

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MÜZE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MÜZELERDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI,
ETKİLERİ VE GELECEĞİ**

FATİH GÜMÜŞ

2501160593

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. FETHİYE ERBAY

İSTANBUL – 2019

ÖZ

**MÜZELERDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI, ETKİLERİ VE
GELECEĞİ
FATİH GÜMÜŞ**

Son yıllarda bilgisayar donanımlarının gelişmesi ve maliyetlerdeki göreceli düşüş ile yapay zeka araştırma ve uygulamaları hız kazanmıştır. Endüstriyel uygulamalardan cep telefonlarına kadar geniş bir yelpazede etkili olan bu yapay zeka devrimi, kültür sanat sektöründe de karşılığını bulmaya başlamıştır. Müzeler de bu değişimde aktif olarak rol oynamaya uygun kurumlardır.

Bu tezde, yapay zeka ile ilgili temel bilgilerin ardından günümüzde müzelerde uygulanan veya uygulanabilecek yapay zeka teknolojileri müze ziyaretçileri ve müzecilik çalışmaları bağlamında örnekler aracılığıyla açıklanmıştır. Tezin kapsamı gereği teknik anlatımdan mümkün olduğunca uzak durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: yapay zeka, makine öğrenmesi, müze, koleksiyon, ziyaretçi

ABSTRACT
IMPACT AND FUTURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
APPLICATIONS' ON MUSEUMS
FATİH GÜMÜŞ

In recent years, the development of computer hardware and the relative decrease in costs have accelerated the research and applications of artificial intelligence. This artificial intelligence revolution, which is effective in a wide range from industrial applications to mobile phones, has started to find its value in the culture and art sector. Museums are also suitable institutions to play an active role in this change.

In this thesis, with a short introduction to artificial intelligence, examples of artificial intelligence applications which are applied in museums today or will be in the near future are explained in the context of its affects on museum visitors and museology studies. Due to the scope of the thesis, technical narrative has been avoided as much as possible.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, museum, collection, visitor

ÖNSÖZ

Geçmişle geleceği buluşturmak gibi önemli bir görevi olan müzelerin, içinde bulunduğumuz değişimler çağına ayak uydurabilmesinde yapay zekanın oynayabileceği rolün değerlendirildiği bu tez çalışmasının hazırlanması sürecinde destek ve rehberlikleri için öncelikle değerli danışman hocam Prof. Dr. Fethiye Erbay’a teşekkürlerimi sunarım. Öğrenciliğim süresince müze sergileme yöntemleri ve teknolojileri ile ilgili ufkumu genişleten değerli hocalarım Doç. Dr. Mutlu Erbay ve Dr. Öğr. Ü. Nuri Özer Erbay’a da ayrıca teşekkürlerim sunuyorum.

Son olarak eğitim hayatım boyunca desteklerini hiç esirgemeyen babam Ali, annem Ayşe ve abim Bilal’e şükranlarımı sunarım.

Fatih Gümüş

İSTANBUL, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
RESİMLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

1.1 Yapay Zeka.....	2
1.2 Tarihsel Gelişimi.....	3
1.3 İlgili Terimler.....	9
1.4 Yapay Zekanın Kültür / Sanat ile Olan İlişkisi.....	14
1.5 Yapay Zekada Yaratıcılık.....	16

İKİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKANIN MÜZE ZİYARETÇİLERİNE ETKİSİ

2.1 Dijital Tur Rehberleri.....	20
2.1.1 Akron Sanat Müzesi.....	20
2.1.2 Tomorrow Museum, Rio de Janeiro.....	22
2.2 Ziyaretçi Analizi.....	25
2.2.1 Quai Branly Müzesi, Paris.....	25
2.2.2 Chicago Sanat Enstitüsü.....	26
2.3 Sesli Rehber Uygulamaları.....	27
2.3.1 Sao Paulo Pinacoteca Müzesi.....	27

2.3.2 Metin Okuma Sistemleri (Google WaveNet).....	28
2.4 Ziyaretçi ile Etkileşim.....	29
2.4.1 Tate British.....	29
2.4.2 Amerikan Ulusal Futbol Onur Müzesi.....	30

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YAPAY ZEKANIN MÜZE ÇALIŞMALARINA ETKİSİ

3.1 Yapay Zekanın Müze Koleksiyonlarına Etkisi.....	32
3.1.1 Barnes Foundation Sanat Galerisi.....	32
3.1.2 Smithsonian Washington Ulusal Doğa Tarihi Müzesi ve Ulusal Herbaryumu.....	34
3.1.3 Google Kültür Enstitüsü.....	37
3.1.3.1 X Degrees of Seperation.....	37
3.1.3.2 Tags.....	38
3.1.3.3 t-SNE Map.....	38
3.1.3.4 Curator's Table.....	40
3.1.4 Vatikan Gizli Arşivleri.....	42
3.1.5 Bozuk Görüntü Tamamlama.....	46
3.2 Orijinallik Belirleme Çalışmaları.....	48
3.3 Müze Üyelik ve Bağış Programlarına Etkisi.....	50
3.4 Müze Mağazalarına Etkisi.....	52
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	53
KAYNAKÇA.....	57

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: İki Sinir hücresi.....	11
Şekil 1.2: Çok katmanlı yapay sinir ağı.....	12
Şekil 1.3: Monte Carlo Ağaç Araması.....	17

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1: Dot sohbet robotu.....	21
Resim 2.2: Dot Kiosk, Akron Sanat Müzesi.....	22
Resim 2.3: IRIS, Tomorrow Museum, Rio de Janeiro.....	23
Resim 2.4: IRIS + veri görüntüleştirme.....	24
Resim 2.5: Berenson, Musee du Quai Branly, Paris.....	25
Resim 2.6: Sao Paulo Pinacoteca, IBM Watson.....	28
Resim 2.7: Tate Recognition.....	30
Resim 3.1: Barnes Sanat Galerisi web sitesi.....	33
Resim 3.2: Yüksek çözünürlük ile taranmış numuna örneği.....	35
Resim 3.3: X Degrees of Seperation, Google Arts&Culture.....	37
Resim 3.4: Tags, Google Arts&Culture.....	38
Resim 3.5: t-SNE Map uzaktan görünüş, Google Arts&Culture.....	39
Resim 3.6: t-SNE Map yakın görünüş, Google Arts&Culture.....	39
Resim 3.7: Curator's Table uzaktan görünüş, Google Arts&Culture.....	40
Resim 3.8: Curator's Table yakın görünüş, Google Arts&Culture.....	41
Resim 3.9: NIMA puanı ve parantez içinde kullanıcı puanlarının gösterildiği sıralama.....	42
Resim 3.10: Caroline El Yazması.....	43
Resim 3.11: In Codice Ratio yapboz parçası.....	44
Resim 3.12: In Codice Ratio eğitim ekranı.....	45
Resim 3.13: Görüntü tanımlama örnekleri.....	47
Resim 3.14: Picasso eskiz ve çizgi analizleri.....	49

KISALTMALAR LİSTESİ

ASCII	: American Standard Code for Information Interchange
EPAM	: Elementary Perceiver and Memorizer
GIS	: General Information System
GPS	: General Problem Solver
GPS	: Global Positioning System
IBM	: International Business Machines
IPL	: Information Processing Language
IQ	: Intelligence Quotient
JAPE	: Joke Analysis and Production Engine
LISP	: LISt Processor
LT	: Less than
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
NIMA	: Neural Image Assessment
OCR	: Optical Character Recognition
POP	: Procedure Oriented Programming
QR	: Quick Response
RFID	: Radio-Frequency Identification
RNN	: Recurrent Neural Network
SNARC	: Stochastic Neural Analog Reinforcement Computer
t-SNE Map	: T-distributed Stochastic Neighbor Embedding

GİRİŞ

İnsan ırkı olarak, sürekli gelişen teknolojiye maruz kalışımız, bilgi ile olan ilişkimizi, problem çözme yaklaşımımızı ve hatta kimliğimizi ve benlik anlayışımızı değiştirdi. Şimdi, yapay zekanın ortaya çıkışı öğrenme, tahminlerde bulunma, rutin işleri otomatikleştirme ve çeşitli insan dili ve deneyimleri arasında gezinme becerilerimizi genişletmeyi vaat etmektedir. Dünya genelinde bütün sektörlerin bir şekilde etkilendiği bu yapay zeka devriminden müze sektörünün uzak kalması da beklenemez.

Günümüzde birçok müze, dinamik fiyatlandırma ve son derece hassas katılım öngörülleri oluşturmak için gelişmiş veri analitiği ve öngörücü modellemeyi kullanmaktadır. Ziyaretçilerin tercih ve davranışlarıyla ilgili gittikçe daha kapsamlı hale gelen veri setleri, müzelerin ziyaretçi deneyimlerini kişiselleştirme ve yeni kitlelerle derin ve anlamlı bir şekilde iletişim kurma yeteneklerini geliştirmektedir. Birçok müze pazarlama, müşteri hizmetleri ve küratör departmanlarında çalışan personellerin işlerini destekleyen yapay zeka araçları ile deneyler yapmaya başlamıştır.

Bu tez çalışmasının birinci bölümünde yapay zeka terimi ile ilgili tanımlar, yapay zekanın kısa bir tarihçesi, tezde karşılaşılabilecek diğer ilgili terimlerin tanımları ile yapay zekanın kültür-sanat ve yaratıcılık ile olan ilişkisi anlatılacaktır. Yapay zeka ile ilgili terimler açıklanırken anlatım kolaylığı açısından temel bir bilgi vermeye çalışılmış, mümkün olduğunca teknik detaylardan uzak durulmuştur.

Tezin ikinci bölümünde müzeler tarafından gerçekleştirilen yapay zeka uygulamaların ziyaretçi deneyimine ne şekilde etkileri olduğu örnekler üzerinden açıklanacaktır. Tezin üçüncü bölümünde ise mevcut ve geliştirilmekte olan uygulamalar ile müzelerde arka planda yürütülen çalışmaların ne şekilde etkileneceği ve potansiyel uygulamalar açıklanacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Bu bölümde yapay zeka ve ilgili terimlerin tanımı ile birlikte yapay zekanın gelişiminin kısa bir tarihi anlatılacaktır. Bunun yanında yapay zeka uygulamalarında kullanılan yöntemler ve uygulama alanları ile yapay zekanın yaratıcılık ve kültür-sanat ile olan ilişkisi konusundan kısaca bahsedilecektir.

1.1 Yapay Zeka

Yapay zeka terimi ilk kez 1955 yılında akıllı makineler yapmanın bilimi ve mühendisliği olarak tanımlanarak kullanılmıştır. Terim ilk kez bilgisayar bilimcileri John McCarthy, Marvin L. Minsky, Nathaniel Rochester ve Claude E. Shannon'ın bir insan gibi soyut düşünme, problem çözme ve kendini geliştirme yeteneğine sahip bir makine yapmanın yollarını araştırmak için 1956 yılında gerçekleştirilmesi istenen Dartmouth Konferansı için ortaklaşa yazdıkları öneri mektubunda isimlendirilse de yapay zekanın isim babası olarak John McCarthy gösterilmektedir.¹

Literatürde yapay zekanın çeşitli tanımları bulunmaktadır. Nabiyev'e göre yapay zeka, "bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği"dir.²

Slage tarafından "sezgisel programlama temelinde olan bir yaklaşım"³ olarak açıklanırken bir diğer tanımda "insanların yaptıklarını bilgisayarlara yaptırabilme çalışması"⁴ olarak verilmiştir.

¹ John McCarthy v.d. , "A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955", **AI Magazine** Volume 27 Number 4 (2006), s.12

² Vasif V. Nabiyev, **Yapay Zeka: İnsan-Bilgisayar Etkileşimi**, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 5. baskı, 2016. s.25

³ a.g.e., s.25

⁴ Dmitrii Aleksandrovich Pospelov, "**Yapay Zeka. Modeller ve Yöntemler**", Kitap II, Moskova, Radio i Syvaz, 1990. s.304.

B.J. Copeland'a göre ise karmaşık problemleri çözebilen, yorumlarını açıklayabilen ve öğrenme yoluyla eski bilgilerini yenileri ile uyumlu şekilde kullanarak kendini geliştirebilen akıllı programlardır.⁵

Yapay zeka, insan beyni aktivitelerinin makineler tarafından simülasyonuna atıfta bulunur. Bir makinenin durumları analiz etmeye ve bunun çıkarımını yapmaya çalıştığı bir disiplindir.

1.2. Tarihsel Gelişimi

Yapay zeka fikri teorik olarak antik yazar Homer'ın İlyada adlı eserinde tanrılara hizmet eden mekanik uçayakları yazdığından beri var olmuştur.⁶ Buna rağmen yalnızca son 70 yılda düşünce ve akıllı davranış mekanizmaları hakkında hipotezleri test eden deneysel makineler üretilebilmiştir. Tam gelişmiş bir yapay zekanın ne zaman elde edilebileceği ve bunun sonuçlarının ne olacağı günümüzde de var olan bir tartışma konusudur.

Filozoflar akıllı makinelerin insan olmanın ne demek olduğunu anlamamıza yardımcı olacak araçlar olma ihtimalini düşünmüşlerdir. Örneğin Rene Descartes, mekanik insan metaforuyla bunun gerçekleşme olasılığından daha çok ilgilenmiştir. Diğer yandan Gottfried Wilhelm Leibniz, anlaşmazlıkları çözmek için mantık kurallarını kullanan mekanik muhakeme aygıtlarının olasılığını görmüştü. Leibniz ve Blaise Pascal, bugün hesap makinesi adını verdiğimiz aritmetiği mekanize eden aygıtlar tasarladılar fakat bu aygıtların düşünebildiğini hiçbir zaman iddia etmediler. Etienne Bonnot ve Abbe Condillac, kafasına bilgi doldurulan bir heykel metaforu kullanarak hangi noktada bunun zeki görünmek için yeterli olacağını sorguladılar.

Bilim kurgu roman yazarları akıllı makinelerin olasılığını fantazi eserlerini üretmek için kullandılar. Bu alanda en çok bilinen yazarlar 19. yüzyılda Jules Verne ve 20. yüzyılda Isaac Asimov'dur. Oz Büyücüsü'nün de yazarı Frank L. Baum, 1907 yılında yazdığı Ozma of Oz adlı kitabında yarattığı Tiktok adlı mekanik adam

⁵ J. Copeland, "Artificial Intelligence: A Philosophical Introduction", Blackwell, Oxford, 1993.

⁶ Richmond Lattimore, "The Iliad of Homer", Chicago: The University of Chicago Press, 1951. s.386

karakterini düşünür, konuşur, hareket eder ve yaşamak haricinde her şeyi yapar sözleriyle anlatmaktadır.⁷ Bu yazarlar ve eserleri bir çok yapay zeka araştırmacısına esin kaynağı olmuşlardır.

Satranç açık bir şekilde düşünce gerektiren bir oyundur. Bu sebeple 18. ve 19. yüzyıldaki Mekanik Türk gibi satranç oyun makinelerinin akıllı makineler olarak sergilenmesi ve insanları kandırabilmesi şaşırtıcı değildir. Satranç, yapay zeka çalışmalarının başlarında, çıkarım ve temsil mekanizmalarını incelemek için yaygın olarak kullanılmıştır. Deep Blue programının 1997 yılında dünya satranç şampiyonu Gary Kasparov'u yenmesi, yapay zeka çalışmalarında büyük bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir.⁸

Elektronikte 20. yüzyılın başındaki buluşlar ve II. Dünya Savaşı sonrasında Alan Turing'in Manchester laboratuvarında, Howard Aiken'in Harvard laboratuvarında, IBM, Bell ve diğer laboratuvarlar ile Penn Moore Okulu'nun laboratuvarlarında bulunan bilgisayarların güçlenmesi yeni uygulamaların ortaya çıkmasına sebep oldu. Yaratıldıkları zamanlarına göre muhteşem hesaplama güçleri sebebiyle bu bilgisayarlara devasa beyin deniyordu.

Yapay zeka aynı zamanda bilgisayarları deney aygıtları olarak kullanarak akıllı düşünme ve eylemin doğasını anlamakla da ilgilidir. Herbert Simon 1944'te psikolojinin bilgi işleme ve sembol manipülasyon teorisinin temellerini atmıştır. O'na göre:

*“Herhangi bir rasyonel karar belirli öncüllerden ulaşılan bir sonuç olarak görülebilir. Bu nedene rasyonel bir kişinin davranışı, kararlarını esas aldığı değer ve olgusal öncüllerin kendisi için belirtilmiş olması halinde kontrol edilebilir.”*⁹

Biçimlenmeye başladığı yıllarda yapay zeka birçok disiplinin fikirlerinden etkilenmiştir. Bunlar sırası ile mühendislik alanında (Norbert Wiener'in geribildirim

⁷ Çevrimiçi: <http://www.gutenberg.org/files/486/486-h/486-h.htm#chap04> (13.06.2018)

⁸ Pamela McCorduck, “**Machines Who Think: Twenty-Fifth Anniversary Edition**”. Natick, MA: A. K. Peters, Ltd, 2004.

⁹ Allen Newell, Herbert Simon. “**Human Problem Solving**”. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.

ve kontrolü içeren sibernetik çalışmaları), biyolojide (W. Ross Ashby, Warren McCulloch ve Walter Pitts'in basit organizmalardaki sinir ağları üzerindeki çalışmaları), deneysel psikolojide, iletişim teorisinde, oyun teorisinde (özellikle John Von Neumann ve Oskar Morgerstern), matematik ve istatistikte (örneğin Irving J. Good), mantık ve felsefede (örneğin Alan Turing, Alonzo Church ve Carl Hempel) ve dilbilimde (Noam Chomsky'nin gramer çalışması) gibi konularda çalışan insanlardan gelmiştir. Günümüzde yapay zekanın geçmişte etkilendiği bu disiplinleri şimdi etkisi altına aldığı görülmektedir.

1950'li yıllardan itibaren zekanın ne olduğuyla ilgili deneysel testler oluşturacak kadar güçlü hesaplama araçları ve programlama dilleri oluşturulmuştur. Turing'in 1950'de felsefe dergisi *Mind*'da yayınlanan makalesi “Computing Machinery and Intelligence”¹⁰ yapay zeka tarihinde önemli bir dönüm noktasıdır. Bugün Turing Testi olarak bildiğimiz, elektronik bir bilgisayarın akıllıca davranma olasılığını değerlendiren taklit oyunu ilk kez bu makalede ele alınmıştır.

İlk programlar, kapsam olarak bellek büyüklüğü ve işlemci hızları ile erken işletim sistemlerinin ve programlama dillerinin göreceli yetersizlikleriyle sınırlıydı. LISP, IPL ve POP gibi sembol manipülasyon dilleri ve zaman paylaşım sistemleri, 1950 ve 1960'larda hem işlemcilerde hem de bellekteki donanım ilerlemeleriyle programcılara yeni çalışma alanı yarattı. Bu gelişmelerle birlikte, geçmişte yalnızca akıllı insanların çözebildikleri problemleri çözen, hesap makinasından farklı etkileyici programlar ortaya çıkmaya başladı.

1950'lerde Arthur Samuel tarafından IBM 704 donanımı için yazılmış olan dama programı, donanımın ve içinde yazıldığı derleme dilinin sınırlarına rağmen büyük başarı sergiledi. Dama oyunu, oyunu anlamak için mütevazı bir zeka gerektirse de ustalaşmak için önemli bir zeka gerektirmektedir. Samuel'in programı oldukça etkileyiciydi, çünkü program oynama yeteneğini insan ve bilgisayar rakiplerine karşı oynadığı oyunların deneyiminden öğrenerek geliştirmekteydi.

¹⁰A. M. Turing, “I.—Computing Machinery And Intelligence”, *Mind*, Volume LIX, Issue 236, October 1950. s. 433–460, <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>

Allen Newell, J. Clifford Shaw ve Herb Simon da 1950'lerde vizyon olarak zamanlarının ötesinde olan ancak kullanabilecekleri araçlar tarafından kısıtlanan programlar yazıyorlardı. LT programları, tartışmasız bir şekilde zekânın yanında yaratıcılık da gerektiren mantık teoremlerinin kanıtlarını bir bilgisayarla üreterek şaşırtan bir güç gösterisiydi. Program 1956 Dartmouth konferansında, yapay zekaya adını veren toplantıda ilk kez bilim dünyasına tanıtıldı.

