığımızda özellikle görsel yaratımlar anlamında en çok kullanılan ve gerçeğe en yakın ürünleri ortaya çıkarabilen bir YZ modeli olduğunu görölmektedir. GAN destekli ürünlerin görsel anlamda sosyal medya başta olmak üzere birçok alanda ilgi çektiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Bunun yanı sıra üzerine çektiği ilginin kimi zaman maddi kimi zaman da manevi alanda bir değere dönüşmesiyle birlikte yasal bir zeminde GAN'ları ele almanın faydalı olacağı düşünülmektedir.

İçinde yaşadığımız dönemde, buluş yapabilmek, fikir ileri sürebilmek yalnızca insana ait olmayıp YZ'nin de bir fikri düşünceye sahip olup, buluş yapabileceği ileri sürölmektedir (Zorluel 2019). Bunun yanı sıra söz konusu teknolojilerin ortaya çıkardığı ürünler bakımından “bilgisayar üretimi”- “bilgisayar destekli” ayrımının yanlış sonuçlar doğuracağı, bu ifadeler yerine ‘YZ üretimi’ kriterinin ortaya çıkarılması gerektiği savunulmaktadır. (Gözübüyük 2021). Bu ve benzeri görüşlere bakıldığında YZ, buluş yapabilen, üretim yapabilen ve fikir üretebilen bağımsız bir varlık gibi ifade edilmektedir.

Yeni yaklaşımlar ortaya çıkarken GAN teknolojileri ile yaratılan ürünlere karşı, hukuk, teknoloji ve sanat dünyasını karmaşık tartışmalara sürükleyen gelişmeler yaşanmaktadır. California Santa Cruz Üniversitesinde müzikoloji profesörü David Cope tarafından ortaya çıkarılan Annie isimli YZ ürünü müzik verilerini işleme konusunda eğitilmiş olmasına rağmen beste yapmakla kalmayıp, kendi kendine şiir de yazabilmiştir. Almanya Konstantz Üniversitesinde, tasarlanan bir robot tarafından gerçek boya ve tual kullanılarak resim yapılmış, robot ressamın resim yapabilmek için ihtiyacı olan yetenek GAN algoritmalarıyla sağlanmışır (Harari 2016). GAN ile gerçeğe veya orijinaline yakın sonuçlar elde edilmesi hukuk dünyasında tartışmalara zemin hazırlamış ve farklı görüşlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Hertzmann (2018) sanat algoritmalarının sanatçı değil, araç olduğuna dikkat çekerken, Elgamma (2019) GAN teknolojilerinin, insanlar için kullandığımız anlamda bir sanatçı kavramını içermediği görüşünü savunmaktadır.

YZ teknolojileri ile yaratımı yapılan ürünlere dair ortaya çıkan görüşleri topladığımızda genel olarak ‘kamuya ait sayılma’ görüşü, ‘YZ yazılımını yapana ait olma görüşü’, ‘gerekli ayarlamaları yapan kişi veya kişilere ait olma’ görüşü, ‘yapay zekânın kendisinin hak sahibi olma görüşü’ gibi çeşitli görüşler ileri sürüldüğü görülmektedir (Gözübüyük 2021). Önceden de belirtildiği gibi GAN teknolojisi bir derin öğrenme modelidir. İnsanda bulunan biyolojik öğrenme temeliyle ilişkilendirilerek tasarlanan yapay sinir ağları aracılığıyla geliştirilen bir makine öğrenmesi olarak açıklanabilir. Fikri çaba olgularına yönelik çıkarım yapılabilecek şekilde süreci açıklamak fayda sağlayacaktır. Böylece katedilen teknik aşamalar hukuk ve sanat açısından daha anlamlı kılınabilir. GAN’ların uygulanma sürecinde makine resim yapmak için biri yenilik, diğeri estetik elde etmek üzere yarışan iki karşıt güç arasında eğitilir. Biri, sürece başlarken sınırları çizilen sanat karakteristiğinin sahip olduğu estetik çizgilerden sapmamak üzere çabalarırken, diğeri de aynı şekilde yeni stiller üretmek üzere çabalamaktadır. GAN teknolojisi görsel ürünler ortaya koyarken hedeflenen sanat sınırlarına sadık kalarak, yeni üretilen estetik çizgiler ile baştaki sanat stiline uygun ancak bambaşka bir resim yapmaktadır (Mazzone ve Elgammal 2019).

Süreçten anlaşılabileceği gibi ortaya çizim, resim ve benzeri görsel veriler çıkarmak için GAN modeli tercih edildiğinde birbirinden bağımsız aşamalar söz konusu olmaktadır. Sürece başlarken, ortaya çıkması hedeflenen görselin tarzını belirleme, bunun için örnek veriler oluşturma veya seçme, eğitim sürecini organize etme ve istenen sonucun alınıp alındığına karar verme gibi birçok farklı eylem gerçekleştirilir. Üstelik bu eylemlerden bazıları insan tarafından gerçekleştirilirken bazıları makine tarafından gerçekleştirilir. YZ’nin meydana getirdiği fikri ürünlerde hak sahipliği meselesinin son derece karmaşık olmasının nedeni, ürünün meydana gelmesi sürecinde çok fazla paydaşın rol oynamış olmasıdır (Gözübüyük 2021).

GAN’ların FSEK bağlamında yer alan eserler gibi değerlendirilmesi, farklı bakış açılarına yol açabilmektedir. Örneğin, FSEK’te aranan koşullar arasında bulunan yaratıcılık unsurunun GAN’ların yaratım sürecinde bulunduğunu ileri sürmek doğru olmayabilir. Zira burada yaratıcılığın direksiyonunda GAN algoritması bulunmaktadır. Oysa yaratıcılık unsuru kabiliyet ve zekâdan bağımsız var olamayan insana dair üstün

özellikler olarak karşımıza çıkmaktadır (Karabey ve Yürümezoğlu 2015) ancak söz konusu ürünlerin bir yaratıcılık sonucu oluşup oluşmadığının bir insan tarafından ayırt edilmesi şimdilik pek mümkün görünmemektedir. Mazzone ve Elgammal (2019) tarafından yapılan bir araştırmada GAN ile yapılan tablolar ile konvansiyonel tablolar, sanatsever bir topluluğa gösterilmiş ve bu çalışmada yer alan bireylerin, kendilerine sunulan tabloların bir insan tarafından yapıp yapılmadığını ayırt edemedikleri gözlenmiştir (Mazzone ve Elgammal 2019).

