



YAPAY ZEKA

Temel Bilgiler, Kavramlar, Yöntemler

Dr. Atilla YARDIMCI

 osbukorg

 Osbuk_org

 osbuk_org

 OSBustkurulusu

www.osbuk.org.tr



YAPAY ZEKA

Temel Bilgiler, Kavramlar, Yöntemler

Dr. Atilla YARDIMCI
Bilişim ve İş Geliştirme Müdürü

Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu

Ankara, 2024

Tüm haklar saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü, yazarın ve Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu (OSBÜK)’nun önceden yazılı izni olmaksızın mekanik, elektronik, fotokopi yoluyla veya başka herhangi bir şekilde çoğaltılamaz. Eserin bazı bölümleri veya paragrafları, sadece araştırma ve özel çalışma amacıyla, yazarın adı soyadı ve OSBÜK belirtilmek suretiyle kullanılabilir.

1. Basım: Ağustos 2024, Ankara

OSBÜK yayınları için ayrıntılı bilgi Basın Müşavirliğinden alınabilir.

Telefon : (312) 419 18 00

Faks : (312) 419 27 00

E-posta : info@osbuk.org.tr

Web: www.osbuk.org

Kep : osbuk@hs01.kep.tr

ISBN: 978-625-98008-0-6

Baskı: EVOS Basım Yayın İnşaat Turizm Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

www.evos.com.tr



Yapay zeka sanayi üretiminde işletmelerin performansını büyük ölçüde artırırken, ikiz dönüşüme yaptığı katkılar ile de çevreye duyarlı ve sürdürülebilir üretimin yapılmasını sağlıyor.

ÖNSÖZ

Teknolojinin hızla ilerlediği günümüz dünyasında, yapay zeka artık sadece bir bilim kurgu kavramı değil, iş dünyasının da vazgeçilmez bir parçası haline geldi. Her geçen gün gelişen yapay zeka teknolojileri sayesinde bilgisayar sistemlerinin insan benzeri zeka işlevlerini yerine getirmesi sonucunda birçok endüstriyel faaliyette büyük değişimler yaşanıyor. Endüstriyel süreçlerden sağlık hizmetlerine, otomotivden perakendeye kadar pek çok sektörde, yapay zeka teknolojileri büyük bir dönüşüm yaratıyor. İnsan zekasının bilgisayarlar ve makineler aracılığıyla simüle edilmesi olarak tanımlanan yapay zeka sadece teknoloji dünyasında değil, günlük yaşantımızın her alanında kendisini hissettirmeye başladı. Akıllı telefonlardaki kişisel asistanlar, sosyal medya platformlarındaki öneri sistemleri, çevrimiçi alışveriş platformlarında kişiselleştirilmiş öneriler ve hatta sağlık sektöründeki teşhis destek sistemleri gibi birçok alanda kullanılan yapay zeka teknolojileri, hayatımızı kolaylaştırıyor. İnsanlık için büyük potansiyel barındıran yapay zeka teknolojileri hem endüstriyel süreçleri dönüştürmekte hem de bireylerin yaşam kalitesini artırmaktadır.

Günümüzün hızla değişen ve gelişen sanayi ortamında yapay zeka teknolojileri üretim süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknolojiler, endüstriyel üretimde verimliliği artırmak, kaliteyi iyileştirmek, maliyetleri düşürmek ve rekabet üstünlüğü sağlamak gibi birçok avantaj sunmaktadır. Yapay zeka destekli sistemler otomasyon, veri analizi ve öngörücü bakım gibi alanlarda büyük bir etki yaratmaktadır. Bu teknoloji sayesinde üretim süreçleri daha hızlı, daha verimli ve daha az maliyetle yürütülmektedir. Yapay zekanın sanayideki etkileri, sadece işletmelerin performansını artırmakla kalmamakta, aynı zamanda ekonomik büyümeye de katkı sağlamaktadır.

OSBÜK olarak OSB'lerimiz ve katılımcı firmalarımızın teknolojik dönüşümlerine katkı verecek birçok faaliyetlerde bulunuyoruz. OSBÜKbulut, OSBÜKnet ve Enerji İzleme Sistemi (EİS) gibi güçlü projelerimiz yanında kurduğumuz Yeşil Dönüşüm ve Sürdürülebilirlik Merkezi ile yeşil ve dijital dönüşüm için OSB'lere rehberlik etmeye devam ediyoruz. Bu kapsamda yapay zekaya ilgi duyan herkes için kılavuz niteliğindeki “Yapay Zeka: Temel Bilgiler, Kavramlar ve Yöntemler” kitabımızı hazırladık. Konunun karmaşıklığını azaltarak temel prensipleri ve teknikleri bir araya getiren bu kitap, yapay zekayla yeni ilgilenmeye başlayanlar ile geleceğe yönelik potansiyelini anlamak ve bu teknolojiyi etkili bir şekilde kullanmak isteyen herkes için bir kılavuz olacaktır. Bu kitabın hazırlanmasında emeği geçen OSBÜK Bilgi İşlem ve İş Geliştirme Müdürü Dr. Atilla YARDIMCI'ya teşekkür eder, yapay zekanın temelini anlamak ve barındırdığı teknolojiler hakkında bilgi sahibi olmak isteyen herkesin bu kitaptan yararlanmasını diliyorum.

Memiş KÜTÜKCÜ
OSBÜK
Yönetim Kurulu Başkanı

GİRİŞ

Tarih boyunca karşılaştığımız zorlukların üstesinden gelmek için çeşitli yöntemler denedik, denemeye de devam ediyoruz. Daha rahat, sağlıklı ve güvenli yaşamak için sürekli yeni fikirler, araçlar ve teknolojiler icat etmeye çalışıyoruz. Peki bunları yaparken ilham aldığımız en temel kaynağın, doğa ve barındırdığı diğer canlılar olduğunun farkında mıyız? İnsan kendi varlığının ve bilincinin farkına varmaya başladığı andan itibaren çevresinde olup bitenleri izlemeye, yorumlamaya ve kendi çıkarı için uyarlamaya veya kullanmaya başladı. Belki de ilk öğrendiği, tek başına değil diğer akrabaları ile birlikte hareket etmenin tehlikelerden korunmak ve yiyecek bulmak için gerekli olduğudur. Tabii bunun sonucunda liderlik ve hiyerarşi kavramları ile de tanışmış oldu.

Bir rastlantı sonucunda, ateşin acıtıcı ve yakıcı etkisini ilk fark ettiğinde başlangıçta korktu ve kaçtı. Ancak diğer canlıların, özellikle boyut olarak kendisinden büyük ve güçlü olan yırtıcı hayvanlarında kaçtığını fark edince durum değişti. Artık ateşi kullanarak korunabileceğini, ısınabileceğini ve doğada belki de ilk defa üstünlük elde etmeye başladığını hissetti. Zaman içinde muhtemelen yine bazı rastlantılar sonucunda, ateşi kendisinin de yakabileceğini öğrenince daha özgür ve güçlü olmaya başladı. Benzer bir geçiş durumu tekerleğin icat edilmesiyle de yaşandı. Tarihteki en eski icat olan tekerlek sayesinde ürettiği taşıyıcılar ile yakaladığı avlarını, kullandığı aletlerini ile kendisini kolay ve zahmetsiz biçimde daha uzaklara götürmeye başladı. Çağlar boyunca sürekli gelişen, araştıran, öğrenen ve akıllanan insan, yerleşik yaşama geçiş ile birlikte, ihtiyaçlarının da farklılaşmasıyla yaratıcılığını ortaya çıkarmaya başladı. Bunun yanında birlikte yaşamının sonucunda gelişen kültür ve dil, insan beyninin daha hızlı gelişmesine neden oldu. Artık düşünen, merak eden beyni sayesinde, doğanın yasalaştırdığı ihtiyaçlardan ziyade kendi ihtiyaçlarını gidermek için teknolojiyi geliştirmeye başladı.

Yunanca sanatla ilgili, hünerli, pratik anlamına genel *technikos* ile bilgi veya sistematik yaklaşım anlamına gelen *oloji* kelimelerinin birleşiminden türetilen teknoloji; hünerli ve pratiğin bilgisi anlamını kazanmıştır. Sınırlı alana sıkışan teknolojik gelişmeler, matbaa makinelerinin icat edilmesinden sonra yayılmaya ve yeniden kullanılmaya başlanan bilgi sayesinde insan beyni de hızla yeteneklerini ortaya çıkarmaya başladı. Öncelikle insanlığa ait temel ihtiyaçların giderilmesi için kullanılmaya başlanan teknoloji zaman içinde hayallerin, özlemlerin, isteklerin ve arzuların zorlaması ile insan zihninin, aklının ve zekasının ortaya çıkardığı yeniliklerin doğmasına neden oldu. Temel teknolojilerin icat edilmesi için bilimsel araştırmaların gerekli olduğunun farkına varılması ile ne, neden, nasıl sorularının yanıtları üzerinde düşünen insan, dogmatik sınırlamalarından kurtulmuş ve bilimin ışığında medeniyetini inşa etmeye devam etmiştir. Teknolojik yeniliklerin çoğalması, bilimsel faaliyetlerin ekonomik değer kazanmasına neden olmuş böylece, toplumsal refahın artması sağlanmıştır. Tüm bu gelişmeler yanında doğadaki diğer canlıların sahip olduğu bazı özellikleri anlayıp, kendisi için kullanma isteği hiçbir zaman azalmamış, aksine artarak devam etmiştir. Örneğin insanın kuşlar

gibi uçabilmesi isteğine bilim ve teknolojinin katkıları ile yapılan dev uçaklar cevap vermiştir. Ayrıca son yıllarda çeşitli donanımlar kullanarak kanatsız bağımsız uçuşlar yapan mucitler artmaya başlamıştır. Jules Verne'nin Denizler Altında Yirmi Bin Fersah, kitabından kısa süre sonra denizaltılar ve büyük gemiler yapılmıştır.

Bilim adamları zaman içinde teknolojik gelişmeler sonucunda doğayı taklit etmek yerine insanı taklit edecek çalışmalara ağırlık vermişlerdir. İnsanın kol ve kas hareketleri taklit edilerek robotlar tasarlanmış, fizyolojik kısıtlamaların teknolojik çözümler sayesinde aşılması sonucunda daha düşük maliyetli, hızlı, hatasız ve çok miktarda üretim yapılması mümkün olmuştur. İnsanın fiziksel hareketleri imkanlar dahilinde taklit edilmeye başlandıktan sonra artık sıra doğanın en mükemmel varlığına ve onun yönetim sistemine gelmiş demektir. Bu aşamada insan beyninin hafıza, öğrenme, işlem gücü, muhakeme yeteneği, zeka ile karar verme kapasitesi bilimsel ve teknolojik faaliyetlerin odağına oturmuştu. Nörobilim, bilişim teknolojileri ve veri bilimi sayesinde, yapay zeka kavramı ortaya çıkmıştır.

Alan Turing'in, makinelerin düşünüp düşünemeyeceği sorusunu 1950 yılında ortaya attıktan sonra, 1956'da yapay zeka kavramı ilk defa kullanıldı. 1990'larda Deep Blue adı verilen satranç oynayan bilgisayar tasarlanarak mantık tabanlı sistemler oluşturulmaya başlandı. 2011 yılından günümüze, istatistiksel yaklaşımları kullanan ve yapay zekanın alt kümesi olarak tanımlanan "makine öğrenimi" alanındaki atılımlar, makinelerin geçmiş verilerden tahminler yapma yeteneğinin de gelişmesine neden oldu. Ayrıca "sinir ağları" adı verilen makine öğrenimi modelleme tekniğinin yaygınlaşması, büyük veri kümeleri ve hesaplama gücü ile birlikte yapay zeka gelişimini hızla sürdürmektedir. Buna karşın yapay zeka konusundaki çalışmalar 1960'lardan beri gündemde olmasına karşın yapay zeka uygulamalarının güçlü bilgisayarlara ihtiyaç duyması nedeniyle araştırmaların hızlı ilerlemesine engel olmuştur. Ancak günümüzde bilgisayar teknolojisinde yaşanan gelişmelerin sağladığı ucuz ve güçlü bilgisayarlar sayesinde yapay zeka alanında büyük ölçekli araştırma yapabilmek ekonomik açıdan mümkün hale gelebilmiştir.

YZ yaşanan gelişmeler bazı tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Bazı düşünürler yapay zekanın yakında iş yapmanın maliyetini azaltacağını, ekonomiye milyarlarca veya trilyonlarca dolar katma değer katacağını ve çalışanları ağır işlerden kurtaracağını öngörüyor. Bunun yanında diğer bir bakışta işsizliğin artacağını ve sosyal patlamaların yaşanacağını vurguluyor. Tüm bunlara karşın her iki görüşü de ret eden bir grup ise yapay zekanın geçmişte başarısız olduğu ve günümüzdeki gelişmelerin de genel YZ'nin oluşuma yetmeyeceğini ileri sürüyorlar. Objektif olarak baktığımızda YZ aslında teknolojik olarak yeni ortaya çıkan bir teknolojidir. Uygulaması genellikle zordur ve insani değerler ile muhakeme yeteneğimizin çok gerisinde kalır. Ancak mevcut sınırlı haliyle bile YZ, giderek insan zekasının yerini almak amacıyla kullanılmaya başlandı bile. Yapay zekayı geleceğimizi yaratmada kullanırken hayatımızdaki yerine bizim karar vermemiz gerektiğini unutmamak gerekiyor.

Hazırlanan bu kitap ile OSB ve katılımcı firmaların yapay zeka konusunda temel kavramlar ve yöntemler hakkında bilgi sahibi olmaları amaçlanmıştır. Konular 7 bölüm altında toplanmış olup kısa açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Birinci bölümde yapay zekanın tanımı, amacı, avantaj ve dezavantajları ile tarihçesi hakkında bilgiler verilmiştir. Yapay zeka sistemleri, bileşenleri ve türleri ile özellikleri ikinci bölümde

anlatılmıştır. Üçüncü bölümde; yapay zekanın işlevselliğine, kapasitesine ve kullanım amacına göre türleri açıklanmıştır. Bilişsel bilim uygulamaları başlıklı dördüncü bölümde uzman sistemler, makine öğrenmesi, bulanık mantık, genetik algoritmalar ve yapay sinir ağları konularında bilgiler verilmiştir. Beşinci bölümde robotların sınıflandırılması, görsel algı, dokunsal algı, robotik beceri ve yön bulma konularına değinilmiştir. Doğal dil anlama, konuşma tanıma ve sanal gerçeklik konuları doğal arabirim uygulamaları başlıklı altıncı bölümde anlatılmıştır. Üretim süreçlerinde yapay zeka, akıllı fabrikalar, dijital ikiz ve endüstri 4.0 konuları, üretimde yapay zeka uygulamaları başlıklı yedinci bölümde açıklanmıştır.

“Yapay Zeka: Temel Bilgiler, Kavramlar ve Yöntemler” başlıklı bu kitabın, OSB’lerimiz ile katılımcı firmalarımızın kendi faaliyetlerinde ve hizmetlerinde farkındalık yaratmasına katkıda bulunmasını dilerim.

Dr. Atilla YARDIMCI
Ankara, 2024

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	v
GİRİŞ	vii
İÇİNDEKİLER	xi
1. YAPAY ZEKA TANIMI VE TARİHİ	1
1.1. YAPAY ZEKA NEDİR?	1
1.1.1. YAPAY ZEKA TANIMI VE AMACI	3
1.1.2. AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	8
1.2. YAPAY ZEKA TARİHİ	9
2. YAPAY ZEKA SİSTEMİ VE ÖZELLİKLERİ	15
2.1. YAPAY ZEKA SİSTEMİNİN TEMEL BİLEŞENLERİ	15
2.2. SİSTEM TÜRLERİ VE ÖZELLİKLERİ	18
2.3. YAPAY ZEKA YAŞAM DÖNGÜSÜ	23
3. YAPAY ZEKA TÜRLERİ	25
3.1. İŞLEVSELLİĞİNE GÖRE	25
3.2. KAPASİTESİNE GÖRE	27
3.3. KULLANIM AMACINA GÖRE	29
4. BİLİŞSEL BİLİM UYGULAMALARI	33
4.1. UZMAN SİSTEMLER	34
4.1.1. UZMAN SİSTEMLERİN YAPISI	34
4.1.2. UZMAN SİSTEM UYGULAMA ALANLARI	37
4.2. MAKİNE ÖĞRENMESİ	38
4.2.1. ÖĞRENME NEDİR?	38
4.2.2. ALGORİTMA NEDİR?	39
4.2.3. MAKİNE ÖĞRENMESİ NEDİR?	40
4.2.4. MAKİNE ÖĞRENMESİ SÜREÇ AKIŞI	42
4.2.5. MAKİNE ÖĞRENMESİ TÜRLERİ	43
4.2.6. MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI	46
4.2.7. MAKİNE ÖĞRENMESİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ	47

4.3. BULANIK MANTIK	48
4.3.1. BULANIK MANTIK TANIMI	48
4.3.2. BULANIK MANTIK SİSTEM YAPISI	49
4.3.3. BULANIK MANTIK UYGULAMA ALANLARI	51
4.4. GENETİK ALGORİTMALAR	52
4.4.1. DNA VE GEN NEDİR?	52
4.4.2. GENETİK ALGORİTMA TANIMI	53
4.4.3. GENETİK ALGORİTMA SÜREÇ AKIŞI	54
4.4.4. GENETİK ALGORİTMA UYGULAMA ALANLARI	56
4.5. YAPAY SİNİR AĞLARI	57
4.5.1. BİYOLOJİK SİNİR AĞI	57
4.5.2. YAPAY SİNİR AĞI BİLEŞENLERİ	58
4.5.3. YAPAY SİNİR AĞLARININ YAPISI	60
4.5.4. YAPAY SİNİR AĞLARININ EĞİTİLMESİ	62
4.5.5. YAPAY SİNİR AĞI AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	63
4.5.6. YAPAY SİNİR AĞI UYGULAMA ALANLARI	64
5. ROBOTİK UYGULAMALAR	67
5.1. ROBOTLARIN SINIFLANDIRILMASI	67
5.2. ROBOTİK ALGILAMA	71
5.2.1. ALGILAMA NEDİR?	71
5.2.2. ROBOTİK ALGI NEDİR?	72
5.2.3. GÖRSEL ALGI	74
5.2.4. DOKUNSA ALGI	75
5.3. ROBOTİK EL KOL BECERİSİ	77
5.4. ROBOTİK HAREKET	78
5.4.1. GEZİNME	78
5.4.2. YÖN BULMA	80
5.5. ROBOTLARIN KULLANIM ALANLARI	82
6. DOĞAL ARABİRİM UYGULAMALARI	85
6.1. DOĞAL DİL ANLAMA	85
6.1.1. DOĞAL DİL ANLAMA UYGULAMA ADIMLARI	86
6.1.2. KULLANIM ALANLARI	87
6.2. KONUŞMA TANIMA	88
6.2.1. TEMEL BİLEŞENLERİ VE UYGULAMA ADIMLARI	89
6.2.2. KULLANIM ALANLARI	91
6.3. ÇOK ALGILAYICILI ARABİRİM	91
6.3.1. TEMEL BİLEŞENLERİ VE UYGULAMA ADIMLARI	92
6.3.2. KULLANIM ALANLARI	93

6.4. SANAL GERÇEKLİK	93
6.4.1. SANAL GERÇEKLİK TÜRLERİ	94
6.4.2. SANAL GERÇEKLİK BİLEŞENLERİ VE SÜREÇ AKIŞI	95
6.4.3. ÖZELLİKLERİ VE UYGULAMA ALANLARI	98
7. ÜRETİMDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI	101
7.1. ÜRETİM SÜREÇLERİNDE YAPAY ZEKA	101
7.2. AKILLI FABRİKALAR	104
7.2.1. AKILLI ÜRETİM VE AKILLI FABRİKA	104
7.2.2. AKILLI FABRİKA SEVİYELERİ	106
7.2.3. AKILLI FABRİKA BİLEŞENLERİ	108
7.3. DİJİTAL İKİZ	110
7.3.1. DİJİTAL İKİZ KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ	110
7.3.2. DİJİTAL MODEL, DİJİTAL GÖLGE VE DİJİTAL İKİZ	112
7.3.3. DİJİTAL İKİZ TÜRLERİ	113
7.3.4. DİJİTAL İKİZ MİMARİSİ	114
7.3.5. SİBER FİZİKSEL SİSTEMLER	115
7.4. ENDÜSTRİ 4.0	117
7.4.1. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ	117
7.4.2. ENDÜSTRİ 4.0 ETKİLERİ	120
7.4.3. ENDÜSTRİ 4.0 BİLEŞENLERİ	121
7.4.4. ENDÜSTRİ 4.0 GEÇİŞ AŞAMALARI	124
KAYNAKLAR	127

1. YAPAY ZEKA TANIMI VE TARİHİ

Yapay zeka kavramının ortaya çıkmasında, Alan Turing tarafından sorulan “makinelere düşünebilir mi?” sorusunun katkısını vurgulamak zorundayız. Turing, II. Dünya savaşı sırasında Naziler tarafından kullanılan Enigma şifreleme makinesinin algoritmasını çözmek amacıyla, kriptanalizlerini hızlı yapabilmek için basit bilgisayarlar tasarlamıştır. Daha sonra 1956 yılında McCarthy tarafından Dartmouth konferansında ilk defa kullanılan Yapay Zeka (YZ) kavramı, zaman içinde farklı biçimlerde tanımlanmaya başlamıştır. Yapay zekanın amacı normalde insan zekası gerektiren görevleri yerine getirebilecek makineler üretmektir. İleriki kesimlerde daha geniş biçimde açıklanacağı üzere, yapay zeka araştırmalarının birinci amacının bizim yaptığımız görevleri, bizden daha iyi yapabilecek makineler tasarlamak olduğunu söyleyebiliriz.

1.1. Yapay Zeka Nedir?

Yapay kelimesinin anlamını kavramakta çok fazla sıkıntıımız bulunmuyor. Ancak zekayı nasıl tanımlayacağız? TDK tarafından “İnsanın düşünme, akıl yürütme, nesnel gerçekleri algılama, kavrama, yargılama, sonuç çıkarma yeteneklerinin tümü” olarak tanımlanmaktadır. Webster sözlüğünde ise zeka “problemleri öğrenme ve çözme becerisi” biçiminde açıklanmıştır. Genellikle zeka; insanları tanımlayan bir özellik olarak algılandığından yola çıkarsak, YZ’nin kısaca insan gibi davranmak anlamına geldiğini söyleyebiliriz. Ayrıca zekanın mantık, akıl yürütme, problem çözme ve planlama gibi bazı farklı zihinsel yetenekleri içerdiği kabul edilmektedir. Bunun yanında zekanın daha bilimsel ve derin tanımlamalarının bu konuda çalışan uzmanlara bırakılmasında yarar var. Ancak zeka kavramı altında bilgi yetisi, soyut düşünme, temsil, yargıda bulunma yetisi, problem çözümü ve karar verme zihinsel süreçlerin birleşimi olduğunu söyleyebiliriz. Bununla birlikte zeka yalnızca, mantıklı düşünme, hesap yapma ya da her çeşit zihin performansı ve özellikle düşünme becerisi gibi soyut zihinsel performanslarda kendini göstermez, aynı zamanda dil kullanımında ya da nesnelerin tanınmasında ve durumların seyrinde de açığa çıkar. Çözüm bulmak için çok sayıda bilgiyi birleştirmeye dayanan yakınsak becerinin yanı sıra, problem çözümünde yaratıcılık, özellikle güncel bilgilerin dışında yer alan çözüm olanaklarını devreye sokma becerisi önemli bir rol oynar.

Aşağıda çeşitli kaynaklardan derlenen ve konumuzun amacına uygun olacağı düşünülen bazı konulara değineceğiz.

- Zekanın genel anlamda aşağıdakileri yapma becerisi olduğu söylenebilir.
 - *Öğrenme*: Bilginin edinilmesi, saklanması ve ihtiyaç duyulduğunda kullanılması zekanın önemli bir bileşenidir.

- *Sorunları tanıma:* Karşılaşılan sorunların hızlı biçimde tanımlanması ve anlaşılması için doğru soruların sorulması, gelen yanıtların yorumlanması çözüm için kritik öneme sahiptir. Çoğunlukla mevcut durum ile olmak istenen durum arasındaki fark sorun olarak tanımlanmaktadır.
- *Sorunları çözme:* İnsanlar sorunları genellikle sezgisel veya sistematik yaklaşımlarla çözmeye çalışırlar.
 - *Sezgisel çözüm:* Bir soruna sezgisel olarak çözdüğünüzde, belirli bir yöntem izlemeden içgüdüsel olarak tepki vermişsiniz demektir. Bu yaklaşım, hızlı karar vermeniz veya rutin bir sorunu çözmeniz gereken durumlar için çok uygundur. Bu durumlarda, bir çözüme karar vermek için sağduyunuzu sık sık kullanabilirsiniz.
 - *Sistematik çözüm:* Bu durumda sorun metodolojik ve organize bir biçimde çözülmeye çalışılır. Sistematik problem çözme mantıklı, rasyonel bir yaklaşım gerektirir ve daha büyük, daha karmaşık problemler veya çok fazla risk içeren durumlar için uygundur. Sistematik problem çözme yöntemi, benzer bir sorunun çözümünden esinlenerek, mevcut sorunun çözümü (çözüm alternatifleri) olarak ifade edilebilir.
- *Karar verme:* İnsan zekası karşılaştığı sorunları anlayıp, daha önceki deneyimlerinden yararlanarak çözümler ürettikten sonra etkili karar verme kapasitesine sahiptir. Kararlar tanım olarak, bir dizi seçenek veya alternatifle karşılaştığınızda yaptığınız seçimlerdir. Zaman içinde sorun çözme kabiliyeti geliştikçe insan zekasının da karar verme yeteneğinin gelişeceğini unutmamak gerekiyor.
- Yedi farklı zeka yeteneği vardır.
 - Sözlü anlama
 - Muhakeme
 - Algı hızı
 - Sayısal Yetenek
 - Kelime akıcılığı
 - İlişkisel bellek
 - Mekansal görselleştirme
- Genel anlamda üç farklı zeka türü vardır.
 - *Analitik zeka:* Problem çözme yetenekleriniz.
 - *Yaratıcı zeka:* Geçmiş deneyimleri ve mevcut becerileri kullanarak yeni durumlarla başa çıkma kapasiteniz.
 - *Pratik zeka:* Değişen bir ortama uyum sağlama yeteneğiniz.

