

Derin öğrenmeyle özellikle görüntü işleme, yüz tanıma, ses tanıma üzerine başarılı çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle otonom araçların başarısında bu algoritmalar büyük önem arz etmektedir.



YAPAY ZEKA

Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi

Eğitim Kitapçığı



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

YAPAY ZEKA MAKİNE ÖĞRENMESİ ve DERİN ÖĞRENME

Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi

www.akillisehirler.gov.tr

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu yayının hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

ARALIK 2020



"Akıllı şehirler ile şehircilikte yeni ufuklar açacağız. Belediye hizmetlerine erişimden ulaşımın, enerjinin, binaların ve cihazların yönetimine kadar insanlarımızın günlük hayatını kolaylaştıracak tüm Akıllı Şehir uygulamalarını destekleyeceğiz."

"Akıllı şehirler inşa etmenin peşinden koşuyoruz."

"Şehirlerimizin geçmişteki yahut bugünkü ihtiyaçlarını değil, gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik ilkeleri ortaya koyuyoruz."

"Gelecek nesillerimize medeniyetimizin izlerini bulacakları, iftihar edecekleri, kimliği olan şehirler bırakacağız."

"Aslolan nedir? Aslolan insandır. İnsana imkân hazırlayacağız."



Recep Tayyip ERDOĞAN

T.C. Cumhurbaşkanı



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

“Teknolojik gelişmelerin nimetleri, akıllı şehirler kavramıyla kent hayatına yansıyor. Şehri oluşturan unsurlardan biri kültür, diğeri insanın mutluluğudur. Dikkate alınması gereken kültürel dokuyu koruyan, kendi öz kimliğini yansıtan şehirler inşa etmektir. Şehirleri akıllandırırken tarihe de, kültüre de sıkı sıkıya sahip çıkılması gerektiğine inanıyorum.”



Murat KURUM

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı

YAPAY ZEKA, MAKİNE ÖĞRENMESİ VE DERİN ÖĞRENME

Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı**Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü**

İsmail TÜZGEN	Genel Müdür
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin BAYRAKTAR	Genel Müdür Yardımcısı
Dursun Yıldırım BAYAR	Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Daire Başkanı
Hakan GÜVEN	Şube Müdürü
Eda SOYLU SENGÖR	Yüksek Harita Mühendisi
Gökhan BİLGİN	Harita Mühendisi
Bestami KARA	Harita Mühendisi
Harun BADEM	Çevre ve Şehircilik Uzmanı
Buket GÜLŞEN	Şehir Plancısı
Gülenay ŞAHİN	Şehir Plancısı

Hazırlayan

Dr. Öğr. Üyesi İnci ZAİM GÖKBAY İstanbul Üniversitesi

Proje DanışmanlarıProf. Dr. Murat ŞEKER İstanbul Üniversitesi
Dr. Fatih GÜNDOĞAN Asis CT**Proje Koordinatörü**

Emre ÖZTÜRK Asis CT

Proje Teknik Kontrol Sorumlusu

Necip GÜZEL Asis CT

Düzenleme ve RedaksiyonArş. Gör. Dr. Ebubekir MOLLAHMETOĞLU İstanbul Üniversitesi
Furkan ÇOBAN İstanbul Üniversitesi**Tasarım**Cavit Can PEKTEZEL
Fatih AVŞAR**Kapak Görseli**

Science in HD/Unsplash

Önsöz

Ülkemizde ve dünyada şehir nüfusları gün geçtikçe artmakta, bu hareketliliğin sonucu olarak şehirler altyapı, uygun fiyatlı konut, su, çevre temizliği, sağlık hizmetleri, ulaşım ve güvenlik gibi birçok konuda meydana gelen yeni ihtiyaçlarla başa çıkmak zorunda kalmaktadır.

Bu ihtiyaçlara cevap verilmesinde ve hatta bu beklentilerin kentsel kalkınmaya yönelik fırsatlar oluşturmasında "akıllı şehir" kavramı öne çıkmaktadır.

Akıllı şehir; sunduğu bilgiyi toplumsal faydaya dönüştürebilme kabiliyeti ile sürdürülebilir kalkınma, rekabet gücü ve çevresel sürdürülebilirlik başlıklarında kazanımlar oluşturacak, yaşam kalitesini artıracak, ekonomik gelişmeye katkı sağlayacak, şehirlerimizin tarih ve medeniyet perspektifini yansıtacak şekilde hazırlanmasına hizmet edecektir. Bununla birlikte, akıllı şehirlerin hayata geçirilmesi Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nda belirtilen "Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar", "Erişilebilir ve Temiz Enerji", "Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı" ve "İklim Eylemi" gibi birçok amacın gerçekleştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Ülkemizde tüm dünyaya paralel olarak akıllı şehir uygulamaları her geçen gün yaygınlaşmakta, dolayısıyla akıllı şehir çalışmalarının ulusal ölçekte planlanması ve bu çalışmalara yön verilmesi amacıyla tüm kamu kurumlarının, yerel yönetimlerin, üniversitelerin, özel sektörün ve sivil toplum kuruluşlarının ortak bir eylemler bütünü içerisinde hareket etmesi önem arz etmektedir.

Bu motivasyonla ülkemizde akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış getirerek birlikte çalışabilme yetisi kazanmak, belirlenen politikalarla uyumlu yatırımları önceliklendirerek yatırımların doğru proje ve faaliyetlerle uygulandığını güvence altına almak amacıyla ulusal ihtiyaçları ve öncelikleri bütüncül olarak göz önünde bulunduran, ekosistem paydaşlarının ortak akli ile inşa edilen 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmış olup 2019/29 sayılı 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Genelgesi ile 24 Aralık 2019 tarihli ve 30988 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında tanımlanan eylemlerin, görev ve sorumlulukların gerçekleştirilmesine ulusal ölçekte katkı sağlanması ve başta yerel yönetimlerimiz olmak üzere tüm paydaşların kapasitesinin artırılması amacıyla "Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi" Bakanlığımızca hayata geçirilmiştir.

Okumakta olduğunuz bu doküman bahsi geçen proje kapsamında hazırlanmış rehberlik dokümanlarından biri olup, rehberlik dokümanlarının tümüne www.akillisehirler.gov.tr adresinden erişilebilmektedir.

İçindekiler

10 GİRİŞ

18 YAPAY ZEKA

21 Asıl Zekadan Yapay Zekaya Süren Yolculuk

32 Asıl Öğrenme ve Yapay Öğrenme

38 MAKİNE ÖĞRENMESİ

42 Makine Öğrenmesi Uygulamalarına Örnekler

42 İlişkilendirme Kuralları

54 DERİN ÖĞRENME

56 Evrişimsel Sinir Ağı

58 Tekrarlayan Sinir Ağları

59 Uzun Kısa Vadeli Hafıza Ağları

60 Kısıtlı (Sınırlı) Boltzmann Makineleri

60 Derin İnanç Ağları

62 AKILLI EKONOMİ: AKILLI TARIM TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

66 AKILLI SAĞLIK YAPAY ZEKA ÖRNEĞİ: IBM WATSON

70 AKILLI ALTYAPI ÖRNEĞİ: FUXING TRENİ

74 OTONOM ARAÇLAR VE YASAL DÜZENLEMELER

82 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

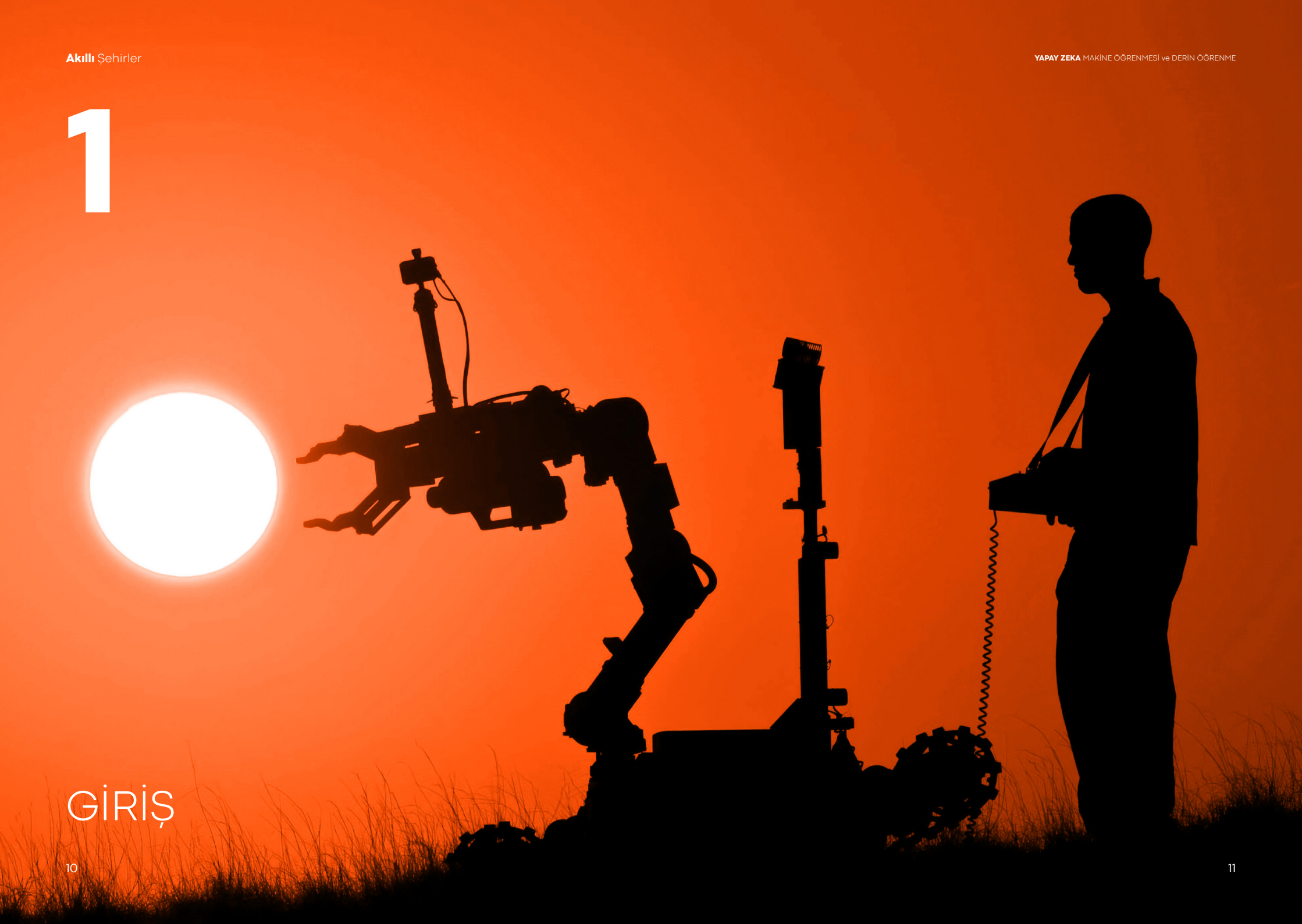
88 BİLGİ TEKNOLOJİLERİ

94 SONUÇ

98 KAYNAKÇA

1

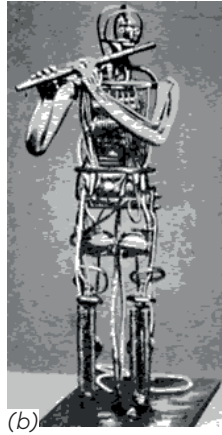
GİRİŞ



İlk Çağ yunan filozofu Aristoteles Politika adlı eserinde " Düşünün elimizdeki her alet, ya bizim emrimizle ya da ihtiyaç halinde kendi işini icra ediyor..." şeklinde otomasyonu hatta belki yapay zekayı düşlemiş ancak kendi hayaline kendinin dahi inanmadığı bir dil ile ifade etmiştir. İnsanoğlu aslında her dönemde bir şekilde yapay zekanın hayalini kurmuştur. Leonardo Da Vinci 1495 yılında Orta Çağ şövalyesini andıran insansı robot tasarımları çizmiştir. 1651'de Thomas Hobbes yapay hayvan yapımının mümkün olduğuna ilişkin düşüncelerini Leviathan adlı kitabında yayımlamıştır. Fransız Mucit Jacques Vaucanson ise 1738'de vakvaklayan, kanatlarını çırpıp, yürüyen, su içen ve tahıl yiyen ördeğini sergilemiştir (Nilsson, 2009). Vaucanson aynı zamanda ilk otomatik tezgahı, flüt çalan adamı da üreten Fransız mühendistir.



(a)



(b)

Şekil 1: Jacques Vaucanson 'un Makineleri (a) Ördek (b) Flüt Çalan Adam

Yapay Zeka denildiğinde birçoğumuzun aklına 1966 yılında bir dizi olan, sonrasında filmleri yapılan "Uzay Yolu" (Star Trek) gelebilir. Dizi ve sonrasında filmlerin yayınlandığı dönemlerde insanlara şu an günlük hayatta sıklıkla kullanılan bilgisayar, otomatik açılan

kapılar, parmak iziyle erişim sağlanan kapı, bilgisayar vb. cihazlar, lazer okuma, retina tarama, uzay aracı, uzayda yolculuk gibi uygulamalar gösterilmiştir. O dönemde hayal gibi görülen bu teknolojik uygulamalar ve daha fazlası ortalama 30 yıl sonra hayatın günlük rutininin bir parçası olmuştur. Günümüzde ise yine dizide sıklıkla yer alan uzayda farklı yaşamlara ilişkin arayışlar yapılmakta, "Evrende yalnız mıyız?" sorusunun cevabı aranmaktadır. Bu arayışlar sırasında topraksız tarım, nano teknolojiyle üretilen akıllı kıyafet tasarımları gibi teknolojiler günlük hayatımıza da girmektedir

Bu kapsamdaki bir diğer örnek ise 1962'de gösterilmeye başlanılan "Jetgiller" (Jetson's) çizgi filmi olabilir.



(a)



(b)

Şekil 2: (a) Uzay Yolu, 1966 (b) Jetgiller, 1962

Bu çizgi filmde temizlik yapan robotlar, robot evcil hayvanlar, çanta şeklinde katlanabilen ve uçan arabalar, görüntülü görüşmeler çocuk yaşta olan birçok insanın ilgisini çekmiştir. Bir dönem filmler, diziler ve çizgi filmlerde gösterilmiş olan gelişmiş tekno-

loji ürünü varlıklar ve uygulamalar yavaş yavaş bazı nedenlerle hayatımızı kolaylaştıran birer unsur haline gelmiştir. Örneğin günlük programları, toplantıları, yapılacak işleri sesli okuyan telefon ve saatler aynı zamanda kalp ritminden birçok sağlık verisine kadar takip etmekte ve ihtiyaç halinde hastanelerle iletişim kurabilmektedir. Her ne kadar Rosie (robot hizmetçi) kadar gelişmiş olmasa da temizlikte ve ev işlerine destek veren akıllı fırınlar, buzdolapları, aynalar, akıllı ev ve yaşam teknolojilerinden son 10 yılda destek alınmaya başlanmıştır.

Yapay zekanın temelinde binlerce yıldır insanların üzerinde akıl yürüttüğü yargı ve sonuç yer almaktadır. Bu süreci çözümlenerek ilk tanımlamaya çalışan kişi Yunan filozof Aristoteles'tir. Bu usulama çeşidini Aristoteles tasım olarak tanımlamaktadır;

Yargı: Tüm İnsanlar Ölümlüdür

Yargı: Tüm Yunanlılar İnsandır

Sonuç: Tüm Yunanlılar ölümlüdür.

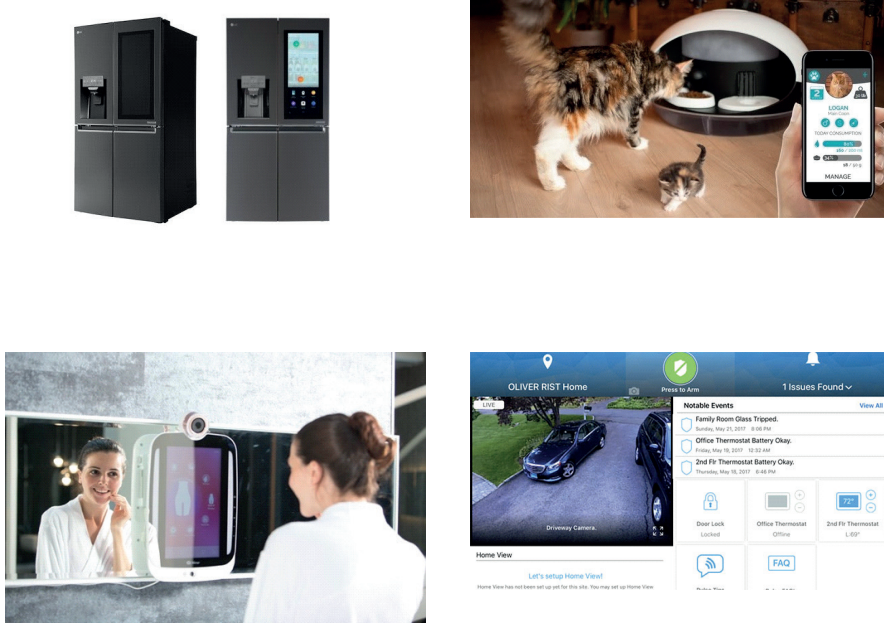
Burada önemli olan, yargıların, doğru sonuçlar oluşturması için önemli olduğunun atlanmamasıdır. Yapay zekanın temelinde de çok kapsamlı ve katmanlı yargılar ve sonuçlar bulunmaktadır (Nilsson, 2009). İlerleyen bölümlerde bu yargı ve sonuç süreçleri ayrıntısıyla anlatılacaktır.

Makine öğrenmesi, yapay zeka uygulamalarında öğrenmeyi içeren yapıdır. Bir taraftan insan zekasını taklit ederken, bir taraftan da insanların yorumlayıp elle gireceği kurallara ihtiyaç duymayan algoritmaların bütünüdür. Makine öğrenmesi uygulamaları da aynı insanların gördükleri ve duydukları kavramları kendi kendine öğrenmesi gibi sunulan veri kümelerini özümseyerek yapılması istenen görevi öğrenmektedir. Derin öğrenme basit bir biçimde tanımlanacak olursa, çok katmanlı yapay sinir ağlarının (Multi Layer Artificial

Neural Networks) geri yayılım (backpropagation) algoritmasıyla eğitilmesine verilen özel bir isimlendirilmedir.

Gelinen noktada güncel hayat deneyimleri gözden geçirildiğinde, günlük hayatın başlangıcından bitişine kadar birçok yapay zeka, makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmalarıyla çalışan teknoloji tarafından desteklendiği fark edilebilmektedir. Örneğin akıllı telefonlar hava durumu bilgisinin anlık olarak öğrenilebilmesi, gün içerisinde gerçekleştirilecek çalışmaların planlanması, ECG'den elde edilen kandaki oksijen yoğunluğu, adım sayısı ve hız verileri gibi bilgilerin önceki istatistiklerle karşılaştırılıp sağlık durumuyla ilgili önleyici tedbirler alınması gibi birçok alanda fayda sağlamaktadır. Benzer şekilde, akıllı telefonlar üzerinden şehir genelinde tesis edilen teknolojilerle iletişim kuran uygulamalar sayesinde gidilecek güzergahlara olan varış süreleri gerçek zamanlı olarak hesaplanabilmekte ve kullanıcılara gerekli bilgilendirmeler sunulmakta, akıllı otoparklardan gelen bilgilerle sürücüler boş park alanlarına yönlendirilebilmektedir. Akıllı otopark alanlarına park edilen araçların plaka bilgisi otomatik olarak algılanmakta, ücret hesaplaması yapılmakta ve ödemeler araçlara yerleştirilen çipler üzerinden otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Yüz tanıma, parmak izi tanıma algoritmalarıyla donatılan akıllı yapılar güvenliğinin en üst düzeyde tutulmasına destek vermektedir. Akıllı aydınlatma, sulama sistemleri kaynakların verimli kullanımında yine aktif rol alarak çevreyi korumaktadır. Bir kavşakta yer alan akıllı trafik ışıkları trafiğin akışına göre araçların bekleme sürelerini belirlemekte, kural ihlallerini kamerayla kayıt altına alarak gerekli uyarıların veya cezai işlemlerin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Akıllı ev aletleri birçok konuda hayatı kolaylaştırmakta, enerji tasarrufu sağlamaktadır. Dünyada birçok örneğine rastlanabilecek olan Akıllı Sağlık Takip sistemleri kronik rahatsızlıklarınızı yine ev içi veya taşınabilir cihazlarla kontrol etmekte ve takip eden hekime periyodik olarak bilgi vermektedir. Hayatı kolaylaştıran ve gün geçtikçe yaygınlaşan bu teknolojilerin neredeyse tamamı yapay zeka, makine öğrenmesi ve

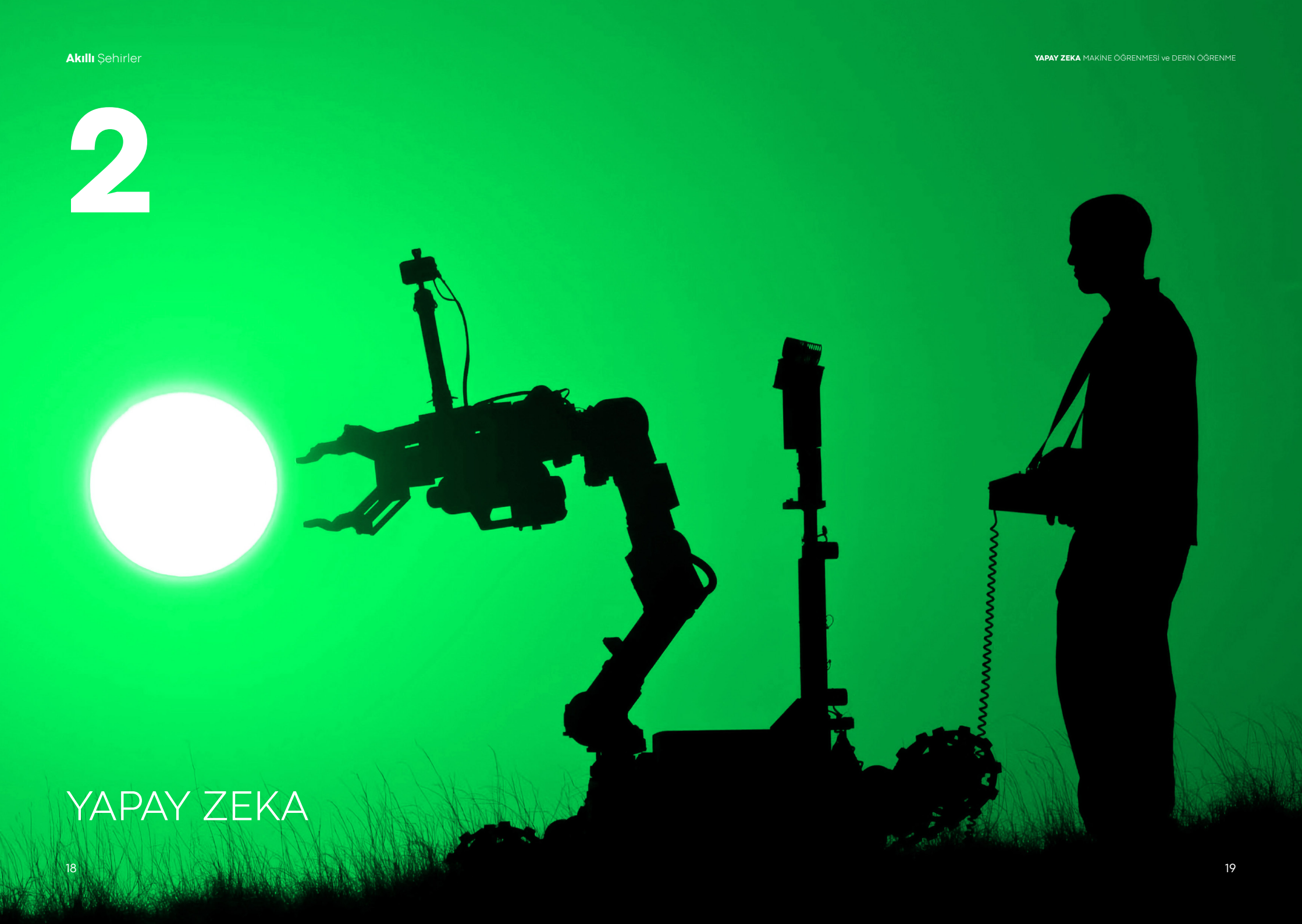
derin öğrenme yöntemleriyle desteklenmektedir. Bu çalışmada sırasıyla yapay zeka, makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleri hakkında bilgiler sunulacak ve son bölümlerde güncel uygulamalar ve akıllı şehirler kapsamında etkilerinden örnekler verilecektir.