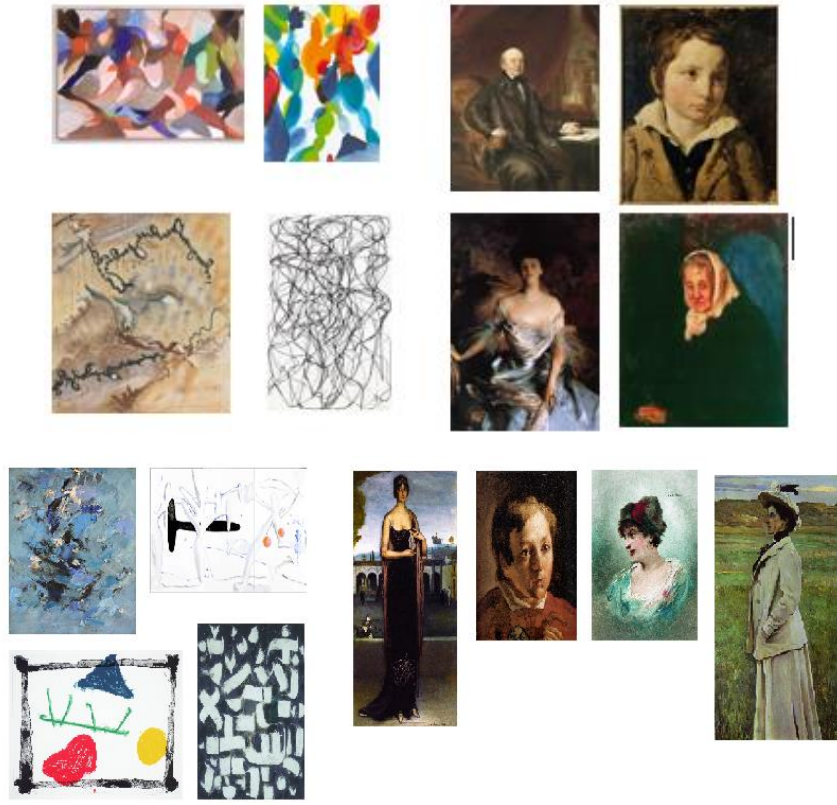
İleri düzey derin öğrenme yöntemleri Sanat, hukuk ve teknoloji üçlüsünü bir masaya toplamış ancak hukukçuları, mühendisleri ve sanat çevrelerini farklı görüşlere sürüklemiştir. Ortaya koyulan görüşlere bakıldığında henüz FSEK veya tabi olduğumuz uluslararası mevzuat kapsamında YZ ya da GAN destekli üretilmiş görsel ürünler açısından bir düzenleme olmadığını söylemek yanlış olmayacaktır. Çalışmamızda; GAN teknolojisi kullanılarak dijital tablo olarak adlandırdığımız görsel tabloların yaratım süreci incelenerek ortaya çıkan bulgular dahilinde hukuki değerlendirmeler yapılmaktadır.

4. MATERYAL ve METOT

4.1 Veri Kümesi

Çalışmada “soyut tablolar” ve “portreler” içeren iki farklı veri kümesi kullanılmıştır. Her iki veri kümesi de Wiki-Art Görsel Sanat Ansiklopedisi veri kümesinin alt kümeleridir (İnt.Kyn.8). Portre ve soyut tabloların seçilmesinin nedeni, DCGAN üretim sürecini, konvansiyonel eserlerin üretim süreciyle kıyaslayabilmektir.

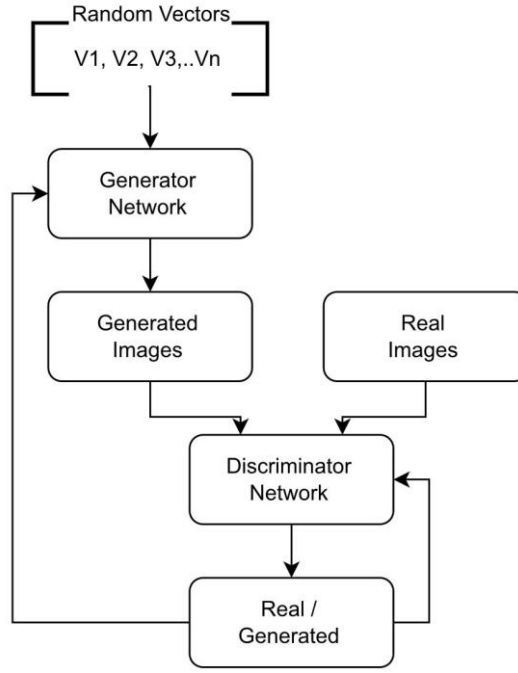
Amaç başlangıçta kullanılan veri setleri ile üretilen tablolar arasındaki potansiyel benzerliklerin kolayca tespit edilebilecek olmasıdır. Önerilen modeli besleyen soyut sanat eserlerinin sayısı 2872, portre sanat eserlerinin sayısı ise 4117'dir. Sanat eserleri farklı genişlik ve yükseklik değerlerine sahiptir. Veri kümelerinden örnek görüntüler Resim 4.1'de verilmiştir.



Resim 4.1 Veri kümelerinden örnek görüntüler.

4.2 Önerilen Yöntem

DCGAN'lar beslenen veri kümesinin benzer özelliklerine sahip veri oluşturan derin öğrenme yapılarından biridir. DCGAN'ların ağları, birbirleriyle birlikte çalışan iki farklı ağ yapısından oluşur. Bu ağ yapılarından biri, üreticiler ağı, rastgele oluşturulmuş gürültülü verilerden veri kümesindeki verilere benzer veriler oluşturur. Üretici ağı gözetimsiz öğrenme yapısına sahiptir. Ağın diğer kısmı olan ayırt edici ağ ise verinin gerçek mi yoksa üretilmiş mi olduğunu ayırt eder. Ayırt edici ağ gözetimli öğrenme yapısına sahiptir (Radford vd. 2015). DCGAN yapısı Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1 GAN yapısı.

Diskriminatör çıktısı, gerçek veya üretilmiş olarak ikili sınıflandırmadır ve Y ile gösterilmiştir. Denklem 4.1, üretici ağı için kayıp fonksiyonunu verir ve Denklem 4.2, diskriminatör ağı için kayıp fonksiyonunu verir. Burada δ kayıp fonksiyonunu ve μ ortalama işlemini gösterir. $Y_{gerçek}$, diskriminatör ağı çıktısının gerçek görüntüler olduğu olasılığını, Y_{sahte} ise üretilmiş görüntülerin olasılığını temsil eder.

$$\delta_{gen} = -\mu(\log(Y_{gerçek})) \quad (4.1)$$

$$\delta_{disc} = -\mu(\log(Y_{gerçek})) - \mu(\log(1 - Y_{sahte})) \quad (4.2)$$

Skor metriği, üretici ve ayırt edici ağların hedeflerini ne kadar iyi gerçekleştirdiğini ölçmek için kullanılır. Denklem 4.3'te, üretici ağın skor metriğinin formülü verilmiştir, Denklem 4.4'te ise ayırt edici ağın skor metriğinin formülü verilmiştir.

$$\partial_{gen} = \mu(Y_{üretilmiş}) \quad (4.3)$$

$$\partial_{disc} = \frac{1}{2}\mu(Y_{gerçek}) + \frac{1}{2}\mu(1 - Y_{üretilmiş}) \quad (4.4)$$

Önerilen yöntemin üretici ağının yapısı 13 katmandan oluşur. Katmanlar detaylı olarak

Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Generatör.

Numara	Katman Adı	Katman Açıklaması
1	Girdi	100 Öznitelik
2	Yeniden Boyutlandırma	Yeniden Boyutlandırma 4x4x512
3	Evrişim	Filtre Numarası=256 Filtre Boyutu=5x5 Adım=(1 1) Kırpma=(0 0 0)
4	Normalizasyon	Grup Normalizasyonu
5	Aktivasyon	ReLu
6	Evrişim	Filtre Numarası =128 Filtre Boyutu=5x5 Adım=(2 2) Kırpma='aynı'
7	Normalizasyon	Grup Normalizasyonu
8	Aktivasyon	ReLu
9	Evrişim	Filtre Numarası =64 Filtre Boyutu=5x5 Adım=(2 2) Kırpma='aynı'
10	Normalizasyon	Grup Normalizasyonu
11	Aktivasyon	ReLu
12	Evrişim	Filtre Numarası =3 Filtre Boyutu=5x5 Adım=(2 2) Kırpma='aynı'
13	Aktivasyon	Hiperbolik Tanjant

Modelin Jeneratör ağında 4 evrişim, 4 aktivasyon ve 3 normalizasyon katmanı bulunmaktadır. Son katmanda hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonu kullanılırken, diğer aktivasyon fonksiyonlarında ReLu kullanılmaktadır. Önerilen yöntemin Ayırıcı ağının yapısı 15 katmandan oluşmaktadır. Katmanlar ayrıntılı olarak Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Diskriminatör.