- Zeka bazı teknikler kullanılarak geliştirilebilir.
 - *Derin düşünme*: İnsan hayatında sadece olaylara ve değişen durumlara tepki vermek yeterli değildir. Aslında bilinçli hedeflerimiz olmalı ve bunlara ulaşmak için adımlarımızı planlamalı ve eyleme geçmeliyiz. Bunun yanında eylemlerimizin olası sonuçlarını düşünerek, hata ve pişmanlık olasılığını en aza indirmek de önemlidir. Bu çerçevede derin düşünme, daha iyi yaşamamıza ve hedefimize ulaşmamıza yardımcı olacak zihinsel aktiviteleri geliştirmemize yardımcı olur.
 - *İyi akıl yürütme*: Akıl yürütmenin bilinçli ve doğru bir sırayla yapıldığında başarının anahtarı olacağı bilinmektedir. Bu amaçla üzerinde hemfikir olunan bir sıralamayı verebiliriz. 1) bir amacınız olmalı, 2) gerekli bilgileri ve verileri toplayıp değerlendirin, 3) değerlendirmenize göre kararınızı belirleyin, 4) alternatif planlar yapın, 5) en iyi çözümü / planı seçin. 6) planınızı uygulamaya başlayın, 7) sonuçları gözlemleyin, 8) deneyimleri ileride başvurmak üzere saklayın.
 - *Geçmiş deneyimlerden öğrenme*: Bilim insanları tarihte yapılan birçok icadın aslında yeniden icat olduğuna inanmaktadırlar. Örneğin 2000-4000 yıl önce Mısırlılar tapınaklarını ve binalarını inşa etmek için bazı benzersiz teknikler kullandılar. Ancak erken Mısırlılar yaptıkları binaların teknik kayıtlarını iyi tutmadıkları için çoğu kayboldu. Onlardan yüzyıllar sonra bu teknikleri yeniden keşfetmek zorunda kaldık. Benzer bir yaklaşımı kendi yaşantımızda da uygulayabiliriz. Deneyimlerimizden öğrendiğimiz kötü ya da iyi bilgiler bize çok fazla zaman ve emek tasarrufu sağlayabilir.
 - *Alıştırma- tekrar*: Pratik yapmadan düşünme öğrenilemez. Ne kadar çok sorunu çözüme ulaştırmak için uğraşırsanız, yukarıdaki başlıklarda bahsedilen tüm konularda o kadar çok tecrübe sahibi olur ve zeka kullanımınız da kadar çok olur.

1.1.1. Yapay Zeka Tanımı ve Amacı

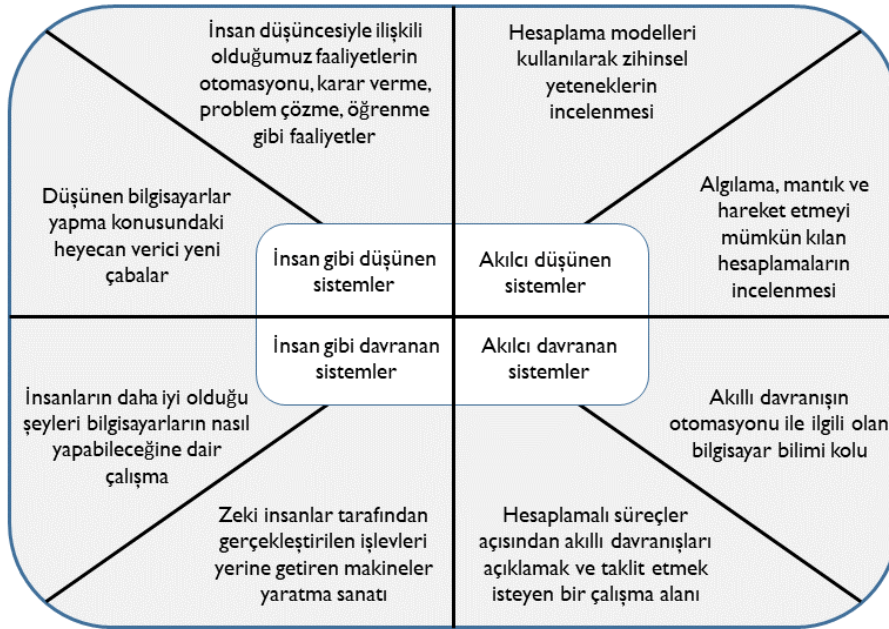
Şimdiye kadar bahsedilen tüm konuları bir arada düşündüğümüzde artık YZ'nın tanımını yapabilecek aşamaya geldiğimizi söyleyebiliriz. Aslında üzerinde hemfikir olunan bir tanımla bulunmamakla beraber sıklıkla kullanılanlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- YZ makinelerin dış verileri, insanlara atfedilen bilişsel uygulamaları işlevsel olarak taklit edecek şekilde yorumlayabileceği, benimseyebileceği, karar verebileceği ve zamanla öğrenebileceğini kabul eder. YZ temelde yukarıda zeka ile ilgili bahsedilen tüm hususların makineler ve yazılımlar tarafından yapılabileceği fikrine dayanmaktadır.
- OECD tarafından 2019 yılından yayınlanan raporda YZ; önceden tanımlanan bir dizi amaç için gerçek veya sanal ortamları etkileyen tahminler, öneriler veya kararlar verebilen makine tabanlı sistem olarak tanımlanmıştır.

- YZ hem bilişsel sistemleri simüle etmeyi (akılcı/insan gibi düşünme) hem de “akıllı” sistemler yapılandırmayı (akılcı/insan gibi davranma) kendine amaç edinmiş bir bilimsel disiplindir.
- YZ, bir cihazın yalnızca insan beyninden beklenen aktiviteleri gerçekleştirme yeteneğidir. Bu faaliyetler bilgi kapasitesini ve bu bilgiyi edinme yeteneğini içerir. Aynı zamanda, yargılama, ilişkileri anlama ve kısmen orijinal düşünceler üretme yeteneğinden oluşur.
- YZ, bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli makinenin, akıl yürütme, anlamlandırma, genelleme ve geçmiş deneyimlerinden öğrenme yeteneğidir.
- YZ, makinelerin öğrenme, akıl yürütme, problem çözme ve algılama gibi insan zekâsına benzer yetenekler sergileyebilmesi için geliştirilen teknoloji ve bilim dalıdır.

Yukarıda yapılan tanımlamalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde YZ, insanlar tarafından tasarlanan, karmaşık bir hedef verildiğinde, fiziksel veya dijital dünyada çevrelerini algılayarak, toplanan yapılandırılmış veya yapılandırılmamış verileri analiz ederek, elde edilen bilgileri yorumlayıp olası seçeneklerden en iyisine karar vererek hareket eden sistemleri ifade eder. Verilen hedefe ulaşmak için gerçekleştirilecek eylemler (önceden tanımlanmış parametrelere göre) sistemleri, ortamın önceki eylemlerinden nasıl etkilendiğini analiz ederek davranışlarını uyarlamayı öğrenmek için de tasarlanabilir.

Şekil 1.1 Yapay zeka tanımlarının sınıflandırılması



Bilimsel bir disiplin olarak YZ, makine öğrenimi, makine muhakemesi ve kontrol, algılama, algılayıcılar ile diğer tüm tekniklerin siber-fiziksel sistemlere entegrasyonunu içerir. Görüldüğü gibi temelde, YZ kavramının insanlar gibi düşünme, hareket etme ve öğrenme yeteneğine sahip makineler oluşturma fikrine dayandığını söyleyebiliriz. Buna bağlı olarak YZ uygulamalarını, insan beyninin nasıl düşündüğünü, bir problemi çözmeye çalışırken nasıl öğrendiğini, kararları

nasıl verdiğini anlayamaya çalışıp elde edilen sonuçların akıllı yazılım ve sistemler geliştirmede kullanılması olarak ifade edebiliriz. Buradan hareketle YZ, soyut, yaratıcı, tümdengelim düşünce kapasitesini ve buna neden olan öğrenme yeteneğini- bilgisayarların dijital, ikili mantığını kullanarak simüle etmek olarak düşünülebilir. YZ tanımlarının 4 ana gruba göre sınıflandırılması Şekil 1.1’de verilmiştir.

Şekilden görülebileceği gibi insan gibi düşünen, insan gibi davranan, akılcı düşünen ve akılcı davranan sistemlerin bütünü YZ kavramını ortaya çıkarmaktadır. Burada verilen tanımların tümü tasarlanan sistemlere göre farklılık göstermesine karşın özü itibari ile insan zekasını ve aklını taklit etmek üzerine olduğunu söylemek yerinde olacaktır.

YZ’nın temeli felsefe, mantık/ matematik, hesaplama, istatistik, psikoloji, biyoloji/ nöroloji disiplinlerine dayanmaktadır. Bunların üzerinde detaylı düşünersek, YZ’daki rollerini ve bu temel disiplinlerin bu rolü oynamak için nasıl geliştiklerini daha iyi anlayabiliriz. Stuart Shapiro YZ araştırmalarını hesaplamalı psikoloji, hesaplamalı felsefe ve bilgisayar bilimi olarak adlandırdığı üç yaklaşıma ayırır. Hesaplamalı psikoloji, insan davranışını taklit eden bilgisayar programları yapmak için kullanılır. Hesaplamalı felsefe uyarlanabilir, serbest bir bilgisayar zihni geliştirmek için kullanılır. Bilgisayar bilimi yalnızca insanların daha önce başarabileceği görevleri yerine getirebilecek bilgisayarlar yaratma amacına hizmet eder.

Aslında günümüzde YZ yalnızca kendisine tanımlanmış görevleri başarıyla yerine getirebilen bir yapıdadır. Bu nedenle günümüzün YZ’sına, dar yapay zeka deniyor. Makinelerin insanların birçok görevini yerine getirme kapasitesine sahip olması ise genel yapay zeka olarak tanımlanıyor ve henüz mevcut değil. YZ gelişimindeki son zamanlardaki hızlanmaya rağmen çoğu araştırmacı bugün genel YZ yaratmanın bilinen bir yolu olmadığı konusunda hemfikirler. Bu nedenle, YZ’nın yakında insanlığın yerini alacağı yönündeki iddialara şüpheyile bakılmalıdır.

Ayrıca YZ ile veri bilimi sıklıkla birbirlerine karıştırılmaktadır. Her iki alanın da kökleri bilgisayar bilimi, matematiğe ve istatistiğe dayanmaktadır ve her ikisi de eyleme geçirilebilir öngörüler üretmek için verilerdeki kalıpları bulmayla ilgilidir. İkisi arasındaki kritik fark, YZ’nın makinelerin özerk bir şekilde algılamasını, akıl yürütmesini ve hareket etmesini sağlamakla ilgilenmesi, veri biliminin ise harekete geçmemizi sağlayan verilerden öngörüler üretmeyi amaçlamasıdır. Örneğin e-ticaret sitesi yöneticileri tıklama oranlarını ve kargo verilerini inceleyerek satış ve pazarlama stratejilerini geliştirmek için veri bilimini kullanabilirler. Bunun yanında diğer sitelerin fiyatlarını takip ederek kendi sitelerindeki aynı ürünlerin fiyatlarını otomatik olarak ayarlamak için YZ’yı kullanabilirler.

Yapay Zekanın Amacı

Teknoloji açısından bakıldığında YZ’nın amacı insan faaliyetlerine, kararlarına ve yaşamına destek olmaktır. Felsefi bakış açısıyla ise YZ’nın insanların zorluklarla karşılaşmadan daha mutlu, huzurlu ve sağlıklı hayatlar yaşamalarını sağlayacak uygulamalar bütünü olduğunu söyleyebiliriz. Daha yalın açıdan YZ’nın temel amacı makineleri insan zekâsının bazı özelliklerini taklit edebilecek şekilde programlamaktır. Bu, makinelerin öğrenme, problem çözme, karar verme, algılama ve dil işleme gibi insan zekâsına özgü işlevleri yerine

getirebilmesini sağlamayı hedefler. YZ'nın gelişimi ile birlikte, bu teknolojinin temel amaçları da genişlemekte ve çeşitlenmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Görevleri otomatikleştirme: Makinelerin tekrarlayan veya tehlikeli görevleri insanlar yerine otomatik olarak yapması mümkündür. Örneğin veri girişi, montaj hattındaki faaliyetler veya tehlikeli ortamlarda çalışma gibi işleri içerir.

Karar verme süreçlerini iyileştirme: Büyük veri setlerini analiz ederek daha hızlı ve doğru kararlar alınmasını sağlar. Finans, sağlık ve perakende gibi sektörlerde, YZ sistemleri veri analizi yaparak eğilimleri belirleyebilir, riskleri tahmin edebilir ve karar verme süreçlerini iyileştirebilir.

Kişiselleştirilmiş deneyimler sunma: YZ kullanıcıların davranışlarını, tercihlerini ve geçmiş etkileşimlerini analiz ederek kişiselleştirilmiş öneriler ve hizmetler sunar. E-ticaret sitelerindeki ürün önerileri ve akıllı asistanların kişiselleştirilmiş yanıtları buna örnektir.

İnsan yeteneklerini genişletme ve destekleme: YZ insanların zorlukla başa çıktığı veya erişemediği bilgi ve analiz seviyelerine ulaşarak insan yeteneklerini genişletir. Örneğin, tıbbi teşhislerde, YZ doktorlara destek olabilir veya karmaşık veri setlerinden bilgi çıkarabilir.

Yeni keşifler ve yaratıcılık faaliyetleri destekleme: Bilim, mühendislik ve sanatta yeni keşifler yapılmasına olanak tanır. YZ karmaşık bilimsel problemleri çözmede, yeni malzemelerin keşfinde veya sanatsal yaratıcılığı teşvik etmede kullanılabilir.

Sosyal ve toplumsal sorunlara çözümler sunma: YZ iklim değişikliği, sürdürülebilirlik, eğitime erişim ve sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi gibi küresel sorunlara çözümler sunabilir. Büyük veri analizi ve öngörü modelleri bu tür sorunlara yenilikçi yaklaşımlar geliştirmek için kullanılabilir.

Yapay Zeka Özerkliği

YZ sistemlerinin insan müdahalesine az veya hiç ihtiyaç duymadan karar alma ve eylemleri gerçekleştirme yeteneği özerklik olarak tanımlanır. Bu özellikle otonom araçlar, insansız hava araçları, otomatik ticaret sistemleri gibi teknolojilerde geçerli olmaktadır. YZ özerkliği etik, güvenlik ve kontrol gibi birçok tartışmayı da beraberinde getirir.

Artan özerklik ve karmaşıklık: YZ sistemlerinin özerkliği arttıkça bu sistemlerin karar alma süreçleri daha karmaşık hale gelir. Bu durum, sistemlerin neden belirli kararları aldığını anlamayı ve tahmin etmeyi zorlaştırabilir. Ayrıca özerk sistemlerin beklenmedik veya istenmeyen şekillerde davranma olasılıkları da arttığından riskli durumlar ortaya çıkabilir.

Güvenlik sorunları: YZ özerkliği, güvenlik açısından çeşitli sorunları da beraberinde getirir. Özerk sistemlerin kötü niyetli kişiler tarafından manipüle edilmesi veya hacklenmesi ciddi riskler oluşturabilir. Bu özellikle otonom araçlar ve insansız hava araçları gibi can güvenliğini doğrudan etkileyebilecek sistemler için geçerli olabilir.

Etik ve sorumluluk konuları: Bir YZ sistemi özerk bir şekilde hareket ettiğinde, yanlış veya zararlı bir karar verirse sorumluluğun kimde olacağı sorusu ortaya çıkar. Bu etik ve hukuki açıdan karmaşık bir sorundur. Özerk sistemlerin eylemleri için kimin sorumlu tutulacağını belirlemek, mevcut yasal ve etik çerçeveleri zorlayabilir.

Kontrol ve güvenilirlik: YZ özerkliği arttıkça bu sistemlerin insan kontrolü altında kalmasını sağlamak zorlaşır. Güvenilir ve güvenli YZ sistemleri geliştirmek, sistemlerin doğru ve etik kararlar almasını sağlamak için önemlidir. Bu durum YZ tasarım ve geliştirme süreçlerinde şeffaflık, denetlenebilirlik ve etik ilkelerin benimsenmesini gerektirir.

Toplumsal kabul ve düzenleme: YZ özerkliği toplumsal kabul ve düzenleyici çerçeveler açısından da önemlidir. Özerk sistemlerin toplumda kabul görmesi ve güvenilir olması için bu teknolojilerin etik, güvenlik ve mahremiyet standartlarına uygun şekilde geliştirilmesi ve kullanılması gerekir.

YZ özerkliği teknolojinin gelişimiyle birlikte giderek daha fazla önem kazanan bir konu olmaya başlıyor. Hem teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi hem de potansiyel risklerin yönetilmesi açısından bu konu üzerinde dikkatle durulması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Aslında bir YZ sisteminin davranışı kendi deneyimine ve tasarımcısı tarafından başlangıçta verilen bilgilerine bağlıdır. Bu nedenle, başlangıç aşamasında, herhangi bir deneyimi olmadığı için bazı gerekli bilgileri sağlamak gerekmektedir. Sistem bu durumda evrim yoluyla öğrenir ve kendisine tanınan sınırlar içinde özerk kararlar alabilir.

Yapay Zeka Yazılımı

YZ yazılımları, genel olarak, makine öğrenimi, derin öğrenme, doğal dil işleme gibi teknikler kullanarak çeşitli görevleri yerine getirebilen programlardır. Bu yazılımlar, veri analizi, tahmin etme, karar verme ve öğrenme gibi yetenekleri sayesinde çok çeşitli alanlarda kullanılırlar. Örneğin, yatırımlarımızın risksiz ve aynı zamanda iyi bir getiri getirmesini amaçladığımızı varsayalım. Piyasada birçok finansal getiri aracı olduğundan bunların risk ve getiri parametreleri de birbirlerinden farklı olacaktır. Şirketlerin hisselerine para yatırmak iyi getiri sağlayabilir ancak oldukça risklidir. Hisse senedi fiyatları düşerse para kaybedebilirsiniz. Ancak hisse fiyatları yükselirse iyi getiri elde edebilirsiniz. Diğer tarafta bankaların vadeli mevduat sistemleri tamamen risksizdir, ancak getirileri çok düşüktür. Benzer biçimde yatırım fonları ya da döviz yatırımları gibi daha az riskli ancak sabit mevduata göre daha fazla getiri sağlayabilen birçok finansal araç vardır. Tüm bu durumları analiz etmek için YZ yazılımlarından yararlanılabilir. Ancak bu yazılımların da insanlar tarafından geliştirildiği unutmamak gerekir. Bu nedenle YZ yazılımlarının verdiği bazı kararlar en iyi, doğru ve/veya geçerli olmayabilir. Öte yandan bir insanın yapabileceği okuma, yazma, konuşma, dinleme, finansal yatırım, pazarlama stratejisi gibi faaliyetleri YZ farklı yazılımlar ile yerine getirebilmektedir. Ancak günümüzde tüm bu farklı görevleri tek başına yerine getirebilecek bir YZ yazılımı henüz geliştirilememiştir. YZ yazılımlarının bazı temel özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Öğrenme yeteneği: YZ yazılımları, verilerden öğrenerek zamanla performanslarını iyileştirebilirler. Bu öğrenme, denetimli, denetimsiz veya pekiştirmeli öğrenme yoluyla gerçekleşebilir.

Karar verme: YZ yazılımları, analiz edilen verilere veya öğrenilen bilgilere dayanarak kararlar alabilirler. Bu, özellikle otomatik kontrol sistemleri ve finansal algoritmalar gibi alanlarda önemlidir.

Otomasyon: YZ rutin görevleri otomatikleştirerek zaman ve maliyet tasarrufu sağlar. Örnek olarak, müşteri hizmetleri için chatbotlar veya fabrikalarda üretim süreçlerinin otomatikleştirilmesi verilebilir.

Esneklik: YZ yazılımları farklı görevlere ve senaryolara kolayca uyarlanabilir. Bu aynı YZ modelinin çeşitli problemlere çözüm üretebilmesi anlamına gelir.

YZ yazılımlarının en sık kullanım alanlarını aşağıdaki gibi kısaca özetleyebiliriz.

Görüntü ve ses işleme: Yüz tanıma sistemleri, biyometrik güvenlik, sesli asistanlar ve konuşma tanıma yazılımları bu kategoriye girer.

Doğal dil işleme (NLP): Chatbotlar, çeviri hizmetleri, duygu analizi ve metin özetleme gibi uygulamalar, insan dilini anlayıp işleyebilen YZ yazılımları tarafından gerçekleştirilir.

Tavsiye sistemleri: E-ticaret sitelerindeki ürün önerileri ve çevrimiçi yayın platformlarındaki içerik önerileri, kullanıcıların geçmiş davranışlarına dayalı özelleştirilmiş öneriler sunmaktadır.

Sağlık hizmetleri: Hastalık teşhisinden, tedavi planlamaya ve hatta robotik cerrahiye kadar sağlık sektöründe YZ doktorlara destek olmakta ve hasta bakımını kolaylaştırmaktadır.

Finans ve ticaret: Algoritmik ticaret, kredi değerlendirme, dolandırıcılık tespiti ve müşteri hizmetleri otomasyonu, finans sektöründe YZ kullanımının örneklerindendir.

YZ yazılımları, sürekli gelişen teknolojilerdir ve gelecekteki yeniliklerle birlikte daha da entegre ve yetenekli hale geleceklerdir. Bu yazılımların gelişimi, etik ve güvenlik standartlarına uygun şekilde yönetildiğinde, toplumun birçok yönünü iyileştirebilir ve dönüştürebilir.

1.1.2. Avantaj ve Dezavantajları

Bilindiği gibi hiçbir taklit aslının yerine geçemez. Buna insan aklını ve zekasını taklit etmede dahildir. Bazı durumlarda duyguların hesaba katılmadan mantıklı kararların verilmesi gerekli olmakla birlikte, insan aklının sahip olduğu muhakeme ile iyi ve kötüyü ayırt edebilme özelliklerinin dikkate alınmadan hayati kararların verilmesi, istenmeyen durumların yaşanmasına neden olabilir. Bu bakış açısından YZ'nin avantajları kısaca;

İnsan hatalarında azalma: YZ modelinde tüm kararlar belirli bir algoritma seti uygulandıktan sonra önceden toplanan bilgi ve verilere bağlı alınır. Böylece hatalar azalır ve daha doğru yansız kararlar verilir.

7x24 çalışma: Ortalama bir insan günde 6-8 saat çalışırken, YZ makineleri herhangi bir mola veya sıkıntı olmadan sürekli çalışabilirler.

Tekrarlı faaliyetleri yapma: YZ sıradan insan görevlerini otomatik hale getirebilir. Örneğin belli koşullara bağlı olarak bir mesajı gönderebilir, belgeleri doğrular, soruları yanıtlar.

Dijital destek: Büyük ve kurumsal organizasyonların çoğu, personel tasarrufu sağlamak amacıyla müşteriler ile iletişimde dijital asistanlar kullanmaya başladılar. Bu asistanlar birçok web sitesinde kullanıcıların sorularını anında yanıtlamak için de kullanılmaktadır.

Daha hızlı kararlar: YZ faaliyetlerini uygulamak için ortalama bir insandan daha hızlı kararlar alabilir. Bunun nedeni insanlar bir karar verirken duygusal ve çevre gibi birçok etkiyi düşünmek zorunda olması olduğunu söyleyebiliriz.

Hayati destek: Çeşitli durumlarda, tehlikelerden korunmak için insanlar yerine YZ özelliklerine sahip robotlar kullanılıyor.

biçiminde sıralanabilir. Buna karşın YZ dezavantajları da;

Yüksek maliyetler: YZ uygulamalarının hedeflenen amaçları sağlayabilmesi için bilgi işlem altyapı maliyetleri katlanarak artıyor.

Uzman eksikliği: YZ halen yeni bir alan olduğundan, deneyimli uzman eksikliği bulunmaktadır. Bu YZ geliştirme ve uygulama maliyetlerini arttırmaktadır.

Genel amaçlı ürün eksikliği: Sohbet botları ve öneri motorları ile sınırlı olan genelleştirilmiş uygulamaların eksikliği YZ geliştirmenin maliyeti arttırmaktadır.

Yazılım geliştirmede standartların olmaması: YZ yazılımı geliştirmedeki standartların eksikliği, farklı sistemlerin birbirleriyle iletişim içinde olmasını zorlaştırmaktadır.

Amaç dışı kullanım potansiyeli: YZ büyük bir güce ve etkiye sahip olabilir. Ancak kötü amaçlı kullanım potansiyeli de vardır.

İstihdam azalması: YZ makinelerinin insanlar yerine daha fazla tercih edilmeye başlanması ile birlikte, işini kaybedenlerin oranının artması.

Zihinsel kapasite kaybı: Makineden çok fazla yardım alınması durumunda zaman içinde insanların düşünme yeteneklerine ihtiyaç duymaması ve bu yeteneklerin yavaş yavaş azalması sonucunda insan zihinsel kapasitelerinin kaybedilerek makinelere tamamen bağımlı hale gelmesi

Etik kuralların olmaması: İnsan hayatını etkileyecek olası yanlış kararlarda sorumlulukların kimde olacağının etik olarak tam belli olmaması

olarak söylenebilir. Sıralanan bu avantaj ve dezavantajlarına karşın gelişen teknoloji, insanın araştırma, öğrenme ile uygulama isteği, gelecekte YZ'nın hayatımızın her alanında artarak yer almaya devam edeceğine işaret etmektedir. Aslında teknolojik gelişmelerin her evresinde benzer endişeler yaşanmasına karşın, geline noktada önceden düşünüldüğü gibi yıkımların olmadığı görülmüştür.