Şekil 3: Akıllı Ev İçi Sistemler

2

YAPAY ZEKA



Aristoteles'in genel yargılardan sonuç elde etme yaklaşımının evrensel bir yapıya dönüşümü türev ve integralin mucidi Gottfried Wilhelm Leibniz 'in matematikte uslamlama üzerine çalışmasıyla başlamaktadır. Leibniz insanların bilgilerinin tümünün ifade edilebileceği ortak bir dilin oluşturulması üzerine çalışmıştır. Leibniz'in hedefi düşünceleri ifade edebilen temel önermelerden oluşan basit düşünce alfabesi oluşturmaktır. Ona göre uslamlamanın mekanikleşmesi; basit simgelerden oluşan matematiksel ifadeler bulunması, ardından bu simgeleri daha karmaşık anlatımlar oluşturulacak biçimde birleştirmenin araçlarının bulunmasıyla gerçekleşecektir. 18. Yüzyılın sonu 19. Yüzyılın başında Charles Stanhope basit mantık ve olasılık problemlerini çözen cihazlar tasarlayarak üretmeyi, böylece mantık makinesini inşa eden ilk kişi olmayı başarmıştır.

George Boole'un, 1854 yılında yayımladığı bugün bilgisayarın temelini oluşturan "Mantık ve Olasılığı Dair Matematiksel Kuramların Üstüne Kurulduğu Düşünce Yasalarının Soruşturulması" kitabında amacı insan zihninin doğasını ve çatisını oluşturan bazı benzerlikleri gözden geçirerek mantık ilkelerini matematiksel olarak ifade etmektir. Boole çalışmalarında oluşturduğu mantıkta iki temel işlev olan ve, veya ile doğru 1 yanlış 0 üzerine kurulu bir sistem oluşturmuştur. Boole cebri, telefon anahtarları ve sonrasında bilgisayar tasarımlarında büyük rol oynamıştır. İnsanların yapmakta olduğu çeşitli işleri onların yerine gerçekleştirebilen makinelerin, yani bilgisayarların keşfinin ardından, 1955'li yıllarda makinelerin zeki olması düşüncesi, zeka gerektiren işlerin saptanması ve bunların bilgisayarlara nasıl yaptırılacağına tartışılması gündeme gelmiştir. Bu tartışmalar sırasında birçok alan bir arada çalışarak yapay zekanın gelişmesine katkı sağlamıştır. Ancak yapay zeka insanın zihinsel süreçleri hakkında kuramları katkı olarak kullandığından bilişsel psikoloji ve yapay zeka alanları çoğu kez birbirine girişim halinde ilerlemiştir.

Bu bölümde özellikle yapay zekanın tarihsel gelişimi ve günümüzde

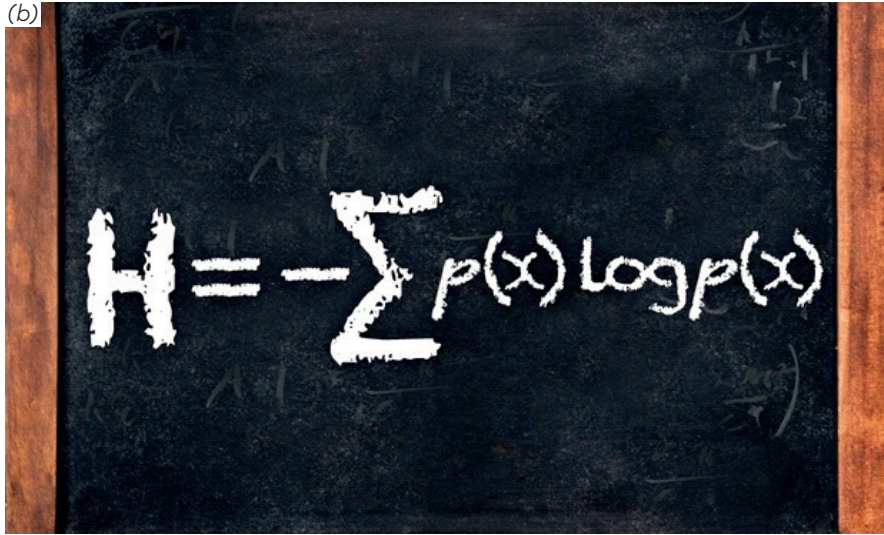
akıllı şehirlerde yapay zekanın etkin biçimde desteklediği örnekler paylaşılacaktır.

2.1. Asıl Zekadan Yapay Zekaya Süren Yolculuk

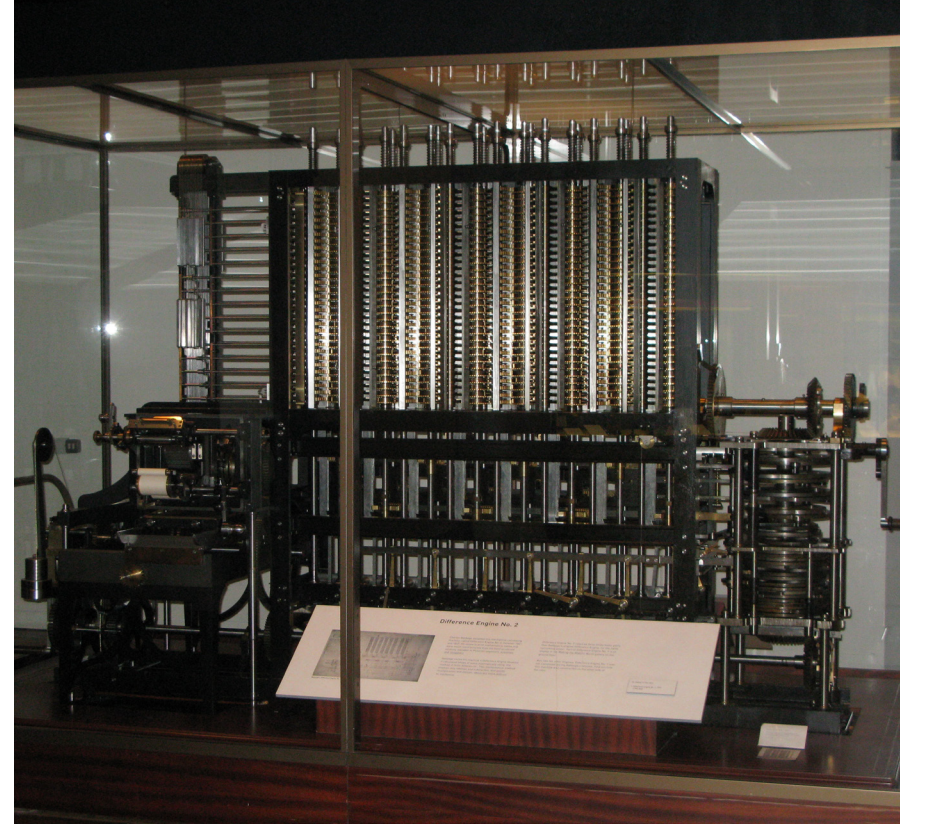
Yargı ve sonuç mantığını ilk ortaya atan kişi olan Aristoteles tarafından yazılan ve önceki bölümlerde belirtilen dört kitap adım adım mantık biliminin oluşmasında etkili olmuştur. Kategoriler ismini verdiği birinci kitabında doğru ve yanlış değeri almayan kavramsal (=tasavvurî) bilgileri incelemektedir. İkinci kitap Peri-Hermenias doğru ve yanlış değeri alabilen yargıları ve onlara ait hükümleri yani önermeleri incelemektedir. Mantık bilimini ortaya attığı ilk eseri Birinci Analitiklerdir. Aristoteles bu eserinde, mantıklı düşünmenin en yetkin formunu ortaya koymaya çalışmaktadır. İkinci Analitikler'de ise kesin(=yakîni) bilgi nasıl elde edilir? sorusunu cevaplamaya çalışmaktadır. Dolayısıyla Birinci Analitikler sistemleştirilmiş "kıyas" teorisinin en yetkin uygulandığı yer olarak görülebilir (Yüksel 2006).

Aristoteles'in genel mantık bilimine George Boole 1854'te şekil verme amacıyla yola çıkmış ve Boole Cebri geliştirmiştir. Boole Cebri 1938'de anahtarlama cebri olarak adlandırılmıştır. Elektrik anahtarlama devre özelliklerinin iki değerli Boole Cebri ile ifadesini C.E. Shannon gerçekleştirmiştir.

Bu tarihten sonra günümüzde tüm sistemlerin alt yapısını oluşturan; ayrık matematik konularını, veri yapıları ve algoritma konularını, graf teorisini, ağaçlar tanımını, otomata kuramını, kriptografi konusunu ve olasılık teorisini kapsayan bilişim matematiği adım adım geliştirilmiştir. Bilişim matematiğinin en basit düzlemdeki halinin birleştiği ilk bilgisayar Charles Babbage (Swade ve Babbage 2001) tarafından tasarlanarak üretilen "Difference Machine" olarak kabul edilmektedir.



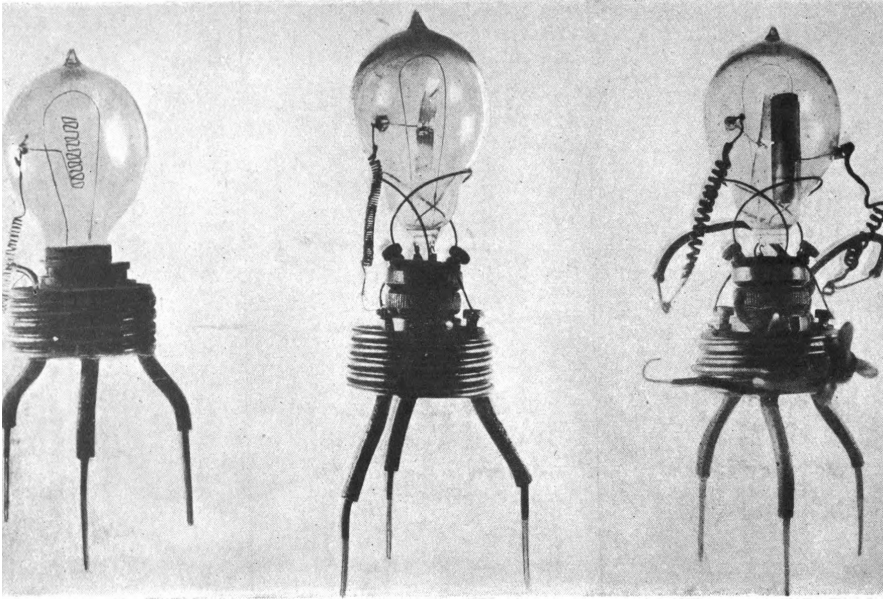
Şekil 4: (a) C. Shannon (b) Bilgi Kuramı Formülü



Şekil 5: Charles Babbage Tarafından Üretilen "Difference Machine"

Bu tarihten sonra günümüzde tüm sistemlerin altyapısını oluşturan; ayrık matematik konularını, veri yapıları ve algoritma konularını, graf teorisini, ağaçlar tanımını, otomata kuramını, kriptografi konusunu ve olasılık teorisini kapsayan bilişim matematiği adım adım geliştirilmiştir.

Haberleşmenin temelini oluşturan diyot ise 1704 yılında John Fleming tarafından icat edilmiştir. 1944 yılında ise ilk bilgisayar Mark 1 üretilmiştir.

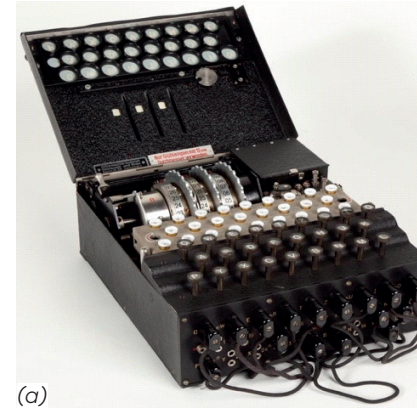


Şekil 6: 1904 Ekim'de üretilen ilk Fleming Tüpü prototipleri

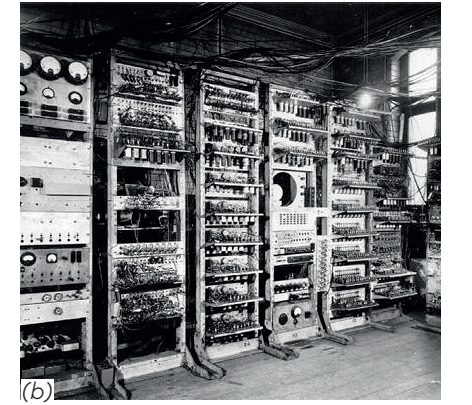


Şekil 7: İlk Bilgisayar Mark 1

Otomatik makineler ve günümüzde her alanda kullanılan yapay zekaya ilişkin tanımlar; insan ve diğer canlıların hareketlerini, öğrenme kabiliyetlerini taklit eden, El-Cezeri tarafından tanımlanan siber-netik tabanlı işlevsel makineler için kullanılmaktadır. El-Cezeri'den sonra basit haliyle üretilen makineleri ileri taşıyan kişi; bir dönem insanlar tarafından yapılan hesaplama işlemlerinin gelecekte makineler tarafından yapılabileceğini öne süren (Alan M Turing 1980) ve Enigma makinesinin şifresini bir makinenin yardımıyla çözmeyi başaran Alan Turing'tir (Copeland 2004). 1950'li yıllarda makinelerin gelecekte yapacakları hesaplamalarla insanlardan ayırt edilemeyecek bir yapıya taşınmasını düşünerek makineler için zeka testini ve makineye zeki demenin standardını tartışmıştır. Yine Morfogenezin Kimyasal Modelleri makalesinde (Alan Mathison Turing 1990) gelişim biyolojisinde önemli matematik modellerinden reaksiyon-difüzyonu formüle etmiştir.



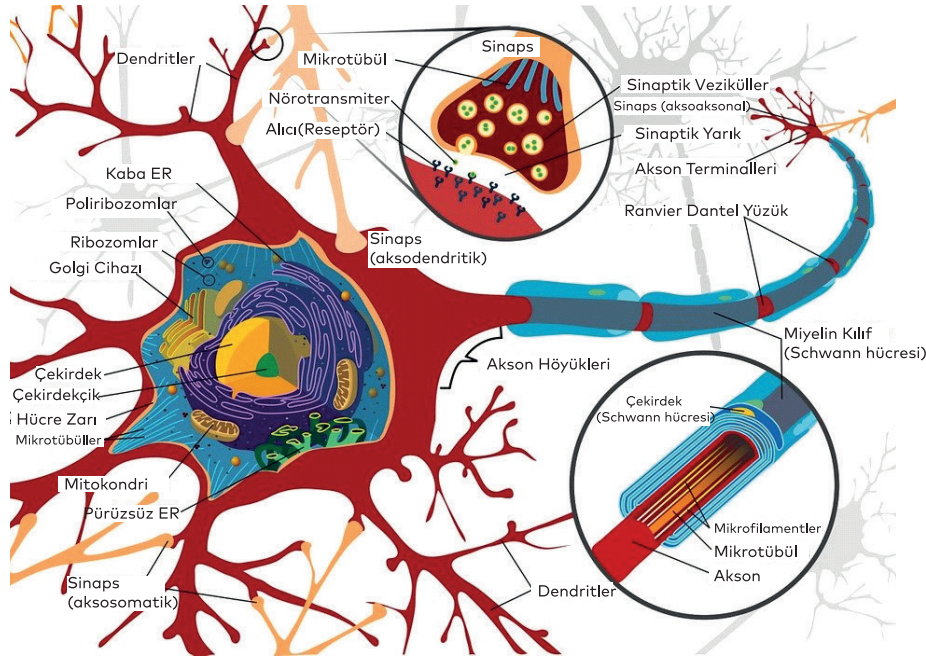
(a)



(b)

Şekil 8: (a) 2. Dünya Savaşında Almanların Kullandığı Enigma Şifreleme Cihazı
(b) Alan Turing ve Arkadaşları Tarafından Oluşturulan Şifre Kırıcı

Beyin insanlarda ve hayvanlarda duyuşal bilgiyi eyleme dönüştürmekten sorumlu organdır. Sinir fizyologları ve anatomicileri bu alanda birçok çalışma yapmaktadır. Ramon y Cajal ve Camillo Golgi 1906'da sinir sistemi yapısı alanında yaptığı çalışmalarıyla fizyoloji alanında Nobel ödülü almıştır. Sinir hücreleri beyinde yaklaşık 10 milyar tane bulunan, elektrokimyasal etkiyle iletimi yapan hücrelerdir.

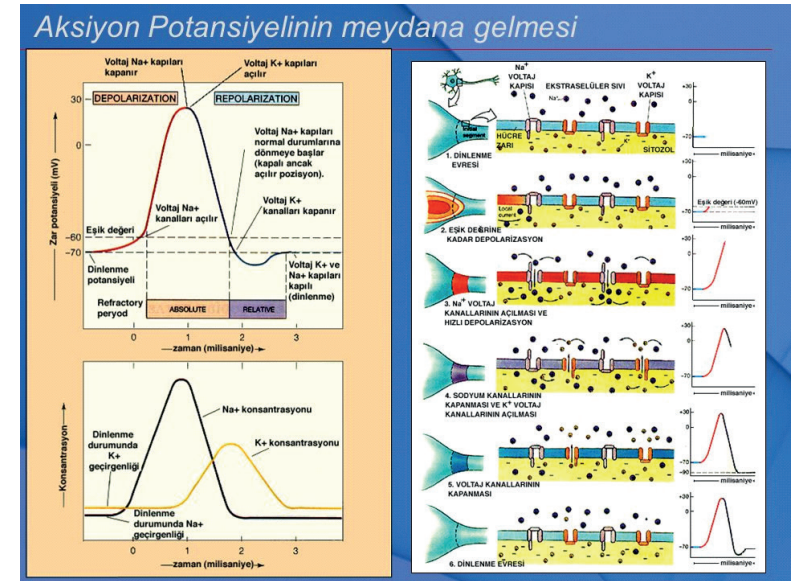


Şekil 9: Nöron

Nöron çekirdek, hücre gövdesi ve dentritlerden oluşan küçük bir yapıdır. Aksonlar ya da küçük dallar sayesinde nöronlar arasında kuvvetli bağlantı vardır. Aksonların görevi gelen mesajları bir nörondan diğerine sinaps aracılığıyla iletmektir. Bu sürece sinapsis adı

verilmektedir. Nöronlarla taşınan bilginin beyinde ne kadar hızlı algılanacağını nöronlardaki iletim hızı belirlemektedir. Örneğin iğne battığında milisanide tepki veririz, ancak ağrısını daha yavaş hissederiz. Çünkü miyelini olmayan nöronlar üzerinde sinyal iletimi saniyede 50 santimetre kadar, sinir iletimini 240 kat arttıran miyelini olan nöronlarda bu hız saniyede 120 metreye ulaşmaktadır. Nöronların iletim sırasında kullandıkları elektriksel ve kimyasal sisteme elektrokimyasal iletim sistemi adı verilmektedir.