Numara	Katman Adı	Katman Açıklaması
1	Girdi	64x64x3 görseller
2	Düğüm seyreltme	50%
3	Evrişim	Filtre Numarası=64 Filtre Boyutu=5x5 Adım=(2 2) Dolgu='aynı'
4	Aktivasyon	Sızıntı ReLU Scale=0.2
5	Evrişim	Filtre Numarası =128 Filter Size=5x5 Adım=(2 2) Dolgu='aynı'
6	Normalizasyon	Grup normalizasyonu
7	Aktivasyon	Sızıntı ReLU Scale=0.2
8	Evrişim	Filtre Numarası =256 Filtre Boyutu=5x5 Adım=(2 2) Dolgu='aynı'
9	Normalizasyon	Grup normalizasyonu
10	Aktivasyon	Sızıntı ReLU Scale=0.2
11	Evrişim	Filtre Numarası =512 Filtre Boyutu=5x5 Adım=(2 2)Dolgu='aynı'
12	Normalizasyon	Grup normalizasyonu
13	Aktivasyon	Sızıntı ReLU Scale=0.2
14	Evrişim	Filtre Numarası =1 Filtre Boyutu=5x5 Adım=(2 2) Dolgu='aynı'
15	Aktivasyon	Sigmoid

Modelin diskriminatör ağında 5 evrişim, 5 aktivasyon ve 3 normalizasyon katmanı bulunmaktadır. Son katmanda sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılırken, diğer aktivasyon fonksiyonlarında leaky ReLu kullanılmaktadır. Önerilen modelin hiperparametreleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

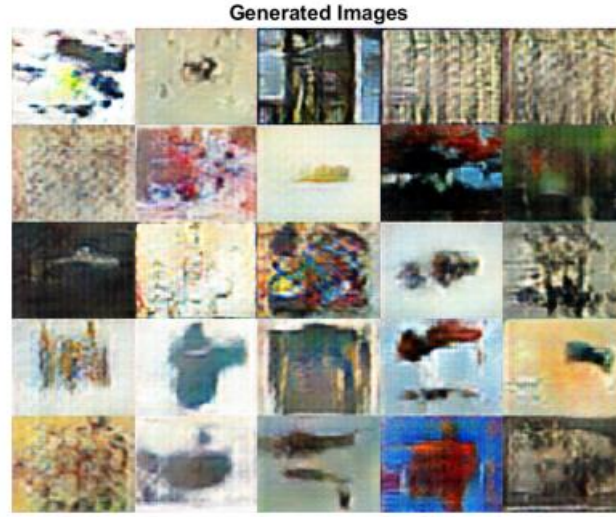
Çizelge 4.3 Hiper-parametre.

Parametre	Değer
Eğitim Tur Sayısı	500
Mini Grup	128
Öğrenme Oranı	0.0002
Gradyan Bozulma Faktörü	0.5
Gradyan Bozulma Faktörü Karesi	0.999
Validasyon Frekansı	100

Hiperparametreler değiştirilebilir ve farklı denemelerde farklı resimler elde edilebilir. Diskriminatör ağının gerçek ve üretilmiş resimleri kolayca öğrenememesi için resimlere dönüşümler uygulanmıştır.

5. BULGULAR

Geliştirilen yöntem, i5-1035G1 işlemci ve 8GB RAM'e sahip bir kişisel notebook bilgisayarda test edilmiştir. Üretilen soyut resimler Resim 5.1'de verilmiştir.

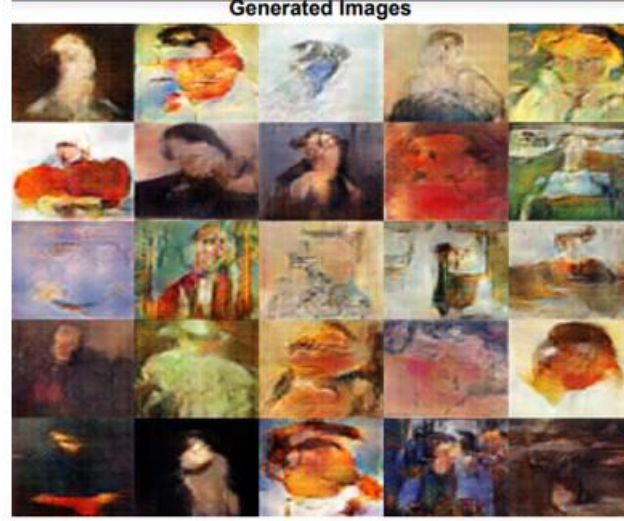


Resim 5.1 Üretilmiş soyut resimler.

Üretilen soyut sanat eserleri incelendiğinde benzer eserlerin üretildiği görülmektedir. Bunun nedeni, veri kümesinin nispeten küçük olması olarak düşünülmektedir. Bazı soyut resimlerde renk çeşitliliği sınırlıdır ve beyaz rengin baskın olduğu resimler de bulunmaktadır. Bu durum, çıktı resimleri üzerinde doğrudan etkili olmuştur.

Resimlere dikkatli bakıldığında biçimsel özellik taşımayan amorf olarak nitelendirilebilecek oluşumlar ve sistematik bir dağılım içermeyen renk toplulukları gözlemlenmektedir. Buradan yola çıkılarak üretilmiş resimlerin veri kümesinde bulunan resimlere benzediği veya andırdığı söylenebilir. Üretilmiş resimlerin kullanılan veri kümesinden bağımsız bir tasarımsal özellik barındırdığı gözlemlenememiştir. Dolayısıyla veri kümesinin, üretilmiş resimlerin etkeni olduğu çıkarımında bulunulabilir.

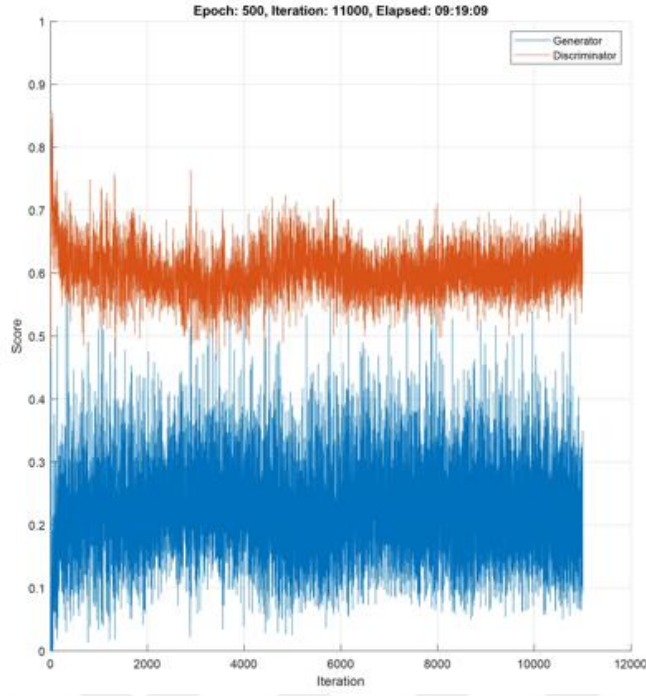
Üretilen portre sanat eserleri incelendiğinde, çoğunlukla farklı oldukları ve bazılarının insanları andırdığı görülmektedir. Bunun nedeninin, veri setinin oldukça büyük olması olduğu düşünülmektedir. Üretilen portre resimleri Resim 5.2'de verilmiştir.



Resim 5.2 Üretilmiş portre görüntüleri.