1.2. Yapay Zeka Tarihi

1950 yılında İngiliz matematikçi Alan Turing, bilgisayar ve zeka ile ilgili bir çalışma yayınladı. Turing testi olarak adlandırılan bu çalışma ile bilgisayarın (makinenin) insan gibi akıllıca düşünüp düşünemeyeceğinin kanıtlanması amaçlanmaktaydı. İki insan ve bir bilgisayardan oluşan üç oyunculu bir oyun düşünün, burada sorgulayıcı (insan) diğer iki oyuncudan izole edilmiştir. Sorgulayıcının görevi her ikisine de sorular sorarak hangisinin insan hangisinin bilgisayar olduğunu bulmaya çalışmaktır. İşleri zorlaştırmak için her iki cevaplayıcı da sorgulayıcıyı yanlış tahmin etmesi için yanıltmaya çalışırlar. Sorgulayıcı hem insan hem de

bilgisayar tarafından verilen cevapları ayırt edemezse bilgisayar testi geçer ve makine (bilgisayar) insan kadar zeki kabul edilir. Yani, eğer bir bilgisayarın konuşması bir insandan kolayca ayırt edilemezse, akıllı olarak düşünülebilir. Ancak bu tasarımın başarıya ulaşması için bilgisayarların kökten değişmesi gerekiyordu. 1949'da bilgisayarlar komutları saklayamadıkları ve sadece onları çalıştırabildiklerinden zeka için istenilen koşulu sağlayamadılar. Başka bir deyişle o devirde, bilgisayarlara ne yapmaları söylenebilir ama ne yaptıklarını hatırlayamazlardı. Ayrıca 1950'lerin başında, bir bilgisayar kiralama maliyeti ayda 200.000 dolara kadar çıkmaktaydı.

Aynı yıl, Claude Shannon satranç oynamak için öğretilebilecek bir makine oluşturulmasını önerdi. Beş yıl sonra, Allen Newell, Cliff Shaw ve Herbert Simon tarafından “Mantık Kuramcısı (Logit Teorist)” adı verilen bir insanın problem çözme becerilerini taklit etmek için tasarlanmış ve YZ konusunda ilk olduğu kabul edilen program Research and Development (RAND) Corporation desteği ile geliştirildi. Daha sonra 1956 yılında Dartmouth Yapay Zeka Araştırma Projesi'nde (DSRPAI) sunuldu. Bu konferansta John McCarthy, Alan Newell, Arthur Samuel, Herbert Simon ve Marvin Minsky tarafından YZ kavramı ilk defa kullanıldı.

1957'den 1974'e kadar geçen sürede YZ konusunda yapılan bilimsel araştırmalar artarak devam etti. Zamanla bilgisayarlar daha fazla bilgi depolayabilir ve daha hızlı, daha ucuz ve daha erişilebilir hale geldiler. Bunun yanında makine öğrenimi algoritmaları da gelişti ve insanlar da sorunlarına hangi algoritmanın uygulanacağını öğrenmeye başladılar. Yapılan araştırmaların somut çıktılar üretmeye başlaması ile Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) gibi kurumlar YZ konusunda daha fazla kaynak ayırmaya başladılar. Nitekim bu çalışmalar sonucunda 1970'de Marvin Minsky, Life Magazine'de yayınlanan röportajında “üç ila sekiz yıl arasında ortalama bir insanın genel zekasına sahip bir makinemiz olacak” dedi. Ancak hedefe ulaşmak için biraz daha çalışılması gerektiği anlaşıldı. Özellikle halen bilgisayarların istenen düzeyde hesaplama gücü yoktu ve istenilen düzeyde bilgiyi depolayamıyor, ayrıca yüksek işlem yapma kapasiteleri de bulunmuyordu. Zaman geçtikçe araştırmaları destekleyen kuruluşlar ve yöneticilerin destekleri ile birlikte fon kaynakları da azaldı ve YZ araştırmaları yaklaşık 10 yıl boyunca yavaşladı.

1980'lerde YZ çalışmaları için iki önemli değişiklik yaşandı. Bunlar çalışmalarda kullanılacak algoritmaların ve fonların artmasıdır. John Hopfield ve David Rumelhart, bilgisayarların deneyimi kullanarak öğrenmelerini sağlayan derin öğrenme (deep learning) tekniklerini geliştirdiler. Öte yandan Edward Feigenbaum, uzman bir insanın karar verme sürecini taklit eden uzman sistemleri (expert systems) tanıttı. Japon hükümeti bu dönemde, Beşinci Nesil Bilgisayar Projeleri'nin (Fifth Generation Computer Project- FGCP) bir parçası olarak uzman sistemleri ve YZ ile ilgili diğer girişimleri destekledi. 1982-1990 yılları arasında 400 milyon dolar yatırım yaptı. Her ne kadar hedeflenen sonuçlar alınamasa da en azından bu alandaki mühendis ve bilim insanlarının yetişmesine katkıda bulunduğunu söyleyebiliriz.

1990'larda bilgisayarların hesaplama gücündeki ilerlemelerle YZ araştırmaları için daha çok fon ayrılmaya başlandı. Böylece 1990'lar ve 2000'ler boyunca YZ araştırmalarında önemli hedeflere ulaşıldı. 1997'de dünya satranç şampiyonu Gary Kasparov satranç oynayan bir bilgisayar programı olan IBM'in Deep Blue tarafından yenildi. Deep Blue altı hamle ve daha sonrasını tahmin edebiliyor ve saniyede 330 milyon pozisyonu hesaplayabiliyordu. Böylece

satrançta ilk defa bir dünya şampiyonu YZ yazılımına yenilmiş oldu. Aynı yıl Dragon Systems tarafından geliştirilen konuşma tanıma yazılımı Windows'a uygulandı. Cynthia Breazeal tarafından geliştirilen ve duyguları tanıyabilen ve sergileyebilen bir robot tanıtıldı. 2012 yılında Google sürücüsüz otomobilin testlerini Nevada eyaletinde yollarda test etmek için gerekli izni aldı.

2015 yılında Alphabet'in DeepMind, dünyanın en iyi oyuncularına karşı eski Go oyununu oynamak için yazılım geliştirilmeye başladı. Nasıl oynanacağını öğrenmek için binlerce insan amatör ve profesyonel oyun üzerinde eğitilmiş yapay bir sinir ağını kullandı. 2016 yılında, AlphaGo o zamanlar dünyanın en iyi oyuncusu olan Lee Sedol'u bire dört yendi. AlphaGo'nun geliştiricileri programın birkaç basit yol gösterici kuralla tamamen rastgele oyundan başlayarak deneme yanılma yöntemiyle kendi kendine oynamasına izin verdi. Sonuç, kendini daha hızlı eğiten ve orijinal AlphaGo'yu 100'e karşı 0'la yenebilen bir programı geliştirildi.

Gelinen aşamada, 30 yıl boyunca sürekli karşımıza çıkan bilgisayar depolama alanı artık sorun değildi. Ayrıca bilgisayarların hafızası ile hızının da her yıl katlanarak artması araştırmaların ivme kazanmasına neden oldu. Son yıllarda, makine öğrenimi adı verilen bir YZ teknolojisi yardımı ile büyük verilerin, bulut bilgi işlemin, ilişkili hesaplama, depolama kapasitesinin artması, YZ'nin gücünü, kullanılabilirliğini, büyümesini ve etkisini önemli ölçüde artırdı. Teknolojik ilerlemenin sürmesi, YZ sistemlerinin kullanımı için daha güvenilir verileri yakalayan, daha hassas ve daha ucuz algılayıcı (sensör) geliştirilmesini sağlamıştır. Son yıllarda YZ alanında;

- Doğal dil işleme (natural language processing)
- Otonom araçlar ve robotik (autonomous vehicles and robotics)
- Bilgisayar görme (computer vision)
- Dil öğrenme (language learning)

alanlarında önemli gelişmeler sağlanmıştır. Aşağıda YZ tarihindeki önemli gelişmeler kronolojik olarak verilmiştir.

- 1921: Çek oyun yazarı Karel Čapek robot adını verdiği 'yapay insanlar' fikrini ortaya koyan 'Rossum'un Evrensel Robotları' adlı bilim kurgu oyununu yayınladı. Bu yapay kelimesinin bilinen ilk kullanımıydı.
- 1929: Japon profesör Makoto Nishimura Gakutensoku adlı ilk Japon robotunu yaptı.
- 1949: Bilgisayar bilimcisi Edmund Callis Berkley yeni bilgisayar modellerini insan beyniyle karşılaştıran “Dev Beyinler veya Düşünen Makineler” kitabını yayınladı.
- 1950: Bilgisayar bilimcisi Alan Turing makine istihbaratı için bir Turing testini önerdi. Bir makine insanları insan olduğunu düşünmek için kandırabilirse o zaman zekası var demektir.
- 1952: Arthur Samuel adlı bir bilgisayar bilimcisi dama oynamak için bir program geliştirdi ve bu oyunu bağımsız olarak öğrenen ilk program oldu.

- 1955: “Yapay zeka” terimi bilgisayar bilimcisi John McCarthy tarafından “akıllı makineler üretme bilimi ve mühendisliği” ni tanımlamak için kullanıldı.
- 1958: John McCarthy yapay zeka araştırmaları için ilk programlama dili olan ve günümüzde hala popüler olarak kullanılan LISP'yi (List Processing) yarattı.
- 1959: Arthur Samuel makinelere onları programlayan insanlardan daha iyi satranç oynamayı öğretmekle ilgili bir konuşma yaparken “makine öğrenimi” terimini kullandı.
- 1961: İlk endüstriyel robot Unimate General Motors’un montaj çalışmaya başladı.
- 1964: MIT’de Joseph Weizenbaum tarafından geliştirilen ELIZA sohbet botu insanlarla sohbet etmeye başladı.
- 1965: Edward Feigenbaum ve Joshua Lederberg insan uzmanların düşünme ve karar verme yeteneklerini kopyalamak için programlanmış bir tür yapay zeka olan ilk “uzman sistemi” yarattılar.
- 1966: Stanford üniversitesinde Shakey adı verilen “ilk elektronik kişi” olan ve kendi eylemlerini yapabilen genel amaçlı bir mobil robot geliştirildi.
- 1973: Uygulamaları matematikçi James Lighthill Britanya Bilim Konseyi’ne bir rapor vererek YZ konusundaki ilerlemelerin bilim insanları tarafından vaat edilenler kadar etkileyici olmadığına altını çizdi; bu da İngiliz hükümetinin YZ araştırmalarına yönelik desteğinin ve finansmanının çok daha azalmasına yol açtı.
- 1981: Japon hükümeti Beşinci Nesil Bilgisayar projesine 850 milyon dolar (bugünkü parayla 2 milyar dolardan fazla) ayırdı. Amaçları çeviri yapabilen, insan dilinde konuşabilen ve insan düzeyinde muhakemeyi ifade edebilen bilgisayarlar yaratmaktır.
- 1984: AAAI finansmanın ve ilginin azalacağı ve araştırmayı önemli ölçüde zorlaştıracak bir “Yapay Zeka Kışı”nın yaklaştığı konusunda uyardı.
- 1986: Ernst Dickmann ve Münih Bundeswehr Üniversitesi’ndeki ekibi ilk sürücüsüz arabayı (veya robot arabayı) yarattı ve sergiledi. Engellerin veya insan sürücülerin bulunmadığı yollarda saatte 55 mil hıza kadar çıkabildi.
- 1988: Rollo Carpenter adlı bir bilgisayar programcısı, insanlara ilginç ve eğlenceli sohbetler sağlamak için programladığı sohbet robotu Jabberwacky’yi icat etti.
- 1997: IBM tarafından satranç oynayan Deep Blue adı verilen bir bilgisayar, dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov’u yendi. Windows, Dragon Systems tarafından geliştirilen bir konuşma tanıma yazılımı yayınladı.
- 1998: MIT insanların duygularını algılayıp yanıtlarını buna göre düzenleyen akıllı bir robot olan KISmet’i tanıttı.
- 1999: Sony zaman içinde gelişen becerilere ve kişiliğe sahip ilk tüketici robot evcil köpek AiBO’yu piyasaya sürdü
- 2002: iRobot’un ilk seri ürettiği otonom robot olan ve Roomba adı verilen elektrik süpürgesi evlerde gezinmeyi ve temizlemeyi öğrendi.

- 2003: NASA Mars'a iki gezici (Spirit ve Opportunity) indirdi ve bunlar insan müdahalesi olmadan gezegenin yüzeyinde gezindiler.
- 2006: Twitter, Facebook ve Netflix gibi şirketler reklam ve kullanıcı deneyimi (UX) algoritmalarının bir parçası olarak YZ kullanmaya başladı.
- 2010: Microsoft vücut hareketlerini izlemek ve bunu oyun komutlarına dönüştürmek için tasarlanan ilk oyun donanımı olan Xbox 360 Kinect'i piyasaya sürdü.
- 2011: Apple sesli bir arayüze sahip akıllı bir sanal asistan olan Siri'yi iPhone 4S'ye entegre etti.
- 2011: IBM'in soruya cevap veren bilgisayarı Watson, 1 milyon dolarlık popüler ödüllü televizyon yarışması şovunda Jeopardy'de birinci oldu
- 2012: Google'dan iki araştırmacı (Jeff Dean ve Andrew Ng), etiketsiz resimler ve arka plan bilgisi göstermeden kedileri tanıyacak bir sinir ağını eğitti.
- 2014: Eugene isimli bir sohbet botu, sorgulayıcıların üçte birini insan olduğuna inandırıp Turing Testinden geçti. Amazon alışveriş görevlerini tamamlayabilen sesli arayüze sahip akıllı bir sanal asistan olan Alexa'yı tanıttı
- 2015: Elon Musk, Stephen Hawking ve Steve Wozniak (ve 3.000'den fazla kişi), önde gelen ülkelerin hükümetlerine, savaş amacıyla otonom silahların geliştirilmesini (ve daha sonra kullanılmasını) yasaklayan açık mektup gönderdiler.
- 2016: Hanson Robotics ilk robot vatandaş olarak bilinen ve gerçekçi insan görünümüne sahip, duyguları anlama/ kopyalama ve iletişim kurma becerisine sahip ilk robot olan Sophia adında insansı bir robotu yarattı. Microsoft'un sohbet botu Tay sosyal medyada kontrolden çıkarak saldırgan ve ırkçı yorumlar yaptı ve devre dışı bırakıldı.
- 2017: Facebook, sohbet etmek ve nasıl pazarlık yapılacağını öğrenmek için iki yapay zeka sohbet robotu programladı, ancak bunlar İngilizceyi bırakıp tamamen özerk bir şekilde kendi dillerini geliştirmeye başladılar ve devre dışı bırakıldılar.
- 2018: Alibaba'nın dil işleyen yapay zeka uygulaması, Stanford okuma ve anlama testinde insan zekasını yendi.
- 2020: OpenAI kod, şiir ve benzeri diğer dil ve yazma görevlerini oluşturmak için Derin Öğrenmeyi kullanan bir model olan GPT-3'ün beta testine başladı. Türünün ilki olmasa da, insanlar tarafından yaratılanlardan neredeyse ayırt edilemeyecek içerikler yaratan ilk olma özelliğine sahiptir.
- 2021: OpenAI görüntüleri doğru altyazılar oluşturmaya yetecek kadar işleyebilen ve anlayabilen DALL-E'yi geliştirerek yapay zekayı, görsel dünyayı anlamaya bir adım daha yaklaştırdı.
- 2023: Ocak 2023 itibarıyla ChatGPT'nin 100 milyondan fazla kullanıcısı vardı ve bu da onu bugüne kadarki en hızlı büyüyen tüketici uygulaması haline getirdi.

- 30 Ekim 2023'te ABD Başkanı Biden, “Yapay Zekanın Güvenli, Emniyetli ve Güvenilir Geliştirilmesi ve Kullanımına İlişkin Yönetici Kararını (Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence)” imzaladı.
- Kasım 2023'te, yapay zekanın yakın ve uzak vadeli risklerini tartışmak üzere Birleşik Krallık'taki Bletchley Park'ta ilk küresel “Yapay Zeka Güvenliği Zirvesi” düzenlendi. Zirvenin başında aralarında ABD, Çin ve Avrupa Birliği'nin de bulunduğu 28 ülke yapay zekanın zorluklarını ve risklerini yönetmek için uluslararası işbirliği çağrısında bulunan bir bildiri yayınladı.
- 2023 Google, Gemini 1.0 Ultra'yı piyasaya sürdü.
- 2024: 15 Şubat'ta OpenAI, bir dakikaya kadar videolar oluşturmaya yönelik metinden videoya dönüştürme modeli Sora'yı kamuya duyurdu.
- 2024: 22 Şubat'ta StabilityAI, Sora'ya benzer bir mimari kullanan Stable Diffusion 3'ü duyurdu.

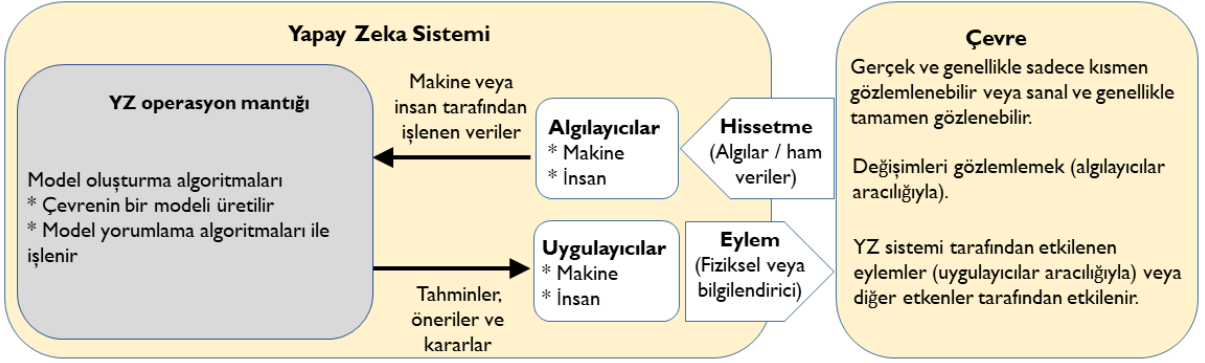
2. YAPAY ZEKA SİSTEMİ VE ÖZELLİKLERİ

İnsan benzeri zeka ve becerileri makinelerde simüle eden YZ sistemleri, birçok karmaşık görevi yerine getirebilir. Bu sistemler öğrenme, problem çözme, dil anlama, ve karar verme gibi yeteneklere sahiptirler. Bu yeteneklerini kullanmak için bulundukları ortamlardan derledikleri büyük veri kümelerini analiz ederek anlamlı bilgiler elde etmekte, daha akıllı ve etkili kararların almasına yardımcı olmaktadır. Bu bölümde YZ sistemlerinin nasıl çalıştığı, temel özellikleri ve uygulama alanları hakkında bilgiler verilecektir.

2.1. Yapay Zeka Sisteminin Temel Bileşenleri

İnsan çevresi ile iletişim ve etkileşimde olan bir varlıktır. Çevresinde oluşan değişiklikleri algılamak için duyu organlarını kullanır ve bazen refleks bazen de düşünerek, muhakeme ederek kararlar verir. Bu kararları sonucunda bazı organlarını hareket ettirebilir veya diğer insanlar ile çeşitli yollarda iletişim kurabilir. Buna benzer olarak genelde akıllı *ajan (agent)* olarak da adlandırılan YZ sistemini; algılayıcıları ile topladığı veri ve bilgileri kullanarak çevresini fark eden, karar veren ve uygulayan herhangi bir şey olarak tanımlayabiliriz. Bunun yanında YZ sistemi belirli bir dizi amaç için gerçek veya sanal ortamları etkileyen tahminler, öneriler ya da kararlar verebilen makine tabanlı bir sistem biçiminde de tanımlanmaktadır.

Şekil 2.1 YZ sistemine genel bakış



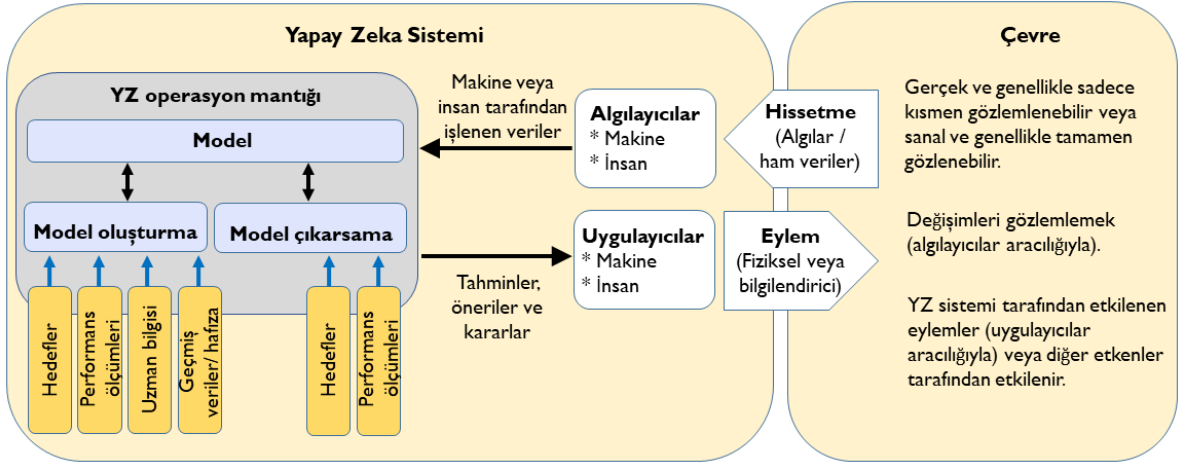
Şekil 2.1’de görülebileceği gibi bir YZ sisteminde temelde algılayıcılar, operasyon mantığı ve uygulayıcılar olmak üzere üç bölüm bulunmaktadır. Algılayıcılar çevreden ham veri toplarken, uygulayıcılar ise çevreye eylemleri, karar veya hareketlerini iletirler. Bir YZ sisteminin kilit gücü, operasyonel mantığında yatmaktadır. Algılayıcılardan gelen girdi verilerine dayanarak, amacına uygun olarak operasyonel mantık uygulayıcılara talimatlar iletir. Bunlar çevrenin durumunu etkileyebilecek öneriler, tahminler veya kararlar biçiminde olmalıdır.

Şekil 2.2 ile verilen YZ sistemlerinin ayrıntılı çizimi, yapının işleyişi hakkında bilgi sahibi olmamıza yardımcı olacaktır. Farklı YZ sistemlerinin yapılarını ve işleyişlerini genelleştirmek

amacıyla model kısmı, model oluşturma ve çıkarsama olarak ikiye ayrılmıştır. Uygulayıcılar model sonucunda elde edilen çıktıları (talimatları/yönergeleri) iletirler.

YZ sistemi, makine ve / veya insan tabanlı girdileri kullanarak, gerçek veya sanal ortamları etkileyen tahminler, öneriler ya da kararları verir. Bunun için i) gerçek ve / veya sanal ortamları algılar; ii) otomatik olarak (örneğin makine öğrenimi ile veya manuel olarak) analiz yoluyla modellere bu tür algıların aktarılmasını sağlar; iii) bilgi veya eylem seçeneklerini formüle etmek için model çıkarımı yöntemlerini kullanır.

Şekil 2.2 YZ sisteminin ayrıntılı yapısı



YZ sisteminin etkileşimde olduğu çevre, algılayıcılar aracılığıyla gözlemlenebilen ve uygulayıcılar aracılığı ile eylemlerden etkilenen bir alandır. Algılayıcılar ve uygulayıcılar makineler ya da insanlardır. Ortamlar fiziksel, sosyal, zihinsel vb. gibi gerçek veya masa oyunları gibi sanal ve genellikle tamamen gözlemlenebilirlerdir. YZ sistemlerinde yer alan çevre özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Kesikli/ sürekli: Çevrenin sınırlı sayıda açıkça tanımlanmış farklı durumları varsa, çevre kesiklidir (Örneğin, satranç); aksi halde sürekli (Örneğin, sürüş).

Gözlemlenebilir/ kısmen gözlemlenebilir: Ortamın tam durumunu her bir zaman noktasında belirlemek mümkün ise gözlemlenebilir; aksi takdirde kısmen gözlemlenebilir.

Statik/ dinamik: Bir sistem çalışırken ortam değişmezse statiktir; aksi halde dinamiktir.

Tek sistem / çoklu sistem: Ortam, sistem ile aynı (tek) veya farklı türde başka sistemler (çoklu) içerebilir.

Erişilebilir / erişilemez: Sistemin algı aparatları ortamın tüm durumuna erişebiliyorsa, ortam bu sistem tarafından erişilebilir. Aksi halde erişilemez.

Deterministik / deterministik olmayan: Çevrenin bir sonraki durumu ve mevcut durumu, sistemin eylemleri tarafından tamamen belirlenirse çevre deterministiktir, aksi takdirde deterministik değildir.

Epizodik / epizodik olmayan: Epizodik bir ortamda her bölüm algılanan ve daha sonra hareket eden sistemden oluşur. Eyleminin kalitesi sadece bölümün kendisine bağlıdır. Sonraki

bölümler, önceki bölümlerdeki eylemlere bağlı değildir. Epizodik ortamlar çok daha basittir çünkü sistemin ileriye düşünmesine gerek yoktur.