Newell ve Simon, Oliver Selfridge'in örüntü tanıma için bir sembol manipülasyon programının ilk uygulamalarını oldukça ikna edici olarak kabul etmişlerdir. Selfridge'in öğrenme konusundaki çalışmaları ve problem çözme konusundaki çok yönlü yaklaşımı (karatahta olarak da bilinir), 1950'lerin başlarında başka bilim adamlarının deneysel çalışmaları da buluşsal gücün etkileyici gösterileriydi. İlk uygulamalar, Simon'un "tatmin edici" adını verdiği bir temel yapay zeka prensibini oluşturdu:

*"Sorunu makul bir sürede çözmeyi garanti altına alan etkili bir yöntem bulunmadığı takdirde, sezgisel tarama, karar vericiyi, mutlaka optimal olmasa bile çok tatmin edici bir çözüme yönlendirebilir."*¹¹

Marvin Minsky, 1950'den sonraki ilk on yıldaki çalışmaların çoğunu şu şekilde özetlemektedir:

*"1962 öncesi dönemin en temel fikri, deneme yanılma araştırmasının genişliğini kontrol etmek için sezgisel aygıtlar bulmaktır. İkinci sıradaki meşguliyet, öğrenme için etkili teknikleri bulmaktır. 1962 sonrası dönemde, daha az "öğrenme" ile ilgili ve daha çok bilginin temsili problemiyle (her ne şekilde elde edilmiş olursa olsun) ve daha eski sistemlerin formalitesini ve darlığını aşma problemi ile ilgiliydi. Sezgisel arama etkinliği sorunu temel bir kısıtlama olarak kalmaya devam etse de öncelikli ilgilendiğimiz problem değildi, çünkü artık daha sofistike alt problemlere, örneğin planların temsili ve değiştirilmesine dalmıştık."*¹²

¹¹ Allen Newell, ve Herbert Simon, "**Human Problem Solving**". Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.

¹² Marvin Minsky. "**Semantic Information Processing**". Cambridge, MA: MIT Press, 1968. s.9

Marvin Minsky'nin bilginin ağ üzerinden temsili konusundaki kendi çalışmaları ve "zihin toplumu" dediği şey o zamandan beri birçok araştırmayı yönetti. Bilgi sunumu - hem resmi hem de gayri resmi yönleriyle - her yapay zeka programının temel taşı haline gelmiştir. John McCarthy'nin 1958'de yayınlanan "Ortak Anlamda Olan Programlar" başlıklı önemli makalesi, kolayca manipüle edilebilecek bildirimsel bir bilgi sunumu için geçerlidir. McCarthy, o zamandan beri biçimsel gösterimleri, özellikle de mantığı tahmin etmek için kullanılan uzantıları kullanmayı savunmuştur. McCarthy ve diğerleri tarafından monotonik olmayan mantık ve varsayılan mantık üzerine yapılan araştırmalar, değişen koşullar altında yapılan planlamada olduğu gibi, akıllı eylem için neyin gerekli olduğu konusunda önemli bilgiler veriyor ve yapay zekanın resmi teorisinin çoğunu tanımlar.

General Problem Solver, (GPS) (Newell, Shaw ve Simon tarafından) ve diğer erken çalışmaların çoğu, psikologların soruları ve deneysel yöntemleri ile motive edildi. Örneğin 1959'da tamamlanan Feigenbaum'un EPAM'ı (Elementary Perceiver and Memorizer), ilişkisel hafızayı ve psikoloji deneylerindeki deneklerin davranışlarını kopyalayan bir programda unutmayı araştırdı. (Feigenbaum ve Feldman 1963). Carnegie Mellon Üniversitesi'ndeki diğer erken programlar (daha sonra Carnegie Tech) kasıtlı olarak, kriptaritmetik ve yatırım portföyleri için stokları seçmek gibi insanların çözdüğü bulmacalarda hatalar da dahil olmak üzere, mantıksal adımları yinelemeye çalıştı. Üretim sistemleri ve ardından kural tabanlı sistemler, başlangıçta uzun vadeli ve kısa süreli bellekteki sembollerin insan manipülasyonlarının simülasyonları olarak tasarlandı. Donald Waterman'ın Stanford'daki 1970 tezi, poker oynamak için bir üretim sistemi ve daha iyi oynamayı öğrenmek için başka bir program kullandı.

Thomas Evans'ın 1963'de standartlaştırılmış IQ testlerinde verilen analogi problemlerini çözme konusundaki teziyle, çalışan bir programla analog muhakeme ilk kez araştırıldı. James Slagle'nin tez programı, birinci sınıf matematiği seviyesinde sembolik entegrasyon sorunlarını çözmek için buluşsal koleksiyonları kullandı. 1960'lı yılların başında MIT'de, Danny Bobrow, Bert Raphael, Ross Quillian ve Fischer Black

tarafından yapılan tez çalışmasından çıkan diğer etkileyici gösteriler, Minsky'nin derlediği Semantik Bilgi İşleme'de açıklanmaktadır.¹³

Dil anlama ve tercümesi ilk olarak düz mantıkla bilgisayarların kelimeleri ve cümleleri büyük sözlüklerde saklama ve geri getirme yetisi olarak düşünüldü. Bir tabloya bakma yaklaşımının bazı komik çeviri örnekleri, makine çevirisine fon sağlamayı durdurmak için yeterli veri sağladı. Danny Bobrow'un çalışması, bilgisayarların sınırlı cebir kelimesi problemleri içeriğini kullanarak pek çok yetişkini zorlayacak problemleri çözebileceğini gösterdi. Robert F. Simmons, Robert Lindsay, Roger Schank ve diğerleri tarafından yapılan ek çalışmalar, anlamamanın ve hatta bazı çevirilerin bile, sınırlı alanlarda başarılı olduğunu gösterdi. Başlangıçta çeviri için önerilen basit arama yöntemlerinin gelişmemesine rağmen, dil anlama ve oluşturmadaki son gelişmeler, insan dışı asistanlara sahip olmaya oldukça yaklaşmıştır. Tercüme, metin anlama ve konuşma anlama için ticari sistemler artık anlambilim ve bağlamın yanı sıra sözdizimini de anlamaya yaklaşmıştır.

Diğer bir dönüm noktası, 1960'larda ve 1970'lerin başında bilgi tabanlı sistemlerin gelişmesiyle geldi. Ira Goldstein ve Seymour Papert (1977), 1960'ların ortalarındaki Dendral programının uygulamalarını (Lindsay ve diğerleri 1980) yapay zekada bilgi tabanlı sistemlere doğru "paradigma kayması" olarak tanımladılar. Bundan önce, mantıksal çıkarım ve çözünürlük teoremi daha önemliydi. Mycin ve bunu izleyen binlerce uzman sistem, çok sayıda önemli alanda akıllı karar verme programlarını mümkün kılmak için az miktarda bilginin gücünün görünür bir kanıtı haline geldi. Kapsam olarak sınırlı olsa da, kısmen gerekli bilgiyi biriktirme çabası nedeniyle, uzman düzeyinde yardım sağlamadaki başarıları, bilginin güç olduğu eski atasözünü güçlendirdi.¹⁴

Bu son yıllarda finanse edilen küresel çabaya rağmen, bilgisayar bilimciler makinelerde zeka yaratmanın zorluğuyla karşı karşıya kaldılar. Başarılı olabilmek için yapay zeka uygulamalarının devasa miktarlardaki verileri taramasını sağlayacak işlem

¹³ Marvin Lee Minsky. Semantic information processing. Cambridge, MIT Press, 1968.

¹⁴ Bruce Buchanan, "A (Very) Brief History of Artificial Intelligence", **AI Magazine**, Volume 26 Number 4, 2005. s.53-60

gücüne ihtiyaç duyulmaktaydı. Bilgisayarlar bu miktarda veriyi işleyecek kadar gelişmemiş oldukları için hükümetler ve şirketler yapay zekaya olan inançlarını kaybetmeye başladılar. Bu sebeple bilgisayar bilimcileri, 1970'li yılların ortalarından 1990'lı yılların ortalarına kadar süren ciddi bir fon kesintisi dönemi yaşadılar. Bu dönem yapay zekanın kış mevsimi olarak bilinmektedir.

1990'ların sonunda, Amerikan şirketleri bir kez daha yapay zeka ile ilgilenmeye başladı. Japon hükümeti, makine öğrenmesini ilerletmek için beşinci nesil bir bilgisayar geliştirme planlarını açıkladı. Yapay zeka meraklıları, yakında bilgisayarların sohbetleri sürdürebileceğini, dilleri tercüme edebileceğini, resim yorumlayabileceğini ve insanlar gibi muhakeme yapabileceklerine inanıyordu.

2000'li yıllarda bilgisayar donanımlarındaki gelişmeler sayesinde makine öğrenmesi gelişmeye devam etti. Hükümetler ve şirketler sınırlı alanlarda makine öğrenmesi metodlarını başarıyla uyguladılar.

Bilgisayar işlem gücü ve depolama kabiliyetindeki katlanarak artan gelişim, şirketlerin ilk defa engin miktarda veri toplamasını ve bu verileri işleyebilmesini sağladı. Son 15 yılda, Amazon, Google, Microsoft ve diğerleri, makine öğrenmesini devasa ticari avantajları için kullandılar. Tüketici davranışlarını anlamak için kullanıcı verilerini işlemenin yanı sıra, bu şirketler makine görmesi, doğal dil işleme ve bir dizi diğer yapay zeka uygulaması üzerinde çalışmaya devam etti. Makine öğrenmesi şimdi kullandığımız çevrimiçi hizmetlerin bir çoğunda yerleşik olarak bulunmaktadır.

1.3. İlgili Terimler

Günümüzde yapay zeka, makine öğrenmesi ve veri madenciliği gibi modern teknolojileri anlatan terimler çok yaygın olarak kullanılan kelimeler haline gelmiş durumdadır. Birbiriyle ilişkili olan bu terimler farklı anlamlara gelmektedir.

Yapay zeka, genel yapay zeka ve dar yapay zeka olmak üzere iki kategoride değerlendirilebilir. Genel yapay zeka, makineleri, düşünmeyi ve akıl yürütmeyi içeren geniş bir faaliyet yelpazesinde akıllı hale getirmeyi ifade eder. Dar yapay zeka ise spesifik bir görev için yapay zekanın kullanılması anlamına gelir. Örnek olarak, genel yapay zeka her türlü masa oyununu oynayabilecek bir algoritma anlamına gelirken,

dar yapay zeka makinenin yetenek aralığını satranç veya scrabble gibi belirli bir oyuna sınırlayacaktır.

Algoritma, bir matematik problemini (örneğin en büyük ortak böleni bulmak gibi) çözmek için çoğunlukla kendini tekrar eden işlemlerin bulunduğu sınırlı sayıda basamaktan oluşan prosedürler bütünüdür.¹⁵ Başka bir tanımda ise bilgisayarda girdiyi çıktıya çevirmek için uygulanacak komutlar dizisidir.¹⁶

Makine öğrenmesi, bir bilgisayar sisteminin çevresinden öğrenmesi ve açık bir programlamaya ihtiyaç duymadan deneyim ile kendini geliştirmesi becerisidir. Bir diğer tanımda, “bilgisayarların örnek veri ya da geçmiş deneyimi kullanarak bir ölçüte göre başarımlarını artıracak biçimde programlanmasıdır.”¹⁷ Makine öğrenmesi, elde edilen bilgileri kullanarak algoritmaların verilerin verilen verilerden öğrenmelerine, verilerin içyüzünü anlamasına ve önceden analiz edilmemiş veriler üzerinde tahminler bulunmasına olanak sağlar. Genel olarak, başarılı yapay öğrenmenin sırrı, verileri sürekli olarak bir algoritma ile beslemektir. Makine öğrenmesindeki birçok heyecan verici gelişme, yeni algoritmik yaklaşımlar oluşturmak yerine önceden var olan algoritmalara daha fazla miktarda işlenecek veri ve uygulanabilecek işlem gücü sağlayarak elde edilmiştir.

Veri bilimi, kısaca verilerden ilgili ve gerekli öngörülerin çıkarılması sürecidir. Matematik, makine öğrenmesi, bilgisayar programlama, istatistiksel modelleme, veri mühendisliği ve görselleştirme, örüntü tanıma ve öğrenme, belirsizlik modellemesi, veri depolama ve bulut bilişim gibi birçok alandan çeşitli teknikleri kullanır. Veri biliminde diğer iki terimden farklı olarak her zaman süreçte iç görüleri anlayan, çıktıları gören ve sonuçtan yararlanan bir insan vardır.

Üç terim kıyaslanacak olursa makine öğrenmesi, akıllı makineler elde etme amacındaki yapay zeka için bir araçtır. Bir diğer deyişle makine öğrenmesi, dar bir dizi faaliyete odaklanan bir yapay zeka alt kümesidir. Veri bilimi tam olarak bir makine öğrenmesi alt kümesi olmasa da verileri analiz etmek ve gelecekle ilgili

¹⁵ Çevrimiçi: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/algorithm> (24.02.2017)

¹⁶ Ethem Alpaydın, **Yapay Öğrenme**, İstanbul, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 4. baskı, 2018. s.1

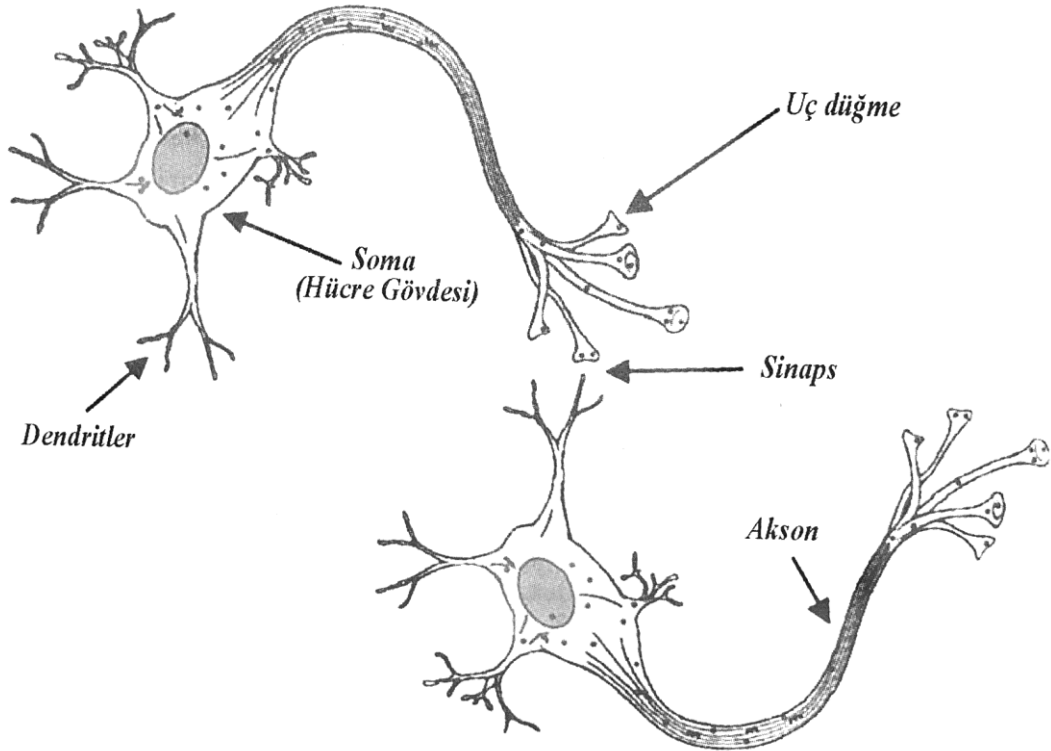
¹⁷ A.e., s.önsöz

öngörülerde bulunmak için makine öğrenmesi kullanır. Makine öğrenimini gerçek dünyadaki sorunları çözmek için büyük veri analizi ve bulut bilişim gibi diğer disiplinlerle birleştirir.

Bu üç genel terimin yanında ileride verilecek örnek uygulamaların daha iyi anlaşılabilmesi için bazı makine öğrenmesi yöntemlerinin kısaca açıklanması faydalı olacaktır.

Beyin fonksiyonlarından biri olan öğrenmeyi makinelere de yaptırabilmek için beynin çalışma şeklinin kopyalanması gerektiği fikrinden yola çıkan bilgisayar bilimcileri, sinir ağlarının öğelerini ve çalışma prensiplerini incelemişlerdir. (Şekil 1.1) 1943 yılında sinir hekimi Warren McCulloch ve matematikçi Walter Pitts, elektrik devreleriyle ilk yapay sinir ağı modelini oluşturmuşlardır.¹⁸

Şekil 1.1: İki sinir hücresi



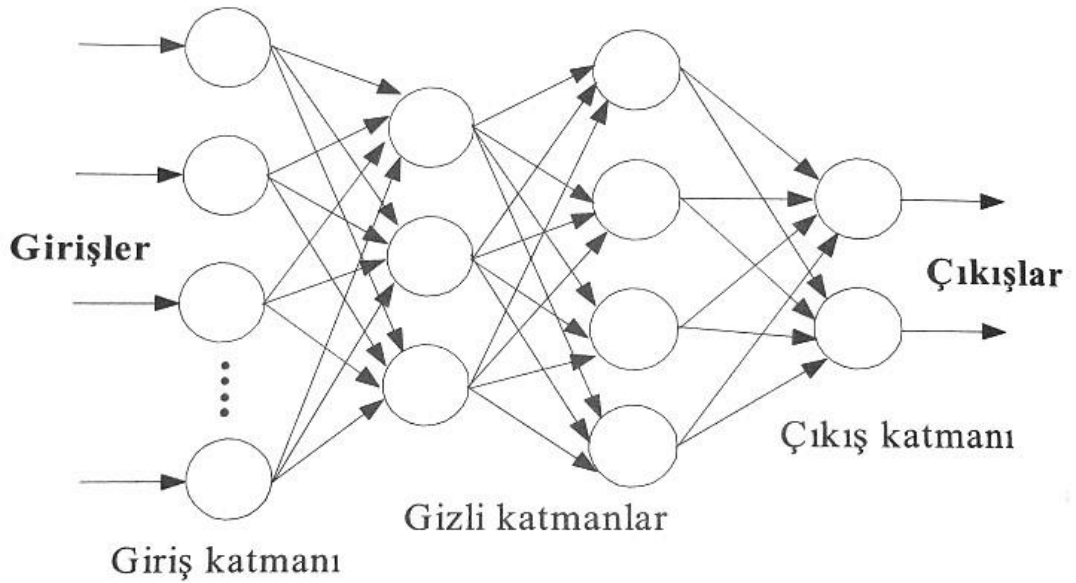
Kaynak: Yapay Zeka Geçmişi ve Geleceği, Nils J. Nilsson

¹⁸ Çetin Elmas, “Yapay Zeka Uygulamaları”, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 4.baskı, 2018. s.30

1951 yılında Marvin Minsky ve Dean Edmonds ise yapay sinir ağını kullanarak bilgileri öğrenebilen ilk makine olan SNARC makinesini yapmışlardır.

“Yapay sinir ağları düğüm veya sinir olarak adlandırılan çok sayıda işlem elemanının bir araya gelmesinden oluşur.”¹⁹ Yapay sinir ağları bir veya daha fazla girdiden, girdilerin işlendiği bir veya çok sayıda katmandan ve bir çıktıdan oluşur. Yapay sinir ağlarında bulunan katman sayısı uygulanan yöntemle göre değişebilmektedir. Ağların eğitiminde uygulanan yöntemler üç başlık altında toplanabilmektedir. Bunlar gözetimli, gözetimsiz ve pekiştirmeli öğrenme modelleridir. Gözetimli öğrenmede bir dizi özniteliği belirlenmiş girdi ve çıktı veri setiyle istatistiksel model oluşturulmaktadır. Gözetimsiz öğrenmede ise önceden belirlenmiş veya istenen sonucu olmayan girdi verilerinden bilgi edinilir. Üçüncü yöntem olan pekiştirmeli öğrenmede ise dinamik bir ortam üzerinde ödül sistemleri ile modeller geliştirilmektedir. Pekiştirmeli öğrenme davranış psikolojisinden ilham almaktadır. (Şekil 1.2)

Şekil 1.2: Çok katmanlı yapay sinir ağı.



Kaynak: Yapay Zeka Uygulamaları, Çetin Elmas

¹⁹ A.e., s.52

Doğal dil üretimi, insan dili üretmek için algoritmalar kullanma sürecidir. Bu cümle ve paragraflardan ayrıntılı kelimelere ve zamanlara kadar her şeyi içerebilir. Ne şekilde uygulanırsa uygulansın, hedef aynı kalmaktadır: sıfırları ve birleri, hedef kitle (ler)in gözüne doğal gelen, kolayca okunan ve algılanan tutarlı bir dil anlatısına dönüştürmek.