Portrelerden oluşturan veri kümesi kullanılarak tamamlanan resimlere bakıldığında nispeten, sistematik renk dengesi gözlemlenmiştir. Resimlerde bir fon renginin var olduğu görülmüş ve bu fon renginden kolayca ayırt edilebilen sınırlarla konumlanmış, baş, boyun, gövde gibi insan vücudunun bazı kısımlarını andıran oluşumlara rastlanılmıştır. Bu da üretilmiş resimlerin, kullanılan veri kümesinde bulunan portre resimlere benzediğini göstermiş ve yine veri kümesinin, üretilmiş resimlerin belirleyicisi konumunda olduğunu göstermiştir.

Önerilen yöntemde kayıp fonksiyon ile skor değeri ters orantılıdır. Dolayısıyla gerçeğe yakın resimler üretildiğinde kayıp fonksiyon düşük değer üretirken skor değeri yüksek çıkmaktadır. Eğitim süreci boyunca generatör ve diskriminatör ağların skor değerleri kaydedilmiştir. generatör ve diskriminatör skorları Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1 Üretici-ayrıştırıcı skoru.

Eğitim süreci yaklaşık 9 saat sürmüştür. Bu süreçte generatör ve diskriminatör ağlarının birbirleriyle rekabet halinde oldukları ve bazı iterasyonlarda birbirlerine yakın skor değerleri ürettikleri gözlemlenmiştir. Bu, eğitim sürecinin istenildiği gibi gerçekleştiğini göstermektedir.

Veri setleri oluşturulurken, gerekli ayarlamaları yapan kişinin iradesi doğrultusunda seçimlerin yapıldığı gözlemlenmektedir. Veri kümesinin elemanları ve elemanlarının ortak özellikleri bir gerçek kişi tarafından oluşturulmuş ve üretilmek istenen hedef doğrultusunda bir gerçek kişi tarafından gerekli komutlar verilmiştir. Üretme işlemi nash dengesine ulaşıldığında makine tarafından tamamlanmış olsa da, çıktının kullanılabilir olduğu kanısı yine bir gerçek kişi uhdesinde oluşmuştur. Söz konusu resimler bilimsel bir araştırma amacıyla üretilmiştir ancak estetik bir kaygı veya sanatsal bir amaca yönelik benzer faaliyetlerin kritik aşamalarında insan iradesine gereksinim duyulduğu görülmüştür.

6. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİ

İnsan kendisi haricinde düşünen ve karar alma yetisini haiz varlıkların olabileceği gerçeğini yapay zekâ teknolojileri ile deneyimlemeye başlamıştır. Yapay zekâyı insandan bağımsız bir varlık gibi değerlendirilmek aslında bir çıkarım ya da bir sonuç olarak nitelendirilmemelidir. İnsanın kendi dışındaki varlıkları animist bir yaklaşımla değerlendiriyor olması tamamen zihin yapısıyla ilgili bir durum olup, kaynakları insanlık tarihine dayanmaktadır. İnsan zihni çevresini prototipik örnekler vasıtasıyla sezgisel olarak tanımladığı için toplumlar, kendine dair özellikler üzerinden akıllı makinelerle ilgili genelleme yapma eğilimindedir (Rosch 1978). Bu sadece kendi prototipi üzerinden ilişkilendirme ile sınırlı kalmayıp, hayvanlara, cansız nesnelere, meteorolojik olaylarla bağlantı kurma eğilimi olarak da görülebilir (Epley vd. 2007).

İnsan olmayan varlıkları insan benzeri zihinlere sahip olarak modelleme eğilimi “antropomorfik önyargı” olarak adlandırılmaktadır. Bu önyargının sebebi zihinsel bir projeksiyon yanılgısıdır (Jaynes 2003). Söz konusu teknolojilerin adlandırılması, ifade ediliş biçimleri, geliştirilme yöntemleri gibi süreçlerin antropomorfik önyargı etkisinde ilerlediği söylenebilir. Verilerin makineye belirli kodlar ile yüklenmesini “öğrenme”, öğrenme olarak adlandırılan bu işlemi geliştirmek için beyinde bulunan sinir ağlarından esinlenerek uygulanan teknik yöntemleri “yapay sinir ağı”, bu işlemleri yapabilen ve sonuçlarını dış dünyaya sunabilen bilgisayar sistemlerini ise “yapay zekâ” olarak adlandırmak en baştan beri YZ teknolojilerinin bir önyargı altında değerlendirildiğinin basit kanıtlarıdır. İfade etme biçimine veya geliştirilmesine olumlu katkılar sağlayan antropomorfik yargılar, farklı alanlarda YZ teknolojilerini ele alırken aynı olumlu etkiyi gösterir mi sorusunu akıllara getirebilir.

Güncel çalışmalarda YZ destekli ürünler üzerinde “yapay zekânın hak sahibi olması” görüşü hukuk dünyasında tartışılabilir ise bahsedilen önyargı etkisinde kalındığını söylemek çok da yanlış olamayacaktır. YZ’yi hukuken bir kişi olarak tanımlama görüşü, fikri mülkiyet hukuku kapsamında endişe verici olasılıkları akıllara getirmese de, ceza hukuku, mülkiyet hukuku, miras hukuku gibi alanlarda negatif olasılıkları düşündürüp, sürece olumsuz katkı sağlayabilir. Zira önyargı altında oluşturulan bir modele fazla

güvenmek, modellenen alanın detaylı yanları yakalanamadığında yanıltıcı olabilir (Yudkowsky 2006; Salamon 2009). Ayrıca sadece yanıltıcı değil aynı zamanda YZ'nin sosyolojik alanda anlamlandırılması üzerinde geciktiren, korkutan, karmaşa yaratan, fazlaca yeni kavrama ihtiyaç doğuran bir etki de yaratabilir. Sanatın temel dayanağı olan yaratıcı unsuru YZ'ye atfetmek veya ona bir eserin sahibi sıfatını vermek, sadece sanatseverlerin tepkisine neden olmakla kalmayacağı gibi sanatın varlığına yönelik bir tehlike gibi algılanabilir. Esasen bunun kaynağının doğal bir önyargı (antropomorfik) olduğu bilincinde olmak, olumlu yanlarının gözden kaçmasına engel olabilir. Zira söz konusu önyargının olumlu yanları da bulunmaktadır. YZ destekli üretim sürecine insan prototipi üzerinden değerlendirmeye çalışmak başarılı çıkarımlarda bulunulmasına zemin hazırlayabilir.

Makine öğrenmesi sürecinde dış dünyada bulunan bilgiler dijitalize edilerek bir makineye yüklenmektedir. Bu işlem, öğrenme çağında olan bir bebeğin dış dünyayı adım adım deneyimleyerek bilinç sistemine kodlamasına benzetilebilir. . Etkileşimden öğrenme, tüm öğrenme ve zekâ teorilerinin temelinde yatan bir fikirdir (Sutton ve Barto 2014,2015). Dolayısıyla ressamın resmettiği tabloların, önceden hafızalarına kodladıkları hali hazırda var olan bilgilerin bir kompozisyon doğrultusunda sunumundan ibaret olduğu söylenebilir. Nitekim sanat eseri hakkında ilk fikir olmadan hiçbir şey yaratılamamaktadır (Ceric 2008). Sanat eserlerini ortaya çıkaran sanatçılar, hayatları boyunca öğrendikleri bilgileri yaratıcılık yönleriyle işleyerek ortaya koymaktadır. Hiç ağaç görmeyen birinin ağaç kavramını bir tabloya çizmesi veya dokunmadığı bir su elementini akarsu olarak çizebilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla insan eliyle yapılan her türlü ürün, eser, insanın vakıf olduğu bilgiye dayanmaktadır. Yaratımlar öğrenilmiş bilgi ve fikri bir çaba sonucu tezahür edilmektedir. Aksi takdirde toplumca anlamlandırılmayan uğraşlar ortaya çıkabilir. 3 yaşında bir çocuğun bir tuval üzerine yapmış olduğu düzensiz fırça darbelerinin bir sanat eseri oluşturamayabileceği gibi. Salvador Dali'nin "*The Persistence of Memory*" (Belleğin Azmi) isimli tablosu, Leonardo da Vinci'nin "*The Last Supper*" (Son Akşam Yemeği), Vincent Van Gogh The "*Starry Night*" (Yıldızlı Gece), Francisco Goya'nın "*Saturno devorando a un hijo*" (Çocuklarını Yiyen Satürn/Satürn) gibi dünyaca ünlü ressamların sanat eserlerine bakıldığında, dış dünyada var olan objeler, canlılar, insanlar, bitkiler, renkler ve eşyaların resmedildiğini görebiliriz (Resim 5.1).