YZ sisteminin temeli ortamın yapısını ve / veya dinamiklerini tanımlayan sistemin harici ortamının tamamını veya bir kısmını temsil eden YZ modelidir. Bir model, insanlar ve / veya otomatik araçlar (örn. Makine öğrenimi algoritmaları) tarafından uzman bilgisine ve / veya verilere dayanabilir. Hedefler (örneğin çıktı değişkenleri) ve performans ölçümleri (örn. doğruluk, eğitim kaynakları, veri kümesinin temsili) modelleme sürecine rehberlik eder. Model çıkarsama insanların ve / veya otomatik araçların modelden bir sonuç çıkarması sürecidir. Bunlar öneriler, tahminler veya kararlar şeklindedir. Amaçlar ve performans ölçümleri çıkarsamayı yönlendirir. Bazı durumlarda (örn. deterministik kurallar), bir model tek bir öneri sunabilir. Diğer durumlarda (örneğin olasılıklı modeller), bir model çeşitli öneriler sunabilir. Bu öneriler örneğin, güven, sağlamlık veya risk düzeyi gibi performans ölçümleri ile birlikte değerlendirilir.

Tablo 2.1’de insan makine etkileşimli olarak tasarlanan bir YZ sistemindeki otomasyon seviyeleri verilmiştir. Tabloda uygulayıcıların sadece insan, makine ve insan olması durumuna göre çeşitli karar mekanizmaları verilmiştir. Tablonun en sağında yer alan makine kontrollü sistemde, YZ sistemi tarafından çevreden toplanan veriler aracılığı ile çeşitli model analizleri ile çıkarımlar sonucunda öneriler / karar seçenekleri verilmiştir. Daha sonra yine sistem tarafından bunlar arasından en iyi olanına karar verilir ve son aşamada sistem harekete ve eyleme geçme kararını uygular.

Tablo 2.1 Otomasyon seviyeleri

	Uygulayıcı				
	İnsan	İnsan+ Makine Desteği	Makine+ İnsan Desteği	Makine+ İnsan Yönetimi	Makine Kontrollü
Kimler fikir üretiyor?	İnsan sınırlı teknolojiyi kullanarak analiz eder ve süreçleri üretir	İnsan çeşitli araçlar kullanarak analiz eder ve süreçleri üretir	Makine analiz eder ve insan görüşünü alarak süreçleri üretir	Makine, insan incelemesi olmadan analiz eder ve süreçleri üretir	Makine analiz eder ve süreçleri üretir
Kim nasıl karar verir?	Deneyime ve kurallara dayalı insan kararları	Optimum makine tavsiyelerine dayalı insan kararları	Tüm faktörler tarafından kısıtlanan makine tavsiyelerine dayalı insan kararları	Makine, insan yönetimi çerçevesinde kararları verir	Makine karar verir
Kararlara göre kim hareket eder?	İnsan davranışları / uygulamaları	İnsan davranışları / uygulamaları	İnsan makine denetimi ile hareket eder veya yürütür	Makine, insan gözetimi ile hareket eder veya yürütür	Makine kensi başına hareket eder veya yürütür

2.2. Sistem Türleri ve Özellikleri

Bir YZ sistemi bulunduğu ortamı ve çevresini algılayıcılar aracılığıyla algılayabilen ve uygulayıcılar aracılığıyla bu ortama etki edebilen her şeydir. Akıllı YZ sistemleri hedefler belirleyebilmeli ve onlara ulaşabilmelidir. Bununla birlikte, eğer YZ sistemi bulunduğu ortamda tek değilse, diğer sistemlerin kararlarını ve eylemlerini önceden bilemiyorsa, belirsizlik altında kararlarını vermesi gerekebilir. Bu yalnızca çevresini değerlendirip tahminlerde bulunmayan, aynı zamanda diğer sistemlerin tahminlerini de değerlendiren ve buna göre uyum sağlayan bir yapının gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Örneğin doğal dil işleme, makinelere insan dilini okuma ve anlama yeteneği verir. Doğal dil işlemenin bazı basit uygulamaları arasında bilgi alma, metin madenciliği, soru cevaplama ve makine çevirisi bulunmaktadır. Makine algısı, ortamın özelliklerini ortaya çıkarmak için algılayıcılardan gelen girişleri (kamaralar, mikrofonlar vb.) kullanma yeteneğidir. Buna örnek olarak bilgisayarla görme, oyun teorisi, karar teorisi gibi kavramlar verilebilir. Aslında YZ rasyonel sistemlerin birlikte çalışması olarak tanımlanabilir. Rasyonel bir YZ sistemi kişi, firma, makine veya yazılım olarak karar veren herhangi bir şey olabilir. Geçmiş ve şimdiki algıları dikkate aldıktan sonra en iyi sonucu veren bir eylemi gerçekleştirmeyi amaçlar. Rasyonel bir YZ sistemi doğru olanı yapar. Doğru eylem, sistemin en başarılı olmasına neden olan eylemdir. Her şeyi bilen bir sistem, eylemin ne gibi bir etkisi olacağını tahmin edebilir ve buna göre hareket edebilir, Bir sistemin akılcılığı veya başarısı aşağıdaki koşullara bağlıdır.

- Başarı derecesini belirleyen performans ölçümleri.
- Sistemin şimdiye kadar algılama yeteneği.
- Sistemin çevre hakkında önceden bilgisi.
- Sistemin gerçekleştirebileceği eylemler.

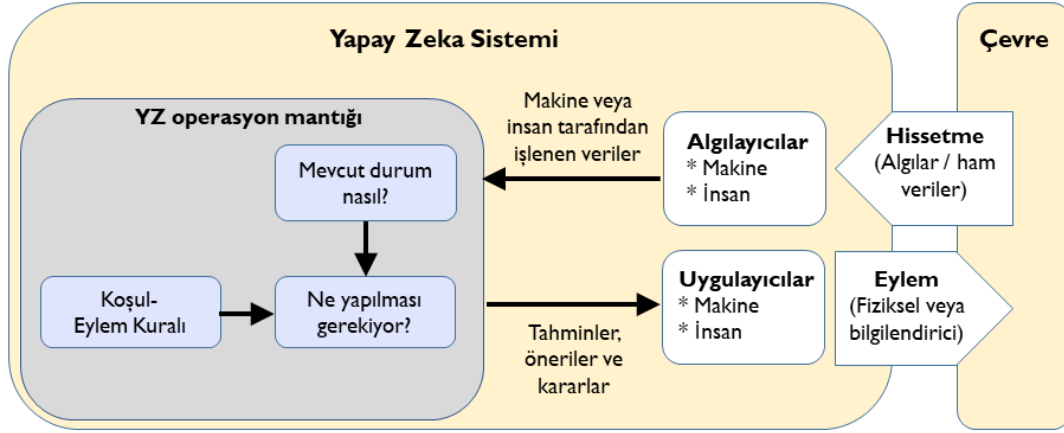
Rasyonel bir YZ sistemi her zaman doğru eylemi gerçekleştirir, burada doğru eylem, sistemin verilen algılama dizisinde en başarılı olmasına neden olan eylem anlamına gelmektedir. Aşağıdaki kesimlerde YZ sistemlerinin türleri ve özellikleri kısaca açıklanmıştır.

Basit Refleks Sistemler

Şekil 2.3’de gösterilen basit refleks sistemler vücudumuzun refleks hareketine benzer şekilde çalışır (örn. alevin ucuna dokunduğunda parmağımızı hemen kaldırdığımız gibi). Vücudumuzun mevcut duruma göre derhal yanıt vermesi gibi bu sistemler algılama geçmişini dikkate almaz, sadece en yeni algıyı temel alarak hareket eder. Koşul-eylem kuralı, bir durumu yani koşulu bir eylemle eşleyen bir kuraldır. Koşul doğruysa, eylem gerçekleştirilir, aksi halde kayıtsız kalınır.

Basit refleks sistemleri yalnızca ortam tamamen gözlenebilir olduğunda başarılı olurlar. Kısmen gözlenebilir ortamlarda çalışan basit refleks sistemleri için, sonsuz döngüler genellikle kaçınılmazdır. Eğer sistem eylemlerini rastgele seçebiliyorsa sonsuz döngülerden kaçmak mümkün olabilir. Örneğin bilişim sistemlerinde yer alan Firewall’da giriş portlarından gelen bir paket kara listedeyse sistem engeller, değilse engellemez.

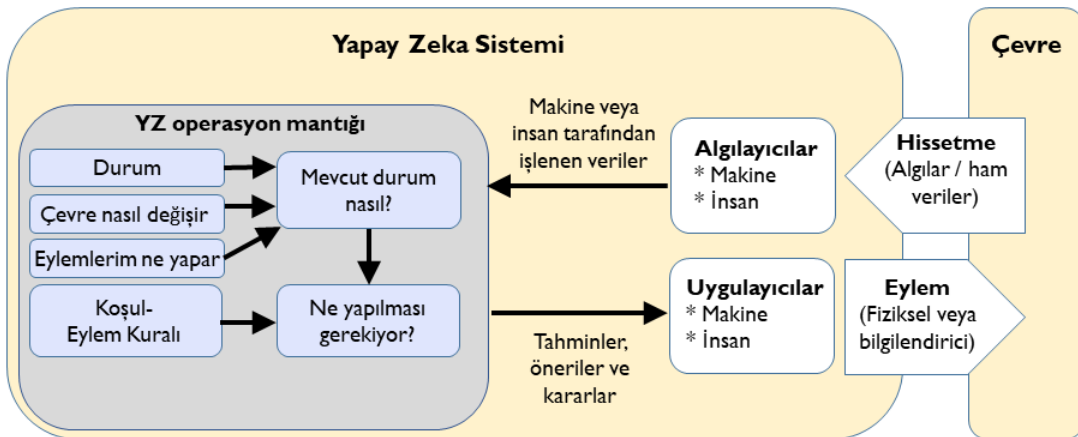
Şekil 2.3 Basit refleks sistemi



Model Tabanlı Refleks Sistemler

Hafızalı YZ sistemleri olarak da adlandırılır ve mevcut duruma uygun bir kural bularak çalışır. Önceki durum ve mevcut durum hakkındaki bilgileri depolar ve eylemi bunlara göre gerçekleştirir. Şekil 2.4’de verilen model tabanlı bir sistem, çevre/ortam hakkında model kullanarak kısmen gözlemlenebilir ortamlarla başa çıkabilir. Sistem her bir algı tarafından ayarlanan ve algı geçmişine bağlı olan iç durumu izlemelidir. Mevcut durum çevrenin görülemeyen kısmını tanımlayan bir tür yapıyı koruyan sistem içinde depolanmaktadır. Durumun güncellenmesi ortamın sistemden bağımsız olarak nasıl geliştiği ve sistem eylemleri çevreyi nasıl etkiler sorularının yanıtlarının bilinmesini gerektirmektedir. Örneğin araba sürerken sürücü şeridi değiştirmek istiyorsa, arkasındaki araçların mevcut konumunu bilmek için aynaya bakar. Önden bakarken sadece öndeki araçları görebilir ve zaten arkasındaki araçların konumu (bir an önce aynadan) hakkında bilgi sahibi olduğu için şeridi güvenli bir şekilde değiştirebilir.

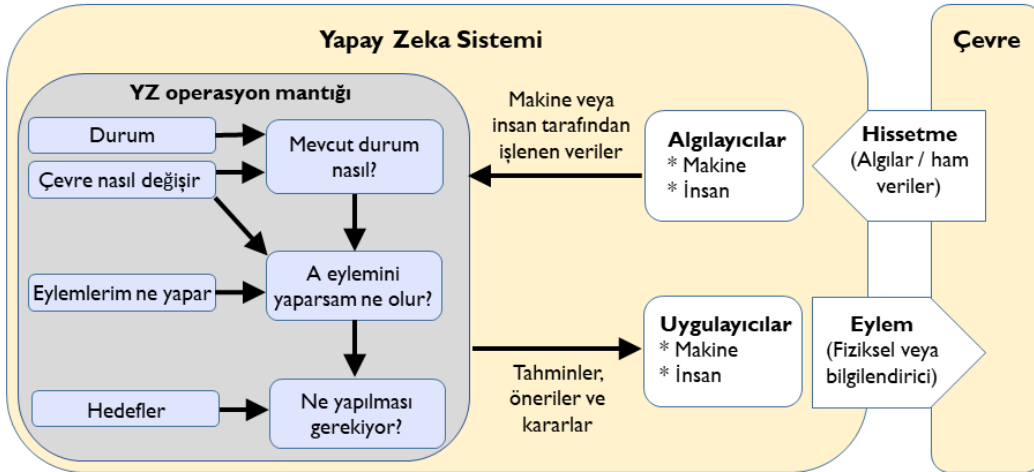
Şekil 2.4 Model tabanlı refleks sistemi



Hedef Tabanlı Sistemler

Bazı durumlarda, sadece mevcut durumun bilgileri doğru kararın alınmasında yardımcı olmayabilir. Hedef biliniyorsa, sistem doğru kararı vermek için mevcut durum bilgilerinin yanı sıra hedef bilgilerini de dikkate alır. Bu tür sistemler şu anda hedeflerinden ne kadar uzak olduklarına bağlı olarak karar alırlar. Aslında yaptıkları her eylem, hedefe olan uzaklıklarını azaltmayı amaçlamaktadır. Böylece sistem birden fazla seçenek arasından hedefe en yakın olabileceğini öngördüğü eylemi seçmeye odaklanır. Kararlarını destekleyen veriler ile bilgiler depolanabilir ve değiştirilebilir bu da bu sistemleri daha esnek hale getirir. Şekil 2.5’de hedef tabanlı sistem yapısı verilmiştir. Örneğin YZ sisteminin kendi kendini süren bir araba olduğunu varsayalım, bu durumda hedefe giden güzergahın bilgisi aracın sola veya sağa ne zaman döneceğine karar vermesine yardımcı olur. Hedefe dayalı sistem daha az verimli görünse de, esnek bir yapıya sahiptir. Eğer arabanın varış yeri değişirse, sistem eylemlerini buna göre değiştirecektir.

Şekil 2.5 Hedef tabanlı sistem

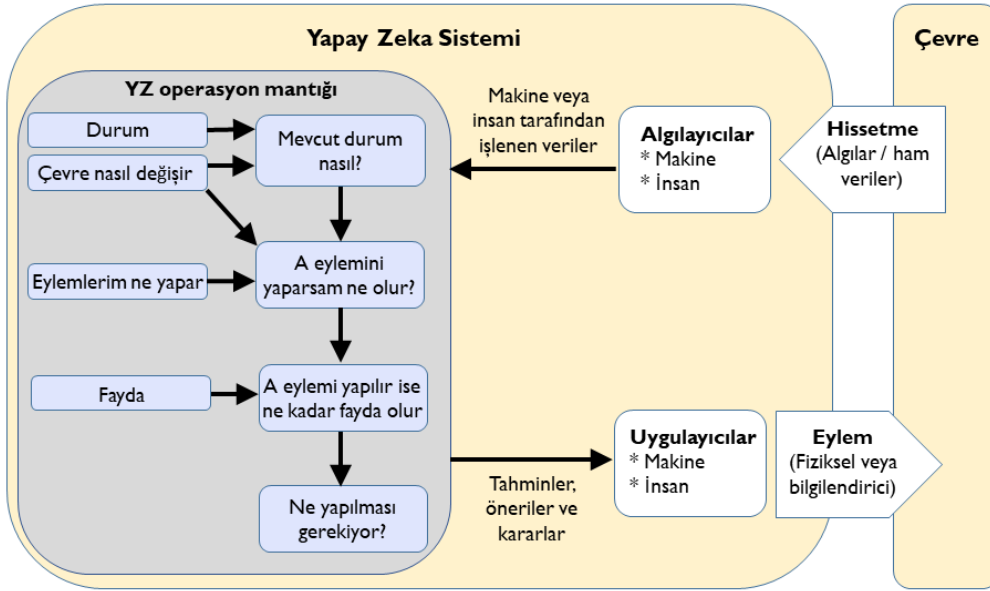


Fayda Tabanlı Sistemler

Hedef tabanlı sistemlere ek olarak burada hedefe ulaşmanın başka faydalar sağlayıp sağlamadığı sorusu gündeme gelir. Birden fazla seçenek olduğunda hangisinin en iyi olduğuna karar vermek için Şekil 2.6’da verilen fayda tabanlı sistemler kullanılır. Bazen istenen hedefe ulaşmak yeterli değildir. Bir varış noktasına ulaşmak için daha hızlı, daha güvenli ve daha ucuz bir yolculuk arayabiliriz.

Gerçek dünyadaki belirsizlik nedeniyle fayda tabanlı bir sistem beklenen faydayı en üst düzeye çıkaran kararı seçme eğilimindedir. Örneğin otonom bir arabada hedef bilinir, ancak birden fazla rota vardır. Uygun bir rota seçmek sistemin genel başarısı için önemlidir. En kısa ve/veya rahat rotaya karar vermede birçok faktör vardır. Başarı sistemin tercihlere göre seçtiği rotanın kullanıcıya olan faydasına bağlıdır.

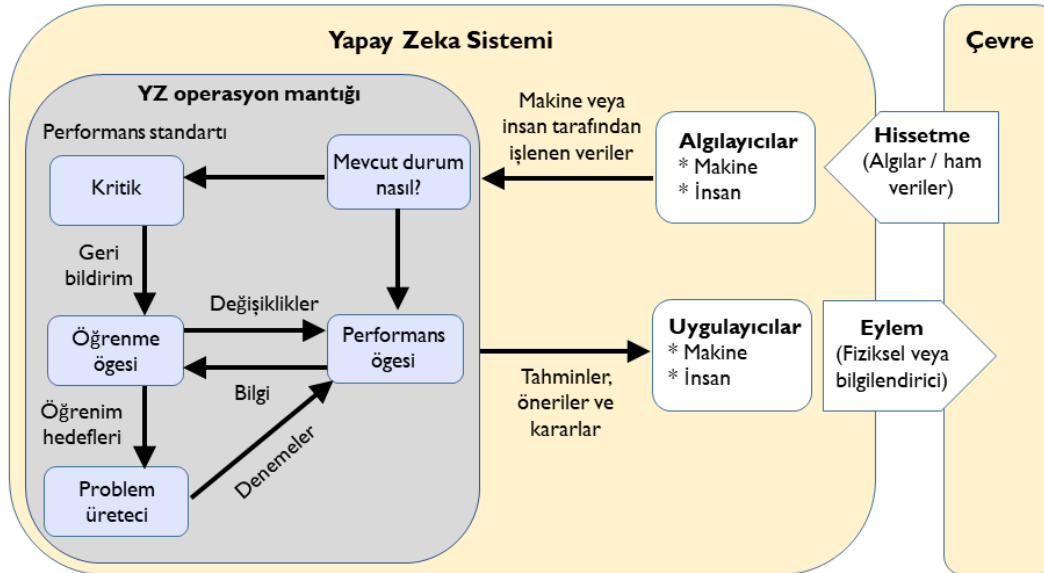
Şekil 2.6 Fayda tabanlı sistem



Öğrenen Sistemler

Bu sistem geçmiş deneyimlerinden öğrenebilen veya öğrenme yeteneklerine sahip olan bir YZ sistemi türüdür. Temel bilgi ile hareket etmeye başlar ve daha sonra öğrenme yoluyla otomatik olarak hareket edebilir ve uyum sağlayabilir.

Şekil 2.7 Öğrenen sistem



Şekil 2.7’de genel bir yapısı verilen öğrenen sistemlerin temel olarak dört kavramsal bileşeni vardır:

Öğrenme ögesi: Çevreden öğrenerek iyileştirmeler yapmaktan sorumludur

Kritik: Öğrenme unsuru, sistemin sabit bir performans standardına göre ne kadar iyi olduğunu açıklayan eleştirmenden geri bildirim alır.

Performans ögesi: Harici eylemin seçilmesinden sorumludur

Problem üretici: Bu bileşen yeni ve bilgilendirici deneyimlere yol açacak eylemler önermekten sorumludur.

Bazı Sistem Örnekleri

Kredi puanlama sistemi: Kredi puanlama sistemi çevresini etkileyen (insanlara kredi verilip verilmediği) makine tabanlı bir sisteme örnek olarak verilebilir. Belirli bir hedef kümesi için (kredi değeri) önerilerde bulunur (kredi puanı). Bunu hem makine tabanlı girdileri (insanların profillerine ve kredileri geri ödeyip ödemeyeceklerine ilişkin geçmiş veriler) hem de insan tabanlı girdileri (bir dizi kural) kullanarak yapar. Bu iki girdi seti ile sistem gerçek ortamları algılar (insanların kredileri sürekli olarak geri ödeyip ödemediklerini). Bu algıları otomatik olarak modeller aracılığı ile özetler. Örneğin, bir kredi puanlama algoritması istatistiksel bir model kullanabilir. Sonuç kararlarını vermek amacıyla (kredi verme veya reddetme) seçenekleri belirleyerek öneride bulunmak için (kredi puanı) model sonuçlarını (kredi puanlama algoritması) kullanır.

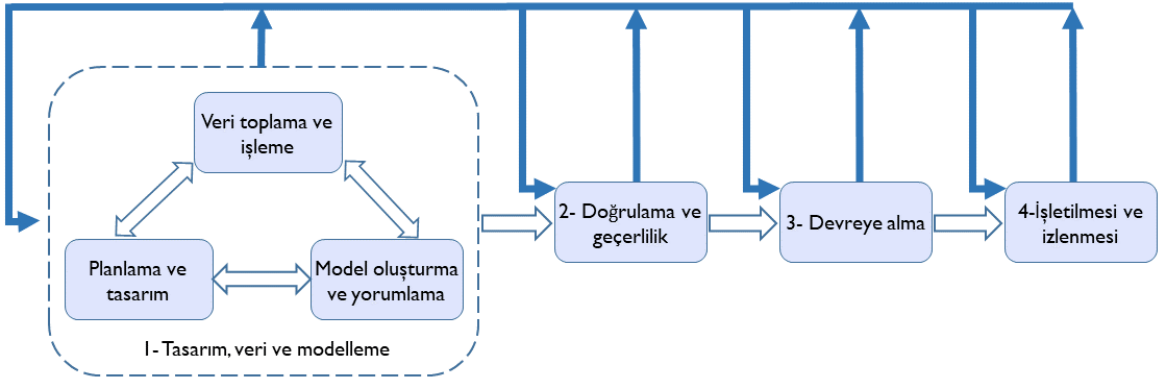
Görme engelliler için asistan: Bu sistem, makine tabanlı bir sistemin çevresini nasıl etkilediğini gösterir. Belirli bir amaç seti (bir yerden bir yere seyahat) için önerilerde bulunur (ör. Görme engelli bir kişinin bir engelden nasıl kaçınabileceği veya caddeden nasıl geçeceği). Bunu, makine ve / veya insan tabanlı girişler (nesnelerin büyük etiketli görüntü veritabanları, yazılı kelimeler ve hatta insan yüzleri) kullanarak yapar ve üç aşamada süreci sonlandırır. İlk olarak, ortamın görüntülerini algılar (kamera görüntüyü yakalar ve bir uygulamaya gönderir). İkincisi bu algıları otomatik olarak modellere ayırır (bir trafik ışığını, bir arabayı veya kaldırımda bir engeli tanıyabilen nesne tanıma algoritmaları). Üçüncüsü, sonuç seçeneklerini (çevrede algılanan nesnelerin sesli bir tanımını sağlar) önermek için model çıkarımı kullanır böylece kişi nasıl davranacağına ve çevrede nasıl hareket edeceğine karar verebilir.

Otonom sürüş sistemi: Bu YZ sistemi, çevresini etkileyebilecek makine tabanlı bir sistemi göstermektedir. Bir nesne veya işaretin engel veya talimat olup olmadığına yönelik tahminleri yapar ve / veya belirli bir hedef için (A noktasından B noktasına mümkün olan en kısa sürede güvenli bir şekilde gidiş) kararlar (hızlanma, frenleme vb.) verir. Bunu hem makine tabanlı girişleri (geçmiş sürüş verileri) hem de insan tabanlı girişleri (bir dizi sürüş kuralı) kullanarak yapar. Bu girişler otomobilin ve çevresinin bir modelini oluşturmak için kullanılır. Bu şekilde sistemin üç hedefe ulaşması sağlanacaktır. İlk olarak gerçek ortamları algılayabilir (kameralar ve sonarlar gibi algılayıcılar aracılığıyla). İkincisi bu algıları, modellere otomatik olarak aktararak (nesne tanıma; hız ve yörünge tespiti ve konuma dayalı veriler dahil) soyutlayabilir. Üçüncüsü model çıkarımını kullanabilir. Örneğin kendi kendine sürüş algoritması araç ve çevresi için olası durumların geleceklerin sayısız simülasyonundan oluşabilir. Bu şekilde sonuçlar için seçenekler önerebilir (durmak veya gitmek).

2.3. Yapay Zeka Yaşam Döngüsü

Bir YZ sistemi geleneksel yazılım ve sistem geliştirme yaşam döngülerinden daha genel bir yapıya sahiptir. YZ sistemi yaşam döngüsü tipik olarak dört aşama içerir. 1) Tasarım veri ve modelleme (planlama ve tasarım, veri toplama ve işleme ile model oluşturma ve yorumlamayı içerir) 2) doğrulama ve geçerlilik, 3) devreye alma 4) çalıştırma ve izleme. Şekil 2.8’de YZ sistemi yaşam döngüsü şematik olarak verilmiştir. Bu aşamalar genellikle yinelemeli bir şekilde gerçekleşir ve ardışık olmak zorunda değildir.

Şekil 2.8 YZ yaşam döngüsü



Bir YZ sistemini kullanımdan kaldırma kararı herhangi bir noktada ortaya çıkabilir. YZ sistemi yaşam döngüsü aşamaları kısaca aşağıda açıklanmıştır.

1. *Tasarım, veri ve modelleme:* Sırası farklı YZ sistemleri için değişiklik gösterebilen çeşitli faaliyetleri içerir:

Planlanma ve tasarım: YZ sisteminin işleyişi, hedefleri, varsayımları, kısıtları ve gereksinimlerini dikkate alarak prototip oluşturmayı içerir.

Veri toplama ve işleme: Veri toplama, temizleme, varsayımlar ve kalite için kontroller yapma, veri kümesinin meta verilerini ve özelliklerini belgelemeyi içerir. Veri kümesi meta verileri bir veri kümesinin nasıl oluşturulduğu, bileşimi, kullanım amacı ve zaman içinde nasıl korunduğu hakkında bilgiler içerir.