Sinir hücreleri dış tarafı pozitif, iç tarafı negatif yüklü ve ortasında lipid çift tabakadan kaynaklanan iyi bir yalıtkan bulunan, kutuplanmış bir kondansatörü andırmaktadır. Kondansatöre benzeyen bu yapı, uygun bir uyarın etkisinde boşalabilmekte yani hızla içinde depoladığı enerjiyi dışarı verebilmektedir. Aynı zamanda bu süre içinde ters kutuplanabilmektedir (depolarizasyon).



Şekil 10: Hücrede Elektrokimyasal Üretim ve Aksiyon Potansiyeli

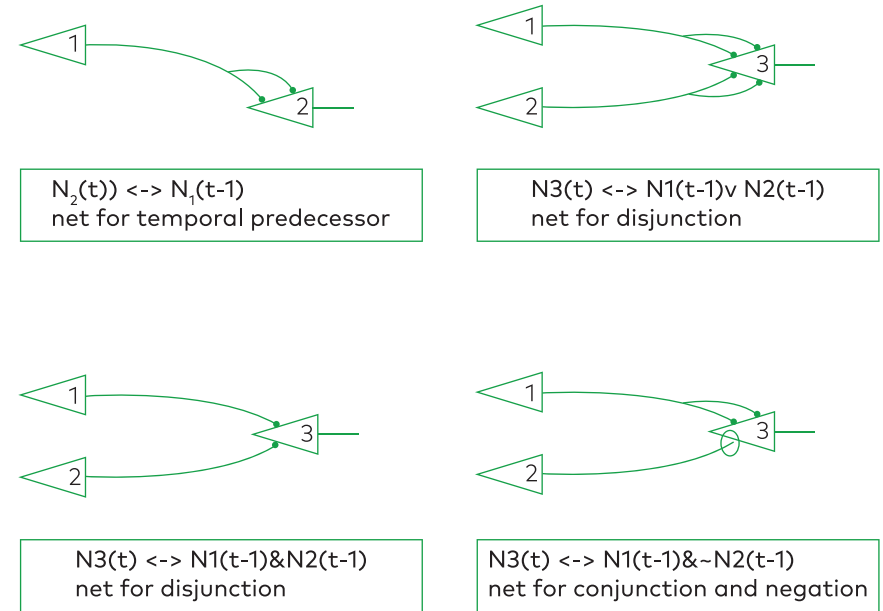
Aksiyon potansiyeli, lif boyunca iletilen bilginin temel birimi olan potansiyel değişikliğidir. Şekil 10'da Aksiyon potansiyelinin meydana gelmesine ilişkin bir görsel paylaşılmaktadır. Hücrenin elektrokimyasal iletim ayrıntıları bu içerikte detaylıca anlatılmayacaktır.

Ayrıntısıyla anlatılmayan ancak değinilen elektrokimyasal iletim üzerinde çalışan nörofizyolog Warren McCulloch ve matematikçi Walter Pitts, 1943 yılında elektrik devrelerinden yapılan basit bir sinir ağı kullanarak beyin nöronal etkileşimlerini modellemiştir. McCulloch bu modelmeden evvel Parkinson ve epilepsi hastalıkları için kapalı bir elektrik model üzerine çalışmalar yapmıştır. Ancak günümüz makinelerinin öğrenme algortimalarının temeli olan asıl zekanın yapay zekaya evrilmesinin başlangıcı sayılan makalelerinde duyuşal farkındalığın farklılaştırılmış sürekliliği ile algı ve yürütmenin normatif, mükemmel ve çözücü özelliklerini içeren bütüncül problemlerin yapısal çözümlerini ortaya çıkarmaya ilişkin kurdukları teoremleri açıklamışlardır (McCulloch ve Pitts 1943). Tanımladıkları modelde; uyarlanabilirlik, sinaptik eylemi, bir nöronun, ilgili sinapsta meydana gelen ateşleme sinyallerini 'dikkate alması' derecesini belirleyen değişken bir ağırlıkla temsil etmektedir. Nöronun, hem uyarıcı hem de engelleyici etkilerini toplayarak ve buradan hareketle ateşlenip ateşlenmeyeceğini belirleyerek ateşleme sinyallerini tüm sinapslarında dikkate aldığı düşünülmektedir. Modelde, bir nöronun aksonunda ateşleme 1 ile temsil edilirken 0 sayısı da aksonun ateşlemeyebileceği varsayılmaktadır. Bu sayının ne olduğu bilinmediğinde, nöronun akson durumuna X etiketi verilir. Bir sinaps etkisi W ile gösterilir (ki biraz keyfi olarak) -1 ile +1 arasında bir değer alabilir. Belirli bir sinapstaki bir nöron üzerindeki etki o zaman üründür. WX. W'nun negatif değerleri geciktirici (-inhibitör) sinapsları temsil eder. Çok sayıda sinaps olduğundan, bu numaraların her birine başka bir j etiketi verilmelidir. Bu durumda X_j ve W_j , j'inci sinapsının girdi ve ağırlığı olmaktadır. Tüm sinapsları hesaba katmak için, model sadece bu etkileri ekler ve bunları bir T (treshold) eşiğiyle karşılaştırır. Toplam bu eşiği aşarsa nöron patlar. İfade edilen bu durum,

bir düğüm için ateşleme kuralıdır. Bu genellikle basit matematiksel formda:

$$(1) \quad X_1W_1+X_2W_2+\dots+X_jW_j+\dots+X_mW_m>T$$

(1)'deki biçimde ifade edilir ve eşitsizlik doğruysa nöron patlar (yani çıktısı $F = 1$). McCulloch ve Pitts'in hesaplamalı zihin ve beyin teorisi, matematiksel hesaplama kavramını kullanması anlamında yapılan ilk modern hesaplamadır.

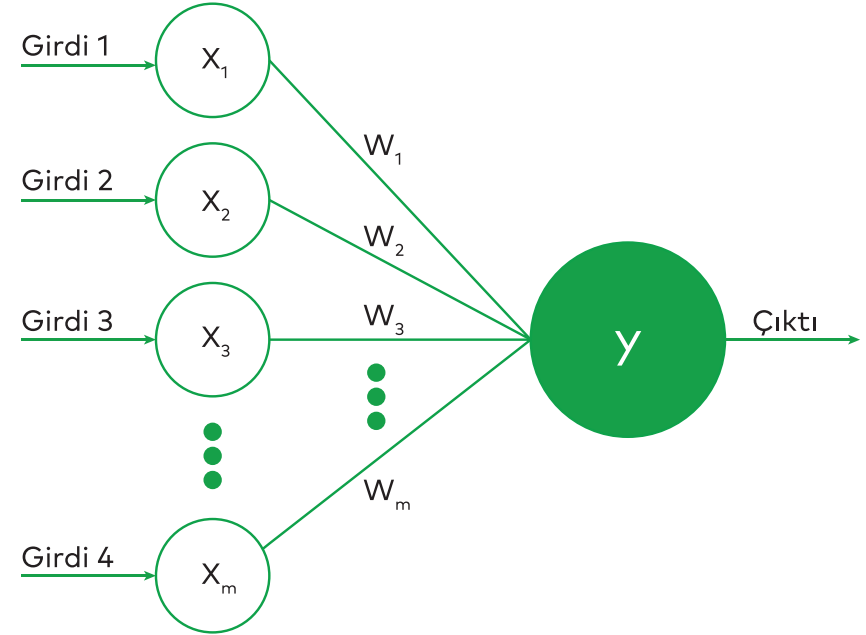


Şekil 11: McCulloch ve Pitts'in Hasaplamalı Beyin ve Zihin Teorisi

Bir çıkış darbesi göndermek için, her nöron iki yardımcı giriş almalı ve hiçbir engelleyici giriş almamalıdır. Nokta ile biten çizgiler uyarıcı bağlantıları, çemberle biten çizgiler ise engelleyici bağlantıları temsil etmektedir. (Piccinini 2004).

McCulloch ve Pitts'in hesaplamalı zihin ve beyin teorisi, kuralların açık bir temsilini içermeden, bilgiye dayalı uzman sistemlerin kural takip eden davranışını sergileyen yapay sinir ağlarının kullanıldığı matematik modellerin farklı uzmanlık alanlarında kullanılmasının yolunu açmıştır. Bu çalışmalardan etkilenerek 1957 yılında "Algılayan ve Tanıyan Otomatlar" projesiyle psikolog Frank Rosenblatt sinir ağları üzerinde çalışmalar yapmıştır. Çalışmalarında girdiler ve ağırlıklarının toplamıyla tek çıktıya yönelen algılayıcı (perceptron) modelini kurmuştur. Yapay sinir ağı modelleri; açık kurallar kullanmak yerine, sinir ağı modeli, bir dizi tek yönlü ağırlıklı bağlantı aracılığıyla yerel olarak etkileşime giren çok basit nöron benzeri işleme elemanlarına dayanmaktadır. Bilgi, dahili olarak ağırlıkların değerleri ve bağlantıların topolojisi ile temsil edilmektedir. Öğrenme, bağlantı ağırlıklarının değiştirilmesini içermektedir. Bu ağlar, geleneksel model tabanlı mühendislik veya bilgi tabanlı uzman sistemlerle modellenmesi zor olan karmaşık mühendislik sistemlerinin temsiline izin veren gerçek süreçlerden gelen girdilere kendilerini adapte edebilmekte ve öğrenebilmektedir.

1988 yılında Hoskins ve Himmelblau tarafından yapılan çalışmada kimya mühendisliği süreçlerinde bilgi temsili için arzu edilen sinir ağlarının özellikleri açıklamıştır (Hoskins ve Himmelblau 1988). Bishop ve arkadaşları kinematik verilere dayanan bir sinir ağı geliştirmişlerdir. Oluşturulan modelin bel ağrısının sınıflandırılması için dönem koşullarında mükemmel tahminler sunduğu savunulmuştur. Bu tip sistemlerin, bireysel hastada bel ağrısının yönetimini belirgin şekilde geliştirebileceğini savunmuşlardır (Bishop vd. 1997).



Şekil 12: Rosenblatt'ın Algı (Perceptron) Modeli

Yapay sinir ağları, büyük veri kümelerindeki (analitik) karmaşık doğrusal olmayan ilişkileri tanımlamak için çoklu algoritmalar kullanan esnek matematiksel modellerdir. Makineler, küçük algoritma değişikliklerine yanıt olarak karşılaşılan hataların ne zaman düzeltildiğini (eğitim) öğrenerek tahmin modelinin doğruluğunu (güvenini) giderek artırır. Yapay zeka, öğrenme ve akıl yürütmeye yönelik çok çeşitli sembolik ve istatistiksel yaklaşımları kapsarken algoritmalarındaki, hesaplama gücündeki ve büyük veri kümelerine erişimdeki son gelişmeler yapay sinir ağlarının önde gelen yapay zeka yöntemi olarak ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yapay zeka, günümüzde yapay sinir ağlarıyla başladığı gelişimine, derin öğrenme algoritmaları ve üst düzey haberleşme sistemlerinin etkisiyle giyilebilir teknolojiden

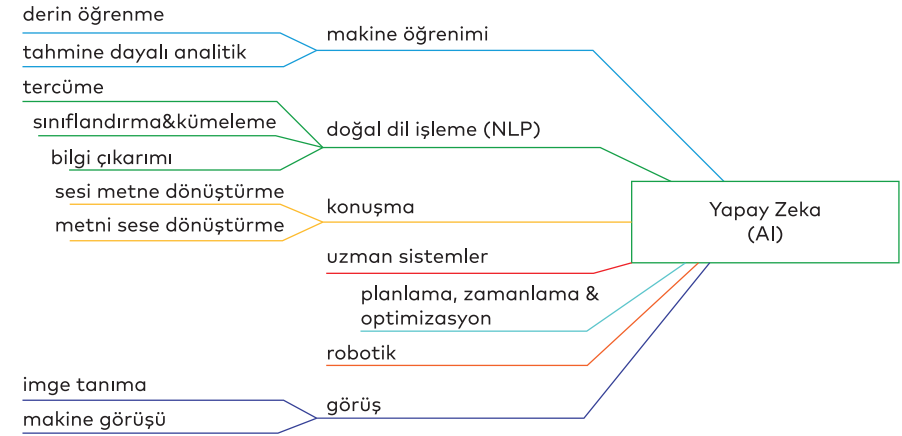
veri olarak devam etmektedir. Yapay zeka, makine öğrenmesi ve derin öğrenme arasındaki ilişkiyi şöyle tanımlayabiliriz. Yapay zeka makine öğrenmesi, doğal dil işleme, uzman sistemler vb. birçok alt sistemleri kapsamaktadır. Makine öğrenmesi makinelerin bir tepkiyi oluşturabilmesi için örneğin bu bir görüntü tanıma, ses tanıma, sese yönelme, görüntüyü eşleştirip kapıyı açma için gereksinim duyduğu öğrenme modellerini içermektedir. Derin öğrenme ise bu modellerin daha özelleştirilmiş bir halidir (Bknz Şekil 13).

2.2. Asıl Öğrenme ve Yapay Öğrenme

Beyin; fonksiyonu ve yapısıyla uzun yıllar boyunca insanlar için gizemini korumuştur. Baş bölgesinde korunaklı bir kafesin içinde yer alması korunmaya ihtiyaç duyulan bu yapının önemli olduğunu düşündürse de kalp, böbrek ya da diğer organlara göre daha karmaşık olan fonksiyonu ve yapısı teknolojinin de gelişimiyle yeni yeni ortaya çıkmaktadır. Beyin, birbirinin içine geçmiş üç bölüm halinde yapılanmaktadır. Hafızanın merkezi orta beyinde bulunmakta olan hipokampus (hippocampus)'tür. Bilgilerin kalıcı hafızaya geçirilmesinin kararını veren merkezdir. Çeşitli öğrenme kanallarından gelen duysal, dokunsal, görsel, işitsel bilgiler verdiğimiz öneme göre kayıt altına alınmaktadır. Bilgilerin iletimi sırasında sinapslardan üretilen elektriksel sinyallerin frekans düzeyleri farklılık göstermektedir. Merak ve ilgi duyulmayan, önemsenmeyen; özetle duyguların hareketlenmediği olaylarda gelen bilgiler düşük frekanslı iken tersi durumlar yüksek frekanslı elektrik sinyalleri biçiminde oluşmaktadır. Sinyalin geliş frekansı sinaptik bağların zayıf veya kuvvetli olmasını sağlayarak kortekse ulaşımı sonrasında kayıt edilmesini veya orada sönümlenmesini sağlamaktadır. Önceki bölümde Rosenblatt'ın algı modelinde de olduğu gibi ağırlık katsayıları yani merak uyandıran sinyaller yüksek frekans değerlerine sahiptirler. Elbette ki beyin yapısı ve fonksiyonları üzerine yapılan çalışmalar yapay zekanın sonrasında yapay öğrenmenin de gelişiminde önemli

Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Yapay Sinir Ağları

Yapay Zekanın alanları ve aralarındaki ilişkiler.



Şekil 13: Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme Arasındaki İlişki

<https://slideplayer.biz.tr/slide/13920763/>

olmuştur. İnsanlar nasıl öğrenir sorusunun cevabı da uzun zamandır bu şekilde gerçekleşen asıl öğrenme biçimlerini kullanarak, makinelerde yapay öğrenmenin nasıl sağlanabileceğine yönelik problemlerin çözümlerinde etkin olarak kullanılmaktadır.

Yapay öğrenme yaygın olarak makine öğrenmesi olarak bilinmektedir. Makine öğrenmesi, birçok alt başlıkta detaylandırılabilir gibi aşağıda belirtilen 3 temel başlık altında da detaylandırılması mümkündür.

1- Nasıl öğrenilmesi gerektiği derinlemesine bilinen bir konunun/ bilginin adım adım modellenmesi ve kodlanmasıyla makineye öğretilmesi: Bu başlık altında Dünya satranç ustası Gary Kasparov'un 1997'de IBM tarafından geliştirilen Deep Blue bilgisayarına yenilmesi verilebilecek en iyi örnektir. Satranç 8 yatay ve 8 dikey

olmak üzere 64 küçük kareden oluşan büyük bir kare üzerinde oynanmaktadır. Tahtanın şekli ve sıralaması asla değişmez. Tahta üzerinde oynanabilecek taşlar ve hareketleri tanımlıdır ve değiştirilemez. Dünyada birçok defa oynanmış ve farklı açılış stratejilerinin de kayıt altında tutulduğu oyunda yapılabilecek hamleler karşılıklı olarak belirli kombinasyonlara sadık kalarak ilerlemektedir. Özetlenecek olursa satranç karşılıklı iki kişinin sınırları, kuralları belirlenmiş bir tahta üzerinde farklı kombinasyonları uygulayarak birbirlerinin hamle stratejilerine karşı verdikleri bir mücadeledir. Özel bir fiziksel yetenek, doğuştan gelmesi gereken bir beceri gerektirmez ancak bol hesaplama gücü ve zihinde tutabilme kabiliyetine gereksinim duymaktadır. Bu nedenle uygulaması yapılabilecek en sistematik öğrenmedir.



Şekil 14. Dünya Satranç Ustası Gary Kasparov'un 1997'De Ibm Tarafından Geliştirilen Deep Blue Bilgisayarına Yenildiği Maç



2- Nasıl öğrenilmesi gerektiği derinlemesine bilinmeyen bir konunun/bilginin makineye gösterilerek öğretilmesi: İnsanlar kendilerine bir resim gösterildiğinde ve bu resimdeki bir ağacın, bir kedinin hatta belirli isimdeki bir kişinin gösterilmesi istenildiğinde, özel bir çaba sarf etmeden kişileri ya da gösterilmesi istenen bir şeyi hızlıca gösterebilmektedirler. Esasında Cem Say'ın da ifade ettiği gibi göstererek öğrenme algoritması, öğrenme algoritmalarımızdan biridir. Anne karnından başlayarak sesleri, doğduğumuz andan itibaren görme, dokunma vb. uyarınları alarak yani gösterilerek dünyayı ve çevremizi tanımayı öğreniriz. Yapay öğrenmede de buna benzer şekilde, makineye, bir kişi veya nesneye ait özelliklerin yer aldığı bir diziyi programlayarak ve o kişiye/nesneye ait çok sayıda görüntüyü göstererek bu bir evdir, bu bir ağaçtır, bu kişi Ayşe'dir şeklinde tanımayı öğretebiliriz. Örneğin sosyal medyaya bir resim konulması istenildiğinde ilgili resimde kişilerin üzerinde olası isimler bulunmakta ve kişi doğru tespit edildiye evet diyerek etiketlenmesi sağlanmaktadır. Böylece bir süre sonra ayarlar müsaade ettiği takdirde koyulan resimdeki kişi otomatik olarak etiketlenmektedir.

3- Nasıl öğrenilmesi gerektiği derinlemesine bilinmeyen, belirli bir kuralı olmayan bir olayın/ konunun/bilginin makine tarafından kendi kendine öğrenilmesi: Bu başlıkta satranç gibi belirli kuralları ve adımları olmayan, resimde belirlenen bir kişinin sahip olduğu ona has özellikleri göre göre bulma imkanı olmadan oynanan Go oyununu oynamayı başaran AlfaGo örnek verilebilir. AlfaGo binlerce kişi tarafından oynanmış Go oyunlarını kendi kendine birçok defa oynayarak geliştirdiği oyun stratejisiyle 2016 yılında Lee Sedol'le karşılaşarak 40 günlük oyun sürecinde oynanan oyunların büyük kısmını kazanmayı başarmıştır. Başarının ardında, binlerce insan tarafından bugüne kadar kaydedilmiş bütün Go oyunlarını izleyerek eğitilmesine dayalı insanın mantık sınırlarını çok iyi bilecek yaptığı hamleler yatmaktadır. Hiçbir insan desteğine ihtiyaç duymadan, sıfırdan kendi kendisiyle oynamaya başlayarak bu sıçramayı başarmıştır. Bu başarının ardından kendi kendine öğrenme

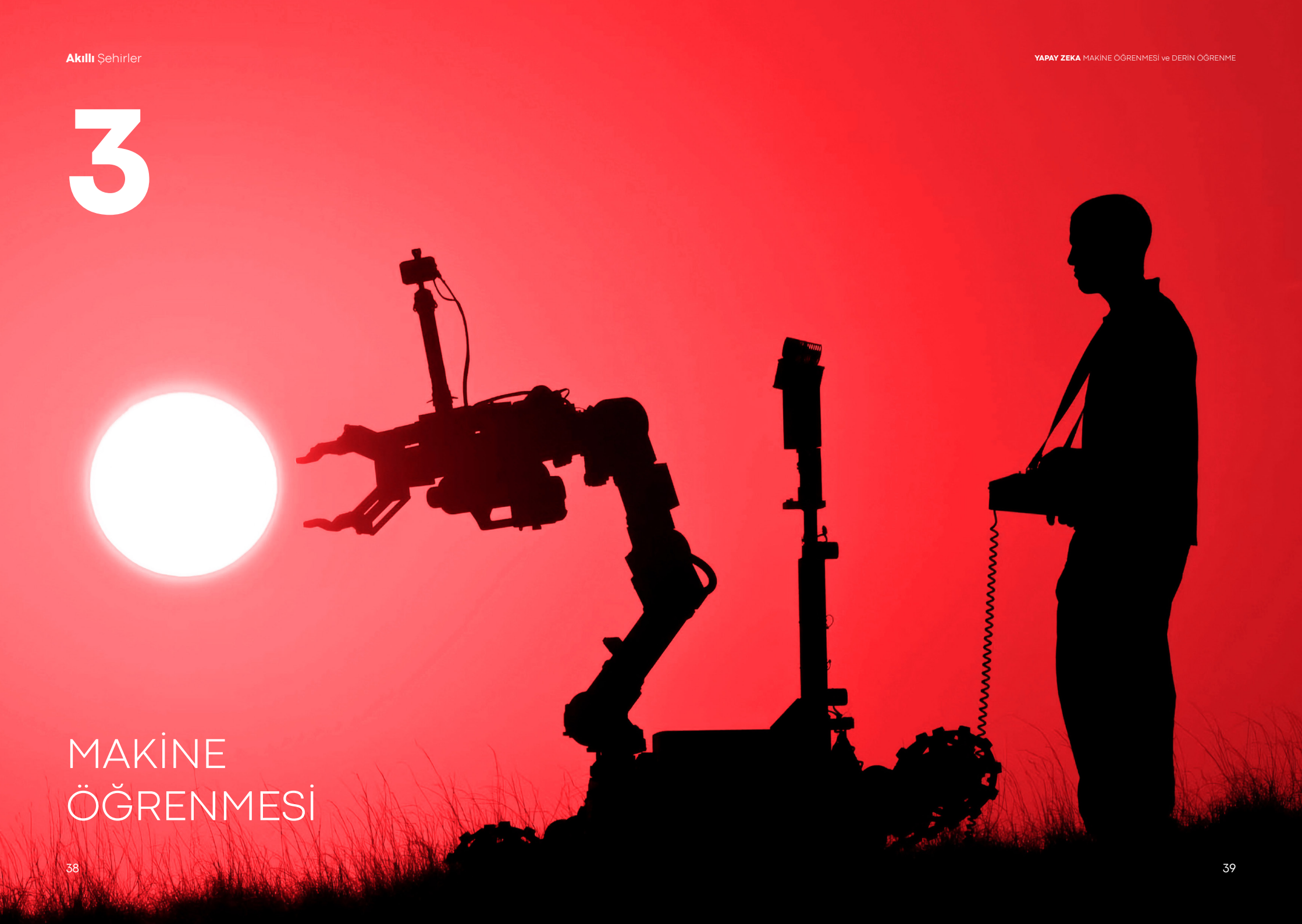
algoritmasının kullanılmasıyla ilaç keşfi, kuantum kimyası, parçacık fiziği ve materyal tasarımı gibi alanlarda yenilikçi ürünler ortaya koyulabileceği düşünülmektedir.