Salvador Dalí The Persistence of Memory (Belleğin Azmi)



Leonardo da Vinci The Last Supper (Son Akşam Yemeği)



Vincent Van Gogh The Starry Night (Yıldızlı Gece)



Francisco Goya Saturno devorando a un hijo
(Çocuklarını Yiyen Satürn/Satürn)

Resim 6.1 Dünyaca ünlü sanat eserleri.

Makine öğrenmesi süreci ile bebeğin öğrenmesi süreci benzemesine rağmen, insanın ömrü boyunca deneyimlediği bilgiyi işleme süreci ile makinenin bilgiyi işleme süreci benzememektedir. Zira insan eli devreye girdiğinde ‘yaratıcılık’ unsurundan bahsedebilirken, YZ algoritmalarının yaratıcılık unsurunun bulunmadığı son derece açıktır. Ayrıca makine istenen hedef doğrultusunda ürün ortaya çıkarırken, sanat eserlerinin ortaya çıkması, derin psişik olgular ile açıklanabilir. Bununla birlikte makineler çok geniş bir veri havuzundan veri çekmektedirler. Veri havuzundan hangi veri kümesini kullanacağını bilemezler. Tam bu noktada insan unsuru devreye girer ve büyük veri havuzundan hangi veri kümelerini çekerek çalışması hususunda makineye müdahalede bulunur. Aksi takdirde karmaşık verilerden neyi çıkarması gerektiğini bilmeyen makine istenen sonucu veremez. Çalışmamızda bu durumu destekleyen bulgular elde edilmiştir. GAN modeli kullanılarak portrelerden oluşan veri seti ile çalışıldığında yine portrelere benzer silüet ve şekillerde üretim çıktıları alınırken, soyut görsellerden oluşan veri seti ile çalışıldığında anlamlandırılmayan, görece soyut sayılabilecek çıktılar elde edilmiştir. Bu bulguya dayanarak ortaya çıkan dijital tabloların girdi veri setine bağımlı olduğu söylenebilir. Bulgular insan öğrenmesi ve makine öğrenmesi arasında, dış dünyadaki verilerin içeriye aktarımı anlamında benzerlik olduğu yönünde değerlendirilebilir ancak yeni ürünler oluşturma aşamasında farklı

mekanizmaların çalıştırıldığı söylenebilir. Şöyle ki veri setleri iradi olarak seçilmiş olup, çıkan sonuçların da veri setlerine uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Bu da süreç içerisinde insan katkısı olduğunu ve bu katkının da tespit edilebilir düzeyde sonuçlara yansıdığını göstermektedir. Görüldüğü gibi antropomorfik önyargı ile sergilenen yaklaşımlar bazı durumlarda YZ ile insanı birbirine yaklaştırabilirken, bazı durumlarda da uzaklaştırabildiği söylenebilir.

Öğrenme ve yaratım açısından benzerlik ve farkları ele aldıktan sonra, ortaya çıkan ürünlerin sahipliği açısından da konuyu değerlendirmek, hukuki anlamda yorum yapmamıza olanak sağlayabilir. YZ ile yaratılan ürünlerin hukuken korunup korunmayacağına dair ağırlıklı olarak aidiyete dayalı bir mantık benimsendiği ve aidiyet perspektifinden değerlendirildiğinde farklı yaklaşımlar olduğu görülmektedir.

Örneğin ABD Hukuk sistemi makine öğrenmesinde eserlerin bir gerçek kişi tarafından yaratılmaması sebebiyle korunmasının doğru olmayacağına yakın bir çizgide dururken, (Güçlütürk 2021) İngiliz Hukuku bu tip yaratımları gerekli düzenlemeleri yapan kişilere ait bularak korunması gerekliliğini benimsemektedir (Yılmaztekin 2021). Başka bir görüşe göre makine öğrenmesinde süreci yönetenin (gerekli düzenlemeleri yapan kişi) birden fazla kişi olması durumunda sürece katkısı bulunan çok fazla kişinin olabileceği ihtimalleri de gözetilerek, sürece katkı sağlayanın bu sebeple tespitinin zorluğu veya katkı yoğunluklarının bilinemeyebileceği gerekçesiyle korunmasının çok güç olduğu fikri benimsenmiştir (Güçlütürk 2021).

Bir yaratımın korunması için bir kişi veya birçok kişi ile doğrudan bir aidiyet kanıtının varlığı aranmamalıdır. Fikri mülkiyet kavramı fikri bir çaba ve aidiyet kavramlarını bir arada kapsayan bir kavram olduğuna göre (Kılıçoğlu 2006) yalnızca aidiyet ağırlıklı veya çaba ağırlıklı yaklaşımların arandığı sürece odaklanmak, ortaya çıkacak ürünlerin yok sayılmasına götürecek riskleri de barındırmaktadır. Bu nedenle YZ kavramını insana benzeterek illiyet veya zilyet gibi olgularla ele almaktansa, YZ ye başka bir alan açarak onun sadece bir araç olduğunu göz önünde bulundurarak değerlendirmek gerektiğine inanmaktayız.

Zira YZ teknolojisini, sürecin öznesi haline getirip, yazar olarak kabul etmek veya etmemek ya da sahip sıfatı vermek veya vermemek yerine bu tip fikri ürünlerin koruma kapsamı belirsizliğini aşmak için bazı yasal düzenlemelerin yapılması gerektiği düşünülmektedir (Celik 2020).

6.1 Yeni Kavram: Hibrit Eser Önerisi

Görsel sanatlar altı yüz yıldır teknolojik gelişimlere maruz kalmaktadır (Ceric 2008). Görsel sanatların gördüğü ilgi ve bu eserleri ortaya koyan sanatçılara duyulan saygı ve takdire bakıldığında maruz kalınan değişimlerin onları olumsuz etkilemediği söylenebilir. Aksine verinin dolaşımı arttıkça, ulusların ortak paydada buluşmasına olumlu etkisi olmuş ve sanatı kanatları altına alan fikri mülkiyet hukuku anlamında da azımsanmayacak ilerlemeler kaydedilmiştir.

Fikri bir ürün veya eser toplumun takdirine sunulduğunda artık korunması gereken başka bir değer daha ortaya çıkmaktadır. Bu da toplumun, takdirine sunulana karşı oluşturduğu beğenidir. Dolayısıyla toplumun beğenisini korumak ile YZ teknolojilerini koruyup katkı sağlamak arasında hassas bir denge kurulması gerektiğine inanılmaktadır.

Colton' a göre işin hilesi bilgisayar sanatçıların, insan olanlarla karşılaştırmamakta yatmaktadır. Eğer bilgisayar yaratıcılığını olduğu haliyle kabul ederek, onun insan gibi görünmesi için uğraşmayı bırakabilirsek, bilgisayar bize kendi yaratıcı yeteneklerimiz hakkında yeni şeyler öğretmekle kalmaz, hayal bile edemeyeceğimiz şekillerde sanatı geliştirip yön verebilir.