Model oluşturma ve yorumlama: Modellerin veya algoritmaların oluşturulmasını veya seçilmesini, kalibrasyon ve / veya eğitim ile sonuçların yorumlamasını içerir.

2. *Doğrulama ve geçerlilik:* Çeşitli boyutlar ve değerlendirmelerdeki performansı değerlendirmek için bazı testlerle modellerin denenmesini ve iyileştirilmesini içerir.
3. *Devreye alma:* Pilot uygulama ve canlı kullanıma alma, eski sistemlerle uyumluluğu kontrol etme, mevzuata uygunluğu sağlama, organizasyonel değişikliği yönetme ve kullanıcı deneyimini değerlendirme faaliyetlerini içerir.
4. *İşletilmesi ve izlenmesi:* YZ sisteminin çalıştırılmasını, önerilerini ve etkilerini (hem amaçlanan hem de amaçlanmayan), hedefler ve etik hususlar ışığında sürekli olarak

izlemeyi içerir. Bu aşama sorunları tanımlar ve diğer aşamalara dönerek veya gerekirse bir YZ sistemini üretimden çekerek çözer.

5. *Öğrenme:* YZ sistemleri yeni veriler geldikçe olası değişiklikleri algılamak ve tepki vermek için tasarlanırlar. YZ sistemi her zaman öğrenen, yaşayan ve sürekli gelişen bir sistemdir. Böylece YZ sistemlerinin, sorunları ortaya çıkmadan önce tespit edebilmek için ait olduğu sistemi sürekli izlemeleri gerekmektedir.

3. YAPAY ZEKA TÜRLERİ

YZ araştırmaları, makinelerin insan benzeri işlevleri taklit etmesi üzerine kurgulandığından bir sisteminin insan yeteneklerini uygulama derecesi, YZ türlerini belirlemek için kriter olarak kullanılır. Bu nedenle bir makinenin çok yönlülük ve performans açısından insanlarla nasıl karşılaştırıldığına bağlı olarak, YZ türleri arasında bir sınıflandırma yapılabilir. Böylece insan benzeri işlevleri daha başarılı gerçekleştirebilen YZ sistemi daha gelişmiş olarak kabul edilirken, sınırlı işlevselliğe ve performansa sahip bir YZ sistemi daha basit ve az gelişmiş bir sınıf olarak kabul edilecektir. Bunun yanında kullanım amacına göre de YZ sınıflandırılması yapılmaktadır.

3.1. İşlevselliğine Göre

YZ işlevselliğine göre reaktif, sınırlı bellek, akıllı (zihin) teorisi içeren ve kendini tanıyan biçiminde 4 türe ayrılmaktadır.

Reaktif Makineleri

En temel YZ türü olarak reaktif makineler tanımlanmıştır. Reaktif makineler geçmiş deneyimlerini saklamazlar. Sadece bulundukları ortamlardaki değişikliklere tepki gösterir ve alternatifler arasından en uygun çözümü seçerler. 1990'ların sonunda satranç ustası Garry Kasparov'u yenen süper bilgisayar Deep Blue bu tür makinelerin en güzel örneğidir. Deep Blue satranç tahtasındaki taşların yerlerini belirleyebilir ve her birinin nasıl hareket ettiğini bildiğinden bir sonraki adımda hangi hamlelerin olabileceği konusunda tahminlerde bulunabilir ve bunların olasılıkları arasından en uygun hamleleri seçebilir. Bunun yanında aynı hamlelerin üç kez üst üste yapılması durumunu anlayamadığı için kolayca kandırılabilir. Böylece bu tür YZ kendisine atanan belirli görevlerin ötesinde işlev göremezler ve kolayca kandırılırlar. Bu YZ makineleri aynı durumla her karşılaştıklarında aynı şekilde davranırlar.

Sınırlı Bellek Makineleri

Sınırlı bellek makineleri reaktif makinelerinin özelliklerine ek olarak karar vermek için geçmiş verilerden de yararlanabilen makinelerdir. Bildiğimiz tüm YZ uygulamaları genellikle bu türe girmektedir. Bu makineler gelecekteki sorunları çözmek amacıyla belleklerinde sakladıkları büyük miktarda verileri kullanarak bir referans modeli oluştururlar ve yeni gelen veriler ile bunu sürekli eğitip geliştirirler.

Örneğin bir görüntü tanıma YZ makinesi taradığı nesneleri tanımayı öğrenmek için binlerce resim ve etiketleri (içerikleri) kullanır. Böylece herhangi yeni bir nesne YZ tarafından tarandığında, elde ettiği görüntünün içeriğini anlamak için daha önce etiketlediği eğitim görüntülerini referans olarak kullanır ve “öğrenme deneyimine” dayanarak yeni görüntünün içeriğini belirler. Doğru biçimde etiketlemedeki başarısı taradığı görüntü sayısı ve bunları kullanarak sürekli eğittiği modelin geçerliliğine bağlıdır. Bu tür YZ'ya diğer bir örnek olarak

otonom araçlar verilebilir. Otonom araçlar diğer araçların hızını ve yönünü gözlemlerler. Bu gözlemler şerit çizgilerini, trafik ışıklarını ve yoldaki eğimler ve bozulmalar gibi diğer önemli unsurları da içeren görüntüler biçiminde aracın hafızasına sürekli yüklenir. Yüklenen bu bilgiler şerit değiştirme, hız ayarları ve diğer araçlar ile ilgili verilecek kararlarda kullanılır. Ancak doğal olarak bu deneyimler insan sürücülerinin direksiyon başında yıllar boyunca elde ettikleri deneyimleri içermezler.

Akıl (Zihin) Teorisi

Zihin teorisi inançlar, arzular, hedefler ve niyetler gibi zihinsel durumları başkalarına atfetme ve bu insanların durumlarının kendisinden farklı olduğunu anlama yeteneğini ifade eder. Bir zihin teorisi ile donatılmış bilgisayarlar sizi tamamen mekanik ve cansız bir şeyden ziyade, kendi zihinsel dünyasına sahip bilinçli bir sistem olarak tanıyacaktır. Günümüzde insanlar, işlerini yürütmek ve görevlerini yerine getirmek için sürekli akıllı sistemlerle etkileşime giriyor. Ancak şu anda YZ insanları, insanlar da YZ'yı anlamıyor. Bu iki sorunun aynı çözüme sahip olduğunu ve çözümün etkili insan-YZ işbirliğinin anahtarı olduğunu söyleyebiliriz. Bunun için her ikisinin de diğerinin bir modelini oluşturması gerekiyor. Böylece insan ve YZ birbirlerini anlayarak, kararları ve davranışlarını tahmin ederek iletişimde olabilir ve mantıklı eylemlerde bulunabilir işbirlikçi görevlerde birbirlerini tamamlayabilirler.

Önceki iki YZ türü üzerinde çokça çalışılmış ve uygulama düzeyinde yaygınlaşmış olmasına karşın, akıl teorisi YZ türü üzerinde halen çalışılmaktadır. Akıl teorisi YZ türündeki çalışmaların hedefinde; ihtiyaçlarını, duygularını, inançlarını ve düşüncelerini ayırt ederek, etkileşimde bulunduğu varlıkları daha iyi anlayabilecek YZ sistemlerinin kurulması bulunmaktadır. Yapay duygusal zeka yeni gelişen bir endüstri ve önde gelen YZ araştırmacıları bu konuya yoğunlaşmış olsalar bile, YZ'nın akıl teorisine ulaşmasının henüz zor olduğu ifade edilmektedir.

Günümüzde derin öğrenme ve olasılıklı modelleme kullanılarak oluşturulan YZ sistemlerinin rekabetçi oyunlar, görüntü tanıma gibi iyi tanımlanmış ve kuralları belli konularda insan performansına ulaştığı söylenebilir. Ancak genellikle insanlar arasındaki iletişim ve sosyal ilişki yeteneklerinden yoksun olduklarından insan-YZ işbirliğini engelliyor. Eğer gelecekte bazı araştırmacıların ifade ettikleri gibi YZ gerçekten hayatımızın her anında bizimle iletişim ve etkileşim için de olacaklarsa, karşılıklı olarak birbirimizin düşünce, duygu ve beklentilerini anlamalı ve davranışlarımızı buna göre şekillendirmeliyiz.

Kendini Tanıyan Makineler

Bu YZ türü, varsayımsal olarak YZ gelişiminin son aşamasıdır. Burada insan beynine benzeyecek biçimde evrimleşmiş ve kendini tanıyan YZ oluşturulması hedeflenmektedir. Bu tür YZ etkileşimde bulunduğu kişilerdeki duyguları anlamakla kalmayıp, aynı zamanda kendi duygularına, ihtiyaçlarına, inançlarına ve arzularına sahip olacaktır. Görüldüğü gibi kendini tanıyan bilinçli YZ türü akıl teorisi YZ sistemlerinin daha gelişmiş halidir.

Bilinçli varlıklar kendilerinin farkındadır, içsel durumlarını bilirler ve başkalarının duygularını tahmin edebilirler. Bunun sonucunda YZ'nın kendisini tanıması insanlık medeniyetinin gelişiminde önemli bir katkı yapacak olsa da, potansiyel olarak felakete de yol açabilir. Çünkü YZ kendisini bir kez tanıdığı anda doğrudan veya dolaylı olarak kendisinin sonunu getirebilecek

olan insandan korunma gibi fikirlere sahip olabilir. Böyle bir varlık insanın aklını kolayca geçebilir ve insanlık üzerinde onu yok etme veya kendisine hizmet edecek duruma getirmek amacıyla planlar yapabilir.

3.2. Kapasitesine Göre

YZ kapasitesine göre dar, genel ve süper biçiminde tanımlanan 3 türe ayrılmaktadır. Günümüzdeki YZ uygulamalarının büyük çoğunluğu dar yapay zeka kapasitesine sahiptirler. Ancak bilimsel ve teknoloji gelişmelerde yaşanan hızlı ilerlemeler sayesinde genel yapay zeka kapasitesine sahip ilk uygulamalar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bunun yanında süper yapay zeka aşamasına henüz uzak olunmakla birlikte beklenilenden daha yakın bir zamanda ulaşabileceğimize yönelik emareleri görmeye başladık.

Dar Yapay Zeka

Bu tür YZ bugüne kadar yaratılmış en karmaşık ve yetenekli olanlar dahil mevcut tüm YZ'yı temsil eder. Dar YZ, insan benzeri yetenekleri kullanarak yalnızca belirli görevleri bağımsız olarak gerçekleştirebilen YZ sistemlerini ifade eder. Bu makineler önceden bazı işleri yapmak için programlandıklarından, başka bir şey yapamazlar ve bu nedenle çok sınırlı veya dar bir yetkinlik ile yeteneğine sahiptirler. Kesim 3.1'de açıklanan tüm reaktif ve sınırlı bellek bu tür YZ'ya karşılık gelir.

Örneğin, bir insan bilgisayara karşı satranç oynadığında, bilgisayar gerçekten etkileyici hamleler yapıyormuş gibi hissedebilir. Ancak satranç uygulaması hiç düşünmüyor ve planlamıyor. Yaptığı tüm hareketler daha önce bir insan tarafından bilgisayara aktarılıyor ve yazılımın doğru zamanda doğru hamleleri yapması bu şekilde sağlanıyor. Ayrıca imalatla işgücü ile üretim süreçlerini yönetmek ve arızaları meydana gelmeden önce tahmin etmek, böylece önceden bakım faaliyetlerini gerçekleştirmek için dar YZ uygulamaları kullanılır. Bazı dar YZ örnekleri aşağıda verilmiştir.

Öneri sistemleri: Bir web sitesinde 'önerilenler' etiketini her gördüğünüzde genellikle bu siteye dar YZ uygulaması yerleştirilmiş demektir. Bir kullanıcının içerik ile ilgili geçmiş tercihlerine bakarak, YZ uygulaması beğendiklerini ve beğenmediklerini tespit edebilir. Bu bilgiler kişiye daha sonraki bağlantılarında öneriler sunmak için kullanılır, böylece kullanıcıya özel kişiselleştirilmiş hissi veren web sayfaları gösterir. Bu uygulama Netflix ("Çünkü izlediniz ..."), YouTube ("Önerilen"), Twitter ("Önce En İyi Tweetler") ve daha pek çok hizmet gibi sitelerde yaygın olarak görülür.

Spam filtreleme: Doğal dil işleme özelliklerine sahip dar YZ uygulaması gelen istenmeyen gelen e-postaları temizlemek için kullanılır. İnternet kullanıcıları gelen her e-postayı kontrol edemediklerinden bu işleri otomatik yapabilecek yazılımlar dar YZ desteği ile geliştirilmiştir. Gelen e-postanın içinde geçen kelimeleri/deyimleri bu iş için oluşturulan ve sürekli güncellenen veritabanlarında arayarak e-postanın spam olup olmadığına karar verilir.

Uzman sistemler: Bu sistemlerin YZ'nın geleceğini temsil ettiği iddia edilmektedir. Birçok küçük dar YZ algoritmasından oluşan bir YZ sistemi, uzman sistemler olarak tanımlanmaktadır.

Örnek olarak IBM tarafından, bilişsel yönü ile birlikte doğal dil işleme bileşeninden geliştirilen IBM Watson bilgisayarı verilebilir.

Genel Yapay Zeka

Dar YZ günümüzde YZ'nın ulaştığı noktayı ifade ederken genel YZ gelecekte nerede olacağımızı ifade etmektedir. Bu tür YZ tamamen bir insan gibi öğrenme, algılama, anlama, görme ve dil işleme yeteneğine sahip olacaktır. Genel YZ'nın tıpkı normal bir insanın sahip olduğu eğitime, öğrenme, anlama ve gerçekleştirme yeteneğine sahip olacağı varsayılmaktadır.

Bu sistemler daha çevik olacak ve daha önce benzeri görülmemiş durum ile karşılaştıklarında, tıpkı insanlar gibi tepki gösterecek, karar verecek ve uygulayacak kapasiteye sahip olacağı düşünülmektedir. Bu tür YZ'nın gerçek dünyada henüz bir örneği olmamasına karşın bu alanda çalışmalar artarak devam etmektedir. Buna karşın bilgisayarların işlem güçleri ve kabiliyetlerini üstel biçimde artmasından umutlanan bazı bilim insanları genel YZ'nın gerçekleşmesinin mümkün olduğuna inanmaktadır. Ancak genel YZ'yı oluşturmak için gerekli altyapı ve araçlar henüz mevcut değildir. Ayrıca genel YZ'nın sadece bir algoritma veya makineden ibaret olmadığı, en temel özelliğinin “bilinç” sahibi olması gerekliliği unutulmamalıdır. Genel YZ'nın gerçekleşmesi önündeki temel engeller aşağıda sıralanmıştır.

Öğrenilenlerin aktarılması: Öğrenim aktarımı, bir alanda öğrenilen bilgilerin başka bir alana uygulanmasını ifade etmek için kullanılan bir terimdir. Bu, insanların her gün uyguladığı faaliyetlerin önemli bir kısmını içermektedir. Örneğin bisiklete binme bilgisi, bir motosiklete binerken kullanılır. Genel YZ'nın yeniden öğrenmeden kaçınması için güçlü bir transfer etme yeteneğine sahip olması gerekir.

Ortak akıl ve işbirliğini sağlama: Sağduyu insan yaşamının ayrılmaz bir parçasıdır ve diğer insanlarla hayatı boyunca çeşitli biçimlerde işbirliği yapar. Günümüz algoritmalarının dar yapısı nedeniyle, YZ sistemleri arasında güvenilir bir işbirliği henüz sağlanamamış ve sağduyunun da YZ sistemlerine eklenmesinin de yakın gelecekte mümkün olmayacağı varsayılmaktadır. Gerçek bir genel YZ yaratmak için ortak akıl ve işbirliği yeteneklerinin mutlaka olması gerektiği ifade edilmektedir. Bu özellikler YZ'yı sadece diğer makinelerle değil, insanlarla da işbirliği yapmasını sağlayacaktır.

Bilinç ve zihni anlamak: Bilinç insan olmanın ayrılmaz bir parçasıdır ve bilinçli olmak, zekayı ortaya çıkarmanın en önemli yöntemidir. Buna ek olarak insan zihni hala kodu çözülmemiş bir yapıdır. Bunlar genel YZ'nın yaratılması ve başarılmasında önemli engeller olmaya devam etmektedir.

Süper Yapay Zeka

Bu türün arkasındaki temel yaklaşım, makinelerin gelecekte düşünülebileceği veya başka bir deyişle insan aklını temsil edebileceği yönündedir. Buna bağlı olarak süper YZ, problemleri gerçekten akılda tutabilecek, çözebilecek, kendini tanıyan ve genel entelektüel yeteneği bir insanınkinden ayırt edilemeyen makineler oluşturmayı hedeflemektedir. Süper YZ yaklaşımında, insan beynini tam olarak taklit eden yazılımlar kullanılarak, anlama gücü ve bilinci de dahil olmak üzere bir insanın eylemlerini birebir gerçekleştirmek amaçlanmaktadır.

Süper YZ tamamen zeki ve kendi zekasını kullanarak işleri tam olarak yapabilen sistemler geliştirmesi yaklaşımına dayanır. Böylece bir bilgisayarın aslında insan zihninin özelliklerine sahip olacağı ve her anlamda akıllı olacağı, algılayacağı ve normalde sadece insanlara atfedilen diğer bilişsel durumları içerecek biçimde programlanabileceği iddia edilmektedir. Bunun için makineler üç yeteneğin kazandırmasına çalışılıyor. Bunlar 1) bilgiyi bir alandan diğerine genelleme, bilgiyi bir alandan alma ve başka bir yere uygulama yeteneği; 2) bilgi ve deneyimlere dayanarak geleceğe yönelik plan yapma yeteneği; 3) değişiklikler meydana geldikçe çevreye uyum sağlama yeteneği. Buna ek olarak akıl yürütme, bulmaca çözme ve planlama yeteneği gibi diğer yan özelliklerinde sağlanması gerekiyor. Buradan hareketle süper YZ, yakın gelecekte tamamen insan gibi çalışabilen, insan düzeyinde zekaya sahip makineler olabileceği, bu tür makinelerle birlikte yaşayacağımızı iddia ediyor. Bunun yanında bu makinelerin, bir insana ait akıl yürütme, düşünme ve uygulama gibi yeteneklere sahip olacakları varsayılıyor. Mevcut araştırmalara göre süper YZ'nın yaratılmasından oldukça uzak bir aşamada olmamıza karşın, bunun mümkün olup olmadığı konusunda bilim insanları tartışmaya devam ediyorlar. Ancak YZ araştırmalarının en son hedefi süper YZ yaratılması olduğu ifade edilmektedir.

3.3. Kullanım Amacına Göre

YZ kullanım amacına göre analitik, fonksiyonel, etkileşimli, metin ve görsel biçiminde tanımlanan 5 türe ayrılmaktadır.

Analitik Yapay Zeka

Makine öğrenimi (derin öğrenme teknikleri dahil) ile desteklenen analitik YZ, büyük hacimli verilerden yararlanarak oluşturulan modeller aracılığıyla öneriler ve öngörüler üretmek için kurgulanır. Örneğin duygu analizi, kredi risk analizi, talep tahmini gibi konularda kullanılmaktadır.

Fonksiyonel Yapay Zeka

Analitik YZ'ya çok benzer biçimde büyük miktarda veri işleyerek içindeki yapıları ve ilişkileri arar. Buna karşın analitik YZ'nın yaptığı gibi sadece önerilerde bulunmakla kalmayıp eylemlerde de bulunur. Örneğin üretim bandındaki bir makineden algılayıcılar aracılığı ile toplanan verileri kullanarak oluşturulan model yardımıyla, arızayı önceden tespit edebilir, bu makineyi kapatmak için bir komut tetikleyebilir ya da başka bir makineye belli komutları gönderebilir.

Etkileşimli Yapay Zeka

Son yıllarda bilgisayarlı dilbilim, makine öğrenimi ve derin öğrenme teknikleri kullanılarak YZ tabanlı doğal dil işleme uygulamaları geliştiriliyor. Kullanıcılar tarafından sisteme aktarılan anlık ses ve/veya metin verileri YZ uygulamaları ile işlenerek, insanlarla etkileşimli sohbetler yapılıyor. Böylece, chatbot olarak adlandırılan YZ'ya dayalı sanal asistanlar, işletmelerin potansiyel müşteri oluşturmalarına, satış rakamlarının artmasına imkan sağlıyor. Ayrıca çağrı merkezi, ilk yardım ya da destek merkezlerindeki sanal asistanlar kibar, yorulmayan,

hastalanmayan veya bir gün bile izin almayan çalışanlar oldukları için insan çalışanlara işlerini daha iyi planlama ve strateji geliştirmeleri için zaman kazandırıyorlar. Sanal asistanlar; zeka, niyet, duyarlılık ve aciliyeti anlamak için programlandığından hızlı, doğru ve etkili yanıtların verilmesi için uygun maliyetli çözümler sağlarlar. Ayrıca bu sistemler arayanın konuştuğu dili algılama ve yanıtlarını otomatik olarak bu dile çevirme yeteneğine de sahiptir.

Metin Yapay Zeka

Metin tanıma, konuşmadan metne-metinden konuşmaya çevirme ve içerik oluşturma yeteneklerini barındıran YZ türüdür. En etkileyici örnek olarak ChatGPT uygulaması verilebilir. Etkileşimli YZ ile çok sıkı ilişkide olan metin YZ uygulamaları, özellikle görme/duyma özürllülerin bilgisayarlar aracılığı ile iletişimde kalmalarına yardımcı oluyorlar. Bunun yanında mobil sesli tercüman uygulamaları ile farklı dilleri konuşanların iletişim kurmalarına yardımcı oluyor. Ayrıca sözleşmeler, faturalar, formlar, kılavuzlar ve diğer belgelerin içerik analizi yapılarak elektronik iş akışlarına anında dahil edilmesi (robotik iş süreçleri) veya sınıflandırma, kümeleme ve arşivleme çalışmalarında zaman ve maliyet kazanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak metni başka bir dile çevirebilen (makine çevirisi), cümle yazımında bir sonraki kelimeyi tahmin edebilen, bir cümlenin doğru dil bilgisi kurallarını kullanıp kullanmadığını tespit edebilen uygulamalar geliştirilmiştir.

Görsel Yapay Zeka

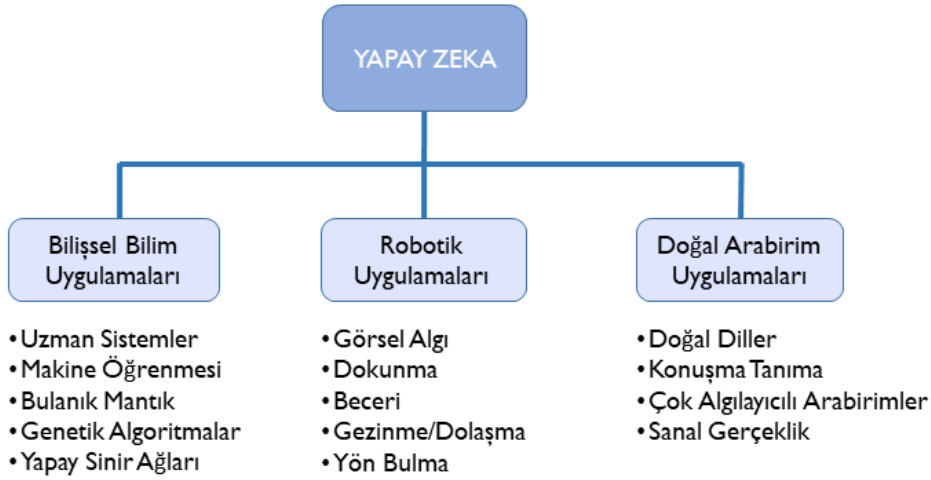
YZ'nın bilgisayardaki görme yazılımı ile birleştirilmesi sonucunda görsel YZ uygulamaları geliştirilmektedir. Bu YZ uygulamaları ile görüntü işleme ve derin öğrenme tekniklerinden yararlanılarak fotoğraflardan bazı bilgiler elde edebilir. Görsel YZ özelliklerine sahip makineler yüz tanıma, derinlik tahmini, nesne sınıflandırma, boyut tahmini gibi görevleri kolaylıkla yapabilmektedir. Görsel YZ uygulamaları güvenlik, sağlık, bankacılık ve endüstriyel bakım gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca görsel YZ sosyal medya kullanımını artırmak için de kullanılıyor. Örneğin, basılı bir posterde gösterilen kıyafeti beğenir ve almak isteyebilirsiniz. İnternet üzerinden arama yaparken kıyafetin marka, beden, renk ve diğer ayrıntıları hakkında bilgi sahibi olmadığınızdan istediğiniz sonuçları bulamayabilirsiniz. Ancak posterin bir fotoğrafını çekip görsel YZ destekli bir uygulamaya yüklerseniz, aramalar çok daha kolay olacaktır. Perakendeciler görsel YZ teknolojisinden yararlanarak müşterileri tarafından yüklenen bir fotoğrafı kullanarak giyim, aksesuar ve hatta mobilya gibi ürünleri bulmalarını sağlıyorlar. Böylece müşterilerin alternatifleri incelemesi ve bütçelerine uygun beğendikleri ürünü seçmesi kolaylaştırılıyor. Görsel YZ destekli uygulamalar bir resmin köpek mi yoksa kedi mi olduğuna, deri üzerindeki lekenin anlamı veya yaranın durumunun belirlenmesine kadar geniş bir yelpazede kullanım alanı bulmaktadır.

YZ çalışmalarının temelinde insan davranışları, düşünceleri ve kararlarının bilgisayar yazılımları aracılığı ile simüle edilmesi hedefinin yattığını biliyoruz. YZ çalışmalarında kullanılan teknolojiler yıllar itibari ile farklılaşıyor. Gerek bilgiişlem altyapılarındaki gelişmeler gerekse teknolojik ve bilimsel yenilikler YZ çalışmalarını da etkilemektedir. Bu nedenle YZ teknolojilerini tek tek anlatmak yerine insan beyninin temel özelliklerinden yola çıkarak 3 grup altında toplanması daha uygun olacaktır. Bunlar bilişsel bilim, robotik ve doğal arayüz

uygulamaları olarak tanımlanabilir. Bu gruplar altında yer alan alt gruplar Şekil 3.1’de gösterilmektedir.