Şekil 15: Lee Sedol ve AlphaGo Oyunu

3

MAKİNE ÖĞRENMESİ

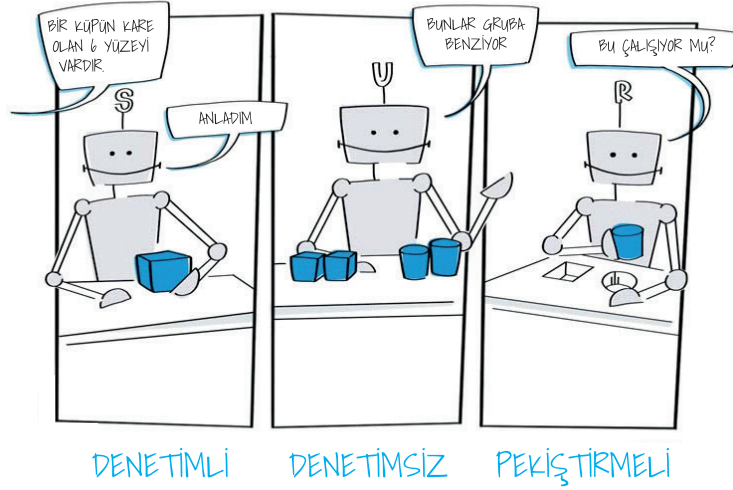




Bir işin gerçekleştirilmesi için önceki bölümde de ifade edildiği üzere işin nasıl yapılacağını adım adım bilmek, doğru girişleri de kullanarak mümkün olan en fayda sağlayacak, en kısa sürede en etkin olan sonuca varabilmek gerekmektedir. Bilgi, deneyim işin gerçekleştirilmesi için gereklidir. Dünya üzerinde yüzyıllardır insan fiziksel gücü, beyin gücüyle birçok işi gerçekleştirmektedir. Bunların biri de bugün gelinen noktada insanın fiziksel gücünün yerine geçebilecek makinelerin yapılandırılmasıdır. Algoritma, aynı insanların iş yapma biçiminde olduğu gibi makinelere bir işin girdilerinin verilmesi halinde çıktıyı oluşturabilmesi için uygulanacak komutlar dizisidir. En basit biçimde sınıfta çocukların belirlenmiş bir özelliğe göre sayısal olarak artan veya azalan biçimde sıraya konulması bu hususa örnek olarak verilebilir. Burada girdi çocuklara ait sıralanması istenen sayısal değerler çıktı ise bu değerlerin artan veya azalan biçiminde sıralanmış halidir.

Algoritma nasıl yapılacağı bilinen bir işin adım adım makineye komutlar vasıtasıyla yaptırılmasıdır. Elbette gelinen noktada nasıl yapılacağına dair adımlar oluşturulamayacak belirli bir uygulama deneyiminden sonra çıktı oluşturulan eylemlerde bulunmaktadır. Örneğin bir market reyonunda binlerce farklı ambalajın içinden satın alınan farklı özellikleri nedeniyle seçilen meyve suyu gibi. Burada temel, öğrenmekten ve öğrenmenin içinde en yüksek fayda sağlayan alternatiflerin toplamının çıktısını bulabilmekten geçmektedir. Böylesi deneyimin sağlanması için çok sayıda makine öğrenmesinin büyük veri tabanlarına uygulanmasına veri madenciliği denilmektedir. Veri madenciliği de aynı madencilerin toprağı kazarak içinden kıymetli malzemeyi çıkartması gibi büyük sayıda veriyi inceleyerek değerli olanı ayırmaktadır. Kıymeti ve anlamı yüksek verilerin elde edilmesinin ardından gerçekleşen öğrenme gelecekle ilgili ilişkiler kurabilmekte, öngörüler yapabilmektedir.

MAKİNE ÖĞRENMESİ



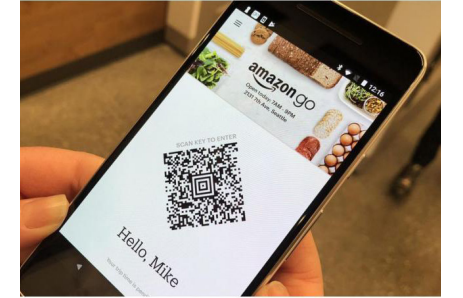
Şekil 16: Makine Öğrenmesi (Yapay Öğrenme) Alt Bileşenleri

3.1. Makine Öğrenmesi Uygulamalarına Örnekler

3.1.1. İlişkilendirme Kuralları

Türkiye 7 gün 24 saat yaşayan şehirlere sahip olmasına rağmen dünyanın birçok ülkesindeki şehirlerde olduğu gibi Türkiye'de de gece veya gündüz belirli saatlerden sonra alışveriş yapılması mümkün olmamaktadır. Özellikle 2020 yılında yaşanan pandemi döneminde alışverişin fiziksel olarak yapılamaması veya sınırlandırılma yöntemiyle yapılması bu süreçte yapay zeka sistemlerin etkin kullanımının önemini daha da açığa çıkartmıştır. Sınırlanmış dışarı çıkma ve kısıtlı çalışan sayısı uzun süren kuyrukların oluşmasına sebep olmuştur. Birçok insan ihtiyaçlarına bu kadar beklemeye rağmen ulaşamamış, özellikle hijyen ve temel gıdanın stoklanmasında ön-

görülme yapılmadığı için büyük problemlerin yaşandığı bölgeler olmuştur. Bir süre önce herkes tarafından çok etkin kullanılsa dahi bu dönemde kullanımı yaygınlaşan kısa sürede, kuyruk beklemekten, kasiyersiz hatta reyon personeli olmadan hizmet veren marketler mobil veya fiziksel olarak hizmet vermeye başlamıştır. Çin'de mobil marketlerin yanı sıra QR kod ile alışveriş yapmayı sağlayan otomat biçiminde marketler belirli bölgelerde aktif olarak kullanılmaktadır. Amazon şirketi Aralık 2016 yılında ABD Seattle'da yapay zeka, kamera ve sensörlerle çalışan bir market açmıştır. Marketten yapılan alışverişler kameralardan ve mobil uygulamadan faydalanılarak epete atılmakta, kapıdan herhangi bir kasiyer kuyruğu beklenmeden marketten çıkılmasına olanak sağlanmaktadır.



Şekil 17: Amazon Go, QR Kodla Alışveriş İmkkanı Sunan Market

Market alışverişlerinde temel uygulama sepet çözümüyledir. Buna, mobil uygulama kullanılırken bir ürünün sepete eklenmesinin ardından onunla ilişkili olan farklı ürünlerin de satın alınmaya aday ürün olup olmadığına yönelik sorgular yapılması örnek verilebilir. Pandemi döneminde tuvalet kağıdını sepetine ekleyen bireylerin sıklıkla sabun alması ve bu nedenle sepet onayından önce sabunların da gösterilmesine iş dünyasında çapraz satış adı verilmekte ve bu ilişkilendirme uygulamasına iyi bir örnek teşkil etmektedir.

İlişkilendirme Kuralıyla bir müşterinin geçmişte sepetine attığı ürün, varsayalım X , ya da ürünlere koşullu olan başka bir ürünü, Y , $P(Y/X)$ olasılığını öğrenme amaçlanmaktadır. Tuvalet kağıdı ve sabun alan geçmiş müşterilerden $P(Y/X)=0,8$ olasılığının bulunduğunu varsayalım. O halde bu veri, marketten tuvalet kağıdı alan müşterilerin yüzde 80'inin sabun da alacağına yönelik bir bilgi verecektir. Elbette müşterilerin yaşı, cinsiyeti, pandemi döneminde yaşanan sokağa çıkma kısıtlamaları ve buna benzeyen birçok özellik koşullu olan bu ilişkide olasılıkları değiştirecektir.

İlişkilendirme kuralıyla çalışan bir diğer örnek uygulama yapay zeka sistemiyle çalışan öğrenme ortamlarıdır. Bu ortamlarda öğrencilerin almış olduğu derslerle ilgili çözdüğü sorular, dinlediği içerikler analiz edilerek hedeflediği başarıyı elde etmesi için ilişkilendirilmiş öneriler sunulmaktadır. Yine sanal ortamdan film ve dizi izlenen bir uygulama izlenmiş olan içerikten sonra kişiye özel, izlemekten keyif alınabilecek, ilişkilendirilmiş film ve dizi önerilerini sunmaktadır.



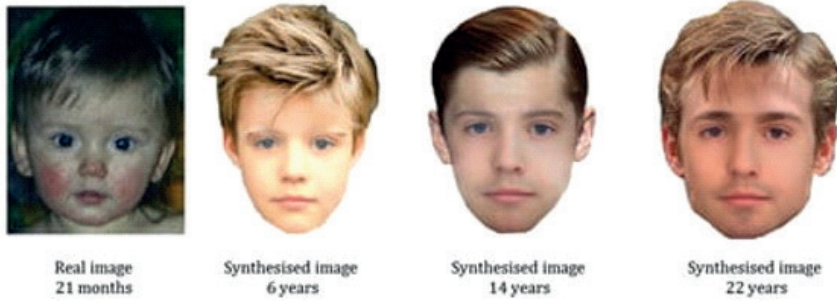
Şekil 18: İçerik İlişkisiyle Film ve Dizi Öneren Platformlar

3.1.2. Sınıflandırma

Sınıflandırma kuralları bir verinin birden fazla sınıf altında toplanarak incelenmesinde kullanılmaktadır. Örneğin; bir kredi kartı başvurusu yapıldığında sistem daha önce kredi kartı, kredi gibi hususlara yönelik geçmiş kayıtları, borç ödeme bilgileri, aylık gelir gibi bilgilere erişerek bunlara ait çıktılarla müşteriye kredi kartı verilmesinin riskli ya da risksiz olduğuna dair bir çıkarımda bulunmaktadır. Geçmiş kredi kartı veya banka işlemleri, kredi kartı başvurularının onaylanmasındaki sınıflandırmada bir araç görevi görmektedir. Böyle kuralların oluşması bir sonraki adımlarda öngörü yapılmasına olanak sağlamaktadır. Örüntü, görüntü, ses tanımlamalarında sınıflandırma algoritmaları kullanılmaktadır. Örneğin "A" harfi dünyada onu yazan kişi sayısı kadar farklı şekilde ifade edilebilir. Küçük, büyük, eğri, dik, yuvarlak hatları olan, yumuşak hatları olan gibi farklı çeşitte yazılan tüm "a" harfleri insanlar tarafından kolayca algılanabilmektedir. O halde insan beyni bu harfi tanımlarken kabaca bir özellikler kümesi belirlemede ve o kümede olan özelliklerin uyması halinde gördüğü "A" harfini tanımlamaktadır. Buradaki işlem yine harfin özelliklerine ilişkin ayıraç oluşturarak sınıflandırma yapılmıştır.

Yüz tanıma da yine sınıflandırma kurallarının altında yer almaktadır. Burada insan yüzü girdi, sınıflandırma ise insandır, hatta belirlenen kişidir. Örneğin; 2017 yılında yayınlanan bir makaleye göre İngiltere Bradford Üniversitesi'nde yapılan bir projede makine öğrenme algoritmalarıyla 21 aylık kaybolan Ben Needham'ın eski fotoğraflarından olası fotoğraf eskizlerini çizibildiği ve bu uygulamanın özellikle polis için kayıpları, mağdur ve zanlıları bulmada etkin biçimde kullanılabileceği ifade edilmektedir (Bukar ve Ugail 2017).

Ben Needham's Image (computer generated)



Ben Needham's Image (Police generated)

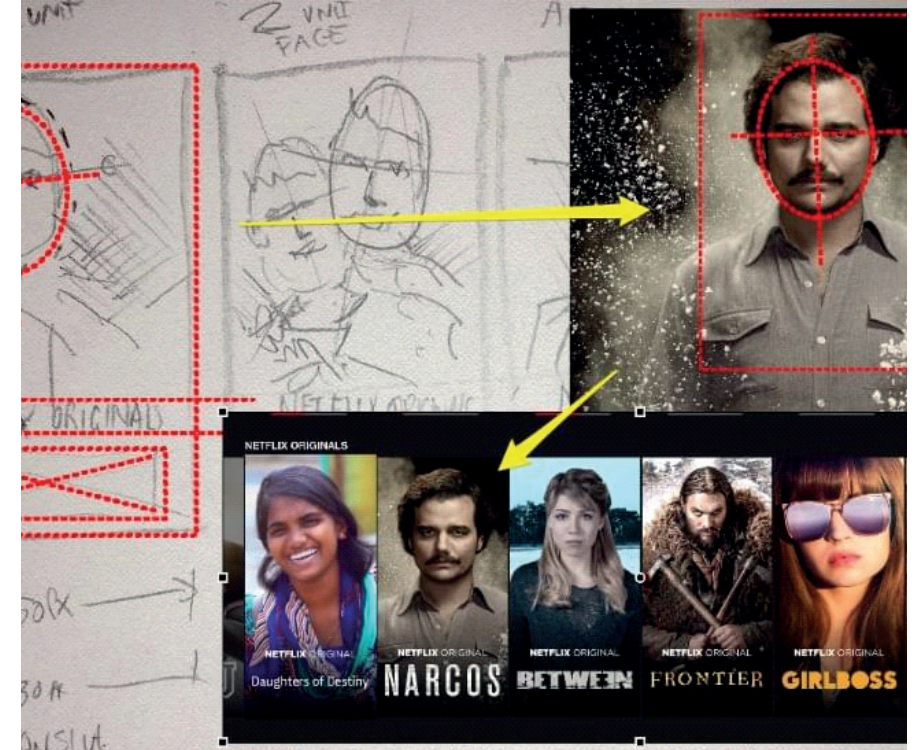


Şekil 19: Makine Öğrenmesi ve Polis Tarafından Çizilen Profil Görüntüleri

Bir önceki bölümde yapay zeka ile içerik önerisinde bulunan platform aynı zamanda kişilerin film ve dizi seçimlerinde afişin önemini keşfederek kişiye özel afiş tasarımlarını makine öğrenmesi kullanılarak içeriğin içinde yer alan kişinin dikkatini çekme potansiyeli olan bir sahneyi kullanarak yeniden oluşturmaktadır.

Hastalıkların erken teşhis ve tedavisinde kullanılan yöntemler,

insanların davranışsal veya bedensel özelliklerinin tanımlanması ya da bir diğer söylemle kimlik tanıma (biyometri) ve ses tanıma da sınıflandırma kuralları ile çözümlenmektedir.



Şekil 20: Yapay Zeka İle Kişiyi Özel Film Afişleri

3.1.3. Bağlanım

Bağlanım kuralları çıktının bir sayı olduğu uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin, emlak yatırımı için alınması planlanan konutun değerinin ne kadar artacağına öngörülmesine destek verecek bir model bağlanım kurallarıyla oluşturulabilir. Bu modelde, geçmişte aynı bölgede, aynı kategoride olan evlerin ne kadardan alınıp satıldığı, yıllar içerisinde nasıl değer kazandığı ya da kaybettiği, konutun

içerisinde ya da çevresinde yer alan hizmetlerin mevcudiyeti (metro ulaşımı, fiber internet altyapısı, akıllı ev sistemleri, güvenlik vb.) gibi veriler kullanılarak Y değerinin yani çıktının X girdisinin bir işlevi olarak görülmesi hedeflenmektedir.

Eğer bağlanımın yanında sınıflandırma kullanılarak X değişkeninin girdi Y değişkeninin çıktı olduğu ve girdiden çıktıya bir eşleştirmenin amacı güdülüyorsa buna gözetimli öğrenme (supervised learning) denilmektedir. Gözetimli öğrenme etiketlenmiş veriye ihtiyaç duymaktadır. Etiketleme bu öğrenmede insanlar tarafından yapılmaktadır. Etiketlenmiş veriler aşağıda verilen matematik modellerin kullanımıyla makineye öğretilmektedir. Çıktılar yeteri düzeyde doğruluğa eriştiğinde yeni veriler kullanılarak öngörüler yapılmaktadır.

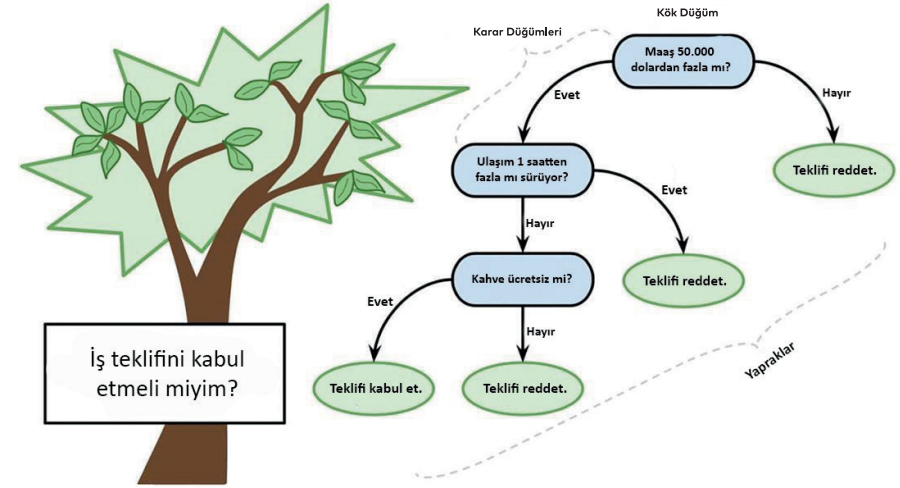
Doğrusal Regresyon (Linear regression): Bağımsız girdi değişkenleri ve bağımlı çıktı değişkenleri (sonsuz sayıda değer içerebilir) arasındaki geçmiş ilişki doğrusal bir ilişkiyle modellenmektedir. Araba ve konut satış fiyatının bulunması gibi sorunlar için kullanılmaktadır.

Mantıksal Regresyon (Logistic regression): Model doğrusal regresyona benzerlik göstermektedir ancak bu modelin çıktıları sonsuz bir küme değildir, sınırlıdır. Örneğin cilt kanserinin teşhisi amacıyla rosea, egzema gibi cilt lekeleri üzerinden hastalık teşhisi için kullanılmaktadır.

- **Doğrusal / ikinci dereceden diskriminant analiz (Linear/quadratic discriminant analysis):** Girdilerin çıktı üzerindeki etkilerinin doğrusal orantılı olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Doğrusal regresyonu daha hiperbolik hale getirmektedir. Müşteri kayıp analizinde kullanılabilir.

- **Karar Ağaçları (Decision Tree):** İsminden de açıkça anlaşılacağı gibi bu yöntemde verilen her karar bir sonra-

ki kararı tetiklemektedir. Son karar verilene kadar, karar düğümlerinde veri özellik değerlerine göre dallara ayrılan ağaç üzerinden ilerlendiği yöntemdir. Bu alanda birçok örnek uygulama bulunmaktadır.



Şekil 21: Karar Ağaçları

- **Naive Bayes:** Bir olayı etkileyebilecek faktörlerin bilgisine dayanarak olayın olasılığının hesaplanmasına olanak veren sınıflandırma tekniğidir. Örneğin posta kutusuna gelen spam e-postaların ayrılmasında kullanılmaktadır. Bu modelde parametreye göre bağımlı olasılık hesaplanabilmektedir.
- **Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine):** Sınıflandırılmış veriler arasında mümkün olduğunca geniş bir ayırım çizmektedir. Veri ve özelliklerin çok fazla olduğu ve doğrusal olmayan problemleri çözmek için de kullanılmaktadır. Genelde çıktının siyah-beyaz, hasta-sağlıklı, yaşlı-genç-çocuk gibi ikili ve üçlü sınırlı olduğu konularda kullanılmaktadır.
- **Random Forest:** Birden çok karar ağacının üretilmesiyle basit

bir karar ağacının doğruluğunun geliştirilmesini sağlamaktadır. Bu modelde her ağaçta bir özellik en tepede olacak şekilde birçok karar ağacı oluşturulmaktadır. Karar verme aşamasında her ağaçtan gelen sonuçlar karşılaştırılarak karar verilmektedir. Çıktıların sınırlı olduğu ve limitli özellik ile çalışılan yerlerde başarılıdır.