Bu noktadan çıkışla çalışmamızda “Hibrit Eser” adıyla yeni bir terminoloji önerilmektedir. YZ destekli yaratımların klasifiye edilmesi ve sonrasında bu klasifikasyona göre fikri hakların korumasından yararlanması gerektiğine inanılmaktadır. Dolayısıyla yalnızca insan eliyle değil, insan ile makine öğrenmesi teknolojilerinin harmonize edilerek yaratılan ürünler hibrit eser olarak adlandırılabilir.

Yakın gelecekte tarif etmeye çalıştığımız her kavram için farklı hukuki koruma mekanizmasının oluşturulabileceği düşünülmektedir. Örneğin konvansiyonel eserler için düzenlenmiş ve hali hazırda yürürlükte bulunan yasa maddelerine köklü bir manipölasyonda bulunmadan, hibrit eserler için oluşturulan ayrı bir bölümde hibrit eserler için görece esnek koruma sistemleri getirilebilir. Böylelikle eser kavramına yeni bir tanım getirip karmaşıklığa sebep olmak veya YZ teknolojileriyle yaratımı yapılan fikirleri tamamen yok saymak yerine, hem sanatı hem de teknolojiyi koruma altına alan barışçıl regölasyonlar yaratılabilecektir.

GAN destekli üretilen ürünlerin insan gözüyle ve duyularıyla gerçeğinden ayırt edilemeyecek kadar başarılı sonuçlar veriyor olması, bu tip ürünlerin hukuki alanlarının derhal belirlenme ihtiyacını doğurmuştur. Aksi takdirde konvansiyonel sanat eserlerinin hukuki korunma alanına ciddi bir darbe vurulmuş olacaktır. Eserlerin ortaya çıkarılmasındaki yaratıcılığa yönelik zararların yanı sıra, ortaya çıkarılmış ürünlerin YZ destekli veya insan zekâsı destekli ayrımının hukuki tespitinin yapılamaması nedeniyle, kanunun uygulanabilirliği anlamında zorluk çıkacak ve mevcut yasaların da etki alanı ortadan kalkma tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır.

Sonuç olarak fikri ürünlerin ortaya çıkarılmasında YZ yalnızca bir araç olabilir (Mazzone ve Elgammal 2019). Hukuk dünyasında YZ'ye dair spesifik bir alan açmak, YZ'nin yalnızca bir araç olduğunu netleştirmenin yanı sıra sanatın YZ aracılığıyla gelişmesinin de önünü açacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Abbott R, 2016, I Think, Therefore I Invent, In Creative Computers and the Future of Patent Law, BCL Rev., 57, 1079–1126.
- Alpaydın E, 2010. Introduction to Machine Learning, 2nd ed., Cambridge, MA: The MIT Press.
- Aspray W, Mahoney M S, 1991, Computing Before Computers, Physics Today, 44 (5), 64–65.
- Ateş M, 2007, Fikri Hukukta Eser, Turhan Kitapevi, 1. Baskı, Ankara.
- Avcı A, 2013, İnternet Özgürlüğü ve Fikri Haklar, Yeni Medya Çalışmaları: Kuram, Yöntem, Uygulama ve Siyasa I. Ulusal Kongresi Kitabı İçinde, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi İletişim Fakültesi.
- Ayiter N, 1981, Hukukta Fikir ve Sanat Eserleri, Sevinç Matbaası, Ankara.
- Bakar B, 2018, Yapay Sinir Ağları İle Konuşmacı Doğrulama Sistemleri İçin Saldırı Tespiti, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 50s, Bursa.
- Boden M A, Edmonds E A, 2009, What is Generative Art?, Digital Creativity, 20(1-2), 21–46.
- Bozbel S, 2015, Fikri Mülkiyet Hukuku, Oniki Levha Yayıncılık.
- Brandi-Dohrn A, Fischhold A, Freialdenhoven J, Joachim B, Kossak S, Maamar N, vd., 2019, AIPPI: Copyright In Artificially Generated Works, s. AIPPI Congress News.
- Brownlee J, 2022, Machine Learning Mastery.
- Burçin A L, 2019, Generatif Sanat Kavramı ve Görsel Sanatlarda Sayısal Yaratıcılık, Tasarım Enformatiği, 1(2), 78–91.
- Burkov A, 2019, The Hundred-Page Machine Learning Book, 159.
- Celik E, 2022, How IP Struggles to Define AI-Generated Products and the Ownership Dilemma, SSRN Electronic Journal.

- Ceric V, 2008, Algorithmic Art: Technology, Mathematics and Art. In ITI 2008-30th International Conference on Information Technology Interfaces, 75–82.
- Chapelle O, Schölkopf B, Zien A (Ed.), 2006, Semi-Supervised Learning, The MIT Press.
- Chen H, Zhao L, Qiu L, Wang Z, Zhang H, Xing W, vd., 2020, Rakip Ağları Kullanarak Yaratıcı Ve Çeşitli Sanat Eserleri Üretimi, IET Bilgisayarla Görü, 14(8), 650–657.
- Chidambaram M, Qi Y J, 2017, Style Transfer Generative Adversarial Networks: Learning to Play Chess Differently, arXiv: 1702.06762.
- Choi E, Biswal S, Malin B, Duke J, Stewart W F, Sun J M, 2017, Generating Multi-Label Discrete Patient Records Using Generative Adversarial Networks. In Machine Learning for Healthcare Conference, PMLR, 286–305.
- Chollet F, 2017, Deep Learning with Python, Manning Publications.
- Chui M, 2017, Artificial Intelligence the Next Digital Frontier, McKinsey and Company Global Institute.
- Colton S, 2012, The Painting Fool: Stories from Building an Automated Painter, In Computers and Creativity, Springer, 3–38, Berlin and Heidelberg.
- DiMatteo L, Poncibò C, Cannarsa M (Ed.), 2022, AI Intellectual Property Law, In The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence: Global Perspectives on Law and Ethics (Cambridge Law Handbooks), Cambridge University Press, 213–270, Cambridge.
- Epley N, Waytz A, Cacioppo J T, 2007, On Seeing Human: A Three-Factor Theory of Anthropomorphism, Psychological Review, 114(4), 864.
- Erdil, E, 2003, Fikir ve Sanat Eserleri Hukukunda İşlenme Eserler, Marmara Üniversitesi.
- Fetzer J H, 1990, What is Artificial Intelligence?, Artificial Intelligence: Its Scope and Limits, In Studies in Cognitive Systems, Springer, Dordrecht.
- Galanter P, 2003, What is Generative Art? Complexity Theory as A Context for Art Theory, Proceedings of VI Generative Art Conference, 225–246,
- Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, 2016, Deep learning, New York, USA, MIT Press.