Bölüm 4’te bilişsel bilim uygulamaları, Bölüm 5’te robotik uygulamalar ve Bölüm 6’da ise doğal arabirim uygulamaları tanıtılmıştır.

Şekil 3.1 Yapay zeka teknolojileri genel görünümü



4. BİLİŞSEL BİLİM UYGULAMALARI

Bilişsel bilim (Cognitive Science) akıl yürütme, karar verme, hafıza, öğrenme, dikkat, dil, algı ve motor kontrol gibi zihinsel yetenekler ile ilgili bilimsel çalışmaları içermektedir. İnsanlar sahip olduğu zeka sayesinde yürümek, konuşmak, yaratmak, iş yapmak, liderlik etmek, icatlarda bulunmak, yazı yazmak ve resim çizmek gibi faaliyetlerde bulunabiliyorlar. Temelde bu faaliyetleri yapabilmek için ihtiyaç duyulan bilgilerin işlenmesi ve eyleme dönüştürülmesi beyin içindeki yapılara bağlıdır. Beyin olmadan, insanlar işlemcisi olmayan bir bilgisayar gibidir. Yani beyin tüm insan hareketlerinin kaynağıdır. Beyin insanlar tarafından algılanan tüm bilgileri işleyen tek “motor” dur ve işlenen bilgi, insan zekasını ve istediğini yapma yeteneğini yaratan malumat (knowledge-değerli bilgi) haline gelir. YZ araştırmaları beynin içindeki sinir ağlarının nasıl çalıştığına, depolanmış bilginin veya geçmiş öğrenmenin/deneyimin nasıl kullanıldığına, insanların nasıl mantıklı/gerçekçi düşündüğüne veya davrandığına ve insanın veri ile bilgi işleme yeteneğine odaklanmıştır.

Bir şey hakkında malumat sahibi olmamız için öncelikle o şey hakkında bilgi sahibi olmamız gerekir. Bu bilgi daha sonra işlenmek üzere beyne gönderilir. Ancak bundan sonra o şey hakkındaki bazı fikirlere sahip olabiliriz. Eğer başka kaynaklardan daha fazla bilgi alırsak, bu bilgilerde önceki bilgilerin üzerine eklenecektir. Ne kadar çok bilgi edinirsek, bir şeyin daha doğru anlaşılması için o kadar fazla malumat sahibi oluruz. Bilindiği gibi tahmin, gelecekte olabilecek bir şey hakkında karar vermektir ve bu beyinde ancak düşünerek yapılabilir. Böylece bilişsel bilim adamları, yüksek düzeyli akıl yürütmeden hızlı algısal-motor davranışa kadar her türlü doğal ve YZ altında yatan temel ilkeleri keşfetmeyi amaçlıyorlar. Bunun için çeşitli yöntemler, araçlar ve perspektifler kullanılarak hesaplamalı, biçimsel ve nicel modeller oluşturulmakta, davranışlar üzerinde deneyler yapılarak sinirsel mekanizmalar araştırılmaktadır. Buradan elde edilen bilgiler aracılığı ile robotların tasarımı, konuşma tanıma sistemleri, otomatik akıl yürütme sistemleri ve insan-bilgisayar arayüzleri gibi YZ uygulamaları geliştiriliyor. Bilişsel bilim alanındaki yeni teoriler, insan düşünce sürecini daha iyi simüle eden YZ çalışmalarını etkilemektedir. Bilişsel bilimdeki başarılar insan zihninin yapay simülasyonunu geliştirmeye yardımcı olmaktadır. Bilişsel bilim ve YZ’nın hedefleri farklı olsa da iki alan arasındaki işbirliği başarıları için gereklidir. Bilişsel bilim YZ hem bilişsel bilim hem de YZ hedeflerine ulaşmak için bu alanlarla örtüşen disiplinler arası çalışmayı ifade eder.

Tüm bu açıklamalar sonucunda bilişsel bilim YZ’sının temel amacı, insan düşüncesini anlamak ve desteklemek için bilgisayarların gücünü kullanmaktır. YZ sistemi çevresi ile etkileşime giren, hem basit hem de karmaşık hedeflere ulaşmak için çalışan bilgisayar destekli bir varlığı ifade eder. Bilişsel bilim alanındaki araştırmacılar, beynin mantıksal kuralları nasıl oluşturduğunu ve öğrendiğini, zekanın beyinde nasıl ortaya çıktığını, nasıl hatırladığı gibi sorulara yanıt bulmaya çalışarak YZ sistemlerini geliştirmeyi amaçlıyorlar. YZ ile bilişsel hesaplama arasındaki farklılıklar ve benzerlikler aşağıda özetlenmiştir.

- YZ karmaşık sorunları çözmek için insan gibi düşünmeyi taklit eder. Bilişsel hesaplama, karmaşık sorunları çözmek için akıl yürütmeye odaklanır.
- YZ insan düşüncelerini ve süreçlerini taklit etmek değil, mümkün olan en iyi algoritma ile bir sorunu çözmek için tasarlanmıştır.
- Bilişsel hesaplama insanlar için karar vermekten sorumlu değildir. Karar vermek için insanların bilgi almasını kolaylaştırır. YZ insanların rolünü en aza indirerek kendi başlarına karar verebilir.
- Bilişsel hesaplama da kullanılan makine öğrenimi, derin öğrenme, NLP, sinir ağları vb teknolojiler YZ’da da kullanılmaktadır.

Bilişsel bilim uygulamaları grubunda yer alan uzman sistemler, makine öğrenmesi, bulanık mantık, genetik algoritmalar ve yapay sinir ağları hakkındaki kısa bilgiler bu bölümde açıklanmaktadır.

4.1. Uzman Sistemler

YZ uygulamalarında ki uzman sistemi; bir insan uzmanın karar verme yeteneğini taklit eden bilgisayar sistemi olarak tanımlanabiliriz. Uzman sistemler aslında eğer-öyleyse (if-then) kurallarıyla yapılandırılan kararlar aracılığıyla, insan zekasının ve uzmanlığının katkısı ile karmaşık problemleri çözmek için geliştirilen bilgisayar uygulamalarıdır. Uzman sistemlerin temel özelliklerini yüksek performans, anlaşılır, güvenilir ve duyarlı olarak sıralayabiliriz.

Uzman sistemler bir soruna çözümler sağlayan, sorulara cevap veren, öneriler yapan, tasarımına bağlı olarak düzeltmeleri yapmak için bir iş dizisi öneren bilgisayara dayalı bir sistemdir. Uzman sistemler gerçek uzmanların bilgi birikimlerinin, düşüncelerinin, yorumlarının ve konuya yaklaşımlarının bilgisayara aktarılması temeline dayanmaktadır. Uzman sistemler, tıpkı insan uzmanlarda olduğu gibi, bilgiyi veri haline getirilerek soruna çözüm bulmayı amaçlayan bilgisayar temelli bilgi sistemleridir.

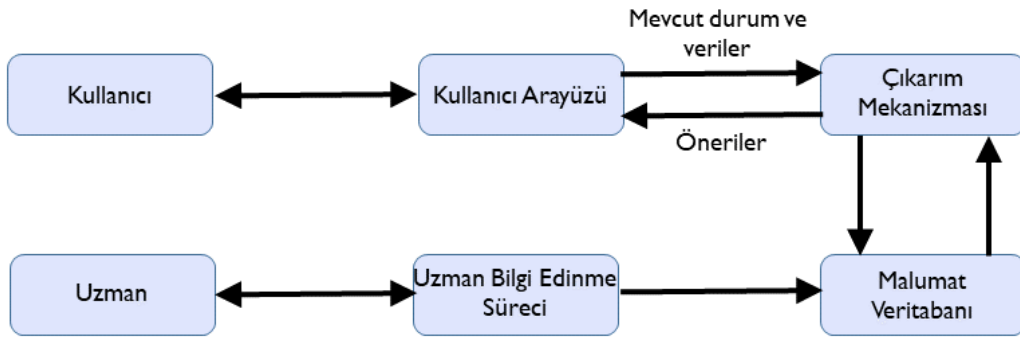
4.1.1. Uzman Sistemlerin Yapısı

Bir araştırmada veri mevcut durumunun tespit edilmesini sağlamaktadır. Hedeflenen durum veya çözülmesi istenen sorun hakkındaki veri ve gerçekleşen olayların birleşimi, bilgiyi oluşturur. Veri, bilgi ve geçmiş deneyimler bir araya geldiğinde ise malumat oluşmaktadır. Uzman sistemler temelde malumat veritabanı (knowledge database), çıkarım mekanizması (inference engine) ve kullanıcı arayüzü olarak adlandırılan üç ana bölümden oluşur. Uzman sistemlerin genel yapısı ve akış diyagramı Şekil 4.1’de açıklamaları ise aşağıda verilmiştir.

Malumat veritabanı: Problem veya sorun hakkındaki mevcut durum ile genel bilgiler ve tecrübelerden oluşan bilgileri içeren veritabanıdır. Uzman sistemin geliştirilmesindeki en önemli ve zorlu aşama bu veritabanının oluşturulmasıdır. Malumat veritabanı hem olgusal hem de sezgisel bilgileri içermektedir. Olgusal bilgi; mühendisler ile araştırmacıların görevlerini yerine getirirken yaygın olarak kullandıkları bilinen ve kabul edilen bilgilerdir. Sezgisel bilgi ise uygulama, doğru yargılama/karar verme, kişinin değerlendirme/muhakeme, tahmin etme gibi yetenekleri ve tecrübelerinden oluşmaktadır.

Herhangi bir uzman sistemin başarısı büyük ölçüde malumat veritabanında saklanan bilginin kalitesine, bütünlüğüne, güncelliğine ve doğruluğuna bağlıdır. Veritabanında yer alacak bilgiler veya malumatlar konunun uzmanlarından mülakat, anket veya gözlem yapılarak elde edilir. Öncelikle ilk aşamada toplanan bilgiler ders kitaplarında veya dergilerde bulabilecek terimler, olgular, standart prosedürler vb.dir. Ancak, bu bilgiler uzman bir sistem oluşturmak için yetersizdir. Bu aşamada uzmanın hangi ek bilginin gerekli olduğuna dair görüşlerinin alınması gerekir. Daha sonra bu bilgiler çıkarım mekanizmasının kullanacağı if-then-else (Eğer ise.... değilse....) kuralları biçiminde sınıflandırılır. Böylece programa giderek daha fazla sezgisel bilgi eklendikçe, sistem kademeli olarak uzmanın yeterliliğine yaklaşmaktadır. Uzman sistem kendisini kuran mühendisler tarafından sürekli izlenir ve gerekli müdahaleler yapılarak güncel kalması sağlanır.

Şekil 4.1 Uzman sistem yapısı ve akış diyagramı



Çıkarım mekanizması: Uzman sistemin beyni olarak nitelendirilir. Kontrol yapısını (kural yorumlayıcısı) kullanır ve muhakeme için metodoloji sağlar. Kuralları analiz eden ve işleyen bir aracı gibi hareket eder. Çıkarım mekanizmasının ana görevi, gelen sorunun çözümünü bulmak amacıyla daha önce belirlenmiş kurallar kapsamında uygun öneriler sunmaktır. Burada ileri zincirleme ve geri zincirleme adı verilen yaklaşım kullanılır.

İleri zincirleme: “Bundan sonra ne olabilir?” sorusuna yanıt bulmak için uzman sistemin stratejisidir. Burada çıkarım mekanizması tüm gerçekleri ve kuralları dikkate alır ve bir çözüme varmadan önce sıralar.

Geri zincirleme: “Bu neden oldu?” sorusunun yanıtı aranır. Çıkarım mekanizması gerçekleşen sonuçların ortaya çıkabilmesi için geçmişte hangi koşulların olabileceğini bulmaya çalışır.

Kullanıcı arayüzü: Uzman sistemin kullanıcı ile etkileşim sağladığı platformdur. Kullanıcı dostu olması için menüler, grafik arayüz vb. kullanılabilir. Kullanıcının YZ konusunda bilgili olmasına gerek yoktur. Etkili bir arayüz kullanıcının hedeflerine mümkün olan en kısa sürede ulaşmasına yardımcı olur.

Uzman sistemler malumatı arttırmak ve modeli iyileştirmek amacıyla eldeki bilgiyi hızlı ve kolay güncelleme yeteneğine sahip olmalıdır. Bu özellik, sadece hataları düzeltmek için değil, aynı zamanda yeni olguların öğrenilmesini de sağlar. Böylece uzman sistem yeni olguları kendisi öğrenebildiğinden malumat düzeyini sürekli yükseltir. Gerçek dünyadaki problemlerle başa çıkabilmek için bir uzman sistemin problem çözme ile insan-uzman etkileşimi için esnek

stratejileri olmalıdır. Karşılaşılan sorunun çözümü her defasındaki mevcut bilgilerin düzeyine bağlı olarak farklı olabilmektedir. Uzman sistemlerin probleme uygun çözüm planlarında yüksek performans göstermeleri gerekmektedir. Çözümü tasarlanan temel sorunlarla karşılaştığında hata yapan uzman sistemler uzman sistemler olarak kabul edilmez. Uzman sistemler, kararlarını neden ve nasıl aldıklarını anlaşılır biçimde açıklayabilmelidir. Tanı ve çözüm süreci sırasında aynı anda birçok hipotezi sınar ve en iyi olanını bulur. Ancak uzman sistemler, belirli bir çözüme ve karara nasıl ulaştığını açıklayacak biçimde kurgulanmalıdır. Bilimsel bulguları, tanı ve çözüm kalıpları veya kuralları dikkate alarak, gerçek bir uzman gibi davranırlar. Bununla birlikte konunun insan olan uzmanıyla da etkileşimli olarak çalışabilir.

Uzman Sistem Avantajları

İnsan sahip olduğu malumatı kullanmıyorsa zaman içinde unutulabilir ancak uzman sistemlerde bu durum yaşanmamaktadır. Uzman sistemler, kullanıcılarının varsayımsal sorularına yanıt bulabilmelerine imkan verecek altyapıyı sağlamaktadır. Üst düzey uzman sistemler bir ülkenin bütçesini planlayabilir, savaş durumlarını simüle edebilir, çevre değişiklikleri tahmin edebilirler.

Uzman sistemlerin kararları zaman, sağlık veya duygulardan bağımsızdır. Aynı giriş parametreleri için uzman sistem her zaman aynı kararı verdiğinden güvenilirdir. Uzman sistemlerin maliyeti, insan-uzmanlara yapılan harcamalara kıyasla düşüktür. Sisteme yeni bir uzmanı eklemek bilgisayar maliyeti kadardır.

Uzman Sistem Dezavantajları

Uzman sistemlerin içerdikleri veritabanını güncel ve doğru tutmak için sürekli bakım gerektirir. Bunun yanında sınırlı bir alanla ilgili bilgilerle çalışır ve genel akıl yürütme yeteneğine sahip değildirler. Buna bağlı olarak karmaşık ve değişken durumlar karşısında esneklikten yoksun olabilirler. Aşırı derecede insan-uzman emeğine muhtaç olduklarından hemen hemen hiç öğrenme becerileri yoktur.

Günümüzde doğal dili anlama, işleme, öğrenme ve duygu analizi gibi birçok farklı sistemler oluşturulmuş, geliştirilmiş ve incelenmiştir. YZ sistemlerin geliştirilmesinde kayda değer ilerleme sağlanmış olmasına rağmen, insan zekasının tüm özelliklerini içerecek tek bir sistem henüz oluşturulamamıştır. Uzman sistemler insan faaliyetlerinin, bilgisayar programları kullanarak daha anlaşılabilir olmasını sağlıyorlar. Uzman sistemin sonuç önerme yeteneğine sahip olması, eylemlerini ve kararlarını açıklayabilmesi, gerekçelendirebilmesi ve sahip olduğu malumatlar hakkında bilgi vermesi, mevcut sistemler karşısındaki en büyük üstünlüğü olarak öne çıkmaktadır.

Uzman Sistem Yaşam Döngüsü

Uzman sistem uygulamalarında aşağıda genel hatları verilen yaşam döngüsü takip edilmektedir.

Sorunun belirlenmesi: Sorun uzman bir sistem tarafından çözülmesi için uygun olmalıdır. Projede görev alacak alan uzmanları bulunmalıdır. Sistemin maliyet etkinliği hesaplanmalıdır.

Sistem tasarımı: Kullanılacak uzman sistem teknolojisi tanımlanmalı, gerekiyorsa diğer sistemler ve veritabanlarıyla entegrasyonun nasıl olacağına karar verilmelidir.

Prototip geliştirilmesi: Malumat veritabanından ve insan-uzmandan yararlanarak, uzmanlık alan bilgilerini edinilmeli ve if-then-else kuralları biçiminde gösterilmelidir.

Prototipin test edilmesi ve iyileştirilmesi: İnsan-uzman tarafından örnek vakalar kullanılarak prototipin performansındaki eksiklikler test edilir. Daha sonra son kullanıcılar da uzman sistemi test ederler.

Uzman sistemin devreye alınması: Uzman sistemin son kullanıcılar, veritabanları, diğer bilgi sistemleri de dahil olmak üzere tüm bileşenleri ile uyumu, çalışması test edilerek sürekliliği sağlanır. Yapılan tüm işler ve aşamaları belgelenerek kullanıcılar eğitilir.

Sistemin bakımı: Sistem düzenli olarak gözden geçirilmeli yeni veri, bilgi ve malumatlarla güncel tutulmalıdır.

4.1.2. Uzman Sistem Uygulama Alanları

Uzman sistemler tıbbi teşhis, tahmin yürütme, planlama, eğitim, kontrol gibi çok farklı görevleri yerine getirmek için tıp, jeoloji, ekonomi, kimya, mühendislik gibi pek çok alanda uygulanmaktadır. Bazı uygulama alanları aşağıda verilmiştir.

Endüstriyel süreç kontrolü: Bakım zamanlaması ve yönetimi karmaşık bir süreçtir ve yanlış yapıldığında üretim kesintileri ile maliyet artışlarına neden olabilir. Uzman sistemler arıza süresini azaltmaya, verimliliği ve güvenliği artırmaya yardımcı olurlar. Fiziksel cihazlardan gelen titreşim seviyeleri, sıcaklık veya basınç değerleri belirli bir eşik değeri aştığında, uzman sistem bakım gerekliliğini belirleyebilir ve bakım ekibine uyarı verebilir. Ayrıca uzman sistemler makine performans verilerini gerçek zamanlı olarak izleyerek, belirli bir makinenin ne zaman bakıma ihtiyacı olduğunu tahmin edebilir. Bunun yanında uzman sistemler, bakım planlaması ve kaynak yönetimi konusunda da yardımcı olabilir. Makinelerin bakım geçmişi, üretim talebi ve işgücü durumu gibi faktörleri dikkate alarak en uygun bakım stratejilerini ve zamanlamalarını önerirler.

Finansal danışmanlık: Finans alanındaki uzman sistemler yatırım tavsiyesi, portföy yönetimi, risk değerlendirmesi ve finansal planlama konularında destek sağlamaktadır. Önerilerde bulunmak için piyasa eğilimlerini, risk toleransını ve finansal hedefleri göz önünde bulundururlar. Ayrıca bankaların kredi kullandırmalarına yardımcı olmak için uzman sistemler oluşturulmuştur. Sigorta şirketleri, müşteri riskini değerlendirmek ve sigorta bedelini hesaplamak için uzman sistemleri kullanıyorlar.

Tıp uygulamaları: Uzman sistemler sağlık hizmetlerinde tıbbi teşhislerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sisteme hastanın semptomları, tıbbi geçmişi ve laboratuvar sonuçları girilir. Uzman sistem bu verileri analiz ederek olası tanılar ve muhtemel tedavi seçeneklerini sunabilir. Ayrıca, uzman sistemler klinik rehberlik ve karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. Belirli bir hastalık veya tedavi yöntemi hakkında karar verirken uzman sistemden gelen önerileri dikkate alınmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

4.2. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi günümüz teknolojisinin en dinamik ve hızla gelişen konularından biridir. Bilgisayarların insanlar tarafından programlanmadan, veriden öğrenme ve tahmin yapma yeteneğini kazandığı bu süreç, günlük yaşamımızın birçok alanında devrim yaratmaktadır. Sağlık hizmetlerinden finansal analizlere, otonom araçlardan kişiselleştirilmiş pazarlamaya kadar geniş bir yelpazede uygulama bulan makine öğrenmesi, geleceğin teknolojik altyapısının temel taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu kesimde, makine öğrenmesinin temel prensiplerini, öğrenme yöntemlerini, algoritmaları ile günümüzdeki bazı uygulamaları anlatılacaktır.

4.2.1. Öğrenme Nedir?

Eğitim araştırmacıları, öğrenmenin ezber ve bilginin hatırlanmasından çok daha derin olduğu konusunda hemfikirdirler. Derin ve uzun süreli öğrenme; yaklaşımları ve fikirleri ilişkilendirmeyi, önceki ve yeni bilgi arasında muhakeme edebilmeyi, bağımsız ve eleştirel düşünme yapabilmeyi, sahip olduğu bilgileri ve tecrübeleri kullanma yeteneği olarak tanımlanıyor. Öğrenmenin deneyim sonucunda meydana gelen, gelecekteki öğrenme potansiyelinin artmasını sağlayan bir süreç olduğu araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır. Öğrenmek için yeni bilgilerle karşılaşmanız, ona dikkat etmeniz, bildiklerinizle bu yeni bilgileri koordine etmeniz en önemlisi hafızanıza kaydetmeniz ve uygulamanız gerekmektedir. Örneğin, bozuk bir musluğu tamir etmek istediğinizi varsayalım. Bunun için “nasıl yapılır” videosunu arayabilir, sorununuzu çözüp çözmeyeceğine karar verip, ardından onarımı yapmak için anlatılanları uygulayabilirsiniz. Aslında öğrenmek kazanılan bilginin korunması anlamına gelir. Eğer musluk bir kez daha bozulursa, nasıl tamir edileceği konusunda hafızanızı tazelemek için videoyu tekrar izlemeniz gerekebilir ya da ne yapmanız gerektiği konusunda bilgi sahibi olduğunuzdan daha hızlı onarabilirsiniz. Öğrenmenin ilgilenilen alanlara bağlı olarak farklı tanımları olmasına karşın genel bazı tanımları aşağıda verilmiştir.

- Öğrenme; bir kişinin deneyime bağlı olarak bilgi veya davranışındaki kalıcı değişimdir. Bu tanımın üç bileşeni vardır: 1) değişimin süresi uzun vadelidir; 2) değişimin odağı, bellekteki bilginin içeriği, yapısı ya da kişinin davranışıdır; 3) kişinin bulunduğu çevredeki deneyiminin nedeni olabilir.
- Öğrenme; bir şey hakkında halihazırda bilinenlerin edinilmesi ve bunlara hakim olunması, kişinin deneyimini artırması ve bunu hayatın akışı içerisinde uygulaması süreçlerini kapsar.
- Gelecekteki sorunları/ fırsatları anlayabilmek için bilgi ile becerilere sahip olmak ve bunları uygulamaya kolaylıkla aktarma işlemidir.
- Malumat ve uzmanlık kazanma sürecidir. Başka bir ifade ile doğru tepkileri güçlendirmeyi ve yanlış tepkileri zayıflatmayı içerir. Öğrenme, hafızanıza yeni bilgiler eklemeyi içerir. Edinilen bilgilerin zihinsel olarak yeniden düzenlenmesi ve önceden bilinenler ile bağlantı kurarak olguları anlamlandırmayı içerir.

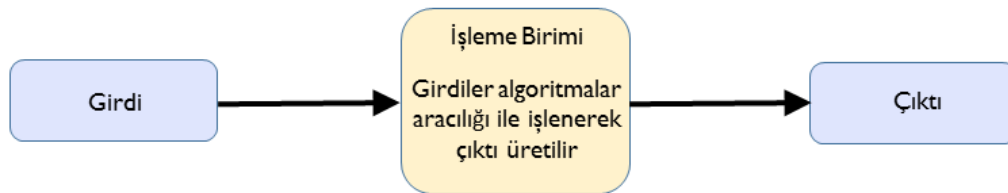
Aktif öğrenme terimi genellikle bir kavramı okumak yerine uygulamalı bir deney yapmak gibi etkileşimli bir süreci tanımlamak için kullanılır. Buna karşın pasif öğrenme ise bir metni okumak, bir dersi dinlemek, bir filmi izlemek gibi eylemler sonucunda edinilir.

4.2.2. Algoritma Nedir?

Algoritma; kısaca bir görevi yerine getirmek için sırayla gerçekleştirilen sonlu talimatlar kümesidir. Buna bağlı olarak belirli girdilerden istenen çıktıları üretmek için gerçekleştirilecek bir dizi adım, algoritma olarak tanımlanabilir. Algoritmalar bir işin görülmesi veya bir problemin çözümünde kullanılan sınırlı kurallardan oluşan yöntem veya tekniklerdir. Algoritmalar birbirini izleyen komutlardan oluşur ve bu komutlar bilgisayar sistemi tarafından bir problemin çözümünde veya bir işin yapılmasında kullanılır.

Algoritma genellikle bir dizi kuralın tasarlandığı aktiviteyi belirten kelimelerle eşleştirilir. Örneğin bir arama algoritması, büyük miktarda veriden ne tür bilgilerin alınacağını belirleyen bir prosedürdür. Şifreleme algoritması, bilgi veya mesajların yetkisiz kişilerin okuyamayacağı şekilde kodlandığı bir dizi kuraldır. Algoritmaların 3 ana özelliği vardır: 1) Bir algoritmanın temel amacı belirli bir çıktı elde etmektir, 2) Bir algoritma birkaç sürekli adımdan oluşur, 3) Çıktı, algoritma tüm işlemi bitirdikten sonra gelir. Şekil 4.2’de algoritma süreç akışı verilmiştir.