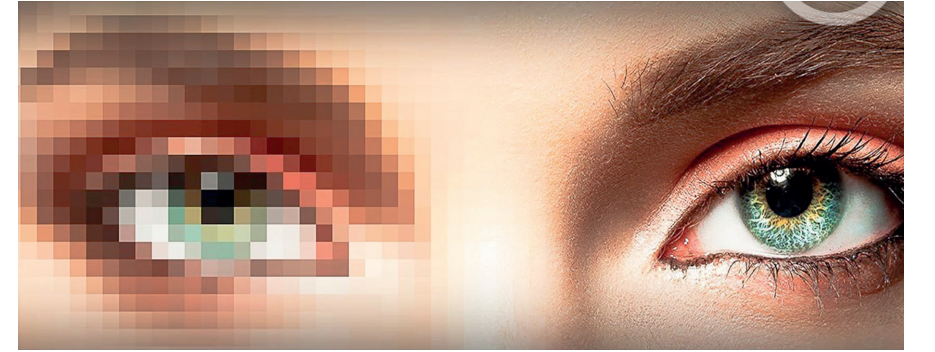
- **Adaboost:** Bir kararın çıkartılması için çok sayıda model kullanan sınıflandırma veya regresyon tekniğidir. Kredi kartı sahtekarlıklarını (fraud) yakalamak için kullanılabilir. Her ne kadar derin öğrenmeyle kıyaslandığında başarısı düşük olsa da resim tanımak için kullanması da oldukça basittir.
- **Eğim arttırıcı ağaçlar (Gradient-boosting trees):** Bu yöntem bir önceki ağaç modelinden gelen hataları düzeltmeye odaklanmaktadır. Çıktı, tüm ağaçlardan gelen sonuçların kombinasyonudur. Bu yöntemle arz / talep dengesi tahmin edebilir, stok yönetimi yapılabilir.
- **Basit sinir ağı (Simple neural network):** Yapay nöronların çalıştığı bir modeldir. Bir giriş katmanından, hesaplamaların yapıldığı bir veya daha fazla gizli katmandan ve bir çıktı tabakasından oluşmaktadır. Verileri sınıflandırmak veya değişkenler arasındaki ilişkiyi bulmak için kullanılmaktadır. Çok geniş kullanım alanı bulunmaktadır.

3.1.4. Gözetimsiz Öğrenme

Gözetimli öğrenme önceki bölümde de değinildiği gibi doğru değeri bir gözetimci tarafından verilen çıktıyla girdi arasında bir eşleme yapmayı öğrenmektir. Gözetimsiz öğrenmede girdiler sisteme girmekte ve gözetmen olmadan bu girdiler arasındaki düzenlilikler bulunarak çıktı üretilmeye çalışılmaktadır. Örneğin bir mobil alışveriş sitesi müşterilerinin profillerini belirleyerek ürünlerini ona göre geliştirmek veya stoklamak isteyebilir. Bu durumda öbikleme

algoritması kullanılarak ve sitedeki satın alma veya ekran kullanımı gibi veriler analiz edilerek birbiriyle benzerlik gösteren müşteriler benzer öbeklere atanır. Buna müşteri bölütleme denilmektedir. Bu öbeler uygulama yöneticileri için öbeklere göre farklı ürünleri satma veya stoklama gibi hizmetlerin geliştirilmesini sağlar ki buna da müşteri ilişkileri yönetimi adı verilmektedir.

Öbikleme, görüntü sıkıştırmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Burada girdiler görüntülere ait imge noktalarındaki renk değerleridir. Benzer renkler öbelenir. Eğer renklerin tonları az sayıda ise örneğin ortalama alınarak nicelendirme işlemi yapılır ve sıkıştırma sağlanmış olur. Belge öbikleme benzer belgelerin öbelenmesiyle yapılırken biyoinformatikte de iki dizinin hizalanmasında makine öğrenmesi kullanılmaktadır.



- **K-ortalama kümeleme (K-means clustering):** Bu modelde veriler belli sayıdaki (k) kümelere yerleştirilmektedir. Kümedeki her eleman birbiriyle insanların yerine makinelerin belirlediği benzer özelliklere sahiptir. Bu kümelemenin yapılması sırasında yaş, boy, cinsiyet, doğum yeri ya da saç rengi bilgilerini kullanılmış olabilir. Örneğin hastaneye gelen hastaları farklı karakteristiklere göre kümelendirerek hastane hizmetlerinin daha etkili yönetilmesi sağlanmaktadır.

- **Gauss karışım modeli (Gaussian mixture model):** Yöntem K-ortalamları ile benzer özelliklere sahiptir. Bu modelde kümelerin büyüklüklerine ve şekline müdahale edilebilmektedir.
- **Hiyerarşik kümeleme (Hierarchical clustering):** Kümelerin hiyerarşik bir yapıyla ayrılması ve toplanmasıyla sınıflandırma yapmaya olanak sağlamaktadır. Bu sayede firmalar müşterilerini daha küçük segmentlere ayırabilirler.
- **Tavsiye Sistemi (Recommender System):** Bir öneri yapmak için gerekli olan önemli verileri tanımlamak için kullanılabilir. Genelde web sitelerinde gördüğümüz "bunu alan bu ürünlere de baktı" gibi öneriler bu yöntem ile yapılmaktadır.

3.1.5. Pekiştirmeli Öğrenme

Psikoloji, zihinsel süreçleri ve davranışları inceleyen bilim dalıdır. Psikolojiyle ilgili bilimsel çalışmalar Alman Wilhelm Wundt'un Leipzig'de kurduğu laboratuvarla başlamıştır. Wundt bilinç kavramına ve bilincin yapısını tanımlamaya odaklanmıştır. Öznel deneyimlere odaklanarak iç gözlem metodunu benimsemiştir. Psikoloji yapısalcılar, Gestalt Psikolojisi, Psikanaliz, İşlevselcilik, Davranışçılık gibi bir çok yaklaşım barındırmaktadır. Bu yaklaşımların içerisinde davranışçılık yapay zeka ve makine öğrenmesi için büyük bir kaynak olmuştur. Davranışçıların, B.F. Skinner ve diğer araştırmacıların, psikolojinin salt nesnel olarak ölçülebilen şeylere yani özgül uyarılara verilen özgül tepkilere odaklanmaları makine öğrenmesinin temelleri açısından gelişimde katkı sağlamıştır. Skinner çalışmalarında pekiştirici uyarı fikrini ortaya koymuştur. Bunun anlamı son davranışın ödüllendirilmesi, benzeyen koşulların altında gelecekte bu davranışın ortaya çıkma olasılığını güçlendirmektir. Pekiştirmeli öğrenme yapay zeka açısından rağbet gören bir strateji olmuştur.

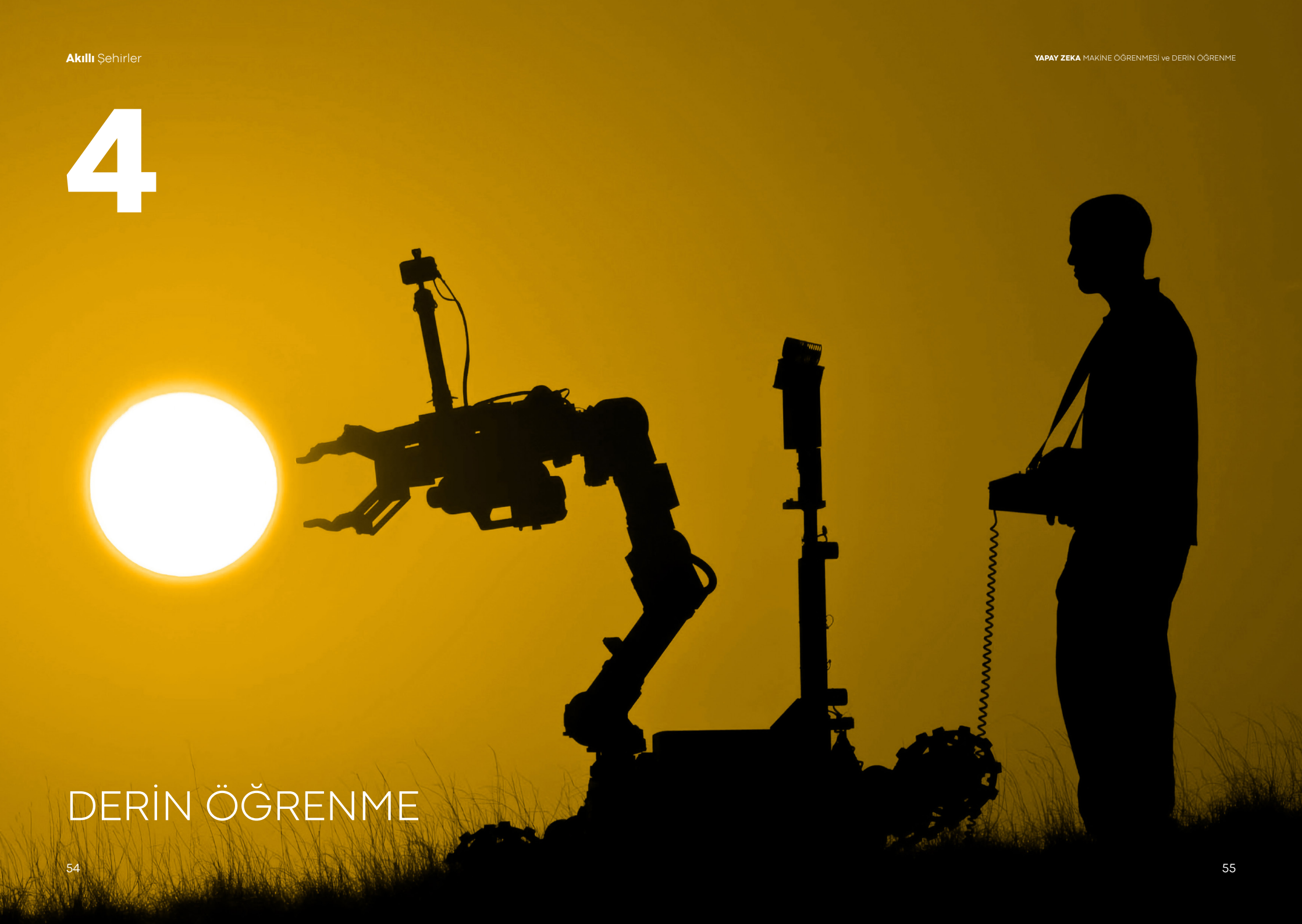
Pekiştirmeli öğrenme bir görevi, yalnızca eylemleri için aldığı ödüllerini en üst düzeye çıkarmaya çalışarak öğrenmeyi öğrenmektedir.

Bilişsel psikolojiden alınan bilgiyle harmanlanan bu yöntemdeki felsefe, eğer eğitim verisi çok fazla sayıda değilse çevreyi öğrenmenin tek yolu onunla etkileşim kurmaktır. Bu yöntem ile tek bir eylem değil bir strateji politikası oluşturulur. Yani bilgisayar diliyle dizgenin çıktısı en başarılı hedefe erişebilmek için gerçekleştirilen doğru eylemler dizisidir. Yapay zeka üretilen stratejik politikaların iyi olmalarını değerlendirebilmeli ve geçmiş stratejik politikalarından başarılı yeni bir stratejik politika üretmelidir.

Pekiştirmeli Öğrenme, Markov Karar sürecini kullanmaktadır. Markov Karar Süreçlerinin algılama (sensation), eylem (action) ve hedef (goal) olmak üzere 3 önemli özelliği bulunmaktadır. Pekiştirmeli öğrenmede eylemi gerçekleştiren ve öğrenen etkene ajan denilmektedir. Tüm öğrenme ajanları açık hedeflere sahip olmalı ve çevrenin tüm özelliklerini algılayabilmelidir. Ajan büyük bir davranış sisteminin bileşeni olabilir. Uygulamanın farklı bilim alanlarına da katkıları bulunmaktadır. Örneğin psikolojik açıdan bakıldığında bir karar alınırken nasıl bir yol izlendiğinin, daha önce verilen kararların sonuçlarından öğrenme sağlanıp sağlanmadığının cevabı pekiştirmeli öğrenme ile tasavvur edilebilir. Gündelik hayata ilişkin olarak sokaklarda çöp kutularını boşaltan bir robot tasarlandığı düşünülebilir. Robot bir sonraki çöp kutusuna mı yoksa şarj istasyonuna mı gitmesi gerektiğine o anki şarj kapasitesine ve geçmişte böyle bir durumda en yakın şarj ünitesine nasıl ulaştığıyla ilgili başarısı sayesinde pekiştirmeli öğrenmeyle karar verebilir.

4

DERİN ÖĞRENME

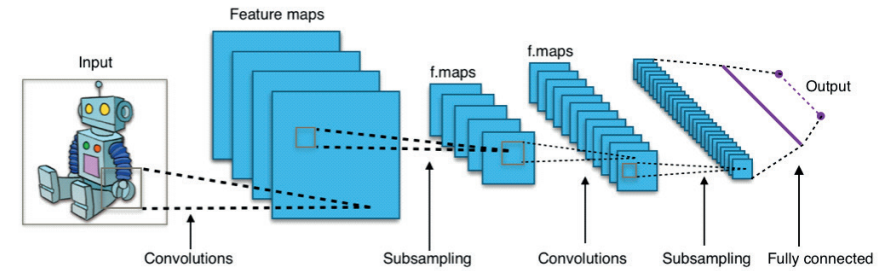


Makine öğrenmesinin (yapay öğrenme) sınıflarından birisi, derin öğrenmedir. Derin öğrenme, makine öğrenmesinin; makine öğrenmesi ise yapay zekânın alt dalı olarak ifade edilebilir. Bu öğrenmede, özellik çıkarma ve dönüştürme için birçok doğrusal olmayan işlem birimi katmanı kullanılmaktadır. Birbirini takip eden yani her ardışık katman, bir önceki katmandaki çıktıyı girdi olarak almaktadır (Deng ve Yu, 2014). Derin öğrenme, verinin birden fazla özellik seviyesinin veya temsilinin öğrenilmesine dayanan bir yapıdır. Alt seviyelerde bulunan özelliklerden üst seviyedeki özelliklerin türetilmesiyle hiyerarşik bir temsil oluşturulmaktadır. Soyutlamanın farklı seviyelerine karşılık gelen birden çok temsil seviyesini bu temsil öğrenmektedir (Bengio, 2009). Temel olarak verinin temsilinden öğrenmeye dayalı bir öğrenmedir. Öğrenme işlemi için ne kadar çok veri girişi olursa o çok başarı elde edilmektedir. Veriler birden çok katmandan geçmektedir. Üst katmanlar daha fazla ayrıntı çıkaran katmanlardır. Derin öğrenme gözetimli, yarı gözetimli veya gözetimsiz olarak gerçekleştirilebilir. ASELSAN'ın ARGE merkezinde yürütülen silah ve güvenlik sistemleri için görüntü ve doğal dil işleme alanlarındaki faaliyetler Türkiye'de yapılan derin öğrenme çalışmalarına örnek verilebilir. OttOCR projesinde, Osmanlıca karakter tanımlama sistemi ve OpenZeka projesi görüntü ve video tanımlama için derin öğrenme API'leri sunulmaktadır. Çok katmanlı Perceptron (Multilayer Perceptrons), Evrişimsel Sinir Ağı (Convolutional Neural Networks), Yinelgeli Sinir Ağı (Recurrent Neural Networks) üç ana derin öğrenme modelidir.

4.1. Evrişimsel Sinir Ağı

Çok katmanlı algılayıcıların (Multi Layer Perceptron-MLP) bir türü olan Evrişimsel Sinir Ağı (Convolutional Neural Networks-CNN), derin öğrenme algoritmalarının içinde en yaygın bilinenidir. İleri yönlü bir sinir ağı olan Evrişimsel Sinir Ağı algoritması, hayvanların görme merkezinden esinlenilerek ortaya atılmıştır. Hayvan görme

merkezindeki hücreler tüm görseli kapsayacak şekilde alt bölgelere ayrılmıştır. Basit hücrelerin kenar benzeri özelliklere, karmaşık hücrelerin ise daha geniş alıcılarda, tüm görsele yoğunlaştığı ifade edilmektedir. Evrişimsel Sinir Ağındaki matematiksel işlem, bir nöronun kendi uyarı alanından uyarılara verdiği cevap olarak düşünülebilir (Fukushima ve Miyake 1982; Hubel ve Wiesel 1968; LeCun vd. 1998). Evrişimsel Sinir Ağları, bir veya daha fazla evrişimsel (konvolüsyonel) katman, alt-örnekleme (subsampling) katmanı ve bunun ardından standart çok katmanlı bir sinir ağı gibi bir veya daha fazla bağlı katmandan oluşmaktadır (LeCun vd. 1998; LeCun, Bengio, and Hinton 2015).



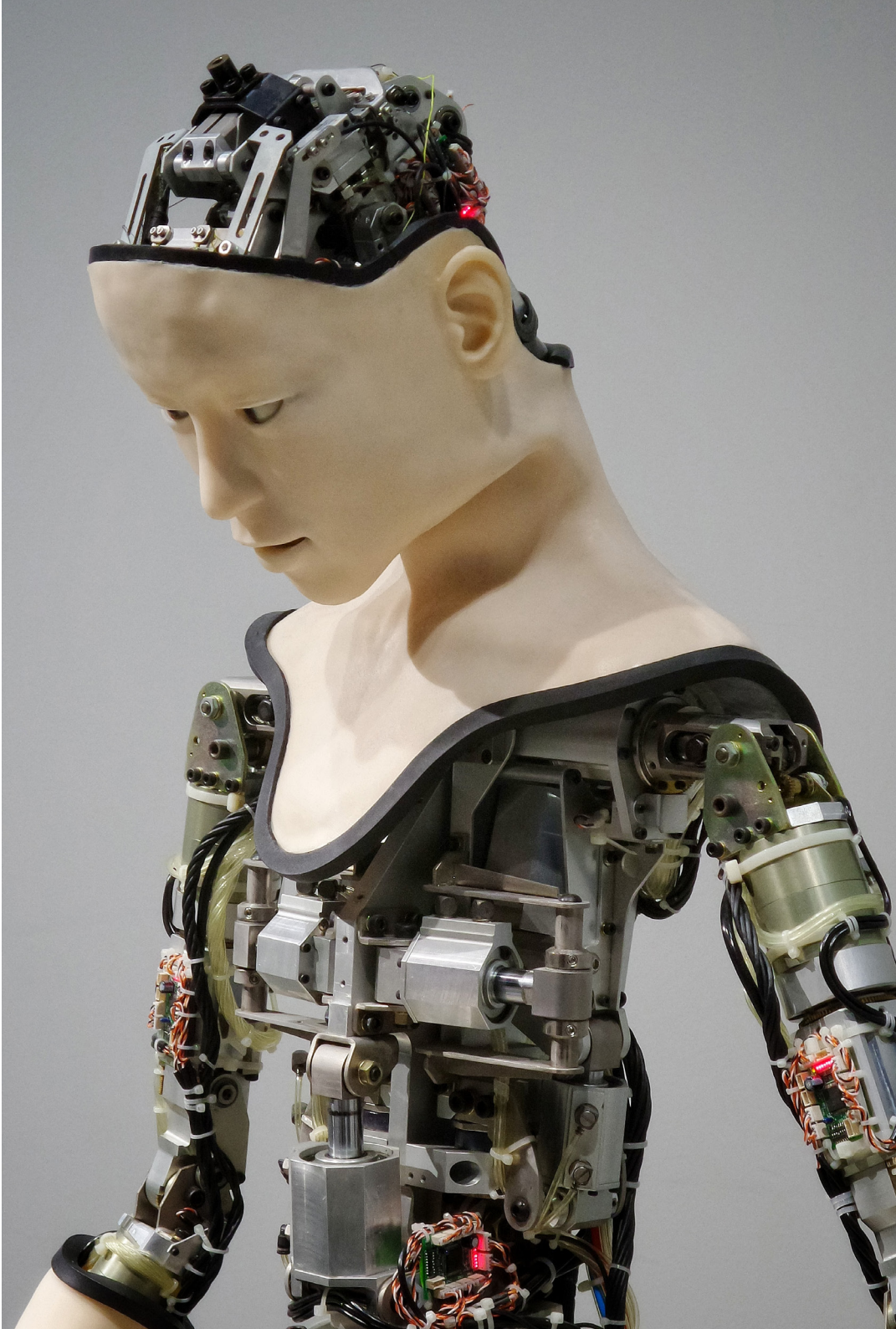
Şekil 22: Evrişimsel Sinir Ağları ve Görüntü İşleme

<https://medium.com/@himadrisankarchatterjee/a-basic-introduction-to-convolutional-neural-network-8e39019b27c4>

Görüntü ve ses işleme alanları başta olmak üzere doğal dil işleme (NLP), biyomedikal gibi birçok farklı bilimsel alanda uygulanmaktadır. Görüntü işleme alanında görülmüş en iyi sonuçlar Evrişimsel Sinir Ağlarıyla elde edilmiştir. Google DeepMind tarafından geliştirilen, önceki bölümlerde bahsedilen AlphaGo, yöntemin başarısına çarpıcı bir örnektir. Ebola ve skleroz gibi hastalıklarda yeni biyomolekülleri keşfedebilmek için kimyasal tepkimelerin 3 boyutlu temsilleriyle eğitilen bir sistem kullanılmıştır (Yosinski vd. 2015).