Doğal dil üretimi genellikle yapay öğrenmenin bir alt kümesi olarak görülür. Konsept ve algoritmaların onlarca yıldır var olmasına rağmen ancak son zamanlarda doğal dil üretimi sohbet robotları, gazetecilik, tıbbi kayıt özetleri ve otomatik olarak üretilen ürün açıklamaları gibi ticari uygulamalarda başarılı olmuştur. Bu başarı ise yeterli veri setlerinin ve uygun kullanım durumlarının bulunması ile elde edilmiştir.

Veriler öncelikle kamu kurumlarından (mahkeme celbi e-posta kayıtları gibi), web kazıma tekniklerinden (yani milyonlarca web sitesinden metinleri birleştirerek) ve özel veri kaynaklarından elde edilir. Belirli bir kullanım amacı olmadan, bu verilerin düzeltilmesi çoğu zaman zordur. Modern zamanlarda doğal dil işleme tek bir sektöre veya etki alanına dikey olarak uygulandığında ve belirli bir son kullanıcı amacına sahip olduğunda, geniş setlere uygulanan ve yatay bir yaklaşım izleyen doğal dil işleme uygulamalarını geride bırakmıştır.

Doğal dil işleme, bilgisayarların ve organik dilin kesişimine odaklanan bir yapay zeka alt kümesidir. Doğal dil işleme insan dilini anlamaya çabalar ve çoğunlukla konuşma, resim ve metin tanıma ve yorumlama ile ilişkilendirilir. “Computing Machinery and Intelligence” isimli makalesinde Alan Turing tarafından 1950'lerin başlarında keşfedilen doğal dil işleme, onlarca yıldır araştırmacı ve uygulayıcıların dikkatindeydi. Doğal dil işlemenin ilk aşamalarındaki temel çalışmalar el ile yazılmış “if-then” kural tabanlı sistemlerde ortaya çıktı. 1980'lerde, bu karmaşık kural sistemleri üssel ölçekli istatistiksel çözümlere yol açtı. İstatistiksel yaklaşımlar artık dinamik dil sezgiselliği üretmek için büyük veri kümeleri ile çalışmaktadır. 2010'da başlayan bir derin öğrenme rönesansı sayesinde doğal dil işleme, dil modellemesi ve ayrıştırma konusunda dev bir adım atmıştır.

Derin öğrenme, yapay sinir ağlarını kullanan bir başka öğrenme yöntemidir. Klasik bir yapay sinir ağında verinin işlendiği 2 veya 3 katman bulunurken derin öğrenmede bu katman sayısı 100'ün üzerine çıkabilmektedir. Derin öğrenme, teori olarak çok yeni olmasa da sistemin ihtiyaç duyduğu milyonlarca etiketlenmiş verinin ve bu verileri işleyebilecek işlem gücünün elde edilmesi sayesinde sistemin uygulanabilirliğini mümkün hale getirmiştir. Derin öğrenme bugün sürücüsüz araç teknolojisinde, medikal taramalarda ve endüstriyel otomasyon gibi sistemlerde uygulama alanı bulmaktadır.²⁰

1.4 Yapay Zekanın Kültür / Sanat ile Olan İlişkisi

Yapay zeka çözümleri şimdi hemen hemen her dijital sistemin görünmez bir parçasıdır ve kullanışlılıklarını büyük ölçüde artırmıştır. Son yıllarda yeni olan, önceki on yıldaki temel bilgisayar bilimi gelişmelerinin, donanımın kademeli olarak geliştirilmesi ve mevcut veri hacminin katlanarak büyümesi ile tamamlanmış olmasıdır. Teknoloji yatırımcılarının artması, medya destekli genel tanıtımlar ve yapay zekanın küresel jeo-politikadaki bir konu olarak ortaya çıkan yeni rolü zamanımızı belirlemektedir.

Kültür ve sanat, yapay zeka imgesi için tarih boyunca verimli topraklar sağlamıştır. Son birkaç bin yıldaki mitoloji ve kurgu çalışmaları boyunca, sanat ve teknoloji alanları birbirlerini çapraz menfaat sağladı. Böylece mühendislerin zamanımızdaki katkılarıyla gerçekleştirilen gelişme ve yeni beklentiler ortaya çıkmıştır.

Yapay zekanın uzun tarihi antik çağlarda (Yunan mitolojisinde mekanik otomatlar) başlar, erken orta çağlardan itibaren erken dönem İslam sanatının ayrıntılı programlanabilir insansı otomatları ile devam eder. Savaş sonrası dönemde tüm bilim kurgu sektörü, tasarlanmış bilincin spekülasyon gelişimini araştırmaya ve bununla birlikte mühendislerin yapay zeka üzerinde çalışmasını büyük ölçüde etkilemeye adanmıştır.

²⁰ Çevrimiçi: <https://blogs.nvidia.com/blog/2016/10/17/deep-learning-help-business/> (03.06.2018)

Kültür ve sanat, insan dehasının doğuştan gelen sonsuz buluşçuluğunun ve yaratıcılığının, kendi kaderini belirleme gücünün ve insan hakları ifadesinin vazgeçilmez bir aracıdır.

Yapay zekanın bazı tanımları, insan beyninin çeşitli yönlerinin yerini alan sistemleri tanımlamaktadır. Tipik olarak bunlar yaratıcılık da dahil temel beyinsel faaliyetlerden daha yüksek işlemlere geçme eğilimindedir. İlerleme sağlamak için, yapay zeka genellikle beynin indirgemeci bir modelini kullanarak bazı insani detayları ihmal eder. Yapay zekanın aksine kültür ve sanat, rasyonelliğe indirgenmeyecek bir insani yöne sahiptir.

Kültür ve sanat, insanların aktif katılımını ve yaratıcılığını teşvik etmekte ve dolayısıyla küresel kültürel standardizasyon ve homojenleşme ihtimallerine karşı üretimdeki kültürel ve sanatsal çeşitliliği arttırmaktadır.

Hem insani özellikler hem de geniş kültürel çeşitlilik, küreselleşen ekonomik şartlar altında homojenleşme baskısı altında kalmaktadır. Yapay zekanın ilerlemesinde daha gerçekçi beklentiler sağlamak için kültürel üretimin derin mantığını temel bir insan etkinliği olarak anlamak gerekmektedir.

Kültür ve sanat, insan-makine etkileşiminin artmasıyla öne çıkan yeni yaşam uygulamalarına eşlik etmek için gerekli sosyal zekayı ve özgürlüğü yaratma konusunda önemli aktörlerdir.

Günümüzün çağdaş sanat pratiğinde insan-makine etkileşimini gösteren işler üretilmekte, böylece insanların yeni yaşam koşullarına adapte olmaları için somut deneyimler topluluğu oluşturulmaktadır.

Bu bağlamda kültür ve sanat, dijital dönüşüm ve yapay zekanın da bir parçası olduğu bilgi toplumu hakkındaki diyalogun bir parçası olmalıdır.

1.5 Yapay Zekada Yaratıcılık

Geleneksel programlama yöntemlerine kolayca uygulanamayan sorunları çözmek için yapay zeka yaklaşımları kullanılmıştır. Oyunlar (satranç, dama, go) gibi iyi tanımlanmış kuralları olan alanlarda büyük başarılar sağlanmıştır.²¹

İnsanın sahip olduğu problem çözme becerilerinin çoğu yaratıcılık alanına girer. Kendi içinde yaratıcılık çok fazla tartışmanın konusudur ve kolayca ölçülemez. Tipik olarak, yaratıcı çözümler mevcut bir sorunu görmenin yeni yollarını kullanma eğilimindedir. Bunlar hem teorem çözmek veya satranç oynamak gibi mantıksal problemler; hem de sanat ve tasarım alanında bulunanlar gibi daha fazla soyut çaba gerektirenler çabalar olabilir.

Yaratıcılık sıklıkla mevcut bilginin yeni ve görünüşte rastgele yollarla uygulandığı “farklı düşünce” olarak tanımlanır. Bu noktayı açıklamak için popüler bir örnek, uçuş problemini çözümüdür. İnsanoğlu uçma konusunda, kuşlarda görülen hareketli kanatların taklidi probleminden yola çıkarak aradığı çözümlere, problemi sabit kanatlara nasıl kaldırma sağlanabileceği şeklinde değiştirerek erişmiştir.²² Buradaki önemli nokta, yaratıcı atılımı oluşturan görünüşte rastlantısal fikrin eldeki problemle ve onun bağlamıyla derinden bağlantılı olmasıdır.

Eğer kendi içinde rastgelelik yaratıcılık oluşturmak için yeterliyse, rastgele sayı üretiminin kolayca gerçekleştirilebildiği bilgisayarlar yaratıcı arayışlarda kolayca kullanılabilirdi. Modern işletim sistemlerinin ve programlama dillerinin çoğu, bazı temel donanımların ürettiği 0 ile 1 arasında rastgele bir gerçek sayı oluşturan bir sayı üretici sağlar. Bu üretici genelde sistem saatidir.

Yapay zeka, problem uzayının basit bir algoritma ile kolayca çözülemeyecek kadar büyük olduğu sorunlara çözüm üretmek için birçok alana uygulanmıştır. Bilgisayarlar ve çalıştıkları yazılım doğal olarak belirleyicidir. Bir algoritma

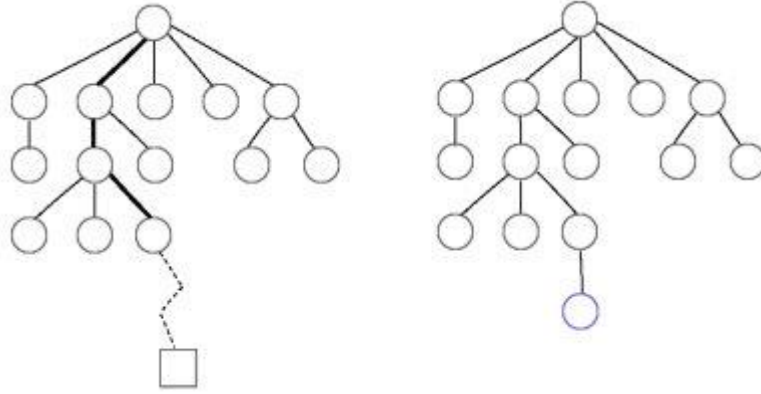
²¹ George F. Luger, “**Artificial intelligence: Structures and strategies for complex problem solving**”. Addison-Wesley Longman, 2005.

²² B. M. Eaglestone, v.d., "Composition systems requirements for creativity: what research methodology." **Proceedings of Mozart Workshop on Current Research Directions in Computer Music**, Barcelona. 2001.

uygulandığında, belirli bir giriş için her zaman aynı çıktıyı üretecektir. Çıktıda varyasyonlar elde etmenin bir yolu, tipik olarak bir rastgele sayı üretici kullanarak rastgeleliği uygulamaktır.

Bu yaklaşımın yararlı olduğu bir alan, Monte Carlo Ağaç Arama'sı kullanan oyun yapay zekalarıdır. Şekil 1-3'te gösterildiği gibi, bir ağaç asimetrik ve artımlı bir tarzda inşa edilmiştir.²³

Şekil 1.3: Monte Carlo Ağaç Araması.



Kaynak: Browne, v.d. 2012

Kök düğümünden başlayarak, uygulamanın içeriğiyle ilgili değerlere dayalı olarak bir alt düğüm seçilir. Daha sonra, bazı optimal sonuçlar elde edilinceye kadar rastgele hareketler denenir. Bu sonucu temsil eden düğüm daha sonra ağaca eklenir ve işlem belirli miktarda yineleme için devam eder.²⁴ Oyun yapay zekası alanında, rastgele hareketleri simüle ederek, oyunu hem zorlu hem de tahmin edilemez kılacak faktörler için değerlendirilebilecek bir yapı inşa edilir. Rastgele bir giriş yapılmadan oyun kolayca tahmin edilebilir ve oyuncu için sıkıcı olacaktır. Rastgele olma, oyunu oyuncu için ilginç kılan bir yapay zeka sistemi oluşturmada faydalı olsa da, daha akıllıca davranış oluşturma bağlamında rastgelelik yeterli değildir.

²³Guillaume Chaslot, v.d.. "Monte-carlo tree search: A new framework for game ai." **Proceedings of the Fourth Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference**, 2008.

²⁴ Kemal Ebcioglu. "An expert system for harmonizing four-part chorales." **Computer Music Journal** 12.3, 1988. s. 43-51.

Ön bilgi, akıllı davranışın sergilenmesinde hayati bir faktördür. İnsanlar için buna genellikle deneyim denir. Yapay zeka sistemleri için mantıksal yaklaşım, sistemin sorgulayabileceği bir kural veya bilgi veritabanı oluşturmaktır. JAPE, kafiye bilmeceleer şeklinde şakalar üreten böyle bir sisteme örnektir.²⁵ Örnek olarak, Türkçe'ye çevrildiğinde anlamını yitirse de, "Yapraklarla araba arasındaki fark nedir? Birini fırçalayıp tırmıklar, diğerini acele eder ve fren yaparsınız." (One you brush and rake, the other you rush and brake.) cümlesi gösterilebilir.

Aaron, onlarca yıldan beri geliştirilen ve özgün sanat eserleri yaratma yeteneğine sahip bir bilgisayar programı örneğidir. Programın yazarı Cohen, bu çalışmaların orijinal olduğunu, ancak yaratıcı olmadığını, çünkü sistemin yalnızca geniş bilgi tabanından gelen verileri yeniden birleştirdiği konusuna vurgu yapmıştır.²⁶ Minstrel ve Tale-Spin, orijinal edebiyat eserleri üretmek için tasarlanmış yapay zeka sistemlerinin örnekleridir.^{27, 28} BACON, Patrick Langley tarafından geliştirilen ve verileri analiz ederken Ohm kanunu gibi fizik yasalarını (yeniden) keşfeden bir sistemdir.

Müzik üretiminde de yapay zeka örnekleri mevcuttur. David Cope'nin Emmy'si ve daha sonra Emily Howell sistemleri, dinleyicileri insan bir besteci tarafından yaratıldıklarına inandırabilen yapay zeka sistemleri kullanılarak üretilen farklı müzik örnekleri olarak öne çıkıyor.²⁹

Son yıllarda ortaya çıkan yaratıcı problem çözmenin popüler bir örneği, IBM'in Jeopardy oyununda insan rakiplerini yenen Watson bilgisayarı olarak ortaya çıkmaktadır. Geniş bir veri tabanını ve makine öğrenmesini bir araya getiren bu sistem,

²⁵ Graeme Ritchie. "The JAPE riddle generator: technical specification." **Institute for Communicating and Collaborative Systems**, 2003.

²⁶ Harold Cohen, "A self-defining game for one player." **Proceedings of the 3rd conference on Creativity & cognition**. ACM, 1999.

²⁷ S.R. Turner, "The Creative Process: A Computer Model of Storytelling and Creativity". Lawrence Erlbaum Associates, 1994. s.213

²⁸ J.R. Meehan, "The Metanovel: Writing Stories by Computer", Yale University, 1976.

²⁹ Keith Muscutt, "Composing with algorithms: An interview with David Cope." **Computer Music Journal** C.31 No:3, 2007. s.10-22

kelime oyunu şeklindeki çoğu soruya doğru cevaplar vermeyi başardı. Bu, eskiden yapay zekanın kavramasının dışında olduğu düşünülen bir başarıdır.³⁰

Bu örnekler, sonuçları üretebilen ve daha önce yalnızca insan yaratıcılığının alanı olan problemleri çözebilen yapay zeka sistemleri kullanılarak elde edilen başarının altını çizmektedir. Bu sistemlerin insanlar tarafından gösterilen yaratıcılık seviyesine yaklaşmak için uzun bir yollarının olduğu tartışılabilir olsa da; bu alanlarda araştırmalar devam etmekte ve gelişmeler devam etmektedir. Bu bağlamda yapay zekanın müze özelinde kültür sanat üzerine etkisini incelemek, bir yandan insan yaratıcılığını daha iyi anlamak için bir yol sağlamanın yanı sıra, diğer yandan gelişimini taklit etmeye çalışan tüm sistemler için geliştirilebilecek faydalı bir çerçeve sağlamaktadır.

Yapay zeka uygulamalarına birçok disiplin katkıda bulunmuştur. İlk öncüler nasıl ilerleneceği konusunda ipuçlarından faydalandılar. Matematikten ve mantıktan, sinirbilimden, istatistik ve olasılık kuramından, kontrol mühendisliğinden ve psikolojiden faydalandılar.

Bugün yapay zeka uygulamaları birçok disipline katkıda bulunmaktadır. Bu disiplin alanlarından biri de müzelerdir.

Yapay zeka üzelerde ziyaretçilerden bilgi sağlama ve tanıtım, ziyaretçiler hakkında bilgi toplama, müzede emniyet ve güvenliğin sağlanması, eserlerin korunması ve eserlerin sergilenmesi ile sunumu amacıyla kullanılmaktadır.³¹

³⁰ David Ferrucci, v.d., "Building Watson: An overview of the DeepQA project." **AI magazine** C.31 No:3, 2010. s.59-79

³¹ Mutlu Erbay. The Utilization of Information Technologies on Museums and Exhibitions, Bilişim Teknolojilerinin Müze ve Müze Sergilemelerinde Kullanım Alanları, **Boğaziçi Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri**, 16-17 Ekim 2014

İKİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKANIN MÜZE ZİYARETÇİLERİNE ETKİSİ

Yapay zeka günümüzde, dünya çapında her boyutta müze tarafından robotlar, sohbet robotları ve web sitelerini geliştirmekten ziyaretçi verileri ile koleksiyonlarını analiz etmelerine ve ziyaretçi politikalarını ile sergi içeriğini belirlemelerine yardımcı olacak araçlara kadar her alanda geliştirmek için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu bölümde dünya genelinde çeşitli kurumlar tarafından gerçekleştirilen müze uygulamalar ve sonuçları örneklendirilerek açıklanacaktır.

Ziyaretçiler yapay zeka ile sayısız şekilde etkileşimde bulunabilir ve bundan faydalanabilirler. Web siteleri, sohbet robotları, sesli rehberler ve analitik araçlarının tümü müzede ziyaretçi deneyiminin gelişmesine katkı sağlayabilmektedir.

2.1 Dijital Tur Rehberleri

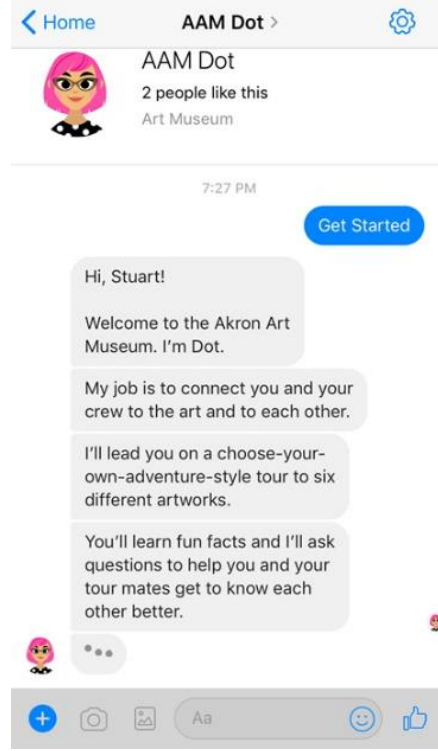
Uzun yıllardır müzelerde kullanılmakta olan dokunmatik paneller, ekranlar gibi dijital tur rehberleri yapay zeka kullanımı ile farklı seviyelere ulaşmaktadır. Aşağıda bu alanla ilgili olarak araştırılan örnekler sıralanmaktadır.

2.1.1 Akron Sanat Müzesi

Ohio, Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Akron Sanat Müzesi, yaklaşık iki yıllık bir çalışmanın ardından dijital tur rehberi olarak geliştirdikleri sohbet robotu Dot'u tanıtmış ve ziyaretçilerini bu robotla etkileşime girmesi için teşvik etmektedir.³² Ziyaretçiler müzeye girdiklerinde Dot'un nasıl çalıştığını açıklayan bir kioska yönlendirilmekte ve telefonlarındaki Facebook Messenger uygulaması üzerinden Dot'a erişmektedirler.