- Goodfellow I, McDaniel P, Papernot N, 2018, Making Machine Learning Robust Against Adversarial Inputs, *Communications of the ACM*, 61(7), 56–66.
- Goodfellow I, Pouget-Abadie J, Mirza M, Xu B, Warde-Farley D, Ozair S, vd., 2020, Generative Adversarial Networks, *Commun. ACM* 63, 11, 139–144.
- Goodfellow I, Pouget-Abadie J, Mirza M, Xu B, Warde-Farley D, Ozair S, vd., 2014, *Generative Adversarial Nets, Mining of Massive Datasets*; Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Gou C, Wu Y, Wang K, Wang F Y, Ji Q, 2016, Learning-By-Synthesis for Accurate Eye Detection, In *Proc. 23rd Int. Conf. Pattern Recognition (ICPR)*, Cancun, Mexico, 3362–3367.
- Gou C, Wu Y, Wang K, Wang F Y, Ji Q, 2017, A Joint Cascaded Framework For Simultaneous Eye Detection And Eye State Estimation, *Pattern Recognit.*, 67, 23–31.
- Gözübüyük B, 2021, Yapay Zekanın Meydana Getirdiği Fikri Ürünlere İlişkin 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Kırıkkale Hukuk Mecmuası*, 1(1), 54–81.
- Güçlütürk O G, 2021, Türk Hukukunda Makine Öğrenmesine Dayalı Yapay Zekada Verinin Hukuka Uygun Şekilde Kullanılması, *Galatasaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, 385s, İstanbul.
- Harari YN, 2016, *Homo Deus*, Kolektif Kitap, 1. Baskı, çev. Poyzan Nur Taneli, İstanbul, 338–339.
- Helvacı S, Atar E A, 2016, Fikir ve Sanat Eserleri Hukukunda Üç Aşamalı Test, Prof. Dr. Cevdet Yavuz’a Armağan, C. II, MÜHF-HAD Özel Sayı, 3.
- Herbert Z, 2021, Liability for AI: Public Policy Considerations, Bölüm 1.1., *EraForum*, <https://doi.org/10.1007/s12027-020-00648-0>, Erişim tarihi (24 Mart 2023).
- Hertzmann A, 2018, Can Computers Create Art?, In *Arts*, Vol. 7, No. 2, p. 18, MDPI.
- Hinton G, Deng L, Yu D, Dahl G, Mohamed A, Jaitly N, vd., 2012, Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition, *IEEE Signal Processing Magazine*, 2.

- Hirsch E E, 1948, Fikri ve Sınai Haklar, Ar Basımevi, Ankara.
- Hirsch E, Arslanlı, H, 1942, Fikrî Eserler Hakkında Kanun Projesi, Journal of Istanbul University Law Faculty, 7(2–3), 429–504.
- Hızlısoy S, Tüfekci Z, 2021, Derin Öğrenme İle Türkçe Müziklerden Müzik Türü Sınıflandırması, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı 24,19.
- Hu W, Tan Y, 2023. Generating Adversarial Malware Examples for Black-Box Attacks Based on GAN, Data Mining and Big Data: In 7th International Conference, DMBD 2022, Beijing, China, Proceedings, Part II, 409–423, Singapore: Springer Nature Singapore.
- Huang R, Zhang S, Li T Y, He R, 2017. Beyond face rotation: Global and Local Perception GAN for Photorealistic and Identity Preserving Frontal View Synthesis, In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2439–2448.
- Ioffe, S, Szegedy, C, 2015, Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift, International Conference on Machine Learning.
- Jaynes E T, 2003, Probability Theory: The Logic of Science, Cambridge University Press.
- Johnson D (Ed.), 2020, Machine Learning Libraries, and Cross-Disciplinary Research: Possibilities and Provocations, Hesburgh Libraries, University of Notre Dame.
- Kagan B J, Kitchen A C, Tran N T, Habibollahi F, Khajehnejad M, Parker B J, vd., 2022, *In vitro* Neurons Learn and Exhibit Sentience When Embodied in a Simulated Game-World, Neuron, DOI: 10.1016/j.neuron.2022.09.001.
- Kaplan J, 2016, Artificial Intelligence: What Everyone Needs to Know, Oxford University Press.
- Karabey, B, Yürümezoğlu, K, 2015. Yaratıcılık ve Üstün Yetenekliliğin Bazı Zeka Kuramları Açısından Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, (40), 86–107.
- Kılıç P, Turhan N, Sensitive Brain Studies: Ethical Discussions, Uluslararası Sağlık Araştırmaları Kongresi, 8-9 Aralık 2022, Ankara.

- Kılıçoğlu M, 2006, Sınai Haklarla Karşılaştırmalı Fikri Haklar, Turhan Kitapevi Yayınları, Ankara.
- Küçük D, Arıcı N, 2018, Doğal Dil İşlemede Derin Öğrenme Uygulamaları Üzerine Bir Literatür Çalışması, Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 78–79.
- LeCun Y, Bengio Y, Hinton G, 2015, Deep Learning, Nature, 521, 436–444, <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
- Ledig C, Theis L, Huszar F, Caballero J, Cunningham A, Acosta A, vd., 2017, Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network, In Proceedings of the IEEE Conference On Computer Vision And Pattern Recognition, 4681–4690.
- Lee J A, Hilty R, Liu K C (Ed.), 2021, Artificial Intelligence and Intellectual Property, Oxford University Press.
- Lévy-Bruhl, H, 1990, Sociologie du Droit. 7e édition, Presses universitaires de France.
- Li J W, Monroe W, Shi T L, Jean S, Ritter A, Jurafsky D, 2017, Adversarial Learning for Neural Dialogue Generation, arXiv: 1701.06547.
- Li Y, Liang D, 2019, Safe Semi-Supervised Learning: A Brief Introduction, Frontiers of Computer Science, 13, 669–676.
- Lipton Z C, Berkowitz J, Elkan C, 2015, A critical review of recurrent neural networks for sequence learning, arXiv preprint arXiv:1506.00019.
- Look, B C, Belaval Y, 2023, Gottfried Wilhelm Leibniz, Encyclopedia Britannica, <https://www.britannica.com/biography/Gottfried-Wilhelm-Leibniz>, Erişim tarihi (24 Mart 2023).
- Mazzone, M, Elgammal, A, 2019, Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence, In Arts (Vol. 8, No. 1, p. 26), MDPI.
- McCarthy J, Minsky M, Rochester N, Shannon C E, 1995, A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, In AI Mag, 2006, 27, 12–14.
- McCarthy J, 2007, What Is Artificial Intelligence, Stanford University.

- Miller T, 2019, Explanation in Artificial Intelligence: Insights from the Social Sciences, Artificial Intelligence, 267, 1–38.
- Murphy K, 2012, Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Adaptive Computation And Machine Learning Series, MIT, Cambridge, MA.
- Nazari F, Yan W, 2021, Convolutional versus Dense Neural Networks: Comparing the Two Neural Networks Performance in Predicting Building Operational Energy Use Based on the Building Shape, arXiv preprint arXiv:2108.12929.
- New Scientist, 2017, Machines that Think: Everything You Need To Know About The Coming Age of Artificial Intelligence, John Murray Learning, Hachette UK.
- Nilsson N J, 2010, The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements, Cambridge, New York, Cambridge University Press.
- Okay A S, 2021, Gelenekselden Dijitale İçeriğin Üretimi ve Dönüşümü: Dijital Habercilik Bağlamında Bir Araştırma, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 366s, İstanbul.
- Özçelik Ş B, 2021, Yapay Zekanın Veri Koruma, Sorumluluk ve Fikri Mülkiyet Açısından Ortaya Çıkardığı Hukuki Gereksinimler, Adalet Dergisi, (66), 87–116.
- Öztan F, 2008, Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku, Turhan Kitabevi, Ankara.
- Pascual S, Bonafonte A, Serra J, 2017, SEGAN: Speech Enhancement Generative Adversarial Network, arXiv: 1703.09452.
- Radford A, Metz L, Chintala S, 2015, Unsupervised Representation Learning With Deep Convolutional Generative Adversarial Networks, arXiv: 1511.06434.
- Ratliff L J, Burden S A, Sastry S S, 2013, Characterization And Computation Of Local Nash Equilibria In Continuous Games, In Proc. 51st Annu. Allerton Conf. Communication, Control, and Computing (Allerton), Monticello, IL, USA, pp. 917–924.
- Rodney A B, 1991, Intelligence Without Representation, Artificial Intelligence, 47(1-3), 139–159.
- Rosch E, Lloyd, B B, 1978, Principles of Categorization.