4.2. Tekrarlayan Sinir Ağları

Tekrarlayan Sinir Ağı (Recurrent Neural Network-RNN), birimler arasındaki bağlantıların yönlendirilmiş bir döngü oluşturduğu, genel olarak her girdi ve çıktının birbirinden bağımsız olduğu varsayılan yapay sinir ağı sınıfıdır. Bu döngü ile dinamik zamansal davranış sergilemesine olanak tanıyan bir ağ iç durumu RNN ile oluşturulmaktadır. Bu döngüler ileri beslemeli sinir ağlarından farklı olarak giriş belleğini girdilerin rastgele dizilerini işlemek için kullanabilmektedirler. RNN'lerde ki temel düşünce sıralı bilgileri kullanmaktır. Görüntü tabanlı verilerde tüm girdilerin (veya çıktılarının) birbirinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Bir cümle içinde bir sonraki kelimeyi tahmin etmek için, o anki kelimedenden önce hangi sözcüklerin geldiğini bilmek gerekmektedir. Bu nedenle RNN'ler NLP gibi zaman değişkeni olan alanlar için iyi çıkarımlar yapmamaktadır. RNN'deki yinelenen (recurrent), bir dizinin her ögesi için (cümledeki kelimeler



gibi) aynı görevi önceki çıktılara bağlı olarak yerine getirmesini ifade etmektedir. Örneğin "Balık denizde yaşar." cümlesinde "deniz" kelimesini tahmin etmek kolay olacaktır. Ancak bağlamlar arası boşluklar arttıkça RNN modelin geçmişten gelen bir bilgiyi kullanması oldukça zor olacaktır. Teorik olarak mümkün olan "uzun-vadeli bağımlılıklar", pratikte büyük problemlere yol açmıştır. Bu problemi çözmek için, uzun vadeli bağımlılıkları öğrenebilen özel bir RNN türü olan Uzun Kısa Vadeli Bellek (Long Short Term Memory - LSTM) ağları kullanılmaya başlanmıştır.

4.3. Uzun Kısa Vadeli Hafıza Ağları

1997 yılında Hochreiter ve Schmidhuber tarafından uzun vadeli bağımlılıkları öğrenebilen özel bir RNN türü olan Uzun Kısa Vadeli Bellek (Long Short Term Memory - LSTM) ağları tanıtılmıştır (Hochreiter ve Schmidhuber 1997). Bu model giriş, unutma ve çıkış olmak üzere 3 kapı, blok girişi, Sabit

Hata Döngüsü, çıkış aktivasyon fonksiyonu ve gözetleme (peep-hole) bağlantılarına sahiptir (Greff vd. 2016). Bloğun çıktısı tekrar bloğun girişine ve tüm kapılarına bağlanmaktadır. Gözetleme bağlantıları ve unutma kapısı ilk geliştirilen yapıda yer almamaktadır. Modelin kendi durumunu sıfırlaması için unutma kapısı, kesin zamanlamaları öğrenmesini kolaylaştırmak için ise gözetleme bağlantıları eklenmiştir (Gers ve Schmidhuber 2000; Gers, Schmidhuber, ve Cummins 1999).

4.4. Kısıtlı (Sınırlı) Boltzmann Makineleri

Kısıtlı Boltzmann Makineleri (Restricted Boltzmann Machines-RBM), Boltzmann Makinelerinin bir türüdür. Girdi seti üzerinde olasılık dağılımını öğrenebilen üretken bir rastgele yapay sinir ağıdır. Aralarında simetrik bağlantı bulunan görünür ve gizli olmak üzere 2 parçalı graftan oluşmaktadır. Bir graf içindeki düğümlerde kendi aralarında bağlantı bulunmamasına rağmen gizli birimler arasında bağlantı bulunmaktadır. Bu kısıtlama, Boltzmann makinelerinin genel sınıfı için mevcut olanlardan daha etkili eğitim algoritmalarına imkan tanımaktadır. Sınırlı Boltzmann Makinelerinin en büyük avantajı katmanlara ait birimlerin diğer katmanın bilinmesi durumunda şartlı olarak bağımsız olmasıdır.

4.5. Derin İnanç Ağları

Kısıtlı Boltzmann Makineleri (Restricted Boltzmann Machines-RBM) en basit anlamda ayrık bir katmanın olmadığı ve her bir nöronun diğer nörona iki yönlü bağlı olduğu bir sinir ağı olarak tanımlanabilmektedir. Birden fazla RBM ağının üst üste yığılmasından Derin İnanç Ağları (Deep Belief Network-DBN) oluşmaktadır. Derin inanç ağları çoklu stokastik, gizli değişken katmanlarından oluşan olasılıksal üretici modellerdir. Gizli değişkenler tipik olarak ikili de-

ğerlere sahiptir ve genellikle gizli birimler veya özellik dedektörleri olarak adlandırılmaktadır.

Üstte bulunan iki katman, simetrik ve aralarında yönlendirilmemiş bağlantılara sahiptir ve ilişkili bir hafıza oluşturmaktadır. Yukarıda yer alan katmandan yukarıdan aşağıya doğru yönlendirilmiş bağlantıları alan alt katmanlar bulunmaktadır. En alt katmandaki birimlerin durumları bir veri vektörünü temsil etmektedir. İki önemli özelliği,

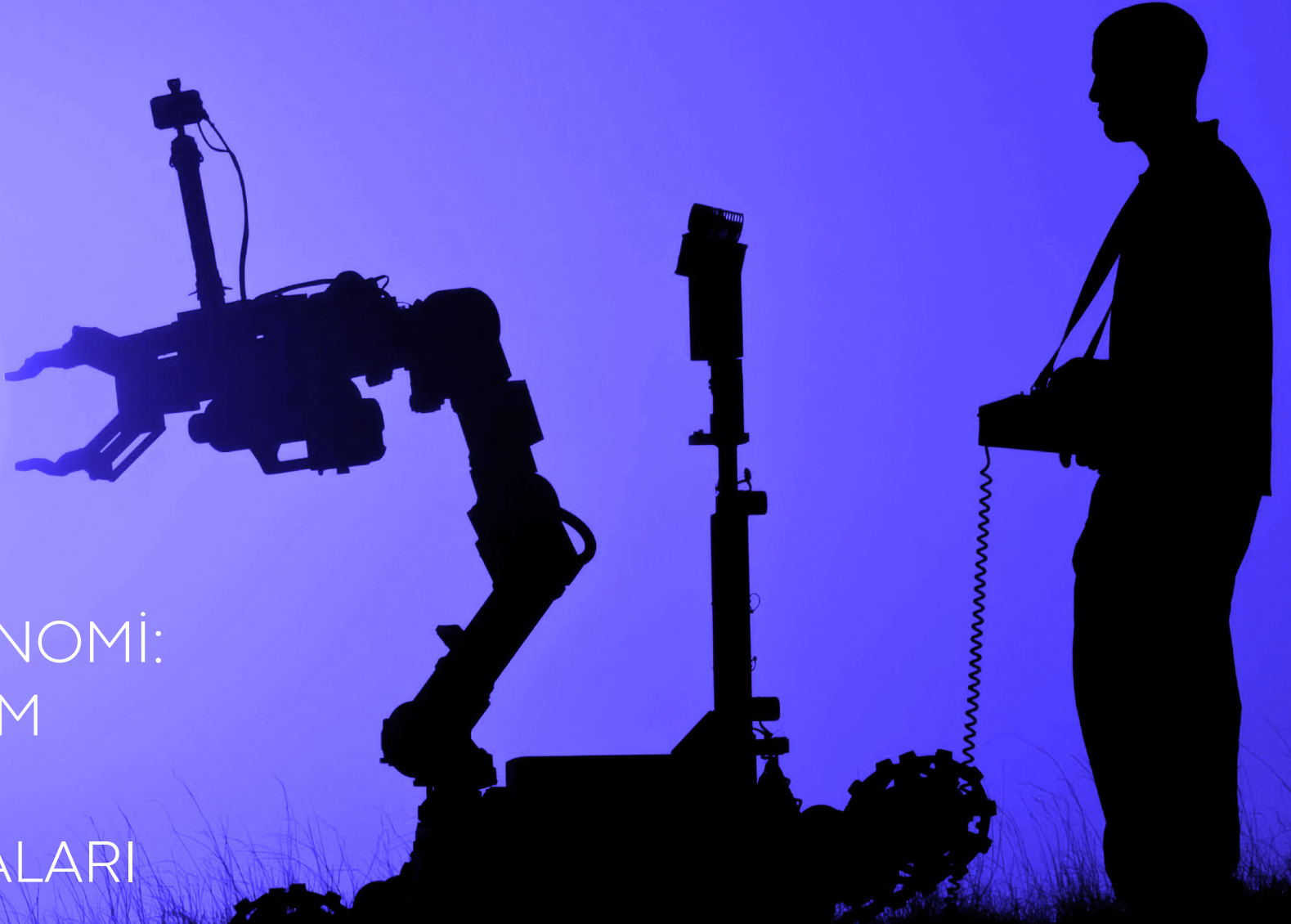
- Bir katmandaki değişkenlerin, yukarıdaki katmandaki değişkenlere nasıl bağlı olduğunu belirleyen, üretici ağırlıkları öğrenmek için yukarıdan aşağıya etkili bir katman-katman prosedürünün bulunması,
- Öğrenmeden sonra, her katmandaki gizli değişkenlerin değerleri, alt katmandaki gözlenen bir veri vektörüyle başlayan ve ters yönde üretici ağırlıkları kullanan tek, aşağıdan yukarıya bir geçişle çıkarılabilir.

Derin öğrenmeyle özellikle görüntü işleme, yüz tanıma, ses tanıma üzerine başarılı çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle otonom araçların başarısında bu algoritmalar büyük önem arz etmektedir.

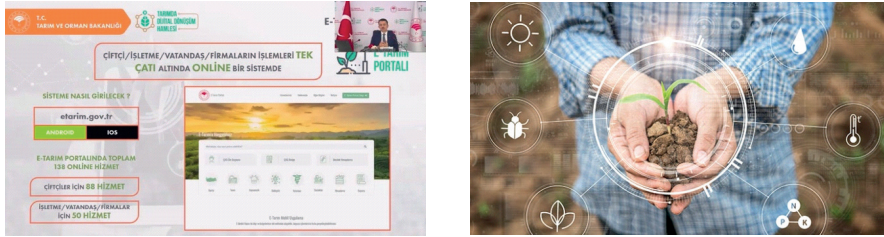
Bir diğer etkin kullanım alanı savunma alanıdır. Özellikle silah üstü optiklere yönelik geliştirilen sistemlere işlemci desteği sağlanması ve hareket eden bütün platformlara yerleştirilen kameralar anlık incelenilmesi gereken veri miktarını büyük ölçüde artırmaktadır. Aynı zamanda nesnelerin birbirleriyle olan ilişkisini metne döken sistemler insan kaynağında büyük oranda tasarruf sağlamaktadır.

5

AKILLI EKONOMİ: AKILLI TARIM TEKNOLOJİ UYGULAMALARI



Ülkemizde 2016 yılında çalışmaları başlayan ve şu an T.C. Orman ve Tarım Bakanlığının da desteğiyle aktif bir şekilde ilerleyerek yaygınlaşan akıllı tarım, e-tarım, akıllı köy uygulamaları çevresel kalkınmaya katkıda bulunmaktadır. Akıllı sistemleri sayesinde toprak ve su kirliliğinin önüne geçerek tarımsal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlayan Akıllı Köy, özel ilaçlama ünitesi, erken uyarı sistemi, sulama yönetimi ve çiftçi bilgilendirme eğitimleri ile çevreci tarımcılıkta Türkiye'deki tüm köyler için model oluşturmaktadır.

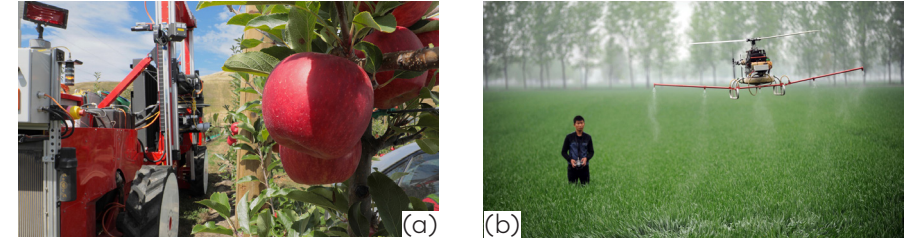


Şekil 23: Akıllı Köy, E-Tarım Uygulamaları

Akıllı tarım uygulamaları bitki ve hayvan bakımında yaygınlıkla kullanılmaktadır. Bitkilerde özellikle görüntü işleme tekniklerinin kullanılmasıyla hastalıkların tespiti, zararlı ve yabancı ot tespiti, coğrafi bilgi sistemleri kullanımı ve toprak analizlerinin yapılmasıyla verim tahmini, bitki tanılama ve tespiti, vejetasyon indekslerinin değerlendirilmesi, yeşil alan indeksi, bitki büyüme değişkenliğinin belirlenmesi, ürün gelişiminin takibi, kök gelişiminin takibi, toprak neminin belirlenmesi gibi uygulamalar yapılmaktadır.

Abundant Robotics firması tarafından geliştirilen elma toplama robotu, elmaları üzerinde bulunan kamera ve sensörlerle olgunlaşma durumunu tespit ederek toplamaktadır. Harper Adams Üniversitesi'nde de arpa dikim, bakım ve hasat için otonom dronlar geliştirilmekte ve test edilmektedir. Drone kullanımlarıyla bitkilerin gelişim durumu, kullanılacak ilaç miktarı, hastalık tehditleri gibi

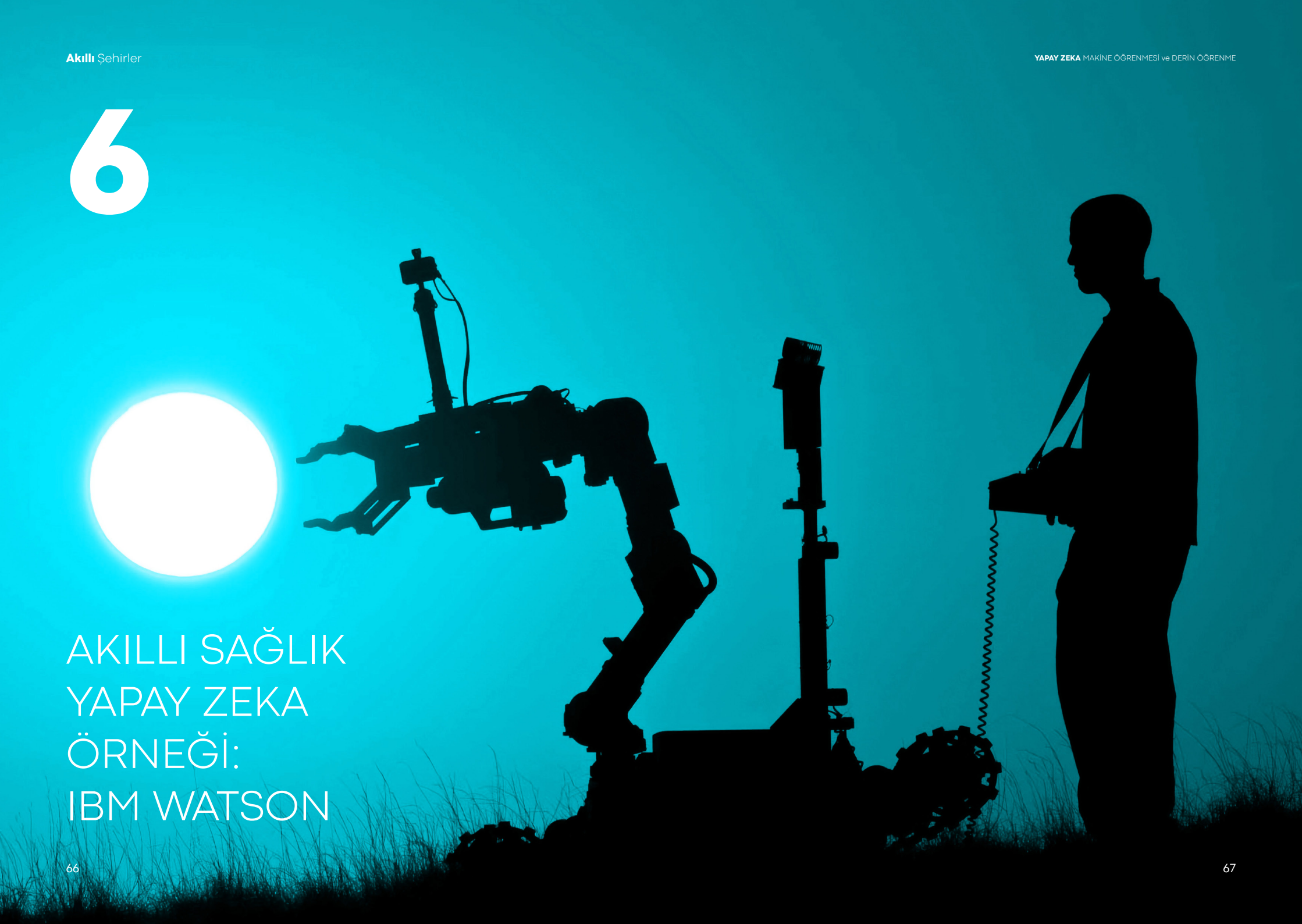
durumlar tespit edilmektedir ve olası olumsuzluklarla mücadele yöntemleri belirlenmektedir. Aynı zamanda GPS, lazer ve ultrasonik konumlandırma kombinasyonunun kullanılması, rüzgâr hızı, topografya ve coğrafya gibi değişkenlerin de hesaplamalara dahil edilmesi ve dronların kullanılmasıyla nokta atışı ilaçlama yapılmaktadır. Hayvansal üretimde ve bakımda ise; yürüyüş analizi ve vücut özelliklerinin ölçümü, vücut kondisyon skorunun belirlenmesi, vücut ağırlığının takibi, topallık tespiti, ağırlı yerlerinin belirlenmesi, vücut sıcaklıklarının belirlenmesi, konumların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Çin'de domuz bakıcılığı yapan bazı çiftçiler üretilen hayvanların kulaklarına takılan RFID çiplerden elde edilen bilgiye göre çalışan yapay zeka sistemiyle hayvanlarının takibi ve sağlık durumlarının tespitini yapmaktadır.



Şekil 24: (a) Abundant Robotics Firması Tarafından Üretilen Elma Toplayan Robot (b) Drone Uygulamaları

6

AKILLI SAĞLIK
YAPAY ZEKA
ÖRNEĞİ:
IBM WATSON



Deep Blue adını verdiği süper bilgisayarıyla IBM, Kasparovla satranç mücadelesindeki başarısıyla insan makine etkileşimine farklı bir boyut kazandırmıştır. İsmi Thomas J. Watson'dan alan Watson isimli süper bilgisayar, IBM tarafından 2011 yılında tanıtılmıştır. ABD'de yayınlanan Jeopardy adlı bilgi yarışmasında insan rakiplerini büyük farkla yenmiştir. Doğal dil işleme özelliği ve bilişsel bilişim (cognitive computing) ile internet ortamının yaklaşık %80'inin oluşturduğu düzensiz veri yapılarının anlayabilmekte ve kendini eğitebilmektedir. Watson süper bilgisayarı beş yıl boyunca eğitildiği Memorial Sloan Kettering Kanser Merkezi'nde (MSK) tedavi karar verme hızlarını önemli ölçüde arttırmıştır (Zauderer vd. 2014). Eğitim sırasında; kan testi sonuçları, patoloji ve tümör boyutu, yeri ve türü hakkında bilgi veren görüntüleme raporları, genetik mutasyon durumları kullanılmıştır. Uygulama verilerinin yanı sıra kapsamlı tıbbi literatür bilgisine de birleştirilmiş kanıta dayalı tedavi planları oluşturulmuştur.

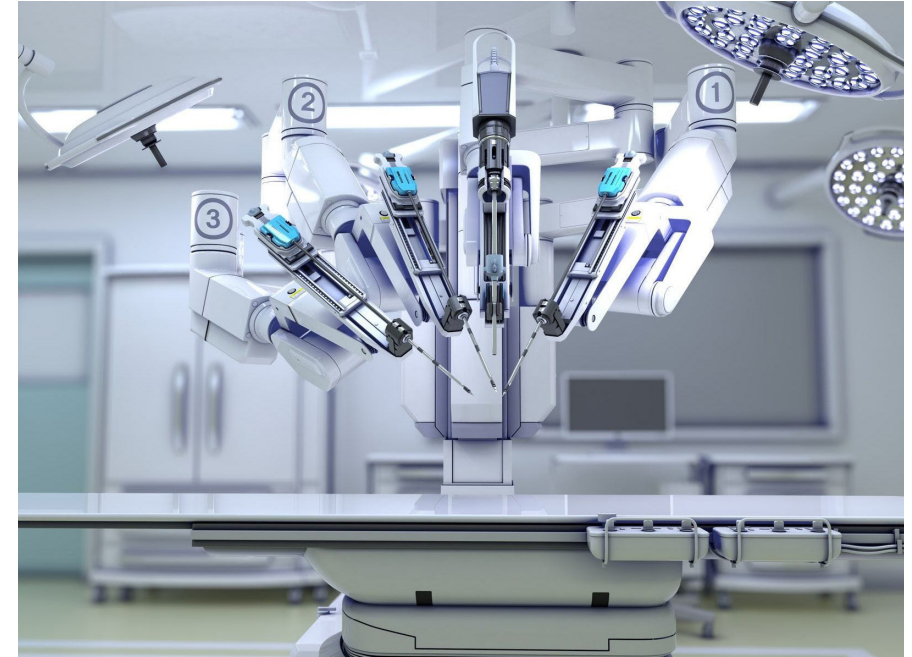


Şekil 25: IBM Watson Onkoloji Tedavi Destek Ekranları

Watson'un öneride bulunduğu tedaviler birden üçüncü evreye kadar olan meme kanserli hastalar için %90'ın üzerinde bir doğruluğa sahip olmuştur. Ayrıca akciğer kanserine yönelik teşhise verdiği önerilerle yarı zamanda tedavinin başlamasına destek olmaktadır.

Teşhis süreleri üzerine Hindistan'da 638 hasta ile Manipal Kanser Merkezi'nde gerçekleştirilen bir araştırma yapılmıştır. Araştırma sonuçlarında hekimlerin hasta verilerini inceleyerek karar verme sürelerinin yaklaşık 20 dakika olduğu, Watson'un bu süreyi 40 saniyeye indirdiği gözlenmiştir. Özellikle zamanla yarışılan hastalıklarda bu denli erken teşhisin yapılması hastaların tedaviye başlama sürelerinin kısalmasına sebep olmaktadır.