³² Çevrimiçi: <https://akronartmuseum.org/newsroom/inews-releasei-the-akron-art-museum-wants-you-to-connect-with-dot-a-new-digital-tour-guide/12967> (07.10.2018)

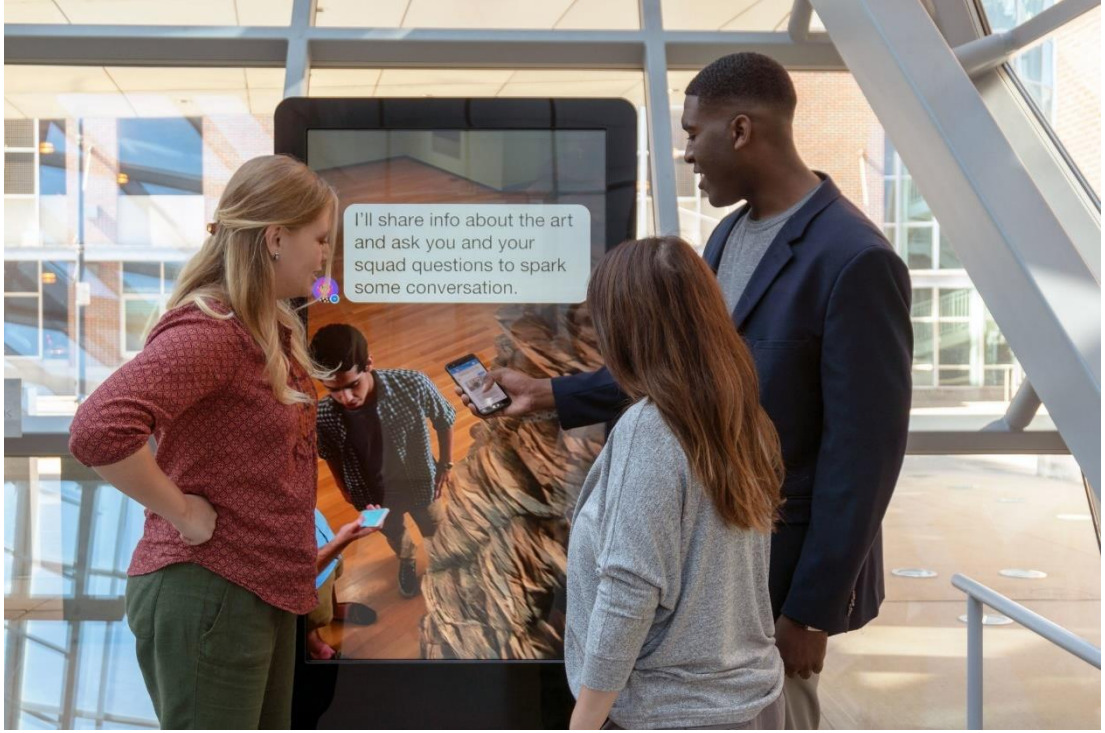
Resim 2.1: Dot sohbet robotu.



Kaynak: sosassociates.com, Erişim:10.11.2018

Dot, ziyaretçileri müzenin kalıcı koleksiyonunda altı duraktan oluşan kendi maceranı seç şeklinde hazırlanmış bir tura sokarak 60 sanat eserini anlatıp ziyaretçilere sorular sormaktadır. Örnek olarak, müze lobisinde Sol LeWitt'e ait duvar resminin önüne gelindiğinde ziyaretçilere, esasında sanatçının kişisel olarak resmi çizmediğini, bir taslak hazırladığını anlatmaktadır. Ardından buna yetki devri denildiğini açıklayarak ziyaretçilere “İşinizin hangi bölümünü bir başkasına atamak isterdiniz?” gibi sorular sorarak etkileşimi güçlendirmektedir.

Resim 2.2: Dot kiosk, Akron Sanat Müzesi.



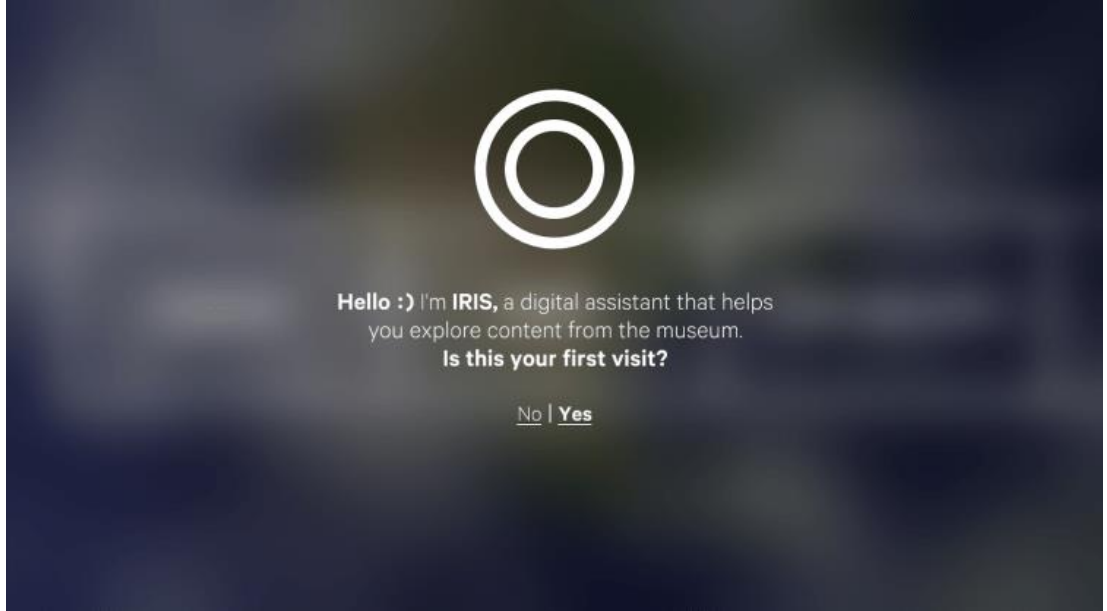
Kaynak: New York Times, Erişim: 12.01.2019

2.1.2 Tomorrow Museum, Rio de Janeiro

Rio de Janeiro'daki Tomorrow Museum, IBM ile ortaklaşa yaptıkları bir çalışmadır. IBM'in Watson yapay zeka teknolojisini kullanarak IRIS+ isimli bir sohbet robotu geliştirilmiştir.

Müze 2015 yılında açıldığında, Iris isimli dijital asistan müze deneyiminin bir parçası olarak kullanıma sunulmuştur. IRIS+le birlikte, her ziyaretçi galeriler boyunca sergilenen bileşenlerle etkileşime girdiklerinde deneyimlerini derlemek ve kişiselleştirmek için çipli bir kart kullanmaktadır. IRIS+ bu deneyimi, toplanan verileri yapay zeka aracılığıyla derleyip anlamlandırarak ve ziyaretçileri sohbete yönelik bir arayüzle buluşturarak geliştirmektedir.

Resim 2.3: IRIS, Tomorrow Musem, Rio de Janeiro.



Kaynak: aam-us.org, 20.07.2018

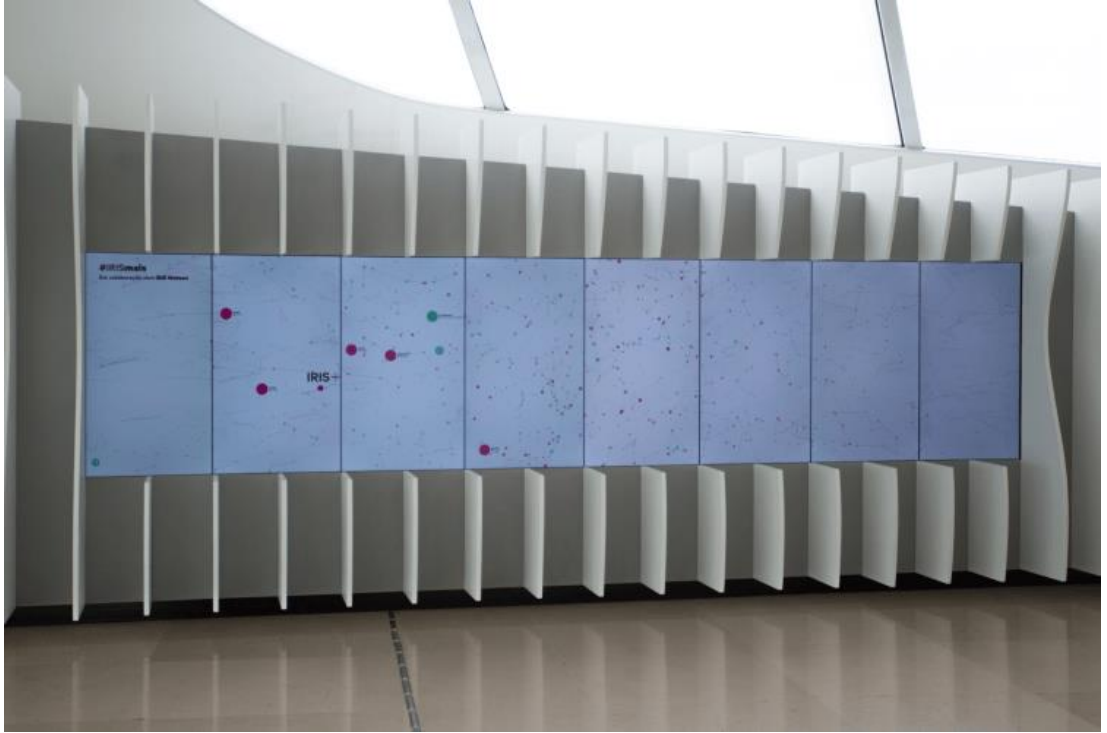
IRIS+, IBM Watson hizmetlerinin bir yapay zeka platformu olarak yenilikçi bir uygulamasıdır. Genel olarak, yapay zeka uygulamaları soruları, komutları yanıtlamak ve görevleri gerçekleştirmek için tasarlanmıştır. IRIS+ aksi yönde bir yaklaşımı benimsemektedir. Ziyaretçi müzeden ayrılmadan önce, ziyaretçiyle olan etkileşimi “Bugün ana sergide öğrendiğiniz herşeyden sonra günümüz dünyasıyla endişeleriniz nelerdir?” gibi bir soruyla başlamaktadır. Bu soru, ziyaretçilerin endişeleri hakkında konuşabilecekleri bir sohbeti başlatmaktadır. Diyalog boyunca uygulama IBM sunucularıyla veri alışverişinde bulunmakta ve sürekli olarak anlam çıkarmak ve sohbeti yönlendirmek için Watson sohbet servisini kullanmaktadır. Diyalog sonunda, ziyaretçinin endişelerini gidermek için harekete geçebileceği inisiyatifler önerilmektedir.

IRIS + projesi ile birlikte Watson hizmetleri ilk kez açık uçlu sorular sormak ve sınırlandırılmamış cevapları kabul etmek için kullanılmıştır. Ziyaretçilerden müzenin konuları hakkında konuşmaları istense de, ziyaretçiler yapay zekayı eğitmeyi çok daha karmaşık bir görev haline getiren herhangi bir cevap da verebilmektedirler. Bunun yanında Watson'a hem Portekizce lisan öğretilmiş hem de kelime dağarcığı

geliştirilmiştir. Watson'un verilebilecek herhangi bir yanıtla başa çıkabilmesi için konuşma servisini eğitmek, müzede yer alan çeşitli konuların yüzlerce gönüllüyle yapılan tartışmalarının analizi ile gerçekleştirilmiştir.³³

Ziyaretçiler ayrıca serginin sonunda isteklerine bağlı olarak fotoğraflarını, adlarını ve kişisel ilgi alanlarını paylaşarak hem bu verilerin hem de tüm ziyaretçilerin gelecekle ilgili ortak endişelerinin grafik olarak sergilendiği dijital bir panoya katkıda bulunabilmektedirler.

Resim 2.4: IRIS + veri görüntüleme.



Kaynak: aam-us.org, 20.07.2018

Yapay zeka modelleri kullanılarak üretilen dijital rehberler aracılığı ile ziyaretçilerin müze ziyaretlerinden daha çok şey öğrenerek, daha olumlu deneyimler edinerek ayrılmalara katkı sağlanabileceği görülmektedir.

³³ Çevrimiçi: aam-us.org/2018/06/12/iris-part-one-designing-coding-a-museum-ai/, 20.07.2018

2.2 Ziyaretçi Analizi

Yapay zeka kullanılarak belirli bir kontenjanı olan müze sergi ve etkinliklerinde, bilet aldıktan veya yer ayırttıktan sonra gelmeyecebilecek ziyaretçi sayıları tahmin edilerek kontenjan buna göre belirlenebilir ve ziyaretçi kaybı engellenerek toplam ziyaretçi sayısında artış sağlanabilir. Bunun yanında ziyaretçilerin hangi türde sergiler ile en çok etkileşime girdiği ya da olumlu tepkiler verdiği ölçülerek gelecekte ziyaretçiler için daha etkili sergiler planlanabilir.

2.2.1 Quai Branly Müzesi, Paris

Paris'teki Musee du quai Branly, 2016 yılında müze salonlarında sessizce fötr şapkası, palto ve fularıyla dolaşan robot sanat eleştirmeni Berenson'a ev sahipliği yapmıştır. Berenson antropolog Denis Vidal ve robotik mühendisi Philippe Gaussier tarafından insanların sanat eserlerine verdiği tepkileri kaydetmek ve ardından yapay zeka aracılığıyla kendi zevkini geliştirmek için yaratıldı.

Resim 2.5: Berenson, Musee du Quai Branly, Paris.



Kaynak: huffpost.com, 21.07.2018

Robot müze ziyaretçileriyle girdiği etkileşim sonucunda kendi estetik tercihlerini oluşturabilir mi sorusuna yanıt aramak için üretilmiştir. Bunu sağlamak için robot gözündeki bir kamerayla ziyaretçilerin tepkilerini kaydetmekte, daha sonra

bu kayıtları müzenin başka bir yerinde bulunan bilgisayarla paylaşmaktadır. Robotun görsel uyarıcıları öğrenmesi ve tanınması, Promethe adında bir paralel sinir ağı ile gerçekleşmektedir. Yeşil daireler, pozitif reaksiyonları ve kırmızı daireler, negatif olanları temsil eder. Bu dairelerin rengi, Berenson'un sanat eserine kendi kendine gülümseyip gülümsemeyeceğini belirler.³⁴

Berenson'un ilk eğitimi ziyaretçilerin robota en çok ve en az beğendikleri birer eseri göstermesi ile gerçekleştirilmiştir. Her günün sonunda Berenson, ortalama 10 adet eserle ilgili onlarca farklı kişisel görüş öğrenmiştir. Her kişisel görüş, klasik bir koşullandırma mekanizması sayesinde pozitif, negatif veya nötr bir değere bağlanmaktadır.

Berenson deneyi her ne kadar robotun estetik zevk edinimini simule etmek için tasarlanmış olsa da, elde edilen sonuçlar ziyaretçilerin eserler ile etkileşimini ve tepkilerini ölçerek müze karar vericilerinin yararlanabileceği önemli veriler sağlamaktadır. Potansiyel olarak bu veriler yardımı ile ziyaretçiler için en olumlu sonuçları doğurabilecek küratöryel tercihler yapılabilir.

2.2.2 Chicago Sanat Enstitüsü

2015 ve 2016 yıllarında Chicago Sanat Enstitüsü, yapay zeka kullanarak ziyaretçilerin galerilerde ne kadar süre geçirdiklerini hesapladı ve buradan hareketle kalıcı koleksiyona odaklanan daha küçük sergiler planlamaya başladı.

Enstitü, izlenimci sanatçı Degas'ın çalışmalarının küçük bir kümesinin sergilendiği dönemde, daha küçük sergilerin katılım üzerindeki etkisini test etmek için karmaşık bir katılım modeli kullandı. Müze genelinde Wi-Fi kullanımının ölçülmesi, ziyaretçilerin Degas sergisini içeren odada, o odada spesifik bir sergi bulunmadığı zamanlardan daha fazla zaman geçirdiğini ortaya koydu.³⁵

Daha sık ve küçük sergiler stratejisinin ardındaki ziyaretçi analizi programı, 10 farklı katılım modellemesi ile ziyaretçi posta kodlarından yararlanmaktadır. Bu

³⁴ Çevrimiçi: vice.com/en_us/article/aenq45/robot-art-critic-berenson, 20.06.2018

³⁵ Çevrimiçi: chicagobusiness.com/article/20180518/ISSUE01/180519840/art-institute-of-chicago-uses-data-to-make-exhibit-choices, 21.06.2018

modeller, hava durumu ve tatil günlerinden kentte bir kongre olup olmadığına kadar her türlü koşul için bir ziyaretçi temsili sunmaktadır. 2014 yılında pilot program olarak başlatılan analiz programı, ünlü eserlerin daha az bilinen az sayıda eser ile birlikte sergilendiğinde daha çok ziyaretçi çektiğini belirlemiştir. Program 2017 mali yılı boyunca yüzde 1 hata payı ile katılım oranlarını tahmin etmiştir. Bu deney sonuçları ile enstitü, ortalama iki haftada bir yeni mikro sergiler açmaya başlamıştır.³⁶

Yapay zeka destekli ziyaretçi analizleri hem kurumlar açısından hem de ziyaretçiler açısından pozitif sonuçlar doğurmaya açıktır. Kurumlar akıllı sistemler aracılığıyla kısa sürede veri analizi yaparak ziyaretçilerin müze deneyimini geliştirirken kurum açısından karar alma süreçlerini ve maliyetlerini kısma yoluna gidebileceklerdir.

2.3 Sesli Rehber Uygulamaları

İlk müze sesli rehberi 1952 yılında Amsterdam'daki Stedelijk Müzesi tarafından tanıtılmıştır.³⁷ O zamandan beri ziyaretçinin bir sanat eseri ya da tarihi bağlam ile daha derin bağlantı kurmasını sağlayarak veya deneysel hikaye anlatımı yoluyla konuları ve olayları canlandırarak müze deneyiminin ayrılmaz bir parçası haline geldiler.

2.3.1 Sao Paulo Pinacoteca Müzesi

Brezilya Sao Paulo'daki Pinacoteca Müzesi, 2017 yılında IBM ile ortaklaşa gerçekleştirilen “A Voz da Arte” isimli bir projede, ziyaretçilerin eserler ile konuşmalarını sağlamak için IBM Watson'ın bilişsel gücünü kullanmaktadır.

³⁶ Çevrimiçi: aam-us.org/2017/01/17/the-power-of-applied-data-for-museums/, 20.07.2018

³⁷ Çevrimiçi: musematic.net/2009/04/24/my-first-post-and-because-its-friday-some-1952-news-footage-of-the-first-museum-handheld-take-2/, 25.10.2017

Resim 2.6: Sao Paulo Pinacoteca, IBM Watson



Kaynak: prnewswire.com, 04.03.2018

Mobil bir uygulama aracılığı ile Sao Paulo Pinacoteca koleksiyonundan yedi sanat eserine ses veren Watson, yapay zeka teknolojisi sayesinde ziyaretçilerden gelen soruları da yanıtlayabilmektedir. Seslendirilen eserlerin tarihi ve teknik bilgileri eserlerin güncel olaylar ile olan ilişkisine kadar uzanan soruları cevaplayabilen rehber ile yapılan sesli sohbetler sadece ziyaretçilerin hayal gücü ile sınırlanmış durumdadır.

Diğer sesli rehberlerin aksine önceden hazırlanmış ses kliplerinin kullanılmadığı sistemde, IBM Bluemix bulut platformundan gelen bilgiler soruları gerçek zamanlı olarak yanıtlamak için ses tanıma ile doğal dil işleme teknikleri kullanan bilişsel bir sohbet robotu kullanılmaktadır. IBM Brezilya tarafından geliştirilen sistem, Pinacoteca küratörleriyle birlikte eğitilmiştir.³⁸

2.3.2 Metin Okuma Sistemleri (Google WaveNet)

IBM'in Watson'unda kullandığı gibi sentetik konuşma teknolojisi, sesli rehberlerin geliştirilmesinde kullanılabilecek bir yöntemdir. Metin okuma sistemleri,

³⁸ Çevrimiçi: ibm.com/press/us/en/pressrelease/52443.wss, 04.03.2018)

doğal insan konuşmasının ham ses verilerini oluşturmakta, yani konuşan bir kişi gibi ses çıkarmaktadır.