Şekil 4.2 Algoritma süreç akışı



Girdi: Algoritma tasarlandıktan sonra çalıştırılması için ihtiyaç duyulan verileri ifade eder. Veriler sayı, metin, ses veya resim gibi çeşitli formatlarda olabilir.

İşleme birimi: Girdi verilerinin bir dizi mantıksal ve matematiksel işlem yoluyla işlendiği, gerektiğinde dönüştürülüp sonucunun çıktıya gönderildiği aşamadır.

Çıktı: İşlem birimi aşaması tamamlandıktan sonra algoritma bir sonuç, karar veya başka anlamlı bilgi olabilecek bir çıktı üretir. Geçerli tüm girişler için doğru ve kesin çıktı üretmelidir.

Algoritmaların sahip olması gereken temel özellikler

Açıklık: Algoritmanın anlaşılması kolay olmalı, bakımı yapılabilir ve değiştirilebilir olmalıdır.

Verimlilik: İyi bir algoritma görevini hızlı bir şekilde yerine getirmeli ve minimum kaynak kullanmalıdır. Beklenmedik girişleri veya hataları devre dışı kalmadan bertaraf edebilmelidir.

Optimizasyon: Algoritmalar sürekli olarak izlenmeli, gerekirse optimize edilip daha hızlı ve daha güvenilir biçimde çalışmaları sağlanmalıdır.

Uygulama: Algoritmaların çeşitli programlama dillerinde aynı performans ve doğrulukta uygulanabilirlikleri olmalıdır. Algoritma farklı koşullar ve ortamlarda tutarlı bir şekilde doğru sonuçlar vermelidir.

Genişletilebilirlik: Başka bir algoritma tasarımcısı veya programcısının kullanıma uygun olmalıdır. Performansta önemli bir düşüş olmadan daha büyük veri kümelerini ve sorun boyutlarını işleyebilmelidir.

Öğrenen Algoritma

Öğrenen algoritma tanımı genellikle YZ'nın diğer alanlarında veya belli başlı bilgisayar bilimi uygulamalarında kullanılan algoritmaları ifade etmektedir. Buna bağlı olarak öğrenen algoritma kavramı, belirli bir görevi yerine getirirken veri, deneyimler veya etkileşimler yoluyla performansını zaman içinde iyileştirebilen her türlü algoritmayı ifade eder. Bu tanım evrimsel algoritmalar, pekiştirmeli öğrenme ve belirli optimizasyon problemleri için adaptif algoritmalar gibi daha geniş bir yelpazeyi kapsar.

Genetik algoritmalar: Doğal seçilimin temellerine dayanan ve çözümlerin nesilden nesile iyileştiği bir optimizasyon ve arama yöntemidir. Bu algoritmalar bir problemin potansiyel çözümlerini temsil eden bir kitleyi iteratif olarak geliştirir. Her iterasyon, mutasyon, çaprazlama ve seçim işlemleri aracılığıyla yeni bir çözüm nesli üretir. Bu süreç, en uygun çözüme ulaşıncaya kadar devam eder. Genetik algoritmalara kesim 4.4'de ayrıntılı olarak değinilmiştir.

Pekiştirmeli öğrenme: Bir sistemin çevresiyle etkileşimde bulunarak hangi eylemlerin uzun vadede en çok faydayı sağlayacağını öğrenmeye çalıştığı bir yöntemdir. Bu süreç deneme yanılma ve ödül mekanizmaları üzerine kuruludur. Makine öğrenmesi içinde ayrı bir kategori olarak değerlendirilse de kendi başına özgün stratejiler ve algoritmalar geliştirmiştir (bkz. Kesim 4.2.6)

Adaptif algoritmalar: Değişen koşullara karşı parametrelerini veya yapılarını ayarlayabilen algoritmaları ifade eder. Bu tür algoritmalar genellikle sinyal işleme, kontrol sistemleri ve optimizasyon problemlerinde kullanılır. Örneğin adaptif filtreler, gürültülü sinyallerden istenen bilgiyi çıkarmak için giriş sinyalinin özelliklerine göre kendilerini ayarlayabilir.

Bu algoritmaların her biri, belirli bir problemin çözümünde "öğrenme" kavramını farklı yollarla uygular. Ortak noktaları algoritmanın zamanla gelişebilmesi, performansını artırabilmesi ve daha etkili çözümler üretebilmesidir. Genel olarak bir öğrenme algoritması teknolojinin insan öğrenme sürecini taklit etmesine yardımcı olmak için makine öğrenmesi kullanılan bir algoritma olarak da tanımlanabilmektedir.

4.2.3. Makine Öğrenmesi Nedir?

Herhangi bir kavramda olduğu gibi makine öğrenmesi nedir sorusunun kime sorulduğuna bağlı olarak farklı tanımlar yapılabilir. Bunun yanında en çok tercih edilenler aşağıda verilmiştir.

- Makine öğrenmesi; veri, gözlem ve çevre ile etkileşim yoluyla bilgisayarlara malumat sağlamaya çalışan yapay zeka araştırmalarının bir parçasıdır.

- Makine öğrenmesi; kural tabanlı programlamaya dayanmadan verilerden öğrenebilen algoritmaları kullanan bilgisayar tabanlı öğrenmedir.
- Makine öğrenmesi; “deneyimle iyileştirilen bilgisayar sistemlerini nasıl kurabiliriz ve tüm öğrenme süreçlerini yöneten temel yasalar nelerdir?” sorusunu algoritmalar aracılığı ile yanıtlar.

Makine öğrenmesi algoritmalarının temel amacı eğitim örneklerinin ötesinde genelleme yapmaktır, yani daha önce hiç görmediği verileri başarılı bir şekilde yorumlamaktır. Makine öğrenmesinde algoritmalar veri kümelerinin daha ileri çözümlemelerini yapmak için model oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak makine öğrenmesinde model, veri üzerinde eğitilen ve belirli bir görevi yerine getirmek için öğrendikleri bilgiyi kullanan bir algoritma olarak tanımlanabilir. Makine öğrenmesi büyük bir veri setinin küçük bir kısmından elde edilen eğitim veri seti aracılığı ile, yapıları ve ilişkileri öğrenerek tahminlerde kullanacağı modeli oluşturmaya çalışır. Daha sonra oluşturulan modelin performansını değerlendirmek için eğitim verileri dışındaki verilerden oluşan test veri seti kullanılır. Eğer performans yüksek ise oluşturulan model uygulamaya alınır.

Akıllara “makinelere neden öğrenmek zorunda? Neden ilk etapta istediğimiz gibi performans gösterecek makineler tasarlamıyoruz?” sorusu gelebilir. Makine öğrenmesinin önemli olmasının birkaç nedeni bulunuyor. Elbette makinelerde öğrenmenin başarısı, hayvanların ve insanların nasıl öğrendiğini anlamamıza yardımcı olacaktır. Ancak bunun yanında bazı mühendislik nedenleri de var. Bunlardan bazıları:

- Bazı görevler örnekler olmadan iyi tanımlanamaz ve ifa edilmesinde zorluklar olabilir. Makine öğrenmesi; büyük miktarda veri ile çalışıp, doğru çıktılar üretmek üzere algoritmalarını iyileştirebilir ve böylece ilk başta görülememiş ya da anlaşılamamış ilişkilerin ortaya çıkmasını sağlar.
- Makine öğrenmesi; insanların çözüm bulmakta zorlandığı veya imkansız olduğu karmaşık problemleri çözme yeteneğine sahiptir. Örneğin, sağlık sektöründe, makine öğrenmesi algoritmaları tıbbi görüntüleri analiz ederek hastalıkları teşhis edilebilmektedir.
- Belirli görevler hakkında mevcut olan veri/bilgi miktarı, insanlar tarafından çözümlenebilmeleri için çok büyük olabilir. Bu bilgiyi yavaş yavaş öğrenen makineler, insanlardan daha iyi tahminlerde bulunabilirler.
- Görevler hakkında yeni veri/bilgiler sürekli toplanmaktadır. YZ sistemlerinin yeni bilgilere uyarlanması için yeniden tasarlanması kaynak verimliliği açısından uygun değildir, ancak makine öğrenme yöntemleri kullanılarak yeni bilgilerin sürece dahil edilmesi kolay olmaktadır.
- Makine öğrenmesi; birçok görevi otomatikleştirebilir ve insan müdahalesini azaltabilir, böylece zaman ve maliyet tasarrufu sağlayarak verimliliği artırır. Örneğin veri girişi gibi tekrar eden görevler, makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak otomatikleştirmektedir.

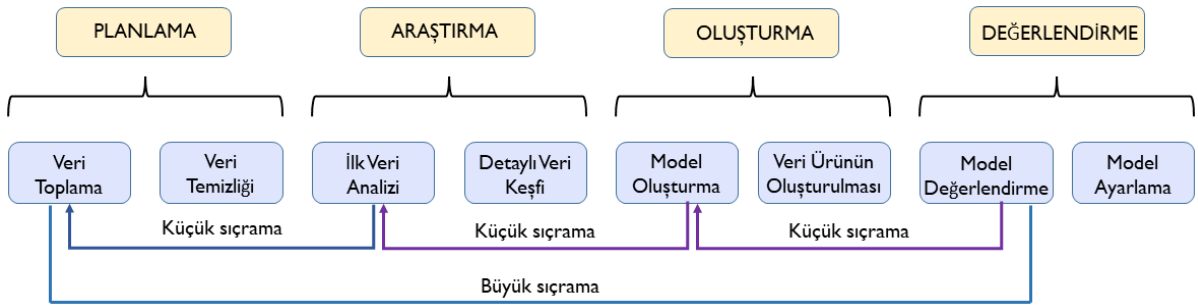
- Makine öğrenmesi; yeni ürünlerin ve hizmetlerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin, akıllı asistanlar, otomatik çeviri hizmetleri ve özelleştirilmiş sağlık hizmetleri gibi teknolojiler, makine öğrenmesi sayesinde mümkün olmuştur.
- Makine öğrenmesi; iş dünyasında karar verme süreçlerini desteklemek için de kullanılmaktadır. Pazar trendlerini tahmin etmek, müşteri tercihlerini anlamak ve stok yönetimi gibi alanlarda, makine öğrenmesi temelli analizler sayesinde daha doğru ve bilinçli kararların alınması mümkün olmaktadır.

4.2.4. Makine Öğrenmesi Süreç Akışı

Makine öğrenmesi algoritması bir model oluşturmak için eğitim veri seti kullanılarak eğitilir. Makine öğrenmesi algoritmasına yeni veriler eklendiğinde, model temelinde bir tahmin yapar. Tahmin, doğruluk açısından değerlendirilir ve kabul edilirse, algoritma yaygınlaştırılır. Kabul edilmez ise algoritma yeni eğitim veri seti eklenerek tekrar tekrar eğitilir.

Gerçek dünyada her kullanım durumunun farklı bir modelleme ihtiyacı vardır, bu nedenle bir makine öğrenmesi modelini nasıl oluşturmanız gerektiğini açıklayan çok genel bir süreç akışı sunmak zordur. Bununla birlikte Şekil 4.3 bir makine öğrenimi probleminin analiz süreci için önerilen iş akışını göstermektedir. Süreç akışında geriye doğru küçük sıçramalar, sıçramanın yapıldığı aşamada önceki aşamalardan ihtiyaç duyulan bilgilerin temin edileceği sürece geri dönülmesini ifade etmektedir. Büyük sıçrama ise model değerlendirme aşamasında yeni verilere ihtiyaç duyulması halinde ilgili aşamaya geri dönülmesi gerektiğini göstermektedir.

Şekil 4.3 Makine öğrenmesi süreç akışı



Akışta yer ana bileşenler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Planlama: Bu aşama, tüm süreç akışının temel bileşenini oluşturur. Gereksinimleri anlamak, elimizdeki her veri kaynağını belirlemek ve tespit edilen sorunları çözmek için temel bakış açısı oluşturulur. Veri toplama tüm süreç akışının merkezinde yer alırken, analiz ve model oluşturma işlemlerinin nihai çıktılarının bütünlüğünü ve doğruluğunu korumak için veri temizliği yapılmalıdır.

Araştırma: Verilerdeki olasılıkların, içgörülerin, kapsamın, gizli kalıpların, kısıtların ve hataların ayrıntılı bir analizi bu aşamada yapılır. Bu aşamayı gerçekleştirmek için birçok istatistik yöntemi ve görselleştirme aracı kullanılmaktadır. Projenin sonraki kısımlarında gerekirse daha fazla esnek olunabilmesi için bu aşama iki kısma ayrılmıştır. Birincisi, değişken tanımlama kurallarını kontrol etmek, tekrarları belirlemek, verileri birleştirmek ve gerekirse

verileri bir kez daha temizlemek de dahil olmak üzere veri yapısını değerlendirmek için yapılan ilk veri analizidir. İlk veri analizi, herhangi bir ek veri gereksinimine ihtiyaç olup olmadığının belirlenmesine yardımcı olur, bu nedenle işlem akışında geri besleme döngüsü için küçük geri sıçrama vardır. İkinci bölüm olan detaylı veri keşfi, hipotezlerin oluşturulduğu ve çeşitli teknikler kullanılarak veri örneklerinin alınması ile istatistiksel özelliklerinin kontrol edilmesi, hipotezlerin reddedilmesi veya kabul edilmesi süreçlerini içermektedir.

Oluşturma: Analitik projelerin çoğu birinci ya da ikinci aşamada sonlanmaktadır. Ancak, bu aşamaya ulaşan veriler, nihai sonuca dönüştürülmek için büyük bir potansiyele sahip demektir. Bu aşama makine öğrenmesi türündeki bir modelin gerekli olup olmadığı konusunda kararın verildiği aşamadır. Model oluşturulduğunda, elde edilen sonuçların geçerliliği ve doğruluğu kontrol edilmelidir. İhtiyaç olursa önceki aşamalara dönülebilir.

Değerlendirme: Elde edilen modelin gerçek hayata uyarlanması yapıldığı aşamadır. Ancak bu aşamada taşıdığı karmaşıklık veya verilerin belirli soruları yanıtlanamaması nedeniyle birçok projenin ilk aşamasına geri dönmektedir. Süreç akışındaki tüm adım geçildiyse, en başa dönmek yerine modelin uygun hale getirilmesi için küçük değişikliklerin yapılması daha uygun olabilir.

4.2.5. Makine Öğrenmesi Türleri

Makine öğrenmesi algoritmaları, veriden öğrenmek ve bu öğrenmeyle belirli bir görevi yerine getirebilmek için tasarlanmış yöntemlerdir. Bu algoritmalar, veri setlerini kullanarak model oluşturur ve bunları yeni veriler ekleyerek tahminler yapmak veya kararlar almak için kullanır. Makine öğrenmesi algoritmaları denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, yarı denetimli öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme olmak üzere dört ana kategoriye ayrılır.

Denetimli Öğrenme

Denetimli öğrenmede; öğrenen sistemin olayı öğrenebilmesine bir öğretmen yardımcı olmaktadır. Öğretmen sisteme öğrenilmesi istenen olay ile ilgili örnekleri girdi/çıkı seti olarak verir. Yani, her örnek için hem girdiler hem de oluşturulması gereken çıktılar sisteme gösterilirler. Sistemin görevi girdileri öğretmenin belirlediği çıktıları atamaktadır. Bu sayede olayın girdileri ile çıktıları arasındaki ilişkiler öğrenilmektedir. Başka bir deyişle bilinen çıktıları kullanarak, geçmiş verilerden öğrenir ve sonrasında etiket veya çıktı değeri için bir model oluşturur. Bu aşamaya eğitim aşaması denir.

Örnek girdiler için olması gereken çıktıların belirlenmesine etiketleme işlemi denmektedir. Örneğin, ev fiyatlarının tahmin edilmesi amacıyla denetimli öğrenme modeli kuruluyorsa, ev özellikleri (metrekare, oda sayısı, bölge vb.) girdi olurken, ev fiyatı etiket olacaktır. Model, bu özelliklerle ev fiyatları arasındaki ilişkiyi öğrenir ve daha sonra yeni bir evin fiyatını tahmin etmek için bu ilişkiyi kullanır. Etiketler çeşitli biçimlerde olabilirler. Örneğin ikili sınıflandırma problemlerinde etiketler genellikle 0-1 değerleri ile gösterilir. Çoklu sınıflandırma problemlerinde ise etiketler, veri kümesindeki sınıf etiketlerinin bir listesi veya kategorileri olabilir. Kısacası, denetimli öğrenme sürecinde etiketler, modelin öğrenmeye çalıştığı hedef çıktı değerleridir ve model, bu etiketlerle veri kümelerindeki ilişkileri öğrenmeye çalışır.

Denetimsiz öğrenme, insan öğrenmesine benzer biçimde; gözlem, deneyim ve uyarılma/uygulama yoluyla öğrenir. Örneğin, yaya trafiğini, düzeni ve yemek kalitesini gözlemleyerek hangi mahalledeki restoranların popüler olduğu veya müşterileri satın alma davranışına göre gruplamak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca algoritmaların verilerdeki kuralları bağımsız olarak keşfettiği ilişkilendirme için de denetimsiz öğrenme kullanılabilir. “Dondurmayı sevenler aynı zamanda limonatayı da severler” gibi çıkarsamalar yapabilir. Buna karşın algoritmanın üzerinde çalıştığı önceden tanımlanmış gerçek bir çıktı olmadığından, denetimsiz öğrenmenin doğruluğu konusunda dikkatli olunmalıdır. Denetimsiz öğrenmenin uygulama alanlarından bazıları aşağıda verilmiştir.

- Çeşitli bilimsel belgelerde ve bilimsel makalelerde intihal ve telif haklarını belirlemek için metin verilerinin analizinde kullanılmaktadır.
- Çeşitli web uygulamaları ve e-ticaret siteleri için öneri sistemlerinde yaygın olarak kullanılır.
- Kişilerin benzerlikten daha çok bağlantılarına göre sınıflandırılması amacıyla denetimsiz öğrenme algoritmaları kullanılmaktadır.

Denetimli ve denetimsiz öğrenme algoritmalarının karşılaştırması Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Denetimli ve denetimsiz öğrenme karşılaştırması

Parametreler	Denetimli Öğrenme	Denetimsiz Öğrenme
Giren veriler	Etiketli veriler kullanılarak eğitilmiştir.	Etiketlenmemiş verilerle kullanılır
Hesaplama karmaşıklığı	Denetimli öğrenme daha basit bir yöntemdir, doğrusal veya doğrusal olmayan modeller oluşturabilir. Algoritma yakınsama süresi daha azdır. Sonuçlar kolayca yorumlanabilir.	Denetimsiz öğrenme, hesaplama açısından karmaşıktır. Algoritma yakınsaması nispeten yavaştır ve bazen yanlıştır. Sonuçlar tek başına matematiksel ispatla yorumlanamaz, sezgisel anlamda değerlendirilmesi gerekir.
Doğruluk	Doğru ve güvenilir yöntem	Daha az doğru ve en az güvenilir yöntem

Pekiştirmeli Öğrenme

Pekiştirmeli (takviyeli) öğrenmede; öğrenen sisteme bir öğretmen yardımcı olur. Fakat öğretmen her girdi seti için olması gereken (üretilmesi gereken) çıktı setini sisteme göstermek yerine sistemin kendisine gösterilen girdilere karşılık gelen çıktısını üretmesini bekler ve üretilen çıktının doğru-yanlış kontrolünü yapar. Sistem, öğretmenden gelen bu geri bildirimi dikkate alarak öğrenme sürecini devam ettirir.

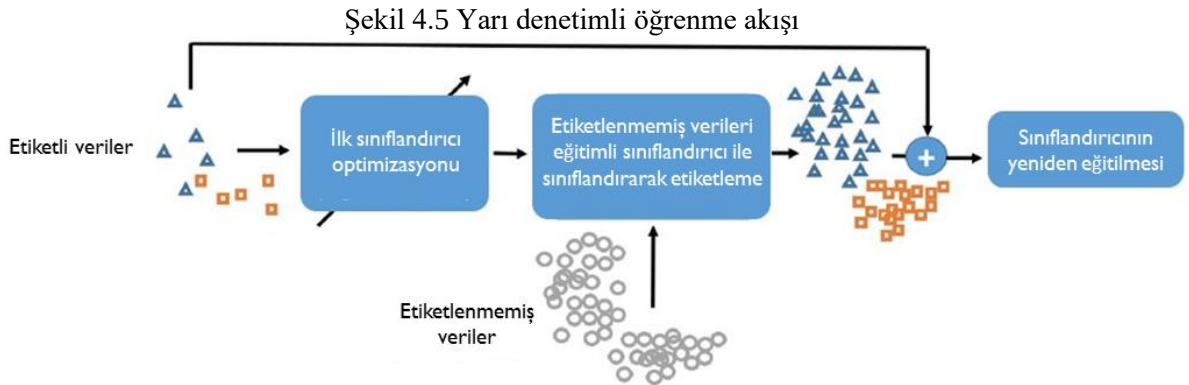
Pekiştirmeli öğrenme önceden tanımlanmış etiketler olmadığından doğru yanıtlar için bir dizi ödül ve yanlış yanıtlar için bir dizi ceza ile desteklenen sanal bir ortamda çalışır. Algoritmanın amacı nihayetinde yazılım tarafından oluşturulan uygulamalar için ödülleri en üst düzeye çıkarmaktır. Örneğin bir bebeğin sıcak bir şeye dokunup elinin yanması ve daha sonradan bu şeye dokunmaktan çekinmesi gibi. Bu durumda öğrenme bebeğin çevresiyle olan etkileşimi ve

çevreden geribildirim almasıyla gerçekleşir. Makine öğrenme algoritması farklı seçenekleri ve olasılıkları keşfetmeye çalışır, hangisinin en uygun olduğunu belirlemek için her bir sonucu değerlendirir. Pekiştirmeli makine öğrenmesi; geçmiş deneyimlerden öğrenir ve mümkün olan en iyi sonucu elde etmeye çalışır.

Yarı Denetimli Öğrenme

Elde az sayıda etiketlenmiş veri buna karşın çok daha fazla sayıda etiketlenmemiş veri varsa denetimli öğrenme de denetimsiz öğrenme de yetersiz kalabilir. Bu durumda en ideal yöntem az sayıdaki etiketlenmiş veriden hareketle etiketlenmemiş veriler hakkında bilgi sahibi olmaya çalışmak ve onları sınıflandırmaktır. Bu yönetime de yarı denetimli öğrenme denir.

Denetimli öğrenme ile arasında ki en temel fark, eldeki etiketlenmiş veri kümesinin büyüklüğüdür. Denetimli öğrenmede etiketlenmiş veri sayısı fazla, tahmin edilmek istenen veri sayısı azken yarı denetimli de tam tersi bir durum söz konusudur. Denetimli öğrenmeyi gerçekleştirmek için yeterli etiketli veriye sahip olunmadığında, eğitim veri boyutunu artırmak için etiketlenmemiş verileri ekleyebilir, yeni etiketler alabilir ve ardından yeni oluşturulan veriler denetimli öğrenme için kullanılabilir. Şekil 4.5’de yarı denetimli öğrenme akışı verilmiştir.



4.2.6. Makine Öğrenmesi Algoritmaları

Hangi makine öğrenimi algoritmasının kullanılacağı veri bilimi senaryonuzun iki farklı yönüne bağlıdır. Öncelikle eldeki veriler ile ne yapmak istiyorsunuz? Özellikle, geçmiş verilerinizden öğrenerek cevaplamak istediğiniz soru nedir? Bu amaçla uygulayacağınız veri bilimi gereksinimleri nelerdir? Çözümünüzün desteklediği doğruluk, eğitim süresi, doğrusalılık, parametre sayısı ve özelliklerin sayısı nedir?

Bunun yanında makine öğrenme algoritmalarının bilinen istatistik yöntem ve yaklaşımlarından ayrı düşünmemek gerekir. Makine öğrenmesinde kullanılan algoritmalar belli amaçlar için farklı biçimlerde sınıflandırılabilir. Çalışmanın amacı ve eldeki veri setine bağlı olarak kullanılacak algoritmaların farklılık gösterdiği unutulmamalıdır. Ayrıca öğrenmenin deneme yanılmaya dayalı bir süreç olduğu göz önünde bulundurularak birkaç algoritmanın denenmesi ve en uygununun seçilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Tablo 4.2’de 12 başlık altında kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları verilmiştir. Tabloda algoritma isimleri okuyucunun

kullandığı yazılımların içerdiği paketler ile örtüşmesi ve ihtiyaç duyması halinde farklı kaynaklardan bilgi edinmesi amacıyla İngilizce bırakılmıştır.