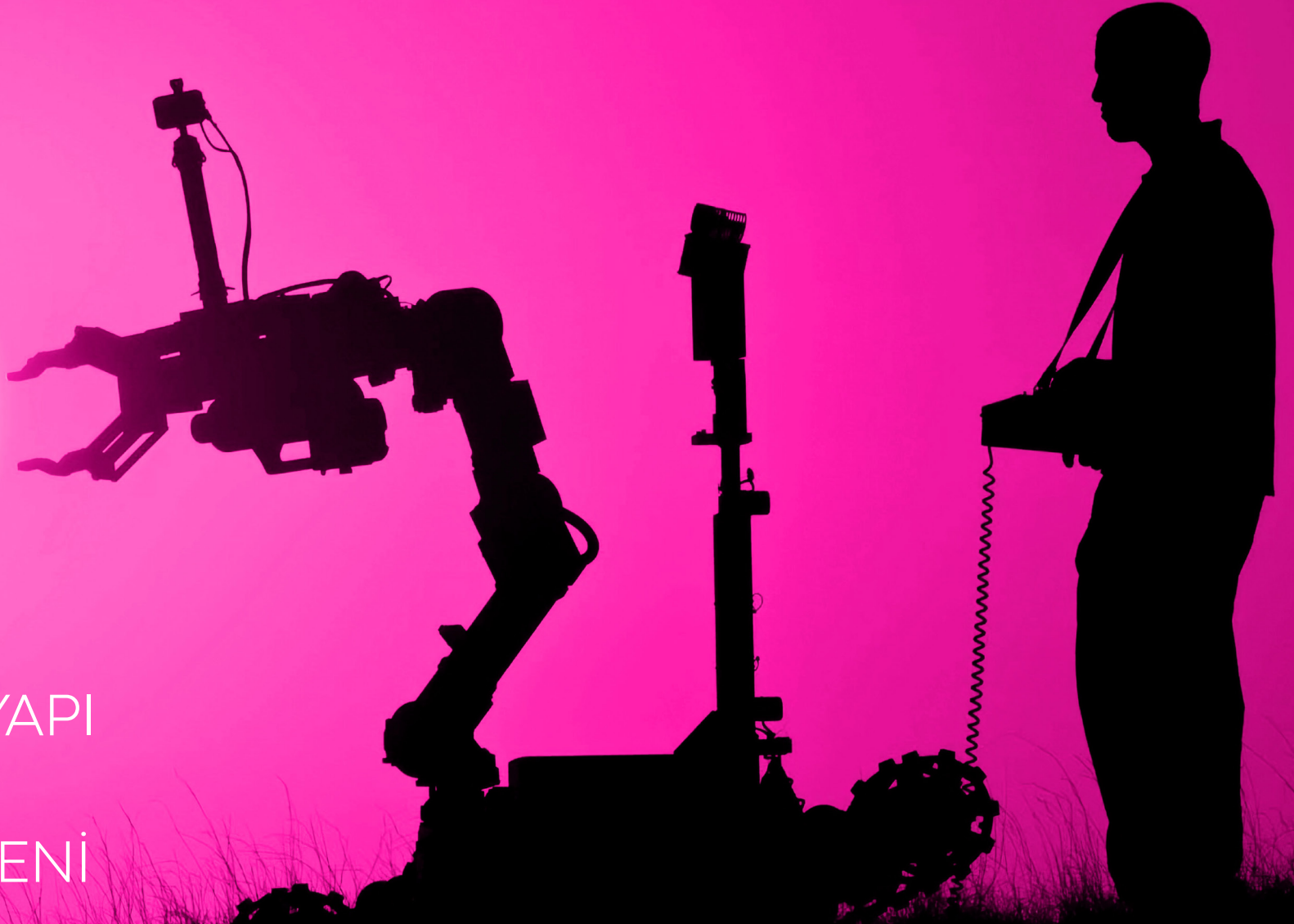
Dünyanın ilk doktorsuz ameliyatını gerçekleştiren Akıllı Doku Otonom Robotu(STAR), ABD'nin başkenti Washington'da bulunan Ulusal Çocuk Tıp Merkezi'nde geliştirilmiştir. Robotik cerrahi sayesinde böbrekteki tıkanıklığı açmak üç saat sürmekte ve hasta, ameliyat yarasının yara bandıyla kapatılmasıyla ertesi gün taburcu olabilmektedir.



Şekil 26: Akıllı Cerrahi Robotları

7

AKILLI ALTYAPI ÖRNEĞİ: FUXING TRENİ



2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında tanımlanan Akıllı Altyapı; Akıllı Çevre, Akıllı Ulaşım ve İletişim Teknolojileri bileşenleri kapsamında kullanılan sensörlerle toplanan veriyi ileten, analiz eden, ölçen, izleyen ve daha gelişmiş performans ve kullanıcı deneyimi için kullanıcı talepleri ve çevredeki değişikliklere akıllı şekilde yanıt verebilen ve kamusal değer oluşturan sistemlerdir.

Bu uygulamalara verilecek bir örnek saatte 350 km hıza ulaşabilen, 2020 Ocak ayında Çin'de hizmet vermeye başlayan dünyanın ilk makinisti olmayan yüksek hızlı akıllı treni Fuxing'dir. Tren 5G teknolojisiyle 2.718 adet sensör yardımıyla gerçek zamanlı veri toplayarak seyahatini sağlamaktadır. Trenin yanı sıra garda yolcular bilet göstermek zorunda kalmadan yüz tanıma yöntemiyle yerlerine yönlendirilmektedir. Yolcuların bagajlarıyla ise robotlar ilgilenmektedir. Trenin iç döşemesinde de akıllı çözümler kullanılırken, her bir koltukta dokunmatik ekran ve kablosuz şarj yuvası bulunmaktadır. Toplamda 10 istasyon bulunan güzergahta, yolculara yardımcı olması amacıyla robotlar ve yüz tanıma teknolojileri kullanılmıştır. Diğer bir uygulama örneği ise yine Çin'de, Manyetik Levitasyon (Magnetic Levitation) teknolojisi kullanılarak saatte 600 km hıza ulaşması öngörülen bir hızlı tren projesidir.



Şekil 27: (a) Fuxing Hızlı Treni (b) Shanghai Manyetik Levitasyon Treni

8

OTONOM ARAÇLAR VE YASAL DÜZENLEMELER



Otonom araçlar, çevresini algılayabilen, mümkün olan en az insan girdisiyle hatta hiç girdi olmadan hareket edebilen araçlar olarak tanımlanmaktadır. Teknolojik gelişim aşamaları göz önünde bulundurulduğunda araçlar altı alt başlıkta incelenmektedir;

- 1- Tüm kontrolün sürücüde olduğu sistemler,
- 2- Sürücünün aracı hareket ettirdiği, teknolojik donanımın sürücüye yardımcı olduğu sistemler,
- 3- Sürücünün sistemi gözettiği, sistemin sadece tanımlanan zamanlarda devreye girdiği sistemler (örneğin şerit takibi özelliğiyle sürücünün şeritten sapması halinde aracı yola geri döndüren sistemler)
- 4- Sürücünün gerekli hallerde sürüşe müdahale edebildiği yarı otomatik olarak adlandırılan sistemler,

5- Tanımlanan bir alan çerçevesinde (örneğin otomatik park etme özelliği) kendiliğinden hareket etme kapasitesine sahip sistemler,

6- Bir sürücü tarafından izlenmeye veya kontrol edilmeye ihtiyaç duymadan yüksek otomasyonla kendiliğinden hareket etme kapasitesine sahip, tamamen sürücüsüz olarak hız limitini ve tüm sürüş risklerini hesaplayarak optimize eden otomatize sistemler.

Otonom araçlar pek çok başlık altında gelişimini sürdürmektedir. Bunların içinde insansız hava araçlarının (İHA), insansız yük taşıma araçlarının ve sürücüsüz arabaların gündelik hayat kullanımında yaratacağı etkiler nedeniyle avantajları ve dezavantajlarıyla sıklıkla irdelenmektedir.

Otonom arabaların ilk örnekleri 1925 yılında Houdina Radio Control firması tarafından New York City'de radyo kontrolü ile gösteri amaçlı yürütülen Amerikan Wonder girişimi ve sonrasında 1980

yılında Mercedes-Benz mühendisi olan Ernst Dickmanns tarafından tasarlanan ve kamera görüntüsü ile kendini süren robotik araç olarak gösterilmektedir. DARPA'nın desteklediği otonom kara aracı (Autonomous Land Vehicle) Amerika'da ilk yol takibi performansını sergilemiştir. Araç, kamera görüntülerini, lazer radarını ve robot kontrol mekanizmalarını kullanarak saatte 30 kilometre hız yapabilmekteydi. Tamamen sensör bazlı (yani GPS veya herhangi bir harita bilgisi olmaksızın) ilk arazi (off-road) sürüşünü 1987 yılında gerçekleştirmiştir. Gerçekleştirilen bu deneme sürüşünü, bulunduğu yeri hiç bilmeyen bir insanın direksiyon başına geçip, 600 metrelik yokuşları, dönemeçleri, kayaları, bitki örtüsü ile karmaşık bir arazi yapısına sahip yolda aracı bir noktadan diğerine sürmesi şeklinde düşünebilirsiniz. Günümüzde 12 şirket aktif olarak otonom araçların geliştirilmesi konusunda çalışma yapmakta ve test sürüşlerini devam ettirmektedir. Şirketler ve yürütmekte oldukları projeler sırasıyla; Audi "Piloted Driving", BMW "Electronic co-pilot system", Ford "Automated Fusion Hybrid", General Motor "Super

Cruise" ve "Chevy EN-V", Lexus "Advanced Active Safety Research Vehicle", Mercedes-Benz "Mercedes-Benz Intelligent Drive", Nissan "Autonomous Drive", Tesla "Auto Pilot", Volkswagen "Temporary Auto Pilot", Volvo "Drive Me", Google "Driverless Car Project" ve Bosch "Autonomous Vehicle" biçimindedir (Karlqvist ve Sundbeck 2016)(Lari, Douma, ve Onyiah 2015). UBER firması da 2015 yılı başı itibarıyla kendisine ait otonom araçların testlerini farklı ülkelerde yapmaya başlamıştır (Watts 2016).

Genel donanım olarak otonom araçlar, lazer, radar, lidar, GPS (Küresel Konumlama Sistemi) ve kameralar sayesinde çevrelerini algılamaktadır. Radarlar radyo dalgaları kullanarak objelerin mesafe, yükseklik, yön ve hızlarını belirlemektedir. Lidarlar benzer amaçlar için optik ışıkları kullanmaktadır. Gelişmiş kontrol sistemleri, bu sensörlerden gelen işaretleri uygun sürüş rotalarını belirlemede ve çevrede bulunan trafik öğelerini (insanlar, araçlar, yollar, kaldırımlar, vs.) tanımadaki kullanmaktadır. Sensör verileri, araba haritalarının güncellemesi için kullanılmakta, böylece aracın harita sisteminde bulunmayan dinamik objeler ve hatta statik yolların bile haritalara eklenmesine olanak sağlanmaktadır. Tüm bu süreç sonunda güvenli bir sürüş deneyimi elde edilmektedir.

Otonom araçların trafikte yaygın kullanımından önce birçok açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda teknik, yasal, trafik güvenliği, çevresel etkiler, pazar penetrasyonu ve etik açılarından incelemeler ve tartışmalar sürmektedir. Dünya Elektrik Elektronik Mühendisleri Odası (IEEE) tarafından yayınlanan bir makalede 2040 yılında trafikte kullanılan araçların %75'inin otonom araçlardan oluşacağına dair öngöründe bulunmaktadır (Read 2012). Bu durumda bu araçların trafikte yaygın kullanımında ortaya çıkma ihtimali olan sürüş kuralları ihlalleri, kazaların oluşması halinde uygulanacak cezai işlemler, oluşabilecek tehditlerin önüne geçilmesine yönelik yasaların oluşturulmasına dair çalışma ve düzenlemelerin yapılması gibi başlıklar ortaya çıkmaktadır.



Motorlu araçlarla ilgili uluslararası ilk anlaşma Paris'te, 1909 yılında "Motorlu Araçların Uluslararası Dolaşımı Sözleşmesi" ismiyle imzalanmıştır. Bu anlaşmayı takip eden "Motor Trafik Sözleşmesi" ise 1926 yılında imzalanmıştır. 1949 yılına gelindiğinde ABD'de dâhil 95 ülkenin imzaladığı Cenevre Karayolları Trafik Sözleşmesi ve 1968 yılında 48 ülke tarafından imzalanan Viyana Sözleşmesi bu alanda gerçekleştirilen daha kapsamlı anlaşmalardır. İmzalanan sözleşmelerde araçların bir sürücü tarafından kullanılması gerektiği hususları temel esas olarak düzenlenmiştir (Yetim, 2016). 2012 Kaliforniya ve 2017 Alman trafik kanunlarına eklenen maddelere göre de araçların sürücü müdahalelerine elverişli olmaları gerekmektedir. Her ne kadar yüksek teknolojinin kullanımıyla otonom arabaların insan hayatının güvenliğinin sağlanması konusunda hassasiyetlerinin yüksek tutulmasına yönelik çalışmalar yoğunlukla gerçekleştirilse de yine de bu araçların bir kazaya karışması halinde ölümlere neden olabileceği ve bu durumda nasıl bir yol izleneceğine dair yaptırımların oluşturulmasının gerekliliği tartışılmaktadır. Motorlu Araç Regülasyonları Uyumlaştırma Dünya Forumu'nda (WP.29) otonom bir aracın tahmin edilebilir ve önlenilecek, yaralanma ve ölümlerle sonuçlanan bir kazaya sebebiyet vermemesi gerektiğini belirtilmiştir (FORTY, 2002). Aynı forumda araçların yazılım güncellemeleri, kara kutu bulundurması, siber saldırılara karşı korunması gibi konuların uluslararası regülasyonlarla düzenlenmesi gerektiği öngörülmüştür (FORTY, 2002).

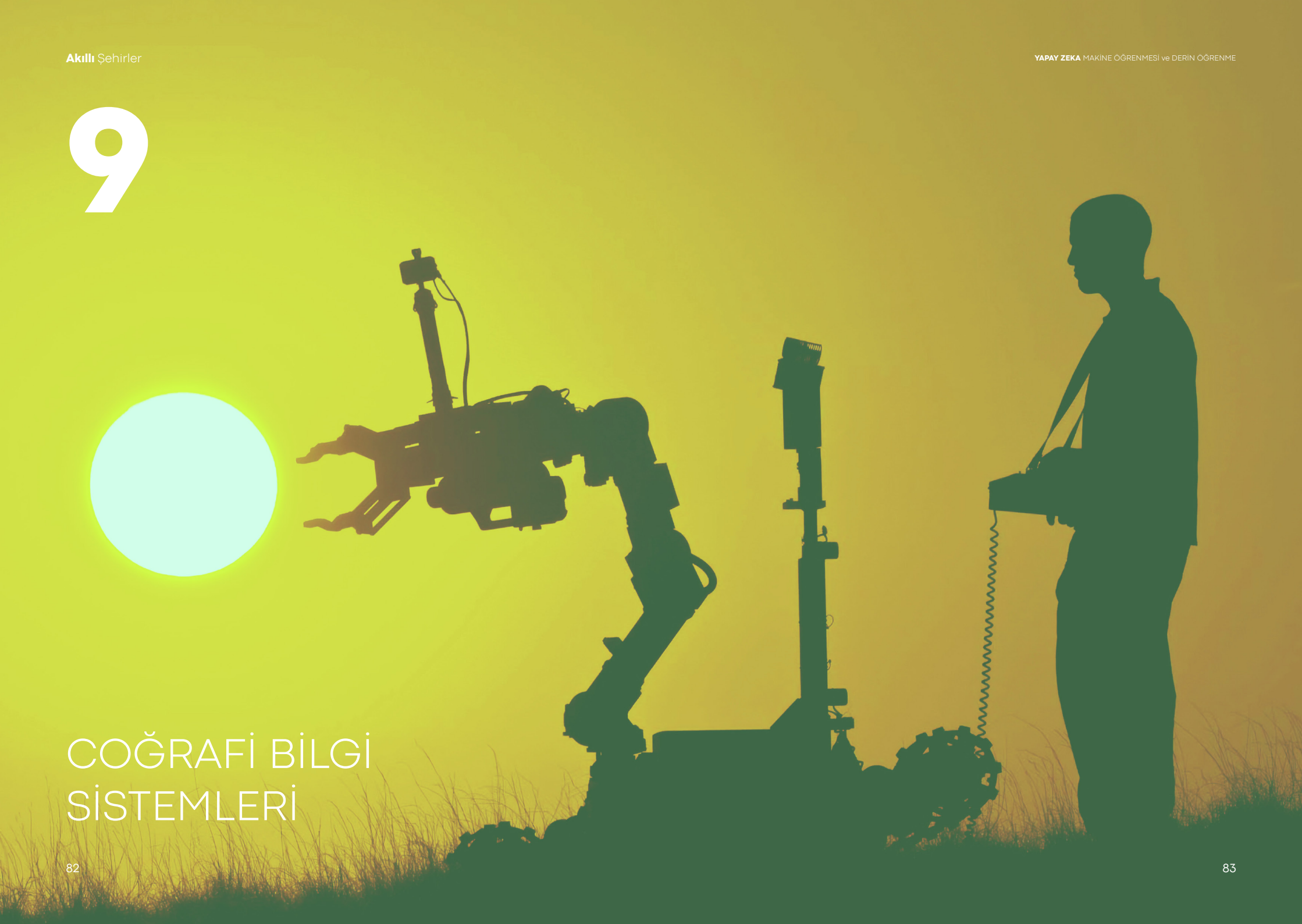
Otonom araçlarla ilgili ilk yasal düzenlemeler Amerika Birleşik Devletleri, Nevada Eyaletinde 2011 yılında yapılmıştır. Daha sonra sırasıyla Kaliforniya, Florida ve Michigan eyaletlerinde de benzer düzenlemelere gidilmiştir (Autonomous Vehicles | Self-Driving Vehicles Enacted Legislation n.d.). Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığı, 2016 yılında otonom araçlarda yolcu bilgilerini koruma ve kaza durumunda yapılacaklarla ilgili standartları yayınlamıştır (U.S. Department of Transportation n.d.). Avrupa Birliği ülkelerinde halen geçerli olan Cenevre ve Viyana sözleşmeleri nedeniyle

otonom araçların kullanılması henüz serbest değildir. Ancak sürücüsüz araçların testine ilişkin yasal düzenlemelerin Avrupa üye ülkelerinden İngiltere, Almanya, Fransa, Hollanda, İsveç, Asya ülkelerinden Japonya ve Singapur'da yapıldığı görülmektedir. Hollanda'da bu araçlara ilişkin başarılı çalışmalar aktif biçimde yürütülmektedir. Türkiye'de test sürüşü başlayan yerli üretimi yapılmış bir otonom araç bulunmamaktadır. Ülkemiz, Cenevre ve Viyana sözleşmelerine taraf olması nedeniyle bu araçların aktif test ve sürüş deneyimlerinin yaşanmasına yönelik durumlarda 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu, 4925 sayılı Karayolu Taşıma Kanunu, 5393 sayılı Belediye Kanunu ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanununda yanı sıra Karayolları Trafik Yönetmeliği, Karayolu Taşıma Yönetmeliği, Araçların İmal, Tadil ve Montajı Hakkında Yönetmelik, Belediye Zabıta Yönetmeliği, Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği, Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, gibi yönetmeliklerde düzenlemelere gitmesi gerekmektedir.



9

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ



Coğrafi Bilgi Sistemleri farklı sektörlerde mekânsal etkileşim olan coğrafi verinin; üretilmesi, temini, depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, kıymetlendirilmesi, analiz edilmesi, paylaşılması, görselleştirilmesi, sunulması ve güncel tutulması için gerekli olan donanım, yazılım, insan kaynağı, standartlar ve yöntemler bütünü olarak tanımlanmaktadır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Coğrafi Bilgi Sistemleri n.d.).

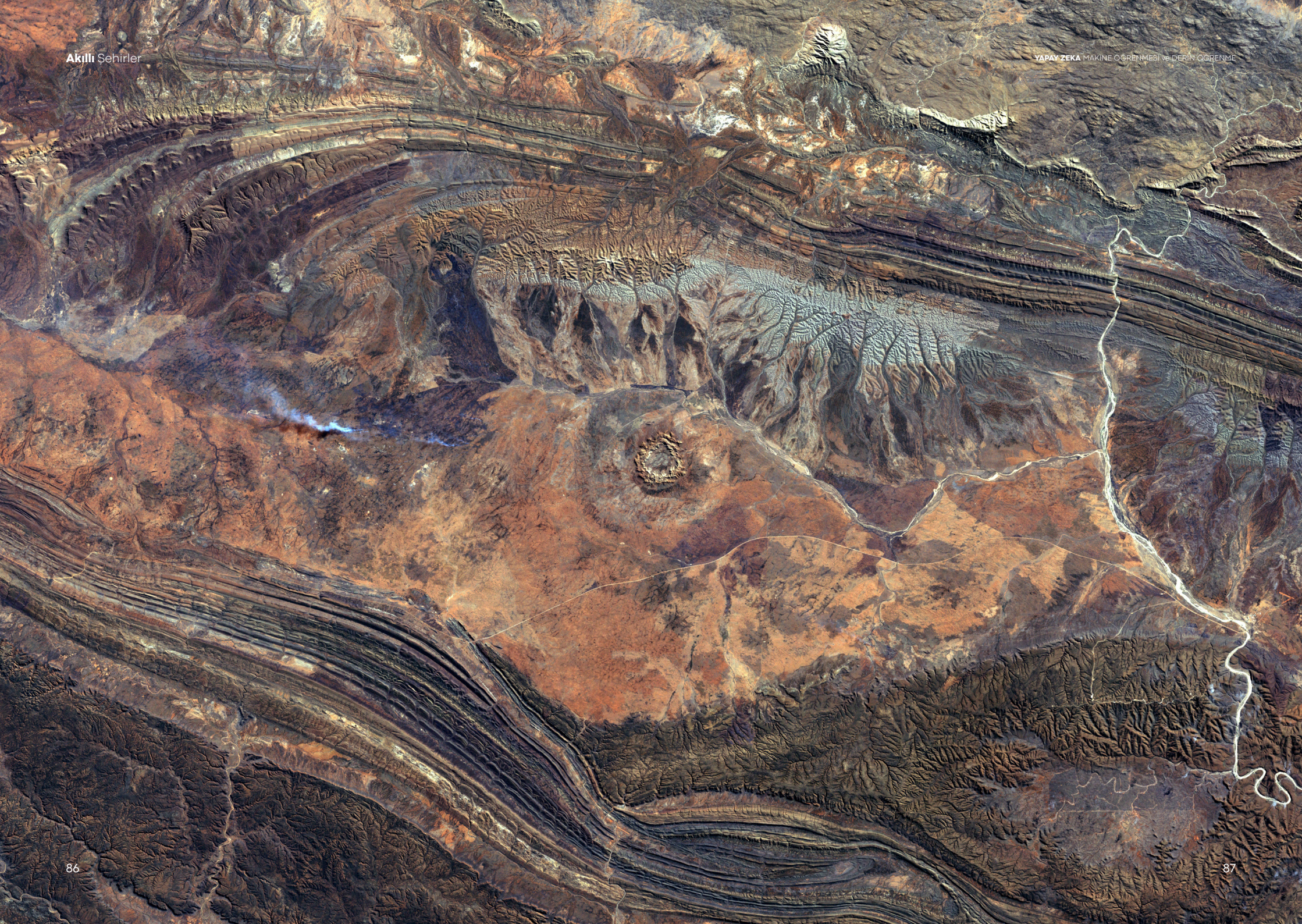
Günümüzde kamu kurumları, yerel yönetimler, özel sektör, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve vatandaşlar tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması; üretilen verilerin kalitesi, üretim metodolojileri, maliyetleri, saklama yöntemleri ve etkin kullanımı konusunda ulusal ölçekte yeni politika ve stratejilerin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur (Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü n.d.).