Doğal dil işleme ve üretimi yöntemleriyle çalışan bu sistemler uzun zamandan beri var olsalar da insan konuşmasına benzer sonuçlar elde edilmesi yakın zamana rastlamaktadır. Bunun sebebi ise ihtiyaç duyulan işlem gücü ve veritabanının son yıllarda gelişen donanımlar ve bulut sistemleri ile sağlanabilmesidir.

Google tarafından geliştirilip kullanıma sunulan WaveNet modeli, diğer metin okuma sistemlerinden daha doğal görünen bir konuşma üretmektedir. WaveNet bu başarımı, diğer sistemlerden farklı olarak sıfırdan ses dalga formları oluşturarak elde etmektedir.³⁹ Model çok sayıda konuşma örneği kullanılarak eğitilmiş bir sinir ağı kullanmaktadır. Eğitim sırasında ağ, seslerin birbirini nasıl takip ettiği ve gerçekçi bir konuşma dalga biçiminin nasıl görüldüğü gibi bilgilerle bir konuşmanın altyapısını oluşturmaktadır. Eğitimli bir WaveNet modeline bir metin girişi verildiğinde saniyede 24.000 sese sahip ve sesler arasında kesintisiz geçişler sağlayan konuşma dalga formları üretebilmektedir. Bu, insan konuşmasına oldukça yakın bir sonuç üretmekte ve bugün Google'ın asistan, arama ve çeviri servislerinde kullanılmaktadır.

Sentetik konuşma teknolojileri, müzeler açısından maliyetleri minimumda tutarak ziyaretçilere yüksek kaliteli sesli rehberler sunma imkanı sağlamaktadır.

2.4 Ziyaretçi ile Etkileşim

Yapay zeka için heyecan verici bir diğer kullanım alanı izleyici etkileşimini içermektedir ve müzenin dört duvarının içinde veya dışında uygulanabilmektedir.

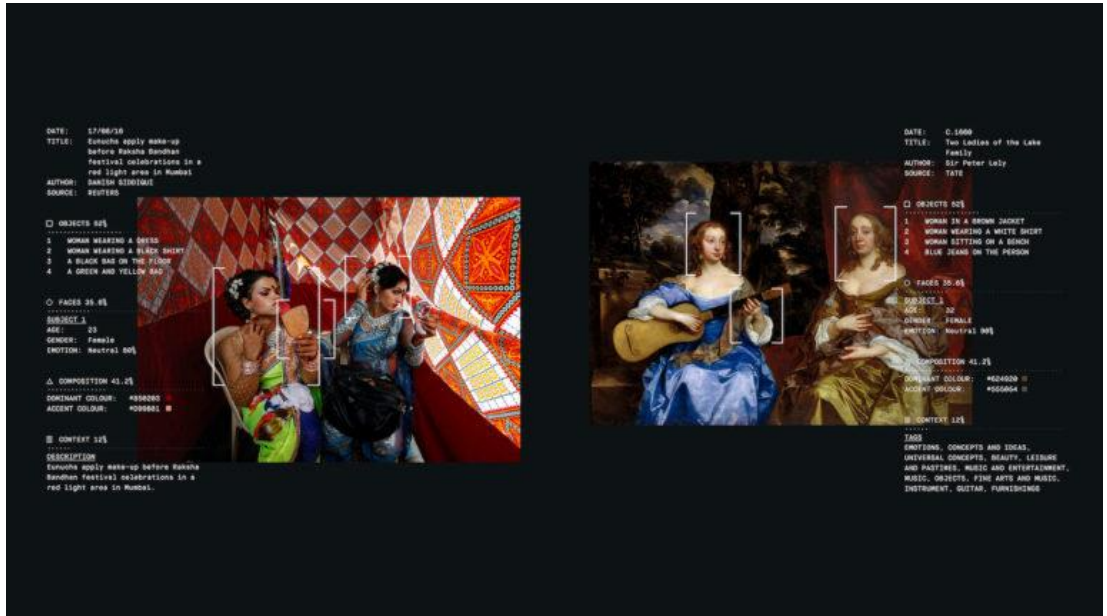
2.4.1 Tate British

İngiltere'deki Tate Müzesi, 2016 yılında Microsoft ortaklığı ile bir yarışma düzenleyerek ziyaretçilerin İngiliz sanatı koleksiyonunu yeni şekillerde keşfetmesine, araştırmasına veya anlamasına olanak sağlayacak yapay zeka uygulamaları geliştirilmesini teşvik etti. Kazanan uygulama, güncel haber fotoğraflarını

³⁹ Aaron van den Oord, v.d. "WaveNet: A Generative Model for Raw Audio", 2016. arxiv.org/abs/1609.03499v2

koleksiyondan bir eser ile eşleştirme oyunu olan Recognition oldu. Program, eşleşmelere olanak sağlamak için 30.000 adet sayısallaştırılmış sanat eserini taradı. Örneğin, program birbirine makyaj yapan iki kadını gösteren bir Reuters fotoğrafı ile benzer bir kompozisyona sahip 1600'lü yıllara ait bir tabloyu eşleştirmektedir. Her iki görüntüde de kırmızı perdelerin önünde aynı renkte giyinmiş, oturan iki kadın vardır. En iyi eşleşmeler, programın neden eşleşmeyi yaptığı ile ilgili açıklamalarla beraber aranabilir bir çevrimiçi galeriye yüklenmiş ve buna paralel bir sergide ziyaretçilerin makinenin eşleştirmelerini kendi eşleştirmeleri ile karşılaştırmasını sağlanmıştır.⁴⁰

Resim 2.7: Tate Recognition



Kaynak: hyperallergic.com, 12.12.2018

2.4.2 Amerikan Ulusal Futbol Onur Müzesi

Amerikan Ulusal Futbol Onur Müzesi, teknoloji şirketi NEC Şirketi ile yaptıkları ortak çalışmada yüz tanıma özellikli bir ziyaretçi deneyimi geliştirdiler. Ziyaretçilerin şehirlerini, favori futbol pozisyonlarını, tuttıkları Amerikan takımlarını paylaşımları halinde yüz tanıma sisteminden faydalanmaya başlamaları planlanan

⁴⁰ Çevrimiçi: recognition.tate.org.uk, 12.12.2018

müzede, dijital dokunmaktik ekranlar, sanal gerçeklik sistemleri ve etkileşimli paneller ziyaretçiyi tanıyarak uygun içeriği ön plana çıkaracak şekilde programlanmıştır.⁴¹

Buraya kadar olan bölümde yapay zekanın müze içinde ziyaretçi odaklı kullanılması örnekleriyle incelendi. Müzelerde robot rehberlerin ilk kullanıldığı yıllardan günümüze olan sürede yeni yapay zeka uygulamaları oldukça fazla karşımıza çıkmaktadır.

1997 yılında Deutsches Museum, Almanya'nın Bonn şehrinde Robot Rhino adıyla ilk kez kullanılmıştı. 1998 yılında National Museum of American History, Amerika'nın Washington şehrinde çocuklara bilgi vermek üzere kullanıldı. Bu ilk prototip robotlar bilgi vermek üzerine programlanmışlardı. Oysa yukarıda örneklerini vermeye çalıştığımız müze yapay zeka uygulamaları ziyaretçilerle etkileşime girmekte ve onların davranışlarından öğrenmektedir.⁴²

2019 yılında müzelerde yapay zeka uygulamaları oldukça fazla bilgiyi, ziyaretçi davranışlarını işleyebilen ve sınıflayabilen hale gelmiştir.

⁴¹ Çevrimiçi: nationalsoverhof.com, 01.11.2018

⁴² Mutlu Erbay. The Importance of Using New Technology in Museums Springer Proceedings in Business and Economics, Caring and Sharing: The Cultural Heritage Environment as an Agent for Change: 2016 Alector, Conference edit Valentina Vasile Romanian Academy Institute of National Economy Bucharest Romania ISSN 2198-72 46, İstanbul Turkey

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YAPAY ZEKANIN MÜZE ÇALIŞMALARINA ETKİSİ

Müzelerde gösterişli yapay zeka örnek uygulamaları, ziyaretçilerle etkileşime girdiğinde dikkat çekici hale gelmektedir ancak yüksek teknoloji müze çalışmalarına daha fazla katkı sağlayabilir. Yapay zeka uygulamaları ile müzeler sadece ziyaretçi davranışlarını değil aynı zamanda müze koleksiyonlarını geliştirmek, onları daha iyi anlayabilmek imkanına sahip olabilmektedir. Bunun yanında müzelerdeki bazı rutin işlerde de yapay zekadan faydalanılabilmektedir.

3.1 Yapay Zekanın Müze Koleksiyonlarına Etkisi

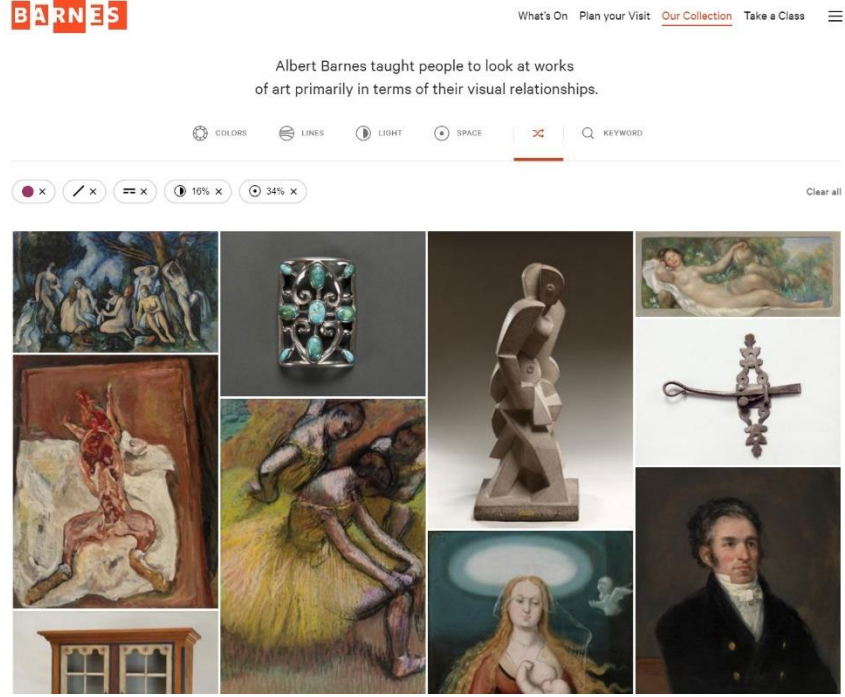
Müzeler koleksiyonlarında büyük miktarda yazılı verilere sahiptir. Son yıllarda, koleksiyon verilerinin tasnifi, halkın erişimine açılması ve veriler üzerinde değerlendirmeler yapılması yönünde önemli adımlar atıldı. Hâlâ yüksek oranda sayısallaştırılmamış veya düzenlenmemiş olsa da, bu veriler koleksiyonları farklı şekillerde analiz etme imkanı sunmaktadır. Ancak aynı zamanda önemli miktarda kaynak, araç, zaman ve uzmanlık bilgisi gerektirmektedir.

3.1.1 Barnes Foundation Sanat Galerisi

1922 yılında Philadelphia ‘da kurulan Barnes Foundation Sanat Galerisi Vincent Van Gogh, Paul Cezanne ve Claude Monet gibi sanatçıların eserlerine sahip bir koleksiyona ev sahipliği yapmaktadır. Kurucu Albert Barnes, sanat tarzlarına ve zaman çerçevelerine odaklanmak yerine farklı eserlerde görsel bağlantılar kurmaya dayalı, alışılmadık bir sanat yorumu bakış açısına sahiptir.

Müze yeni web sitesini oluştururken, Albert Barnes’ın sanat koleksiyonunu grup olarak sergilemekte kullandığı kriterleri uygulayan bir yapay zeka uygulaması kullandı. Web sitesini kullanan ziyaretçiler koleksiyonu ışık, çizgi, renk ve alan gibi görsel özellikler ile filtreleyerek araştırabilmektedir.

Resim 3.1: Barnes Sanat Galerisi web sitesi



Kaynak: barnesfoundation.org, 28.07.2018

Rutgers Üniversitesi'nden bir ekibin nesneler arasındaki görsel benzerlikleri tespit etmek için geliştirdiği algoritmaya dayalı olarak çalışan sistem sanatsal özellikleri anlayıp ayrıştırabilmektedir.⁴³ Sistem bir eserdeki temel unsurları (insanlar, nesneler ve hayvanlar gibi) tanımlayabilir ve daha sonra eserleri yapay olarak üretilen farklı koleksiyonlara yerleştirebilir. Koleksiyonda bulunan 3000 eserin yaklaşık olarak 2000'i sistem tarafından taranmış ve galerinin web sitesinde incelemeye açılmıştır. Yapay zeka koleksiyondan seçilen bir eserin görsel olarak benzerlerini otomatik olarak önermekte, eserin fiziksel galeride beraber sergilendiği diğer obje ve resimleri listeleyebilmektedir.⁴⁴

⁴³ Ahmed Elgammal, v.d. "The Shape of Art History in the Eyes of the Machine", 2018. arxiv.org/abs/1801.07729v2

⁴⁴ Çevrimiçi: attractionsmanagement.com/index.cfm?pagetype=news&codeID=338394, 20.08.2018

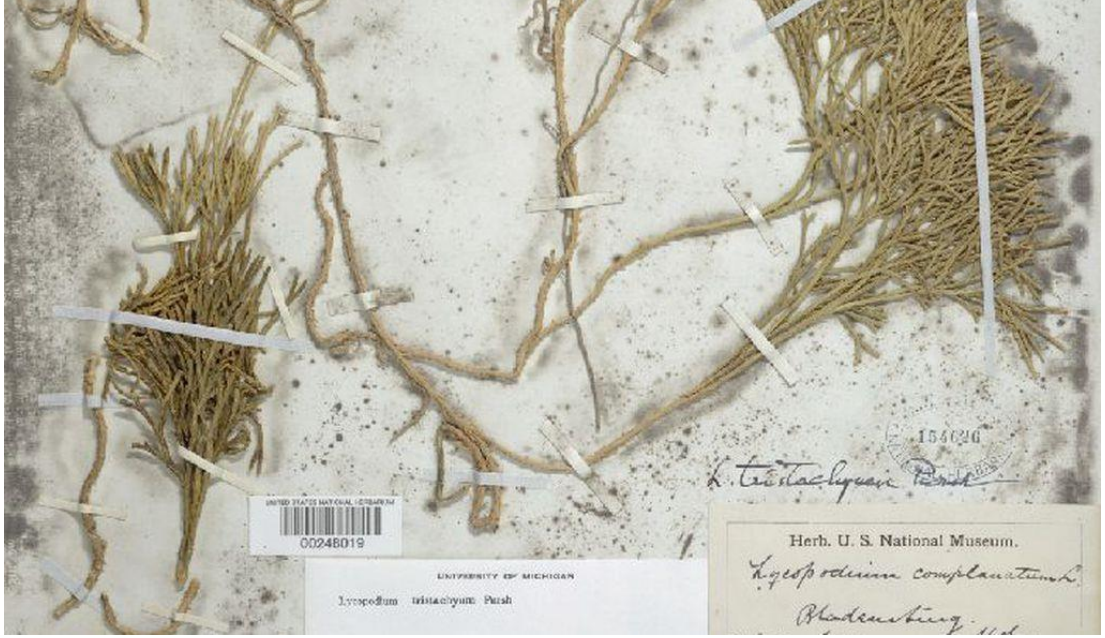
3.1.2 Smithsonian Washington Ulusal Doğa Tarihi Müzesi ve Ulusal Herbariumu

Smithsonian Washington Ulusal Doğa Tarihi Müzesi Ulusal Herbariumu'nda gerçekleştirilen bir projede, yapay sinir ağları yüzde 90'ı aşan doğruluk oranlarıyla iki benzer bitki familyası arasında ayırım yapabilmektedir. Çalışma, bilgisayar programlarının insan uzmanların yaptığı gibi tecrübe kazanmasına ve her seferinde yeteneklerini geliştirmesine olanak sağlayan derin öğrenme algoritmaları ile yürütülmüştür.⁴⁵

2015 yılında üç kişilik bir ekip, Smithsonian'ın beş milyon örnekten oluşan botanik envanterinin dijitalleştirilmesi çalışmalarına başlamış, her yıl yaklaşık 750.000 numuneyi taramışlardır. Her bir örnek kökeni ve temel istatistiksel verileri hakkında eksiksiz bilgi sağlayan bir kimlik kartı etiketlenmiştir. Bu kartların içeriği, dijital görüntülerle birlikte kopyalanarak sisteme yüklenmiştir. Böylece taranan bir öge araştırma için kapsamlı bir görüntü sağlamaktadır.

⁴⁵ Çevrimiçi: smithsonianmag.com/smithsonian-institution/how-artificial-intelligence-could-revolutionize-museum-research-180967065/, 05.06.2018

Resim 3.2: Yüksek çözünürlük ile taranmış numune örneği.



Kaynak: Smithsonian National History of Natural History

Yapılan taramalardan neticesinde belirli örnekleri ve kategorileri taramak mümkün hale gelmiş fakat ardından elde edilen binlerce veri dosyası ile neler yapılabileceği sorusu ortaya çıkmıştır. Bu miktarda verinin işlenmesi için gerekli işlem gücü ve yöntem de ayrıca bir problemidir.

Makine öğrenmesinin bir çok formunda araştırmacıların görüntülerdeki anahtar noktaları makineye belirtmesi gerekirken, günümüz derin öğrenme yönteminde algoritma büyük miktardaki verilerde kendi kendine öğrenerek iş gücü ve zaman avantajı sağlamaktadır. Bu iş için gerekli olan işlem gücü ise günümüzde büyük miktardaki verilerden derin öğrenme yöntemi ile örüntü tanıma yapılmasında kullanılan güçlendirilmiş ekran kartları ile sağlanmıştır. Özellikle Nvidia marka ekran kartları kendisi için optimize edilmiş algoritmalar sayesinde önemli farklar yaratmaktadır.

Çalışma sonucunda yayınlanan bulgular çarpıcıdır. Araştırma botanikçisi Eric Schuettpelz ve veri bilimcileri Paul Frandsen ve Rebecca Dikow'un başkanlığındaki dokuz kişilik bir ekip tarafından yürütülen çalışma makine öğrenmesi ve herbaryumla ilgili iki büyük soruya cevap vermeyi amaçlamaktadır. Birincisi, eğitilmiş bir sinir

ağının cıva lekeli numuneleri lekelenmemiş olanlardan ayırmada ne kadar etkili olduğu. İkincisi, böyle bir ağın, yüzeysel olarak benzer iki bitki familyasının (örneğin, eğrelti otu aileleri Lycopodiaceae ve Selaginellaceae) üyelerini ayırtedebilmekte ne kadar etkili olduğudur.

İlk deneme, ekibin, hangilerinin gözle görülür biçimde cıva ile kirlenmiş olduğunu (eski moda bir botanik koruma tekniğinin izi) belirterek, binlerce numuneyi önceden gözden geçirmesini gerektirmiştir. Lekeli ve lekesiz olanları yüzde 100 kesinlikte bildiklerinden programın doğruluğunu değerlendirmek imkanına sahip olmuşlardır. Ekip, bilgisayarı eğitmek ve test etmek için yaklaşık 8.000 temiz örnek ve 8.000 lekeli örnek görüntüsü aldı. Sinir ağı parametrelerini ayarlamayı bitirip tüm insan müdahalesini geri çekmeye başladıklarında, algoritma daha önce hiç görmediği örnekleri yüzde 90 doğrulukla sınıflandırmaktaydı. En belirsiz örnekler (örneğin, lekelenme en az veya görüntüsü çok soluk olanlar) atıldığında, bu rakam yüzde 94'e yükselmiştir.

Çalışmanın türlerin ayrımı kısmında araştırmacılar sinir ağını kabaca 9300 clubmos ve 9100 spikemoss örneği ile eğitip test etmişlerdir. Bu numunelerin yaklaşık olarak yüzde 70'i ilk kalibrasyon için, yüzde 20'si düzeltmeler için ve son yüzde 10'u da resmi olarak doğruluğu değerlendirmek için kullanılmıştır. Kod optimize edildikten sonra bilgisayarın iki aile arasında ayırım yapma başarımı yüzde 96 ile 99 arasında değişmektedir.⁴⁶

Bu ve benzeri programların günümüzde müzelerde ön kategorik sınıflandırma işleminde kullanılması mümkündür. Derin öğrenme yöntemi özelinde makine öğrenmesi teknikleri, küratörlerin ve sınıflandırma biliminde çalışanların daha üretken olmalarına yardımcı olabilecektir. Sinir ağlarındaki bu başarı ayrıca büyük koleksiyonlarda kapsamlı karşılaştırmalar yaparak hipotezlerin hızlı bir şekilde test edilmesini mümkün kılmaktadır.