- Roziere B, Teytaud F, Hosu V, Lin H, Rapin J, Zameshina M, vd., 2020. Evolgan: Evrimsel üretken çekışmeli ağlar, Asya Bilgisayarla Görme Konferansı Bildirileri İçinde.
- Salamon A, 2009, Shaping The Intelligence Explosion, Paper presented at the Singularity Summit, <http://vimeo.com/7318055>.
- Samandı R, 2019, Türk Fikir ve Sanat Hukukunda Eser Ve Eser Sahibi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 170s, Ankara.
- Samuel A L, 1959, Machine learning, The Technology Review, 62(1), 42–45.
- Santana E, Hotz G, 2016, Learning a Driving Simulator, arXiv: 1608. 01230.
- Schmidhuber J, Hochreiter S, 1997, Long Short-Term Memory, Neural Comput, 9(8), 1735–1780.
- Schneider T, Rea N, 2018, Has Artificial Intelligence Given Us the Next Great Art Movement? Experts Say Slow Down, the ‘Field Is in Its Infancy,’ , Artnet News.
- Şeker A, Diri B, Balık H H, 2017, A Review About Deep Learning Methods And Applications. Gazi Univ J Eng Sci, 3, 47–64.
- Ser G, Bat CT, 2019, Derin Sinir Ağları ile En İyi Modelin Belirlenmesi: Mantar Verileri Üzerine Keras Uygulaması, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 29(3), 406–417
- Shahriar S, 2022, GAN Computers Generate Arts? A Survey on Visual Arts, Music, and Literary Text Generation using Generative Adversarial Network, Displays.
- Shalev-Shwartz S, Ben-David S, 2014, Understanding Machine Learning - From Theory to Algorithms, Cambridge University Press.
- Shrivastava A, Pfister T, Tuzel O, Susskind J, Wang W D, Webb R, 2017, Learning from Simulated and Unsupervised Images Through Adversarial Training, In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2107–2116.
- So A, 2020, Technical Elements of Machine Learning for Intellectual Property Law, Artificial Intelligence and Intellectual Property.

- Srivastava N, Hinton G, Krizhevsky A, Sutskever I, Salakhutdinov R, 2014, Dropout: A Simple Way To Prevent Neural Networks From Overfitting, The Journal of Machine Learning Research, 15(1), 1929–1958.
- Suluk C, Orhan A, 2005, Uygulamalı Fikri Mülkiyet Hukuku II: Genel Esaslar Fikir ve Sanat Eserleri, 2, İstanbul.
- Surden H, 2014, Machine Learning and Law, Washington Law Review, 89(1).
- Sutton R S, Barto A G, 2014, 2015, Reinforcement Learning: An Introduction Second Edition, The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England.
- Tekinalp Ü, 2004, Fikrî Mülkiyet Hukuku: Temel Bilgiler, Milletlerarası Özel Hukuk, Milletlerarası Sözleşmeler, Fikir ve Sanat Eserleri, Markalar, Patentler, Endüstriyel Tasarımlar, Faydalı Modeller, Yeni Bitki Çeşitlerine İlişkin İslahçı Hakları, Entegre Devre Topografyaları Ve Biyoteknolojik (Gene İlişkin) Buluşların Korunması, Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Tekinalp Ü, 2012, Fikrî Mülkiyet Hukuku, 5. Basım, Vedat Kitapçılık, İstanbul.
- Terman L M, 1948, The Measurement of Intelligence, 1916, Dennis W (Ed.), In Readings in the History of Psychology, 485–496. Appleton-Century-Crofts. <https://doi.org/10.1037/11304-053>.
- Turhan CG, Bilge HŞ, 2020, Üretken Rakip Ağları Kullanarak Ölçeklenebilir Görüntü Oluşturma Ve Süper Çözünürlük, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35(2).
- Turhan N, Yurttakal A H, 2022, Regression and Discrimination Performance of Terpenoid Expression via Cannabis Sativa Cannabinoids, In 2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), 1–4, IEEE.
- Turhan N, Yurttakal AH, 2023, Derin Evrişim Tabanlı Üretken Düşman Ağları Yoluyla Uçtan Uca Sanat Eserleri Üretimi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Basımda.

- Turing A M, 1936, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, Proceedings of the London Mathematical Society, 2, 230–265.
- Turing A M, 1950, Can a Machine Think. Mind, 59(236), 433–460.
- van Engelen J E, Hoos H H, 2019, A Survey on Semi-Supervised Learning, Machine Learning, 109, 373 – 440.
- Wang K, Gou C, Duan Y, Lin Y, Zheng X, Wang F Y, 2017, Generative Adversarial Networks: Introduction and Outlook, IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 4(4), 588–598.
- Wu J, 2017, Introduction to Convolutional Neural Networks, National Key Lab for Novel Software Technology, Nanjing University, China, 5(23), 495.
- Xue A, 2021, Üretken Rakip Ağları Kullanarak Uçtan Uca Çin Manzara Resmi Oluşturma, Bilgisayar Görüşü Uygulamalarına İlişkin IEEE/CVF Kış Konferansı Bildiri Kitabı İçinde, 3863– 3871.
- Yarsuvat, D, 1984, Türk Hukukunda Eser Sahibi ve Hakları, İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Yayınları.
- Yılmaztekin H K, 2021, Yapay Zekanın Eser Sahipliği, Adalet Yayınevi.
- Yu L T, Zhang W N, Wang J, Yu Y, 2017, Seqgan: Sequence Generative Adversarial Nets with Policy Gradient, Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 31(1).
- Yu Y, Si, X, Hu C, Zhang, J, 2019, A Review of Recurrent Neural Networks: LSTM Cells and Network Architectures, Neural Computation, 31(7), 1235–1270.
- Yudkowsky E, 2006, The Human Importance Of The Intelligence Explosion, Singularity Summit at Stanford.
- Yüksel M, 2001, Fikri Mülkiyet Haklarının Tarihsel Temelleri, Ankara Barosu Fikri Mülkiyet ve Rekabet Hukuku Dergisi, 2, 89–108.
- Yüksel M, 2008, Fikri Mülkiyet ve İletişim Yazıları, Ankara: Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Kırkıncı Yıl Kitaplığı.

- Zhang Y Z, Gan Z, Carin L, 2016, Generating text via adversarial training, In NIPS Workshop on Adversarial Training, 21, 21–32.
- Zhu J Y, Park T, Isola P, Efros A A, 2017, Unpaired Image-to-Image Translation Using Cycle-Consistent Adversarial Networks, In Proceedings of the IEEE International Conference On Computer Vision, 2223–2232.
- Zhu X, 2008, Semi-Supervised Learning Literature Survey, Technical Report, 1530, University of Wisconsin-Madison.
- Zorluel M, 2019, Yapay Zekâ ve Telif Hakkı, Türkiye Barolar Birliği Dergisi, 142, 305–356.

İnternet Kaynakları

- 1- https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf, 24.03.2023
- 2- https://byronreese.com/wp-content/uploads//2020/01/DD_AI_Issue_1_Offer-1.pdf, 24.03.2023
- 3- <https://www.statista.com/>, 24.03.2023
- 4- <https://www.cavescript.org/research/quantum-mechanics-meets-pictographs/ochre-the-substance/>, 24.03.2023
- 5- <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/pdf/ekim-2013>, 24.03.2023
- 6- <https://sozluk.gov.tr/>, 24.03.2023
- 7- <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.3.5846.pdf>, 24.03.2023
- 8- <https://www.wikiart.org/>, 07.03.2023
- 9- https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf, 24.03.2023
- 10- https://byronreese.com/wp-content/uploads//2020/01/DD_AI_Issue_1_Offer-1.pdf, 24.03.2023
- 11- <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/pdf/ekim-2013>, 24.03.2023
- 12- <https://sozluk.gov.tr/>, 24.03.2023
- 13- <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.3.5846.pdf>, 24.03.2023
- 14- <https://www.wikiart.org/>, 07.03.2023