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hayata geçirilen TUCBS Atlas Uygulaması (www.atlas.gov.tr), coğrafi bilgi sistemleri açısından ülkemizdeki en kapsamlı veritabanına sahip uygulamadır. Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu çerçevesinde ortaya konulan portalda 766 kayıtlı coğrafi servis, 7.687 kayıtlı coğrafi katman, toplam 258.357 metaveri içerilmektedir. İçeriği her geçen gün zenginleştirilen bu portalda coğrafi veri üreticisi olan kurum ve kuruluşlarca üretilen coğrafi veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'nce yayınlanmaktadır.

Ülkemizde gerçekleştirilen kamu projelerine bir örnek Afet Yönetim ve Karar Destek Sistemidir (AYDES). Sistem afet ve acil durum yönetimine ilişkin süreçlerin etkin bir biçimde yürütülebilmesi için kurgulanmış bir bilişim sistemi olup, masaüstü, coğrafi bilgi sistemi destekli web uygulamaları (iki boyutlu ve üç boyutlu) ve mobil uygulamaları içeren, birçok kurum içi ve dışı sisteme ve uygulamaya bağlı bütünsel bir platform olarak tasarlanmıştır.

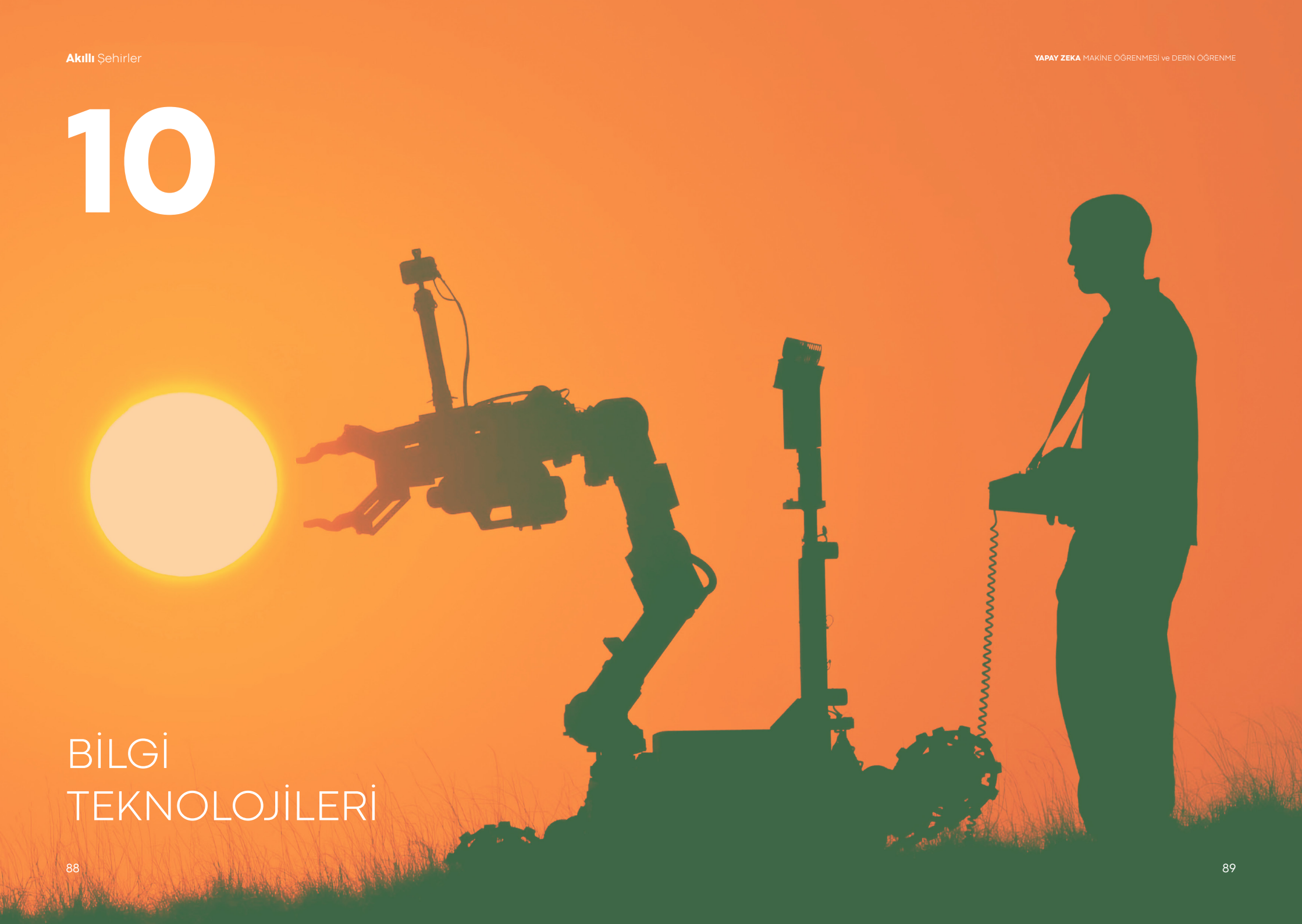


Şekil 28: AYDES Karar Destek Sistem Girişi



10

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ



Bilgi teknolojileri şehre yerleştirilen farklı sensörlerden (ses, görüntü, yazı vb) elde edilen bilginin toplanması, işlenmesi, işletilmesi, analizi ve paylaşılması gibi süreçlerin bilişim teknolojilerinin kullanılmasıyla yapılmasını sağlamaktadır. Akıllı şehir kapsamında bilgi teknolojileri, şehir yönetimi, enerji, ulaşım, altyapı gibi birçok hizmete yatacak olarak destek vermektedir. Akıllı şehir uygulamalarının tüm alt başlıkları bilgi ve iletişim teknolojilerine bağlıdır. Bu alandan çıkan tüm iyileştirme, yenileme ve geliştirme çalışmalarıyla ortaya çıkan teknoloji şehir yaşamının kolaylaştırılmasında etkin rol oynamaktadır. Akıllı şehirde uygulanan tüm alt başlıkların birlikte çalışmasını, senkronizasyonunu, açık verinin yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Birçok anlamda verimliliği ve etkin kaynak kullanımını desteklemektedir.

Bu kitapçıkta bahsedilen teknolojik gelişmeler bu başlığa uygulama örneği olarak verilebilir. Örneğin, 3D-4D yazıcılar kullanılarak üretilen ürünler, protezler, dağıtım nesne mo-



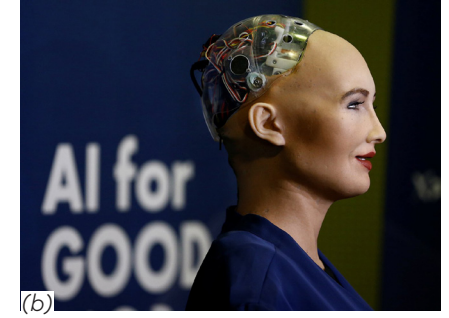
delleri, ağ aktarımları, kablo ağları ve özerk robotlar verilecek örnekler arasındadır. Robot teknolojileri günümüzde birçok alanda birçok görünümde hayatın parçası olmaya başlamıştır. Dünyanın ilk insansı robotu "Asimo", 1986 yılında Honda Araştırma ve Geliştirme Merkezi tarafından Japonya'da tasarlanmış ve üretilmiştir. Asimo 130 santimetre yüksekliğinde 54 kilogram ağırlığında ve görüntü olarak sırt çantası giyen bir astronota benzemektedir. İki ayak üstünde saatte 6 kilometreye varan bir hızda yürüyebilme ve koşabilme yetisinde sahiptir. Asimoyla birlikte gelişen robot teknolojileri endüstride aktif olarak üretimde kullanmaya başlanmıştır. 2015 yılında Çin'in Dongguan şehrinde cep telefonu modülleri üreten Çinli bir şirket, insanların bulunmadığı ve tamamen robotlardan oluşan fabrikasını kurmuştur. Fabrikada bulunan robotlar, bilgisayarlar üzerinden kontrol edilmektedir. İnsanlar yalnızca merkezi kontrol sistemindeki bilgisayarlar üzerinden kontrolü sağlamaktadır. Toplam 60 robotun bulunduğu fabrikada robotlar, 10 farklı üretim bandında çalışmaktadır. Hanson Robotics'in beyin takımı tarafından geliştirilen "Sophia" yapay zeka teknolojisinin bir ürünü olarak 2017'de tanıtılmıştır. Suudi Arabistan tarafından verilen vatandaşlıkla, dünyanın ilk vatandaşlık almış robotu olarak tarihe geçmiştir. Yapay zeka ile gerçekleşen tasarım, insanların sorularına akıllıca ve esprili cevaplar verebilme yeteneğine sahip olduğu için medyada da ilgi görmektedir. Disney tarafından geliştirilen "Gaze" nefes alıp vermesi ve herhangi bir iş yaparken karşısına gelen birini fark ederek o kişiye özel tepkileri ile dikkatleri üzerine çekmektedir. Gelişen teknoloji sayesinde ilerleyen dönemlerde birçok alanda hayatın bir parçası olacak olan robotlar bilgi teknolojilerinin en dikkat çekici çalışma alanıdır.



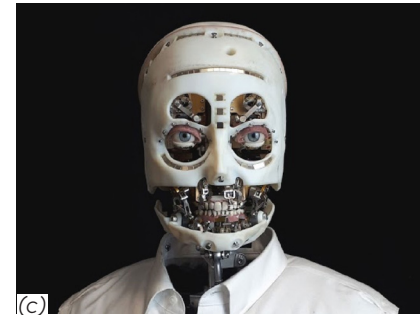
Şekil 29: Çin'de Faaliyet Gösteren İnsansız Fabrika



(a)



(b)



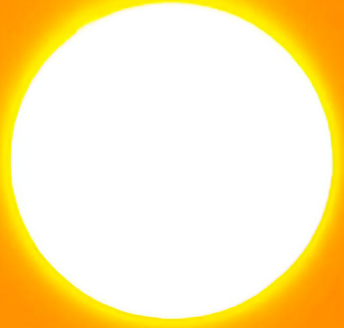
(c)



(d)

Şekil 30: Dünyada Robot Teknolojilerine Örnekler (a) ASIMO (b) Sophia (c) Gaze (d) Megabots

11



SONUÇ

Yapay zeka, makine öğrenmesi, derin öğrenme teknolojileri mikro ölçekte insan hayatının kalitesini arttırmayı amaçlarken, makro ölçekte dünyadaki hayat kalitesinin artırılmasını hedeflemektedir. Tarihsel gelişiminden bu yana makinelerin tasarlanmasındaki temel amaç, insanın ve doğanın kapasitesini ve verimliliğini arttırmak için destek sağlayacak sistemlerin oluşturulmasıdır.

Akıllı şehir birçok kavramı ve sektörü içerisinde barındıran bir yapılandırma. Özellikle nesnelerin interneti kavramının (internet of things-IOT) hayatımıza girmesi, nesnelerin akıl kazanması, hayatı hızlandırmış ve verimliliği arttırmaya başlamıştır. Elde edilen veriler yapay zeka, makine öğrenmesi, derin öğrenme teknolojileriyle entegre edilmiş, geleneksel ürünler ve hizmetler teknolojik asistan ve bütünleşik hizmetlere dönüşmüştür. Günümüzde akıllı şehir uygulamaları günlük hayatta fark edilmese dahi genel etkisi çok yüksek olan tasarruflarda bulunmasına katkı sağlamakta ve hayat kalitesini yükseltmektedir. Örneğin şehirlerde trafik kontrolünü sağlayan kameralar ve adaptif sistemler günlük rutin güzergahlarda ortalama 15-30 dakika zaman tasarruf sağlamaktadır. İstanbul'da çok sayıda kavşakta kullanılan ATAK sistemi trafik yoğunluğunu hafifleterek seyahat süresini %20 oranında kısaltmaktadır. Bu sistemler zaman tasarrufu sağlarken kullanılan yakıtı düşürmekte ve karbon salınımını da azaltarak çevre kirliliğinin önlenmesinde etkin rol almaktadır. Yine akıllı sulama sistemleri ile geleneksel sistemlere göre günlük 25-80 litre su tasarrufu sağlanabilmektedir. Akıllı tarım uygulamaları sera etkisi emisyonlarında yüzde 10-15 oranında azalmanın oluşmasına destek vermektedir. Aynı zamanda ürün kalitelerinin ve besin oranlarının artırılmasına ve kaynak kullanımlarındaki bilincin yükseltilmesine katkı sağlamaktadır. Akıllı atık toplama sistemleri şehirde atıklardan kaynaklanan salgınların ve çevre kirliliğinin önüne geçmektedir. San Francisco merkezli bir kuruluş, çöp kutularının içlerine yerleştirdiği sensörlerin yardımıyla doluluk oranını ölçümlemekte ve çöp toplama güzergahını optimize etmektedir. Boston ve Baltimore'da

da gerçek zamanlı sensör verilerinin kullanılmasıyla çöp toplama verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Bu sistemlerin öğrenme algoritmalarıyla desteklenmiş bir basamağı Chicago'da kullanılmaktadır. Bu sistem daha önce elde edilen verilerden yola çıkmakta, çöp kutularının ne zaman dolacağına yönelik öngörü analizleri gerçekleştirmektedir. Bir diğer uygulama akıllı aydınlatmalardır. Akıllı aydınlatma sistemleri ile araçların ve insanların hareketlerine yönelik veri toplanmakta ve bu veriler tarihsel ve bağlamsal verilerle birleştirilerek analiz edilmektedir. Dış koşullara göre ışıkların kısılması, artırılması, açılması veya kapanması otomatik olarak gerçekleştirebilmektedir. Akıllı aydınlatma sistemleri aynı zamanda şehirde yaşanan suç oranlarının da azaltılmasında etkili olmaktadır. Kamera sistemiyle akıllandırılan harekete duyarlı bu sistemler şehir içinde yer alan nesnelere gelen bilgilerin analiziyle cinayet, trafik kazası ve yangınlardan kaynaklanan ölümlerde %8-10 oranında azalma, suç oranlarında %30-40 oranında azalmanın yaşanmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak akıllı şehirler, öğrenen nesne ve sistemlerle donatılmış, hayatı verimli kılmayı amaçlayan yapılandırmalardır. Bu doğrultuda akıllı şehirler kapsamında gerçekleştirilen yatırımların ve projelerin, yapay zeka, makine öğrenmesi ve derin öğrenme sistemlerini şehirlik hizmetlerinin daimi bir parçası haline getirmeye yönelik planlanması gerekmektedir.

Kaynakça

"Autonomous Vehicles | Self-Driving Vehicles Enacted Legislation." National Conference of State Legislatures. <https://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx> (March 7, 2021).

Bengio, Yoshua. 2009. Learning Deep Architectures for AI. Now Publishers Inc.

Bishop, Jeffrey B vd. 1997. "Classification of Low Back Pain from Dynamic Motion Characteristics Using an Artificial Neural Network." Spine 22(24): 2991–98.

Bukar, Ali M, and Hassan Ugail. 2017. "Facial Age Synthesis Using Sparse Partial Least Squares (the Case of Ben Needham)." Journal of forensic sciences 62(5): 1205–12.

"Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü." <https://cbs.csb.gov.tr>.

Copeland, B Jack. 2004. The Essential Turing. Clarendon Press.

Deng, Li, and Dong Yu. 2014. "Deep Learning: Methods and Applications." Foundations and trends in signal processing 7(3–4): 197–387.

FORTY, Inland Water Transport O N I T S. 2002. "Economic Commission For Europe Inland Transport Committee."

Fukushima, Kunihiko, and Sei Miyake. 1982. "Neocognitron: A Self-Organizing Neural Network Model for a Mechanism of Visual Pattern Recognition." In Competition and Cooperation in Neural Nets, Springer, 267–85.

Gers, Felix A, and Jürgen Schmidhuber. 2000. "Recurrent Nets That Time and Count." In Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks. IJCNN 2000. Neural Computing: New Challenges and Perspectives for the New Millennium, IEEE, 189–94.

Gers, Felix A, Jürgen Schmidhuber, and Fred Cummins. 1999. "Learning to Forget: Continual Prediction with LSTM."

Greff, Klaus vd. 2016. "LSTM: A Search Space Odyssey." IEEE transactions on neural networks and learning systems 28(10): 2222–32.

Hochreiter, Sepp, and Jürgen Schmidhuber. 1997. "Long Short-Term Memory." Neural computation 9(8): 1735–80.

Hoskins, Josiah Collier, and D M Himmelblau. 1988. "Artificial Neural Network Models of Knowledge Representation in Chemical Engineering." Computers & Chemical Engineering 12(9–10): 881–90.

Hubel, David H, and Torsten N Wiesel. 1968. "Receptive Fields and Functional Architecture of Monkey Striate Cortex." The Journal of physiology 195(1): 215–43.

Karlqvist, Josefin, and Louise Alinde Sundbeck. 2016. "Challenges of Using Autonomous Drive Technology for Autonomous Transports in Car Manufacturing."

Lari, Adeel, Frank Douma, and Ify Onyiah. 2015. "Self-Driving Vehicles and Policy Implications: Current Status of Autonomous Vehicle Development and Minnesota Policy Implications." Minn. JL Sci. & Tech. 16: 735.

LeCun, Yann, Yoshua Bengio, and Geoffrey Hinton. 2015. "Deep

Learning." nature 521(7553): 436–44.

LeCun, Yann, Léon Bottou, Yoshua Bengio, and Patrick Haffner. 1998. "Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition." Proceedings of the IEEE 86(11): 2278–2324. McCulloch, Warren S, and Walter Pitts. 1943. "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity." The bulletin of mathematical biophysics 5(4): 115–33.

Nilsson, Nils J. 2009. The Quest for Artificial Intelligence. Cambridge University Press.

Piccinini, Gualtiero. 2004. "The First Computational Theory of Mind and Brain: A Close Look at Mcculloch and Pitts's 'Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity.'" Synthese 141(2): 175–215.

Read, R. 2012. "IEEE Says That 75% of Vehicles Will Be Autonomous by 2040." Car Connection.

Swade, Doron, and Charles Babbage. 2001. Difference Engine: Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer. Viking Penguin.

"T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Coğrafi Bilgi Sistemleri." <https://www.akillisehirler.gov.tr/cbs/>.

Turing, Alan M. 1980. "Computing Machinery and Intelligence." Creative Computing 6(1): 44–53.

Turing, Alan Mathison. 1990. "The Chemical Basis of Morphogenesis." Bulletin of mathematical biology 52(1–2): 153–97.

U.S. Department Of Transportation. "Federal Automated Vehicles Policy: Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety." : 116. <https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/AV>

policy guidance PDF.pdf (March 7, 2021).

Watts, Jake Maxwell. 2016. "World's First Self-Driving Taxis Hit the Road in Singapore." The Wall Street Journal.

Yetim, Servet. 2016. "Sürücüsüz Araçlar ve Getirdiği/Getireceği Hukuki Sorunlar." Ankara Barosu Dergisi (1).

Yosinski, Jason vd. 2015. "Understanding Neural Networks through Deep Visualization." arXiv preprint arXiv:1506.06579.

Yüksel, Yücel. 2006. "Puslu Mantık ve Felsefî Arka Planı." Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Zauderer, Marjorie Glass vd. 2014. "Piloting IBM Watson Oncology within Memorial Sloan Kettering's Regional Network."

Akıllı şehirler özünde sürekli öğrenen nesne ve sistemlerle donatılmış, hayatı verimli kılmayı amaçlayan yapılanmalardır. Bu amaca hizmet eden uygulamaların başında yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gelmektedir. Bu teknolojiler mikro ölçekte insan hayatının kalitesini iyileştirmeyi amaçlarken, makro ölçekte dünyadaki yaşam kalitesinin artırılmasına hizmet etmektedir. Elinizdeki bu eser akıllı şehir teknolojileri arasında önemli bir yer eden yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme hakkında hem teorik bilgileri hem de dünyanın farklı yerlerinden uygulama örneklerini içermektedir.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi



www.akillisehirler.gov.tr