⁴⁶ E. Schuettelpelz, v.d., "Applications of deep convolutional neural networks to digitized natural history collections". **Biodiversity Data Journal** C.5: e21139, 2017.

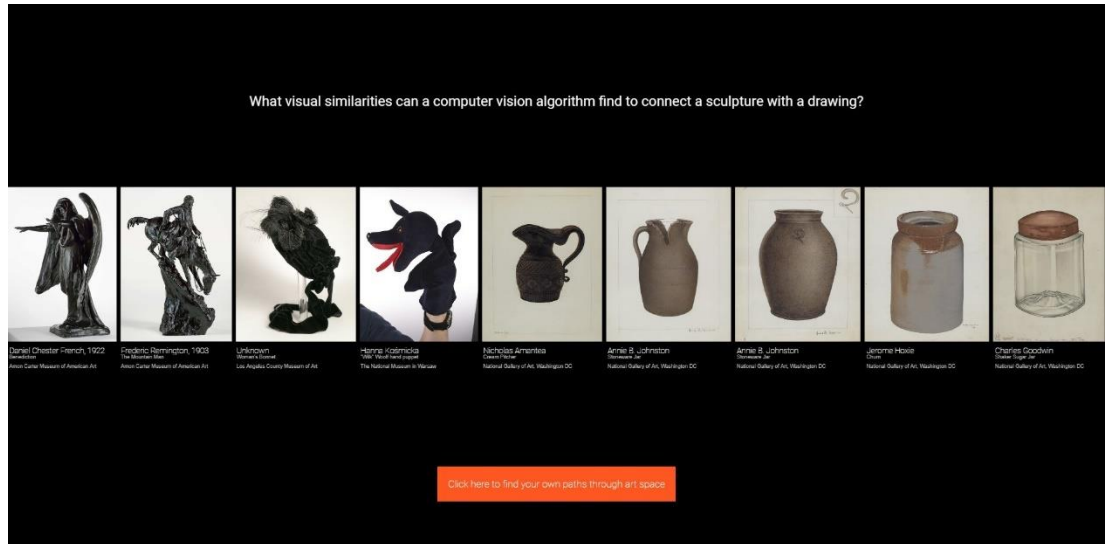
3.1.3 Google Kültür Enstitüsü

Yapay zeka ile ilgili çalışmalarda ilk sıradaki firmalardan biri olan Google, makine öğrenmesinin kültür ve sanat ile olan ilişkisini gerçekleştirdiği deneyler ile araştırmaktadır. Google Kültür Enstitüsü, dünyada ortağı olduğu yüzlerce mzeeye ait milyonlarca eserin yüksek kaliteli görüntülerine sahiptir. Google Kültür Enstitüsü web sitesindeki deneyler sayfasında sanat çalışmalarını organize etme sorununa makine öğrenmesinin nasıl uygulandığı ile ilgili bir katalog bulunmaktadır.

3.1.3.1 X Degrees of Seperation

Sitede yer alan “X Degrees of Seperation” isimli deney koleksiyondan iki resim seçmenize izin verir ve ardından algoritma iki görüntüyü görsel olarak birbirine bağlayan bir dizi eseri sıralar. Sonuç olarak algoritma ile örüntü tanıma işlemi gerçekleşmiş ve makine sonuçlar evrimsel bir şekilde dizerek sunmuştur.⁴⁷

Resim 3.3: X Degrees of Seperation



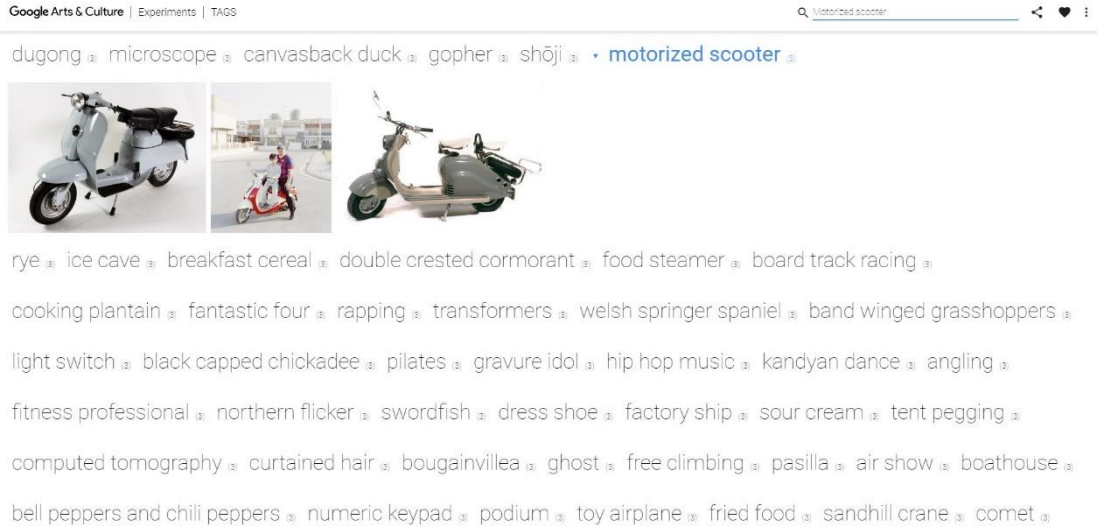
Kaynak: Google Arts&Culture

⁴⁷ evrimii: experiments.withgoogle.com/x-degrees-of-separation, 03.01.2019

3.1.3.2 Tags

“Tags” olarak adlandırılan bir diğer deney ise koleksiyonu taramakta ve insan müdahalesi olmadan bir bilgisayarın sanat eserlerini nasıl gördüğünü yansıtan bir anahtar kelime bulutu oluşturmaktadır.⁴⁸

Resim 3.4: Tags



Kaynak: Google Arts&Culture

Bilgisayar sanat eserlerini otomatik olarak monokrom fotoğrafçılık ve klasik heykel gibi kategorilerde sınıflandırabilirken diğer yandan omurgalı,saç modeli, tekne ekipmanları ve çok oyunculu çevrimiçi rol yapma oyunları gibi alışılmadık kategoriler de oluşturmaktadır.

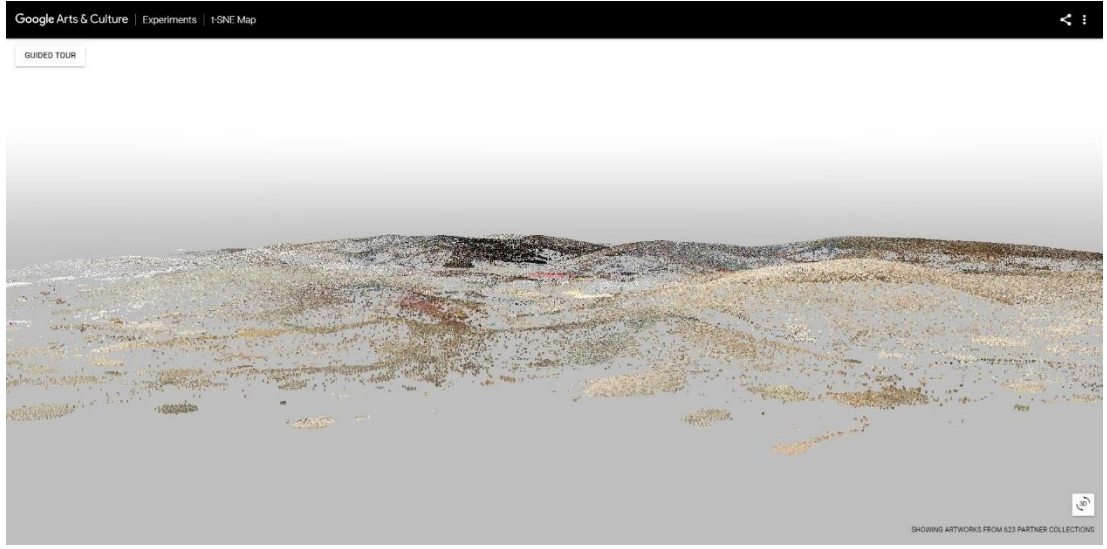
3.1.3.3 t-SNE Map

“t-SNE Map” (T-distributed Stochastic Neighbor Embedding) isimli deney, noktalardan oluşan bir tepe manzarası sunmaktadır. Görüntüye yaklaşıldığında ise noktaların sanat eserlerinin görüntüleri olduğu anlaşılmaktadır. Oluşan topografya,

⁴⁸ Çevrimiçi: experiments.withgoogle.com/tags, 03.01.2019

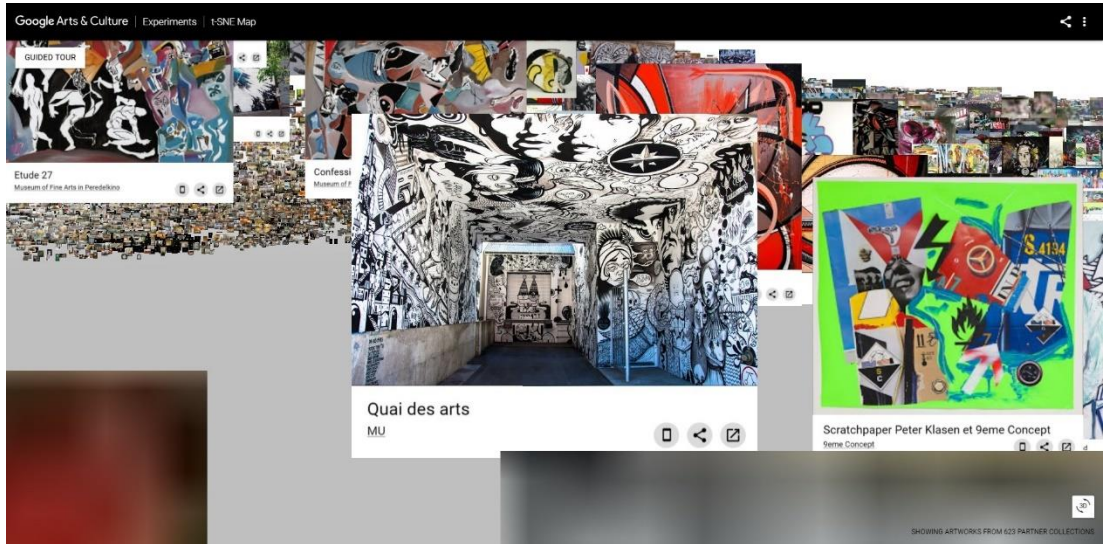
bilgisayarın estetik benzerlikler konusundaki anlayışına dayanarak sanat eserlerini birbiriyle ilişkili olarak sıralama ve kümeleme kararlarına dayalıdır.⁴⁹

Resim 3.5: t-SNE Map uzaktan görünüş



Kaynak: Google Arts&Culture

Resim 3.6: t-SNE Map yakın görünüş



Kaynak: Google Arts&Culture

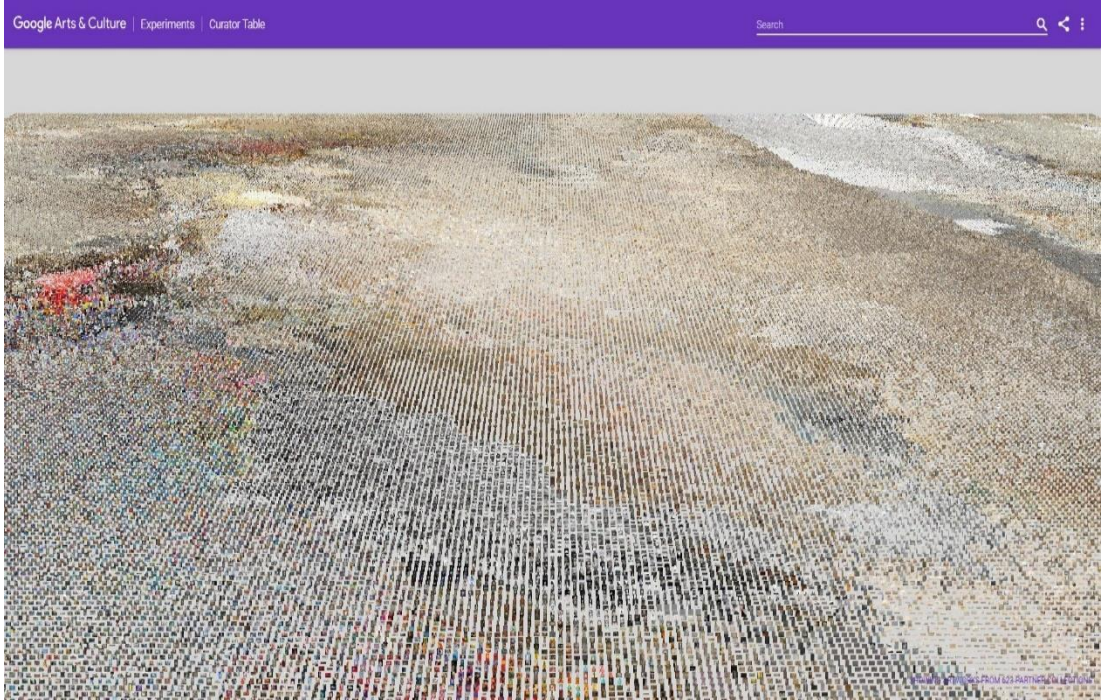
⁴⁹ Çevrimiçi: experiments.withgoogle.com/t-sne-map, 03.01.2019

Burada algoritma hiçbir meta veri kullanmadan sadece görsel benzerliklere dayalı olarak sıralama yapmaktadır.

3.1.3.4 Curator's Table

“Curator's Table” isimli deneyde ise sergi planlarken baskıları masaya yerleştirip inceleme ilkesinden ilham alınmıştır. Sanatçı, zaman veya renge göre sıralanabilen 3 boyutlu bir görüntü manzarası ile çok sayıda eser arasında hızla yeni bağlantılar kurmak mümkün hale gelmektedir.⁵⁰

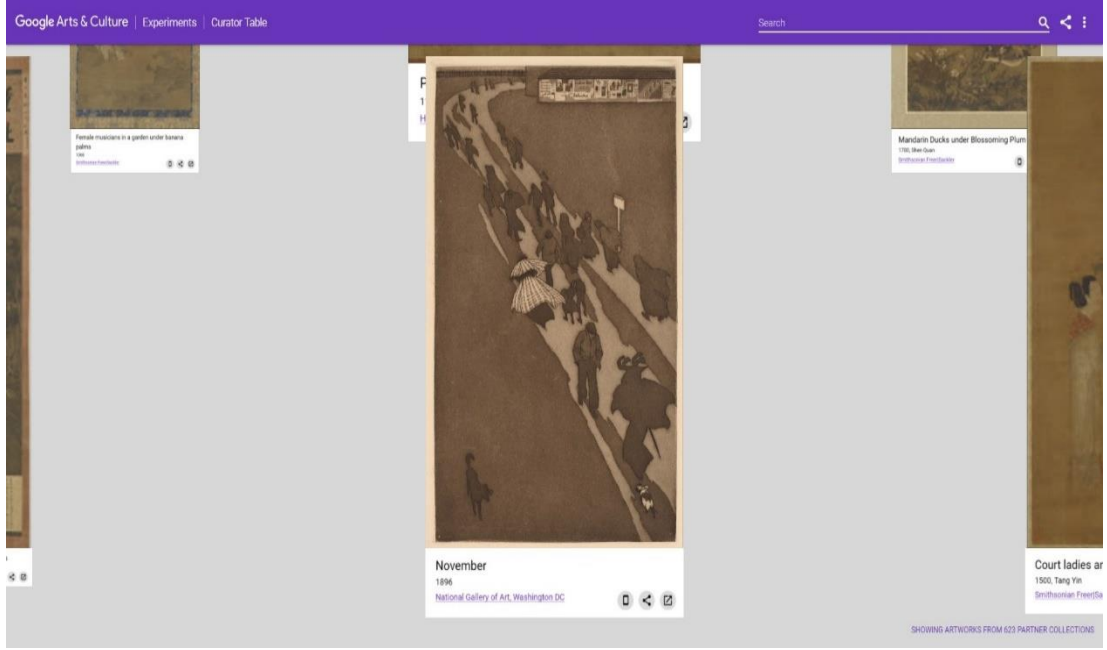
Resim 3.7: Curator's Table uzaktan görünüş



Kaynak: Google Arts&Culture

⁵⁰ Çevrimiçi: experiments.withgoogle.com/curator-table, 03.01.2019

Resim 3.8: Curator's Table yakın görünüş



Kaynak: Google Arts&Culture

Google'ın teknoloji ve sanatı birleştiren araştırmaları, koleksiyonları daha iyi incelemek ve anlamak için yakın gelecekte yapılabilecek uygulamalar konusunda fikir vermektedir.

Görüntü kalitesi ve estetiğin ölçülmesi, görüntü işleme ve makine görmesinde uzun zamandır devam eden bir problemdir. Teknik kalite değerlendirmesi piksel bazlı gürültü, bulanıklık, sıkıştırma gibi parametreleri incelerken estetik değerlendirme görüntülerdeki duygular ve güzellik gibi parametreleri inceler. Son zamanlarda insan eliyle girilmiş verilerle eğitilen derin sinir ağları, manzarlara gibi belirli görüntü sınıfları için görüntü kalitesinin subjektif doğasını ele almak için kullanılmıştır. Bununla birlikte bu yaklaşımların kapsamı sınırlı olabilir çünkü görüntüleri genellikle düşük ve yüksek kaliteli olmak üzere iki sınıfa ayırmaktadır. Google tarafından geliştirilen bir uygulama olan NIMA (Neural Image Assessment - Sinirsel fotoğraf sınıflandırması), geniş kapsamda görüntülere uygulanabilen bir kalite tahminine imkan sağlamaktadır.

NIMA test edilirken, bir fotoğraf yarışmasında yaklaşık 200 kişi tarafından oylanan fotoğraflar kullanılmıştır. NIMA tarafından oluşturulan bu fotoğrafların estetik sıralaması, insan puanlayıcılar tarafından verilen ortalama puanlarla yakından eşleşmektedir.⁵¹ Bu uygulama ile koleksiyonunda yüksek miktarda fotoğraf içeren müzeler için küratöryel kararları kolaylaştırıcı ve hızlandırıcı çözümler üretilmesi mümkündür. Uygulama ayrıca birbirlerinden küçük farklarla ayrılan görüntüler arasında da kalite sıralaması yapmaya yardımcı olmaktadır.

Resim 3.9: NIMA puanı ve parantez içinde kullanıcı puanlarının gösterildiği sıralama



Kaynak: Talebi ve Milanfar, 2018

3.1.4 Vatikan Gizli Arşivleri

Vatikan gizli arşivleri dünyanın en büyük tarihi koleksiyonlarından biridir. Vatikan içinde, Apostol kütüphanesinin yanında ve Sistine Şapeli'nin kuzeyinde yer alan arşivleri 12 asırdan fazla bir zamana yayılan dökümanlara ev sahipliği

⁵¹ Hossein Talebi, Peyman Milanfar. "NIMA: Neural Image Assessment", 2018. arxiv.org/abs/1709.05424

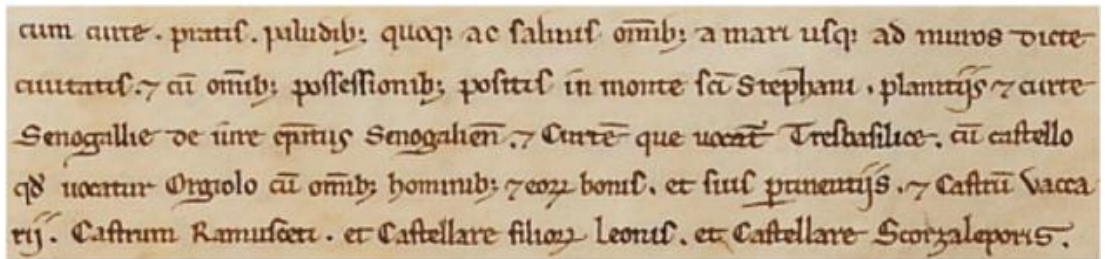
yapmaktadır. Koleksiyonda Martin Luther'i aforoz eden papalık fermanı ve İskoç Kraliçesi Mary'nin idam edilmeden önce Papa Sixtus V'ten yardım dilediği mektuplar gibi önemli belgeler mevcuttur. Boyut ve kapsam bakımından neredeyse rakipsiz olan koleksiyon diğer yandan modern bilim adamları açısından kullanışsızdır çünkü erişilemez durumdadır. Sadece sınırlı sayıda belge bilgisayar metni olarak kopyalanmış ve çevrimiçi olarak kullanıma sunulmuştur.

In Codice Ratio olarak isimlendirilen yeni bir yöntem, bu metinleri araştırmak ve transkriptlerini ilk kez kullanıma sunmak için yapay zeka ve optik karakter tanıma (OCR – Optical Character Recognition) teknolojilerinin bir kombinasyonunu kullanmaktadır.

OCR uzun yıllardır kitap ve diğer basılı belgeleri taramak için kullanılmaktadır ancak arşivlerdeki materyal için bu teknoloji uygun değildir. Geleneksel OCR, harfler arasındaki boşlukları arayarak kelimeleri bir dizi resme ayırır. Daha sonra her harf görüntüsünü hafızasındaki harf bankası ile karşılaştırır. Hangi harfin görüntüyle en iyi şekilde eşleştiğine karar verdikten sonra, yazılım harfi bilgisayar koduna (ASCII) çevirir ve böylece metni aranabilir hale getirir.

Bu süreç, ancak gerçekten yalnızca dizgisi yapılmış metin üzerinde çalışır. Eski Vatikan belgelerinin büyük çoğunluğu gibi elle yazılmış herhangi bir şey için kullanışsız durumdadır. 1200'lerin başlarından kalma bir örnek olarak, hat sanatı ve el yazması karışımına benzeyen Caroline küçük el yazısı:

Resim 3.10: Caroline El Yazması



Kaynak: Donatella vd., 2018

Bu örnekte asıl sorun, harfler arasında boşluk olmamasıdır. OCR, bir harfin nerede durduğunu ve diğerinin nerede başladığını söyleyemez ve bu nedenle kaç harf olduğunu bilmez. OCR yazılımının bir kelimeyi tanımlayabilmesi için önce tek tek harflere ayırması gerekir, ancak bağlı harfli el yazısı metinlerde yazılım harfleri tanıyamaz.

Bazı bilgisayar bilimcileri, harflerin yerine tüm kelimeleri tanıyan OCR'ler geliştirerek bu sorunu çözmeye çalıştılar. Bu, teorik olarak iyi çalışabilir çünkü bilgisayarlar sözcükleri veya harfleri ayrıştırıp ayırmadıklarına aldırmaz. Fakat bu sistemleri kurmak ve çalıştırmak için devasa hafıza bankalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Birkaç düzine harften ziyade, bu sistemler binlerce yaygın kelimenin binlerce görüntüsünü tanımak zorundadır. Vatikan örneğinde değerlendirilirse bu, eski Latince belgelere bakmak ve her kelimenin fotoğraflarını çekmek için ortaçağ Latince uzmanlığına sahip bir grup bilim insanının yoğun bir çalışma yapması anlamına gelmektedir. Bunun yanında el yazısı farklılıkları veya kötü aydınlatma gibi problemleri hesaba katmak için her kelimenin birkaç farklı fotoğrafına ihtiyaç duyulmaktadır.

In Codice Ratio isimli yöntemde kelimeler harflere değil, tek kalem vuruşlarına yakın parçalara ayrılır. OCR bunu her kelimeyi bir dizi dikey ve yatay bantlara bölerek gerçekleştirir. Yazılım daha sonra bağlantı noktalarından harfleri keserek bir dizi yapboz parçası elde etmektedir.

Resim 3.11: In Codice Ratio yapboz parçası



Kaynak: Donatella vd., 2018

Yapboz parçaları tek başlarına faydalı olmasalar da yazılım harfleri oluşturmak için onları çeşitli şekillerde bir araya getirebilmektedir. Bunun için makineye hangi grupların gerçek harfleri temsil ettiği ve hangilerinin ise gerçek olmadığı öğretilmelidir.

Resim 3.12: In Codice Ratio eğitim ekranı



Kaynak: Donatella vd., 2018

Resim 3.12’de üstteki yeşil alanda ortaçağ Latince’sinden temiz g harfleri, ortadaki kırmızı alanda g harfine benzeyen ama g olmayan örnekler gösterilerek aşağıdaki alanda bulunan seçeneklerden hangilerinin doğru hangilerinin yanlış olduğu bilgisi verilmektedir. Araştırmacılar bu bölümden doğru harflerin seçimi ile sistemin eğitimini sağlamayı başardılar.

Sistemin testinde Vatikan gizli arşivlerinin bir alt kümesi olan 18.000 sayfalık kayıtların bir bölümü makineye yüklenmiş ve yazılım el yazılarını yüzde 96 oranında okumayı başarmıştır.⁵²

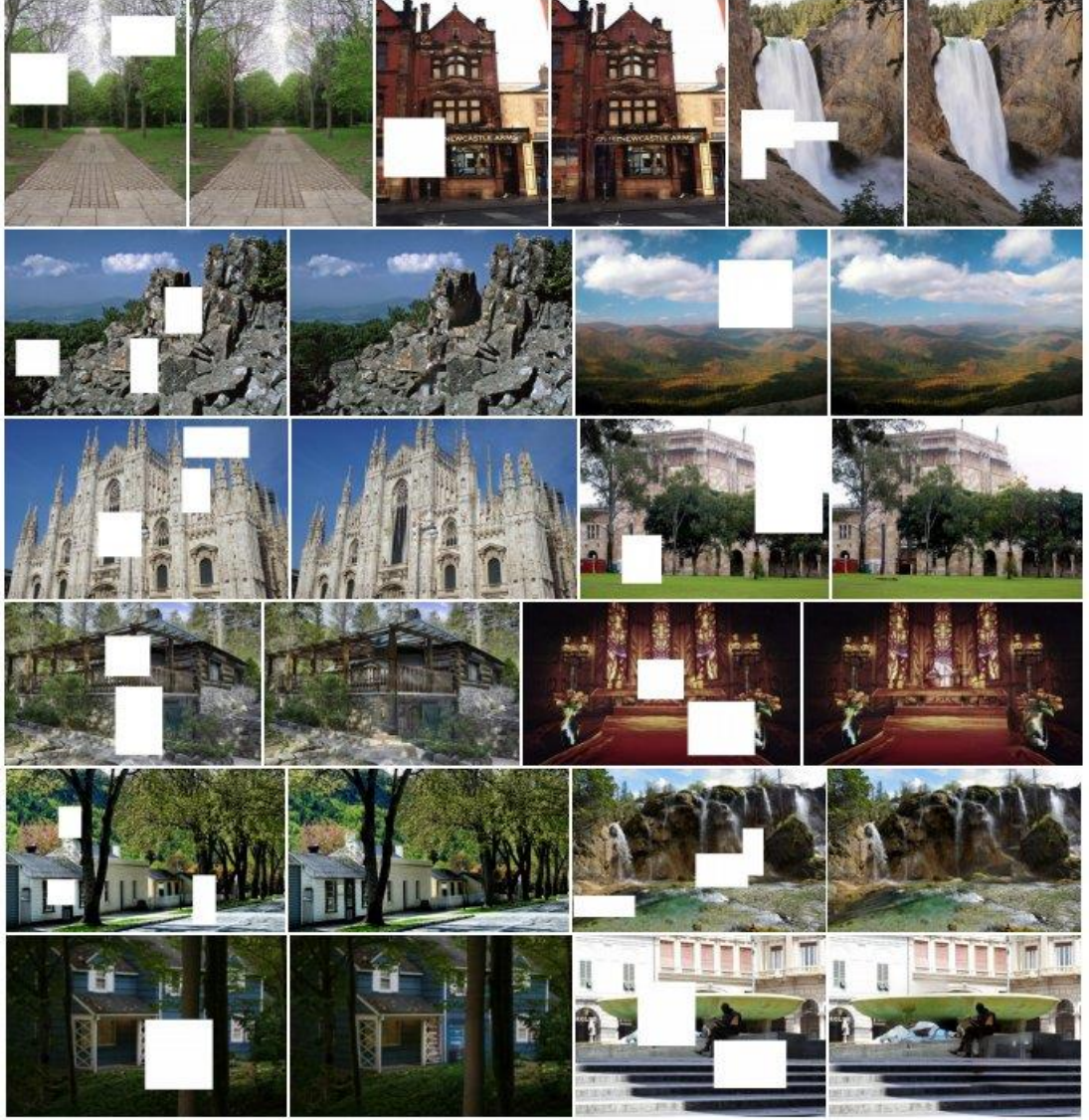
⁵² Donatella Firmani, v.d. “Towards Knowledge Discovery from the Vatican Secret Archives. In Codice Ratio -- Episode 1: Machine Transcription of the Manuscripts”, 2018. arxiv.org/abs/1803.03200v3

Bu tarz çalışmalar yazı okunmasında hız sağlamak ve makinenin kendi bilgi dağarcığından öğrenmesini sağladığı için hem zamandan hem de personel uzmanlığının yaratacağı maliyetten müzeleri korumaktadır. Bu yöntem ile makinenin diğer dillerdeki metinler için de eğitilmesi mümkündür. Böylece metin tanıma ve özellikle el yazısı koleksiyonlarının otomatik aranması işlemlerini büyük ölçüde kolaylaştırarak müze koleksiyonlarında bulunan yazma eserler ile ilgili yeni çalışmaların önünü açabilecektir.

3.1.5 Bozuk Görüntü Tamamlama

Yapay zeka kullanılarak gerçek olarak kullanılabilecek sentetik görüntüler üretilmektedir. Görüntülerin eksik kısımlarını tahmin etmek için derin öğrenmenin bir türü olan evrişimli sinir ağlarını kullanmaktadır. Teknoloji fotoğraf düzenleme uygulamalarında kullanılabildiği gibi gerçek 2 boyutlu görüntülerden 3 boyutlu görüntüler oluşturmak için de kullanılabilmektedir.

Resim 3.13: Görüntü tamamlama örnekleri



Kaynak: Iizuka, vd., 2017

Modelin eğitiminde gerçek manzaraların, insan yüzlerinin ve diğer konulardaki fotoğrafların üzerinde rasgele boşluklar oluşturulmuş 8 milyon kopyası kullanılmıştır. Tüm verilerle model boşlukları nasıl dolduracağını öğrenmesi ve sonuç olarak elde edilen görüntülerin orjinallerle aynı görünmesini sağlaması 3 ay sürmüştür. Modelin öğrenme algoritması önce boşlukları öngörüp doldurmakta, ardından eklenen kısmın çevresiyle ne kadar tutarlı olduğunu değerlendirmektedir. Tahmin ve değerlendirme

döngüsünü tekrarladıktan sonra, öğrenme modeli yapay olarak sadece öngörülen kısımları kullanarak bütün bir görüntüyü oluşturabilir hale gelmektedir.⁵³

3.2 Orijinallik Belirleme Çalışmaları

Görüntü veri toplama teknolojisi son yıllarda ilerledikçe, müzeler rutin olarak koleksiyonlarının geniş dijital görüntü kütüphanelerini birleştirmeye başlamıştır. Görüntü analizi araştırmacılarının ve sanat tarihçilerinin disiplinler arası etkileşimi, teknoloji geliştiricilerin, görüntü edinme, saklama ve veri tabanı araştırma faaliyetlerine ek olarak, sanat tarihçisinin resim analizi misyonunu destekleyen resim analizi görevlerine odaklanabilecekleri bir aşamaya gelmiştir.

Bir atıfta bulunurken, uzmanlar, genellikle sadece sanatçının çalışmalarının mevcut bilgilerini kullanmakla kalmaz, çeşitli teknik verilerin (örneğin ultraviyole floresansı, kızılötesi yansıtıcılık, x-radyografi, boya örnekleme ve / veya kanvas örgü sayısı gibi) titizlikle karşılaştırılmasıyla birlikte aynı zamanda sanatçının fırça işindeki “elyazısı”nın görsel bir değerlendirmesini de yaparlar. Fırça darbelerinin yönelim, şekil ve dağılım gibi uzamsal özellikleri önemlidir. Sanat uzmanları, bu özelliklerin ressamın benzersiz bir imzasına sahip olduğuna ve bu nedenle, resmin orijinalligi hakkında değerlendirmelere yardımcı olabileceğine inanmaktadır. Bu, dijital temsili üretilmiş bir resmin matematiksel analizinin sanat uzmanına atıf sürecinde yardımcı olabileceğini göstermektedir.

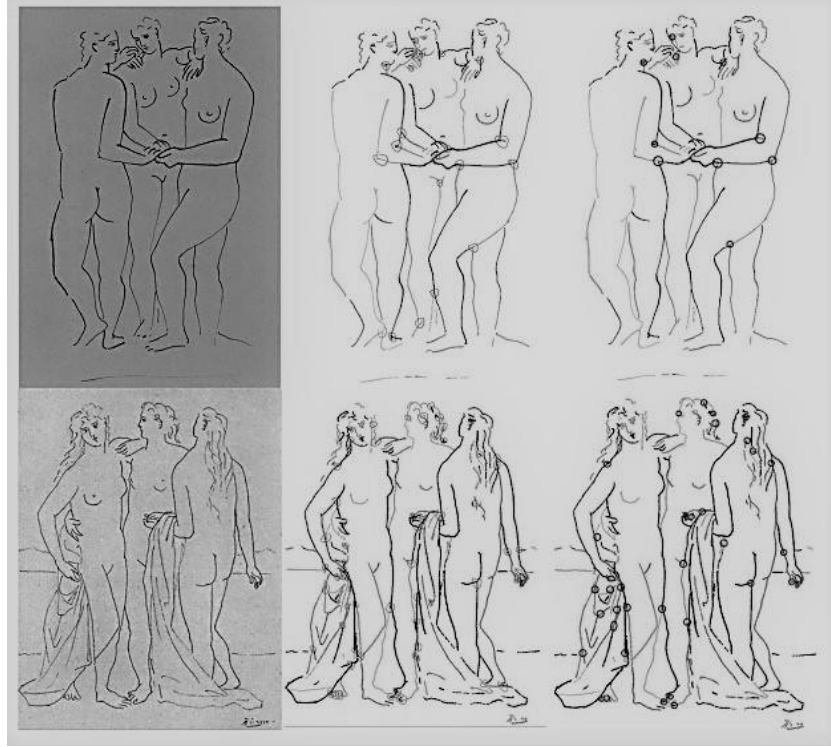
Örüntü tanıma yönteminden, ünlü ressamların resimlerini inceleyerek ressamın benzersiz özelliklerini tespit etme fikrinin boyama tekniklerinden anlaşılacağı sonucuna varılabilir. Vincent van Gogh'un ünlü olduğu ilk dönemlerden itibaren, sanat eleştirmenleri ve analistler, Van Gogh'un oldukça karakteristik fırça darbesi stillerini gözlemledi ve eserlerini doğrulamak ve tarihlerini bulmak için bu stilleri doğrulamaya güvenmişlerdir. Bulgular Van Gogh'un fırça darbelerinin ritmik olduğunu göstermektedir. Sıkıca düzenlenmiş düzenli fırça darbeleri, tekrarlayan ve desenli bir izlenim yaratmaktadır. Boyayı kalın bir şekilde uygulamasıyla bilinen Van Gogh, her fırça darbesini dokuya yedirmek veya düzleştirmek yerine görünür şekilde bırakarak

⁵³ Satoshi Iizuka, v.d., “Globally and locally consistent image completion”. **ACM Trans. Graph.** C.36, No:4, Article 107, 2017. s.1-14.

tuval üzerine zengin bir doku verir. Sanatsal sınıflandırma görevi insan uzmanlarına verilmiş olmasına rağmen, makine öğrenmesi ve multimedya özellik çıkarımındaki son gelişmeler, görevi otomatikleştirmeyi kolaylaştırmıştır.

2017 yılında Hollanda'daki Rutgers Üniversitesi ve Restorasyon ve Resim Sergisi Atölyesi'nden araştırmacılar, Picasso, Matisse, Modigliani ve diğer ünlü sanatçıların 300'den fazla eskiz çalışmasını 80.000 tek çizgiye ayrıştırdılar. Daha sonra, derin tekrarlanan bir sinir ağı (RNN - deep recurrent neural network), çizgilerde hangi özelliklerin sanatçıyı tanımlamak için önemli olduğunu öğrendi.

Resim 3.14: Picasso eskiz ve çizgi analizleri



Araştırmacılar ayrıca, bir çizginin şekli gibi belirli özellikleri aramak için bir makine öğrenme algoritması da geliştirdiler. Bu onlara sahteciliği tespit etmek için iki farklı teknik kazandırdı ve birleştirilen metodlar daha güçlü hale geldi.

Makine öğrenme algoritması belirli özellikler üzerine eğitildiği için, onunla RNN arasındaki fark muhtemelen sinir ağının sahteciliği tespit etmek için aradığı özellikleri işaret ediyor. Bu durumda, sanatçıyı tanımlamak için bir çizgi boyunca değişen kuvveti (yani bir çizginin ağırlığına bağlı olarak sanatçının ne kadar sert

çizdiğini) kullanıyordu. Her iki algoritma da birlikte çalıştığında, araştırmacılar yaklaşık olarak yüzde 80 oranında sanatçıları doğru bir şekilde belirleyebildiler.

Araştırmacılar ayrıca, sistemin sahteleri belirleme yeteneğini test etmek için veri setindeki parçalarla aynı tarzda çizimler oluşturmaları için sanatçıları görevlendirmiş ve sistem, sahteciliği her durumda, bir insanın yapamayacağı şekilde sadece tek bir çizgiye bakarak tanımlayabilmiştir.⁵⁴

3.3 Müze Üyelik ve Bağış Programlarına Etkisi

Yapay sinir ağları, bir makinenin amacı, varlığı ve bağlamı yakalayabilen bir dili anlama ve üretmesini sağlar. Yapay zeka destekli iletişim sistemleri, müze çalışanlarının üyeler ve bağışçılar ile iletişim kurma şeklini ve programını düzenlemeye yardımcı olabilir. Örüntü tanıma ile müzelerin hangi üyelerinin üyeliklerini yenileyeceğini, hangilerinin üst pakete geçebileceğini veya hangi üyelerin üyelikten çıkacağını öngörmeleri mümkündür. Yeni araçlar üyelik ve fon geliştirme ekiplerine yeni trendleri çıkarsayarak, sosyal grafikleri inceleyerek veya bağışçı iletişimlerini belirli yönlerden otomatikleştirerek yardımcı olabilir. Pazara yeni giren bazı firmalar kar amacı gütmeyen kurumların daha verimli olarak fon üretmelerine uygulamaları ile katkı sağlamışlardır.

Bu firmalardan biri olan Gravyty, kullanıcılara e-posta taslakları, bağışçılarla görüşme planlama ve bağışçı konumlarına göre seyahat planları hazırlamak gibi hizmetleri yapay zeka aracılığıyla sunmaktadır.

Bir bağış programı çalışanı Gravyty'nin ilk taslağı ile etkileşime girdiğinde sistem kullanıcı hakkında profesyonel olarak daha fazla şey öğrenmektedir. Sistem bireylerin nasıl konuştuğu ve kuruluşların nasıl temsil edilmek istediklerini sezmek için kelime seçimlerini, ifade kalıplarını, bağlamı ve imzaları takip etmektedir. Daha doğal konuşmalar sentezlemek için taslak programı alternatif kelimeler ve kavramlar da sunarak dili taze tutmaktadır.

⁵⁴ Ahmed Elgammal, v.d. "Picasso, Matisse, or a Fake? Automated Analysis of Drawings at the Stroke Level for Attribution and Authentication", 2017. arxiv.org/abs/1711.03536

Gravyty'nin algoritmaları, fon sağlayıcıların alıcıya uygun konuşma tonunu uyarlamak için ebeveynlerle, mezunlarla, kurul üyeleriyle ve daha fazlasıyla nasıl etkileşime girdiklerini öğrenir. Bu uyarlanabilir model ile çeşitli motivasyonlara sahip bireylerle eşzamanlı e-posta alışverişini yönetmek kolaylaşmaktadır. Doğal dil üretimi, sistemin her zaman hızlı bir şekilde kullanıcı gibi görünen ve hissedilen bir iletişim kurmasını sağlamaktadır.⁵⁵

Her iletişimin en az bir amacı vardır. Örneğin, bir e-posta seyahat detayları, toplantı istekleri vb. gibi birden fazla amaç içerebilir. İletişimin amaçlarını bilmek bir sinir ağının oluşturduğu içeriğin doğruluk seviyesini yükseltir.

Konuşmanın bir kısmını veya bir varlığı tanımlayan etiketler aynı zamanda bağlam oluşturma için önemli bileşenlerdir. Örneğin, elma kelimesinin şirkete mi yoksa meyveye mi atıfta bulunduğunu bilmek, bağlamı anlamak için gerekli bir adımdır. Cümle yapısını etkili bir şekilde öğrenmek ve kullanıcının bir e-posta içindeki tonunu taklit etmek için, bir uygulama aynı zamanda belirli bir kelimenin konuşmanın hangi kısmına ait olduğu hakkında bilgiye de ihtiyaç duyar. Kelime kullanımına ek olarak, e-postanın akışı da önemlidir. Örneğin insanlar bir e-posta yazmaya başlarken farklı yaklaşımlar kullanırlar. Biri sıcak bir selamla sunarken bir başkası doğrudan ilgili konuya geçebilir. Bu örüntüleri tanımlamak, bir algoritmanın her kullanıcının belirli bir alıcıya özgü yazma stilini anlamasını sağlamaktadır.

Pekiştirmeli öğrenme kullanan sistemler, fon sağlamada bir bağışçı veya potansiyel müşteriyle ilişki kurmaya ve ilişkiyi geliştirmeye devam ederken bağış olasılığını yüksek tutmaktadır. Pekiştirmeli öğrenme proje sahiplerine ne yapacaklarını ve ne zaman bir bağışçı veya ilişkiyi en üst düzeye çıkaracaklarını belirlemekte yardımcı olmaktadır. Bir fon yöneticisi ile belirli bir bağışçı arasındaki ilişkinin ve etkileşimlerin analizini yaparak, algoritma bağış olasılığını artırmak amacıyla harekete geçmek için uygun bir tarih önerecektir.

Pekiştirmeli öğrenmenin güçlü yanlarından biri, yalnızca mevcut veya kısa vadeli etkiyi değerlendirmek yerine, bir eylemin uzun vadeli etkisini değerlendirme

⁵⁵ Çevrimiçi: gravyty.com, 20.01.2019

yeteneğine sahip olmasıdır. Örneğin, algoritma önümüzdeki 15 gün içinde bir telefon görüşmesi yapılmasını önerebilir. Bununla birlikte, algoritma bu eylemi gerçekleştirmenin bağışçı için en uygun zamanda bağış olasılığını arttırdığının farkındadır.

Bu uygulamanın önemi, sosyal yardım girişimlerini daha iyi organize etmek ve yönetmek ve genel olarak daha etkin iletişim kurmaları için bir fon yöneticisini teşvik etmektir. Algoritma, bir dizi olası eylem ve sonucu keşfedecek ve en iyi potansiyel sonucu olanları önerecektir.

3.4 Müze Mağazalarına Etkisi

Dinamik bir sektör olan e-ticaret, tüketicinin mobil dünyada alışveriş yapma biçiminde devrim yaratmıştır. Birçok e-ticaret işletmesinin arzusu, müşterilere aktif olarak aradıkları ürünleri keşfetmeleri için kusursuz bir yol sunarak, çevrimdışı alışveriş deneyiminin en iyisini çevrimiçi alana getirmektir. Kullanıcıların akıllı telefon, tablet ve masaüstü cihazlarından elde edilecek büyük miktarda kişisel alışveriş tercihi verileri ile büyük oranda kişiselleştirmeye özellikle önem verilmektedir. Algoritmalar hesap bilgileri, müşteri tercihleri, satın alma geçmişi ve üçüncü taraf verileri ve bağlamsal bilgiler dahil olmak üzere çeşitli girdilerden yararlanmaktadır.

Tavsiye işlemi, e-ticaret perakendicileri tarafından müşterilerin en iyi çözümü bulmalarına yardımcı olmak için yaygın olarak uygulanmaktadır. Örneğin Amazon kullanıcılarına sitedeki etkinlikleri ve geçmiş satın alma işlemlerine bağlı olarak önerilerde bulunur. Netflix, kullanıcının drama, komedi ve aksiyon gibi kategorilerle olan etkileşimine dayanarak dizi ve film önerileri yapmaktadır. Müze çevrimiçi mağazaları da aynı kişiselleştirme ilkeleri uygulanarak geliştirilebilir.

Yapay zeka pek alanda olduğu gibi koleksiyonların tanımlandırılmasında, görüntü iyileştirmede, orijinalerin saptanmasında, eksik-kopuk-bozuk görüntülerin tamamlanmasında müzeler için vazgeçilmez önemli veri sağlayıcı ve kolaylaştırıcı yöntemlerin arasındadır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

2000 yılına kadar müzeler ziyaretçi hakkında bilgileri satın alınan bilet sayısı, hediyelik eşya cirosu, satılan kitap sayısı, düzenlenen anketler, vitrin önü sensörlü numaratörlü aletler, kamera sistemlerinin video kayıtlarından elde etmekteydi.

Bugün ise Qr (Quick Response) kodu, çeşitli canlandırmalar, GPS (Global Positioning System), RFID (Radio-Frequency Identification), GIS (Global Information System), dijital arşivler gibi yeni ve yüksek teknoloji kullanmaktadırlar. 2000’li yıllarla birlikte bu teknolojilere makine öğrenmesi ve algoritmalar ile yapay zeka da eklenmiştir.

Yapay zeka sıradan görünen birçok görevi yerine getirmekte ve bunu analitik bilimi ile ortak teknik ve programlar aracılığı ile yapmaktadır. Yapay zeka da analitik gibi verileri yorumlamakla ilgilidir, ancak veriler üzerinde doğrudan ve hızlı bir hesaplamanın ötesine geçmektedir: Bilgileri bir insandan beklenebileceği şekilde geliştirir, tahmin eder veya yorumlar. Önümüzdeki yıllarda müzeler yeni uzmanlık alanlarına ihtiyaç duyacaktır. Müzeciler, bilim adamları, tarihçiler, arkeologlar, sanat tarihçiler hep bir arada çalışmak zorunda kalacaklardır. Yapay zeka alanında uzmanlaşmış personel müze içindeki bir çok alanda (depolama, sergileme, kütüphane, mağaza) katkı sağlayacaktır.

Makine öğrenmesi yapay zekanın bir parçasıdır, ancak tek parçası değildir. Yapay zeka ayrıca bilgiye dayalı verilerin anlamlı yorumunu yapan sistemleri içerir. Bu, farkına varılmayan anlarda bile sıklıkla yapay zeka kullanıldığı anlamına gelmektedir: Bir makinenin konuşmayı tanımasında veya örneğin bir doküman tarandığında aratılabilir bir metin elde edilmesi gibi. Ayrıca yapay zekayı, çok ince ve karmaşık şeyler yapan sistemler oluşturmak için kullanabileceğimiz anlamına gelir. Bu sistemlerin çalışması için genellikle çeşitli yapay zeka parçaları önemli mühendislik çabalarıyla birleştirilmektedir. Örneğin bir kullanıcıyla bir konuyla ilgili sohbet eden gerçekçi bir avatar olsun. İnsanın konuştuğu kelimeleri tanımada yapay zeka kullanılmaktadır. Avatarın ne anlama geldiğini açıklamak için bu kelimeleri yorumlamasında yapay zeka vardır. Avatarın anlamlı bir şekilde yanıt verebilmesi için konuyla ilgili kaynak bilgileriyle çalışmasında yapay zeka teknolojisi vardır. Avatarın

cevabını oluştururken yapay zeka vardır. Avatarın tepkisini doğal konuşma gibi görünen bir şeye çevirme konusunda yapay zeka vardır. Avatarın yanıtın seslerine ve içeriğine eşlik eden yüz hareketlerini ve ifadelerini oluştururken yine yapay zeka vardır ve bu parçaların hepsinin (ve daha fazlasının) tek bir etki için hep birlikte çalışması gerekmektedir. Bu uygulamaların Avrupa ve Amerikan müzelerinde olduğu gibi Türkiye müzelerinde de uygulandığını göreceğiz.

Avatar üzerinden verilen örnekten anlaşılabileceği üzere yapay zekanın müzecilik alanına getirebileceği çeşitlilik son derece geniştir, ancak başarısı büyük ölçüde amaç için uygun verilerin sağlanması bağlıdır. Denetimli makine öğrenmesi için bu, “doğru cevapların” sağlandığı verilerin etiketli veya temel gerçeklere dayandırılmasını içerir, böylece sistem bu verileri sağlamayan yeni veriler üzerinde doğru cevapların nasıl tahmin edileceğini öğrenebilir. Bunun ötesinde, herhangi bir yapay zeka uygulaması ile sistemin geliştirilmesi, eğitimi ve ayarlanması için kullanılan verilerin, sistem çalıştırıldığında karşılaşılacak olan verileri temsil etmesi gerekir. Örneğin sistemi müze ziyaretçi bilgileriyle eğitmek için yalnızca son iki ayın verilerinin alındığı varsayılırsa ve bu dönemde müzeye yapılan ziyaretler sezonluksa, sistem yalnızca ilgili sezon hakkında bilgi sahibi olur, ancak sistem bilginin niteliğini bilemez. Sezon değiştikçe tahminler daha az doğru olacaktır. Bu, hem beklenen varyasyon aralığını temsil eden verileri seçmenin hem de sistemin nasıl çalıştığını düzenli olarak kontrol etmenin önemli olduğu anlamına gelmektedir. nemli olması beklenmeyen veri çeşitlerinin önemli olduğu ortaya çıkabilir veya veriler zaman içinde değişebilir. İyi bir yapay zeka projesi için verinin yanında yapay zeka için anlamlı olan, yani bir yorumlama ve yargılama gerektiren ve bu yorumlama ve yargılamayı öğrenmek için makinenin bulabileceği bazı belirgin kalıpları izleyen veya açık bilginin geliştirilmesine uygun iyi bir probleme ihtiyaç vardır.

Müzeler için yapay zekayı kullanmanın kolay bir yolu sosyal medya üzerinde müze veya belirli bir sergi için duygu analizi yapılması olabilir. Bu örnekte hem veriler hazırdır hem de duygu analizi yapmak için kullanılan araçlara kolayca erişilebilmektedir.

Bunun yanında bireyin ilgi alanlarını ve sorularını temel alan az sınırlı oranda kişiselleştirilmiş bir etkileşimli tur rehberi geliştirmekte kullanılabilir. Bu, belirli bir amaç için eğitilmiş ve yapılandırılmış mevcut yapay zeka parçalarının bir kombinasyonunu kullanabilir. Bunlar, bir ziyaretçinin soru sorduğu konular hakkında ek bilgi paylaşabilen bir sohbet etkileşimi oluşturmak için konuşmayı metine çevirme, metni konuşmaya çevirme ve dil işleme yapay zekasını içerebilir.

Bir diğer kullanım koleksiyon ve arşivlerin yönetilmesine yardımcı olmak için benzer öğelerin kümelenmesidir. Yapay zeka, nesneleri mevcut meta verilere veya metinsel açıklamalara dayalı olarak koleksiyonlarda kümelendirebilir veya tanınmış görsel benzerlikleri temel alarak kümelemek için görüntü işlemeyi kullanabilir.

Bir diğer örnek kullanım ziyaretçinin deneyimini, yapay zeka etkileşimleriyle ve geçmiş ziyaretlerden alınmış tepkilere dayalı olarak derinlemesine kişiselleştirmek olabilir. Bu tür bir uygulama yukarıdaki tüm fikirlerin öğelerini birleştirebilir ve bireyin bakış açısını yorumlamaya çalışabilir. Geçmiş cevaplara dayanarak neyin ziyaret edileceğine dair önerilerde bulunmanın yanı sıra, bir bireyin daha önce katılmadığı türde etkinlikler önererek ziyaretçinin ufkunu genişletmek için önerilerde bulunabilir. Hatta bu önerileri ne sıklıkla veya hangi koşullar altında yapması durumunda en çok fayda sağlanacağını öğrenebilir.

Tez kapsamı içinde müzelerde yapay zeka uygulamaları örneklerle araştırılmaya çalışılmaktadır.

Tezin birinci bölümünde, yapay zeka terminolojik olarak incelenmiştir. Tezin ikinci bölümünde, müze ziyaretçileri açısından yapay zekanın önemi vurgulanmıştır. Bu bölümde Avrupa ve Amerika'dan yapay zeka uygulama örnekleri belirtilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ise, koleksiyonlar açısından yapay zeka uygulamaları müzecilik açısından araştırılmıştır.

Hayatın her alanına nüfuz eden yapay zekanın müzelerde de etkin bir şekilde kullanımı kaçınılmazdır. Google, Microsoft, Amazon ve diğer benzer küresel şirketlerin bulut servisleri üzerinden erişilebilir maliyetler ile sundukları servisler ile her türden ve ölçekten müzeler, kurumlarına katkı sağlayabilecek bir proje

gerçekleştirme imkanına sahip olmaktadır. Bütün bu süreçte müzecilerin üzerine düşen, zamanı yakalayarak yaşanan değişimin bir parçası ve hatta öncüsü olmaktır.

Bu çalışmanın gelecekte müzeler ve yapay zeka bağlantısını araştırmak isteyen öğrencilere katkıda bulunması amaçlanmaktadır.

KAYNAKÇA

- Alpaydın, Ethem: **Yapay Öğrenme**, İstanbul, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 4. baskı, 2018.
- Andrew, A.M.: **Artificial Intelligence**, Addison-Wesley Company, 1991.
- Browne, Cameron B., v.d.: "A Survey of Monte Carlo Tree Search Methods," Computational Intelligence and AI in Games, **IEEE Transactions on** **4.1**, 2012, s. 1-43.
- Buchanan, Bruce: "A (Very) Brief History of Artificial Intelligence," **AI Magazine**, C. 26, No.4, 2005, s.53-60.
- Chaslot, Guillama, v.d.: "Monte-Carlo Tree Search: A New Framework for Game AI," **Proceedings of the Fourth Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference**, 2008.
- Cohen, Harold: "A Self-defining Game for One Player," **Proceedings of the 3rd Conference on Creativity & Cognition**, ACM, 1999.
- Copeland, Jack: **Artificial Intelligence: A Philosophical Introduction**, Blackwell, Oxford, 1993.

- Eaglestone, B.M., v.d.: “Composition Systems Requirements for Creativity: What Research Methodology,” **Proceedings of Mosart Workshop on Current Research Directions in Computer Music**, Barcelona, 2001.
- Ebcioğlu, Kemal: “An Expert System for Harmonizing Four-part Chorales,” **Computer Music Journal**, C.12, No:3, 1988, s.43-51.
- Elgammal, Ahmed, v.d.: “Picasso, Matisse, or a Fake? Automated Analysis of Drawings at the Stroke Level for Attribution and Authentication,” <https://arxiv.org/abs/1711.03536>
- Elgammal, Ahmed, v.d.: “The Shape of Art History in the Eyes of the Machine,” 2018. <https://arxiv.org/abs/1801.07729v2>
- Elmas, Çetin: **Yapay Zeka Uygulamaları**, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 4. baskı, 2018.
- Erbay, Fethiye: **Müze Yönetimini Kurumsallaştırma Çabası**, İstanbul, Mimarlık Vakfı Enstitüsü, 2009.
- Erbay, Mutlu: **Müzelerde Sergileme ve Sunum Tekniklerinin Planlanması**, İstanbul, Beta Yayınları, 2011.

Erbay, Mutlu:

“The Importance of Using New Technology in Museums”,
Proceedings in Business and Economics, Caring and Sharing: The Cultural Heritage Environment as an Agent for Change: 2016 Alector Conference
Ed: Valentina Vasile, Romanian Academy Institute of National Economy Bucharest Romania, Springer ISSN 2198-72 46, İstanbul Turkey

Erbay, Mutlu:

The Utilization Area of Information Technologies on Musems and Exhibitions,
Bilişim Teknolojilerinin Müze ve Müze Sergilemelerinde Kullanım Alanları, Boğaziçi Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri, 16-17 Ekim 2014

Ferrucci, David, v.d.:

“Building Watson: An Overview of the DeepQA Project,” **AI Magazine**, C.31, No:3, 2010, s.59-79

Firmani, Donatella, v.d.:

“Towards Knowledge Discovery from the Vatican Secret Archives. In Codice Ratio -- Episode 1: Machine Transcription of the Manuscripts,” 2018.
<https://arxiv.org/abs/1803.03200v3>

- Holmes, Richard: **Merak Çağı, Romantik Dönem Kuşağı Bilimin Güzelliğini ve Dehşetini Nasıl Keşfetti?**, Çev. Mehmet Doğan, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 2017
- Iizuka, Satoshi, v.d.: “Globally and Locally Consistent Image Completion,” **ACM Transactions on Graphics**, C.36, No:4, Article 107, 2017, s.1-14.
- Kelly, Kevin: **Büyük Teknolojik Dönüşüm: Geleceğimiz Şekillendirecek 12 Teknolojik Kuvvet**, Çev. Ümit Şensoy, Türk Hava Yolları Yayınları, 2017.
- Lattimore, Richmond: **The Illiad of Homer**, Chicago, The University of Chicago Press, 1951.
- Luger, George F.: **Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving**, Addison-Wesley Longman, 2005.
- McCarthy, John, v.d.: “A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955,” **AI Magazine**, C.27, No:4, 2006, s.12-14
- McCorduck, Pamela: **Machines Who Think: Twenty-Fifth Anniversary Edition**, A.K. Peters Ltd, 2004.

- Meehan, J.R.: **The Metanovel: Writing Stories by Computer**, Yale University, 1976.
- Minsky, Marvin: **Semantic Information Processing**, Cambridge, MIT Press, 1968.
- Muscutt, Keith: “Composing with Algorithms: An Interview with David Cope,” **Computer Music Journal**, C.31, No:3, 2007, s.10-22.
- Nabiyev, Vasif V.: **Yapay Zeka: İnsan-Bilgisayar Etkileşimi**, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 5. baskı, 2016.
- Newell, Allen; Simon, Herbert: **Human Problem Solving**, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1972.
- Nilsson, Nils J.: **Yapay Zeka Geçmişi ve Geleceği**, İstanbul, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 2. baskı, 2019.
- Oord, Aaron van den, v.d.: “Wavenet: A Generative Model for Raw Audio,” 2016. <https://arxiv.org/abs/1609.03499v2>
- Pospelov, Dmitriĭ Aleksandrovich: **Yapay Zeka Modeller ve Yöntemler**, Moskova, 1990.
- Ritchie, Graeme: “The JAPE Riddle Generator: Technical Specification,” **Institute for Communicating and Collaborative Systems**, 2003.

- Schuettpeitz, E., v.d.: “Applications of Deep Convolutional Neural Networks to Digitized Natural History Collections,” **Biodiversity Data Journal**, 2017.
- Talebi, Hossein; Milanfar, Peyman: “NIMA: Neural Image Assessment,” 2018. <https://arxiv.org/abs/1709.05424>
- Turner, S.R.: **The Creative Process: A Computer Model of Storytelling and Creativity**, Lawrence Erlbaum Associates, 1994.

Web Kaynakları

- | | |
|---|------------|
| https://akronartmuseum.org | 07.10.2018 |
| https://sosassociates.com | 10.11.2018 |
| https://nytimes.com | 12.01.2019 |
| https://aam-us.org | 20.07.2018 |
| https://chicagobusiness.com | 21.06.2018 |
| http://musematic.net | 25.10.2017 |
| https://prnewswire.com | 04.03.2018 |
| https://ibm.com/press | 04.03.2018 |
| https://recognition.tate.org.uk | 12.12.2018 |
| https://nationalsoverhof.com | 01.11.2018 |

https://barnesfoundation.org	28.07.2018
https://attractionsmanagement.com	20.08.2018
https://smithsonianmag.com	05.06.2018
https://experiments.withgoogle.com/x-degrees-ofseparation	03.01.2019
https://experiments.withgoogle.com/tags	03.01.2019
https://experiments.withgoogle.com/t-sne-map	03.01.2019
https://experiments.withgoogle.com/curator-table	03.01.2019
https://gravityty.com	20.01.2019
https://csee.umbc.edu	15.04.2017
https://blogs.nvidia.com	03.06.2018
https://gurenberg.org	13.06.2018
https://merriam-webster.com	24.02.2017
https://huffpost.com	21.07.2018
https://vice.com	20.06.2018
https://hyperallergic.com	12.12.2018