Tablo 4.2 Makine öğrenmesi algoritmaları

Derin Öğrenme	Önkestirim - Regresyon
Deep Boltzmann Machine (DBM) Deep Belief Networks Convolutional Neural Network (CNN) Stacked Auto-Encoders	Linear Regression Poisson Regression Bayesian Regression Decision Tree Random Forest Neural Networks Ordinary Least Squares Regression (OLSR) Locally Estimated Scatterplot Smoothing (LOESS) Logistic Regression Stepwise Regression Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) Time Series
Topluluk Öğrenmesi	Bayesci
Random Forest Gradient Boosting Machines (GBM) Stacked Bootstrapped Aggregation (Bagging) AdaBoost Boosting Generalization (Blending) Gradient Boosted Regression Trees (GBRT)	Naive Bayes Gaussian Naive Bayes Multinomial Naive Bayes Bayesian Belief Network (BBN) Bayesian Network Bayesian Regression Hidden Markov Models Conditional Random Fields (CRFs) Averaged One-Dependence Estimators (AOE)
Sinir Ağları	Karar Ağaçları
Radial Basis Function Network (RBFN) Perceptron Back-Propagation Hopfield Network Self Organizing Map Autoencoders Boltzmann Machines Spiking Neural Networks	Classification and Regression Tree (CART) C4.5 C5.0 Iterative Dichotomiser 3 (ID3) Chi-squared Automatic Interaction Detection (CHAID) Decision Stump M5 Conditional Decision Trees Random Forest
Düzenleme	Boyut Küçültme
Ridge Regression Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) Elastic Net Least Angle Regression (LAR)	Principal Component Analysis (PCA) Partial Least Squares Regression (PLSR) Sammon Mapping Projection Pursuit Principal Component Regression (PCR) Partial Least Squares Discriminant Analysis Mixture Discriminant Analysis (MDA) Quadratic Discriminant Analysis (QDA) Factor Analysis Regularized Discriminant Analysis (RDA) Flexible Discriminant Analysis (FDA) Linear Discriminant Analysis (LDA)
Kümeleme	Örnek (Hafıza) Tabanlı
K-Means k-Medians Expectation Maximization Hierarchical Clustering k-Nearest Neighbors (KNN) Single-linkage Clustering DBSCAN OPTICS Algorithm Non Negative Matrix Factorisation Spectral	k-Nearest Neighbors (KNN) Learning Vector Quantization (LVQ) Self Organizing Map (SOM) Locally Weighted Learning (LWL)
Sınıflandırma	
Logistic Regression Decision Trees Support Vector Machines (SVM) Neural Networks Random Forest k-Nearest Neighbors (KNN) Naive Bayes	
Kural Tabanlı	
Cubist One Rule (OneR) Zero Rule (ZeroR) Repeated Incremental Pruning Produce Error Reduction (RIPPER) Apriori	

4.2.7. Makine Öğrenmesi Uygulama Örnekleri

- Doğal dil işleme (NLP), bilgisayar ve doğal (insan) dilleri arasındaki etkileşimlerle ilgilenen bir bilgisayar bilimi alanıdır. Doğal dil işlemenin başlıca uygulamaları konuşma tanıma, doğal dil anlama ve doğal dil oluşturma sayılabilir.
- Sigorta sektörü makine öğrenmesini çeşitli şekillerde kullanmaktadır. Birçok şirket, sigorta primlerini fiyatlandırmak amacıyla gelecek hasarlar hakkında tahminlerde bulunmak için makine öğrenmesi algoritmalarını kullanıyor. Buna ek olarak, sigorta ve bankacılık sektörlerindeki bazı şirketler dolandırıcılığı tespit etmek için yine makine öğrenmesini kullanıyor.
- Son zamanlarda bilim insanları tarafından derlenen tıbbi veri miktarı hızla artıyor. Günümüzde tıbbi verileri verimli ve kullanışlı bir şekilde saklamak ve çıkarım yapabilmek için makine öğrenmesi yöntemleri geliştiriliyor. Ayrıca çeşitli hastalıkları sınıflandırmak için makine öğrenmesi ve örüntü tanıma teknikleri uygulanıyor. Bunun

sonucunda hastalığın daha hızlı ve doğru teşhis edilmesine katkıda bulunması amaçlanıyor.

- Tanımak veya sınıflamak istediğiniz her görüntü için bir yazılım geliştirilmesi pratik bir yaklaşım olmamaktadır. Bunun yerine, görüntü sınıflandırıcılar olarak da adlandırılan görüntü tanıma algoritmaları, görüntüleri içeriklerine göre sınıflandırmak için eğitilebilir. Bu algoritmalar, önceden sınıflandırılmış birçok örnek görüntüyü işleyerek eğitilir. Önceden işledikleri görüntülerin benzerliklerini ve farklılıklarını kullanarak, her gelen görüntüyü işler ve modellerini günceller. Görüntü işlemede kullanılan bu tür makine öğrenmesi uygulamaları genellikle yapay bir sinir ağı kullanılarak yapılır ve derin öğrenme olarak bilinir.
- Üretim hatlarında meydana gelen arızaların azaltılması ve üretim verimliliğinin artırılması konularında sıklıkla makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmaktadır. Örneğin, bir otomobil üretim hattında çalışan robotların veya makinelerin performans verileri (sıcaklık, basınç, titreşim vb.) sürekli izlenebilir ve analiz edilebilir. Makine öğrenmesi algoritmaları, bu verileri kullanarak bir arızanın oluşmadan önce belirtilerini tespit edilebilir ve bakım ekiplerine önceden uyarı gönderebilir. Ayrıca, makine öğrenmesi algoritmaları, üretim süreçlerindeki verimliliği artırmak için optimal üretim parametrelerini belirlemeye de yardımcı oluyorlar.

4.3. Bulanık Mantık

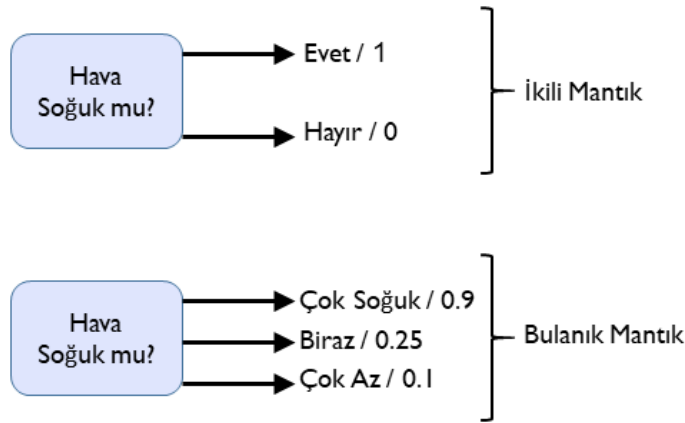
Mantık; kısaca önermelerin tutarlılığı ile çıkarımların geçerliliğini belirleyen kuralları konu edinen bilim olarak ifade edilebilir. Bu kurallar mantıksal değişmezlerin içeriğine (olağan yorumuna) mantıksal olmayan değişmezlerin ise yalnızca biçimine (dizimsel türlerine) dayanır. Mantık kelimesi, Yunanca Logike kelimesinin arapça tercümesidir. “Logikos”, logos'a yani söze (parol), akıl (raisonja) veya akıl yürütmeye (raison-nement) ait demektir. Görülüyor ki kelime anlamı ile lojik, hem söz hem de akılla ilgilidir.

4.3.1. Bulanık Mantık Tanımı

Bulanık mantık (Fuzzy Logic), insanın akıl yürütmesine benzeyen bir akıl yürütme yöntemidir. Bu yaklaşım insanların karar verme biçimlerine benzer. Yani EVET ve HAYIR arasındaki tüm ara olasılıkları içerir. Bir bilgisayarın anladığı geleneksel mantık bloğu, girdi alır ve bir insanın EVET veya HAYIR'a eşdeğer olan DOĞRU veya YANLIŞ olarak kesin bir çıktı üretir. Bulanık mantık, bilgisayarlardan farklı olarak, insanların EVET ve HAYIR arasında farklı olasılıklara sahip olduğunu varsayar. Bulanık mantık, doğruluk derecesine dayanan ve doğru veya yanlış ile sınırlı olmayan bir bilgi işlem yaklaşımıdır. Bulanık terimi, belirsiz veya çok açık olmayan bir şey anlamına gelir. Bulanık mantık sistemi, durumları ikili doğru veya yanlış olarak sınıflandırmanın zor olduğu senaryolara uygulandığından, kısmen doğru ve kısmen yanlış gibi ara değerler içerebilir. Küçük mikro denetleyiciden büyük bilgi işlem sistemlerine kadar çok çeşitli cihazlarda uygulanabilir. Bulanık mantık doğru ve yanlış arasındaki tüm değerleri birleştirebilen insan benzeri karar vermeyi taklit etmeye çalışır.

Bulanık mantığı basit bir örnek ile açıklayalım. Bulanık kümeler teorisi diye isimlendirilen bu teoride üyelik fonksiyonu, “0” ya da “1” değerini almak yerine “0” ile “1” arasındaki herhangi bir değeri alabilir. Bu ise, klasik iki değerli setin çok değerli olmasına sebep olmaktadır. Örneğin, uzunluk ölçüsü açısından bir insana 1.70 cm'nin altında ise “kısa boylu”, 1.70 cm'nin üstünde ise uzun boylu dersiniz bu klasik mantık oluyor. Ama 1.65 cm de bir dereceye kadar uzun boyludur, 1.67 cm de bir dereceye kadar uzun boyludur, hatta 1.60 cm de bir dereceye kadar uzun boyludur. Bu şekilde derecelendirirseniz bulanık mantığa girmiş olursunuz. Şekil 4.6’da hava durumu için bulanık mantık örneği verilmiştir.

Şekil 4.6 Bulanık mantık örneği



Şekilden de görülebileceği gibi bulanık mantık sisteminde dilsel değişkenler, değerleri sayı yerine sözcük olan giriş veya çıkış değişkenleri bulunmaktadır. Sayısal modeller yüksek hassasiyet sağlar, ancak bir işlemin karmaşıklığı veya doğrusal olmaması sayısal bir modeli olanaksız hale getirebilir. Bu durumlarda, dil modelleri alternatif olarak kullanılabilir. Bulanık mantık özellikle bir kontrol sisteminde insan benzeri düşünmeyi taklit etmek istendiğinde yararlıdır. Belirsizliklerle başa çıkmak için tasarlanmıştır ve sonuçtan çıkarım bulmak için kullanılır. Benzer biçimde bulanık mantık, genellikle matematiksel model bilgisinin bilinmediği, modelin yeniden yapılandırılmasının imkansız veya maliyetli olduğu problemlere uygulanmaktadır.

4.3.2. Bulanık Mantık Sistem Yapısı

Bulanık mantık mimarisi dört ana bölümden oluşur. Bunlar kurallar, bulanıklaştırma, çıkarım motoru, durulaştırma olarak adlandırılmaktadır. Şekil 4.7’de bulanık mantık bileşenleri gösterilmiştir.

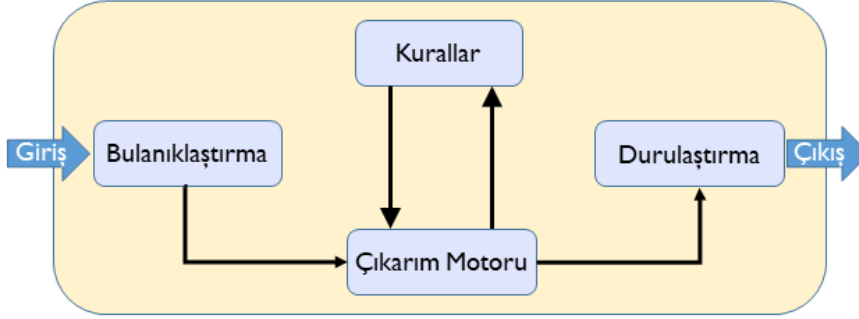
Kurallar: Bulanık sistemde karar almayı yöneten uzmanlar tarafından programlanan ve beslenen çok sayıda kuraldan oluşan bilgi ve malumat veritabanıdır. Burada belirlenen kurallar, olayın gerçekleşmesine karar veren “If-Then” deyim kümesinden oluşmaktadır.

Bulanıklaştırma: Algılayıcılardan alınan ham verileri bulanık kümelere dönüştürür. Bu dönüştürülmüş girişler daha ileri işlemler için çıkarım motoruna iletilir.

Çıkarım Motoru: Gelen verilere, hangi kuralların nasıl uygulanacağına karar verir. Bunu gelen girdi için kuralların %(yüzde) eşleşmesini hesaplayarak yapar.

Durulaştırma: Bulanıklaştırmanın tam tersidir. Burada bulanık kümeler net girdilere dönüştürülür. Böylece işlenen veriler açık ve anlaşılır biçimde çıkışa yönlendirilir.

Şekil 4.7 Bulanık mantık bileşenleri

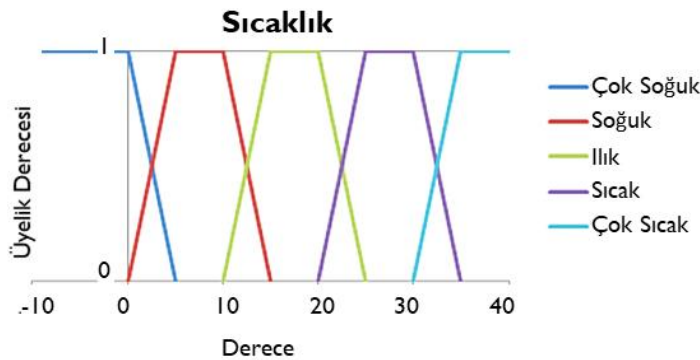


Yukarıda temel bileşenleri anlatılan bulanık mantık sisteminin işleyişinde aşağıdaki adımlar uygulanmaktadır.

1. Dil değişkenlerinin belirlenmesi: Değerleri, sayısal yerine sözcükler veya cümleler olan sistemin giriş veya çıkış değişkenleri ile terimlerinin tanımlanması aşamasıdır. Örneğin bir klimayı düşünelim. T değişkeni, bir odanın sıcaklığını ifade eden dilsel bir değişkeni olsun. Sıcaklığı nitelemek için gerçek hayatta “sıcak” veya “soğuk” gibi terimler kullanılır. Bunlar sıcaklığın dilsel değerleridir. Ardından, $T(t) = \{\text{çok soğuk, soğuk, ılık, sıcak, çok sıcak}\}$ dilsel değişkeni sıcaklık için ayrışmalar kümesi olabilir. Bu ayrışmanın her bir üyesine dilsel bir terim denir ve sıcaklığın genel değerlerinin bir kısmını kapsayabilir.

2. Üyelik fonksiyonlarının oluşturulması: Bulanık olmayan giriş değerlerini bulanık dilsel terimlerle eşleştirmek ve bunun tersi için kullanılır. Üyelik fonksiyonu dilsel bir terimi ölçmek için kullanılır. Örneğin, yukarıdaki örnekte sıcaklık değişkeni dil terimleri için üyelik fonksiyonları çizilir. Bulanık mantığın önemli bir özelliği, sayısal bir değer yalnızca bir üyelik işlevi kullanılarak bulanıklaştırılmasının gerekmediğidir. Yani bir değer aynı anda birden çok kümeye ait olabilir. Örneğin, Şekil 4.8’e göre, bir sıcaklık değeri aynı anda farklı derecelerde üyeliklerle “soğuk” ve “çok soğuk” olarak kabul edilebilir.

Şekil 4.8 Üyelik fonksiyonu



3. *Bulanık kuralların tanımlanması*: Bulanık mantık sistemlerinde, çıktı değişkenini kontrol etmek için bir kural kümesi oluşturulur. Bulanık kural, koşul ve sonucu olan basit bir if-then kuralıdır. Tablo 4.3’de, klima sistemi için olası bulanık kurallardan birkaç tanesi örnek olarak listelenmiştir. Tablo 4.4’de ise bulanık kuralların matris gösterimi verilmiştir. Matristeki satır başlıkları, geçerli oda sıcaklığının alabileceği değerleri, sütun başlıkları hedef sıcaklık değerlerini içerir ve giriş değişkenleri o satır ve sütundaki değerleri aldığı anda hücredeki komut aktif edilir. Örneğin sıcaklık soğuk ve hedef sıcaksa verilecek komut ısıt olacaktır.

Tablo 4.3 Bulanık kurallar

1	Eğer (sıcaklık soğuk veya çok soğuk) ve (hedef sıcak) ise komut ısıt
2	Eğer (sıcaklık sıcak veya çok sıcak) ve (hedef ılık) ise komut soğut
3	Eğer (sıcaklık ılık) ve (hedef ılık) ise komut değiştirme

Tablo 4.4 Bulanık matris örneği

Sıcaklık	Hedef				
	Çok Soğuk	Soğuk	Ilık	Sıcak	Çok Sıcak
Çok Soğuk	Değiştirme	Isıt	Isıt	Isıt	Isıt
Soğuk	Soğut	Değiştirme	Isıt	Isıt	Isıt
Ilık	Soğut	Soğut	Değiştirme	Isıt	Isıt
Sıcak	Soğut	Soğut	Soğut	Değiştirme	Isıt
Çok Sıcak	Soğut	Soğut	Soğut	Soğut	Değiştirme

4. *Bulanık küme işlemlerinin yapılması*: Bulanık kuralların değerlendirilmesi ve bireysel kuralların sonuçlarının kombinasyonu, bulanık küme işlemleri kullanılarak gerçekleştirilir.

5. *Durulaştırma*: Çıkarsama adımından sonra, genel sonuç bulanık bir değerdir. Kesin net bir çıktı elde etmek için bu sonuç durulaştırılmalıdır. Durulaştırma çıktı değişkeninin üyelik işlevine göre yapılır. Amaç, bu bulanık sonuçtan Şekil 4.8’deki bir nokta ile temsil edilen net bir değer elde etmektir.

4.3.3. Bulanık Mantık Uygulama Alanları

- Çamaşır makineleri içindeki çamaşırın ağırlığının algılanması, buna uygun miktarda su ve deterjanın alınması, tanbur döndürme hızını ve yıkama süresinin ayarlanması bulanık mantık uygulamasına örnek olarak verilebilir. Ayrıca bulanık mantık sayesinde, çamaşır makinesinin içindeki suyun berraklık düzeyine göre yıkama programlarının seçimi yapılabilir. Örneğin başlangıcında su berrak olmasına karşın yıkama ilerledikçe kirlenmekte ve makinenin algılayıcıları ışığın kolayca geçmesine izin vermeyen renk bozulması algılar. Böylece çamaşır makinesi tekrar berrak su elde edinceye kadar yıkamaya devam eder.
- Eski klimalar oda sıcaklığının en yüksek ve en düşük değerlerine göre ayarlanabiliyordu. Düşük eşik değerlerine ulaşıldığında kapanıyor ya da yüksek seviyeye ulaştığında klima tekrar çalışmaya başlıyordu. Ancak günümüzün klima sistemlerinde bulanık mantık sayesinde sıcaklığın sabit kalması sağlanıyor. Hafif

sıcaklık değişimlerini algılayarak gerekli ayarlamaları yapıyor ve enerji verimliliği sağlıyorlar.

- Bulanık mantık ani trafik sıkışıklıkları; sinyal sorunları ya da kazalar gibi birçok belirsizliği içerebildiğinden sıklıkla kullanılmaktadır. E-ticaret siteleri, tur ve seyahat acenteleri, GPS şirketleri (rota planlama), filo operatörleri ve lojistik şirketleri, yapay zeka ile bulanık mantığı birleştiren uygulamalardan yararlanıyorlar.

Bulanık mantık, insan akıl yürütmesine yakın sonuçlar verir. Bununla beraber yapısının kolay ve anlaşılır olması sayesinde mühendislik alanındaki çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak her zaman doğru sonuç vermemesi dezavantaj olarak görülmektedir. Dolayısıyla sonuçlar varsayımlara göre yorumlanır ve genel kabul görmez. Bulanık kurallar ve üyelik işlevlerini belirlemenin zor olması bulanık mantığın dezavantajıdır. Ayrıca bulanık mantığın yüksek oranda kesinliğe ihtiyaç duymayan problemler için uygun olduğunu unutmamak gerekir.

4.4. Genetik Algoritmalar

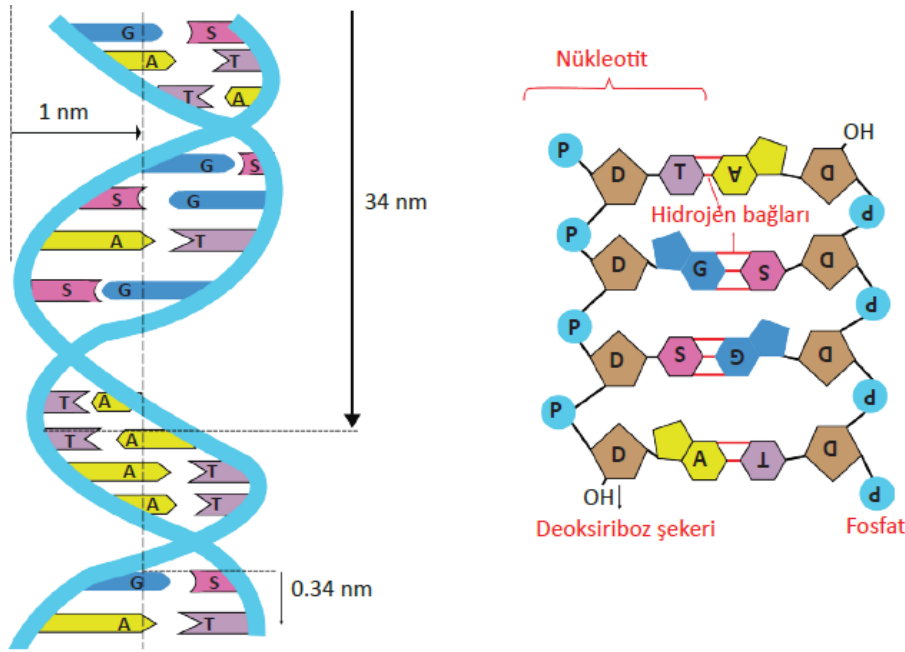
4.4.1. DNA ve Gen Nedir?

Deoksiribonükleik asit (DNA), Dünya üzerinde var olan bütün canlılarda bulunan ve hepsinde kalıtsallığı sağlayan moleküldür. Yani canlılar DNA isimli bu kimyasal maddeyi kullanarak, kendi biyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını gelecek nesillere aktarırlar. DNA, nükleotitler adı verilen kimyasal yapı taşlarından yapılır. Nükleotitlerde bulunan dört temel baz sırayla; Adenin (A), Timin (T), Guanin (G) ve Sitozin (C) dir. Bu bazların sırası veya dizilişi, bir DNA zincirinde hangi biyolojik talimatların bulunduğunu belirler. İkili sarmal üzerinde bir hata (mutasyon) olmadığı sürece her zaman Adenin ile Timin, Sitozin ile Guanin karşılıklı olarak birbirine bağlanır. Böylece iki sarmal bir arada tutulur. Şekil 4.9'da DNA yapısı verilmiştir. Bu 4 bazın DNA dediğimiz sarmal yapı üzerindeki dizilişi, bir canlının genetik yapısının ve fiziksel özelliklerinin nasıl olacağını belirlemektedir. Örneğin, ATCGTT dizisi mavi gözler için talimat verirken, ATCGCT kahverengi için talimat verebilir. Bir DNA sarmalının çapı 1 nanometredir (1 nm= 0.000001 mm). Bir DNA zincirinde yer alan iki nükleotit arası mesafe, yaklaşık 34 nm'dir. Tam bir sarmalın boyu 0.34 nm'dir. Buna göre bir tam sarmalda 10 nükleotit bulunur.

DNA içindeki bilgi, ne tarz ve miktarda proteinler üretileceğini ve bunların nasıl dizileceğini belirler. Buna bağlı olarak, aynı yapıdaki genetik koddan bir bakteri ağaç, fil veya insanda oluşabilir. Tek değişen, bu bazların DNA üzerindeki dizilimidir, yani sırasıdır. Doğal olarak bazı canlıların DNA'sı daha uzun, bazılarının daha kısa olabilir. Örneğin insan vücudundaki her bir hücrede 3.2 milyar, pirinç bitkisinde 420 milyon, Ambystoma mexicanum isimli bitkide 32.3 milyar nükleobaz çifti bulunmaktadır.

Genler, genom içerisinde bulunan küçük DNA bölümleridir. Genom, her canlının kalıtım materyalinde bulunan genetik şifrelerin tamamıdır. Yani o canlıya ait genetik kodun tamamına genom denir. Her canlının genomu benzersizdir. Genlerin amacı organizmaya ilişkin bilgileri depolamaktır. İnsan genomundaki genlerin sayısı 20.687 tanedir.

Şekil 4.9 DNA yapısı



Genler bireylerin kalıtsal karakterlerini taşır. Yani nesilden nesile aktarılan bilgilerin depolandığı birimlerdir. Gen terimi ilk olarak 1909 yılında Johannsen tarafından kullanılmıştır. Kalıtsal karakter demek bir canlı türündeki özelliklerin nesilden nesile aktarıldığı anlamına gelir. Atalarımızdan aldığımız saç, göz, ten rengi gibi özellikler kalıtsal özelliklerdir. Herhangi bir nedenle bir genin yapısı değişirse ya işi yapamaz ya da amacından farklı biçimde çalışır. Bu durumlarda o genin kontrol ettiği işlevlerde bozulmalar yaşanır. Örneğin insülin yani kan şekerini düşüren hormonun üretiminde çalışan gende sorun yaşanırsa insülin yapımı azalır ve yüksek şeker sorunu ortaya çıkar.

4.4.2. Genetik Algoritma Tanımı

Genetik algoritmalar, aslında Darwin'in "Doğal Seleksiyon/Seçim" prensibine dayanan arama tabanlı bir optimizasyon tekniğidir. Yapay sinir ağları gibi tekniklerle çözilemeyen sorunları çözme yeteneğine sahiptir. Genetik algoritmalar, doğal seleksiyon ve genetiğin biyolojik kavramlarına dayanan arama tabanlı algoritmalar olup evrimsel hesaplama olarak bilinen çok daha derin bir hesaplama dalının alt kümesidir.

Genetik algoritmalarda, belirli bir soruna yönelik olası çözümler kümesi bulunmaktadır. Bu çözümler daha sonra yeni yavrular üreten bazı genetik operasyonlara uğrar ve süreç nesiller boyunca tekrarlanır. Her bireye (veya aday çözüme) değerlendirme fonksiyonuna bağlı olarak bir uygunluk değeri atanır ve böylece diğer uygun bireylerle eşleşmelerine daha fazla şans verilmiş olur. Bu şekilde, bir durdurma kriterine ulaşıncaya kadar nesiller boyunca daha iyi bireyler veya çözümler geliştirmeye devam edilir. Aslında genetik algoritma, gelecek neslin

yavrularını üretmek için en uygun bireylerin üreme için seçildiği doğal seçim sürecini yansıtır. Şekil 4.10'da verilen genetik algoritma kavramları aşağıda verilmiştir.

Popülasyon / kitle: Belirli bir sorun için tüm olası (kodlanmış) çözümlerin kümesidir. İçerdiği her öge soruna olası çözümdür.

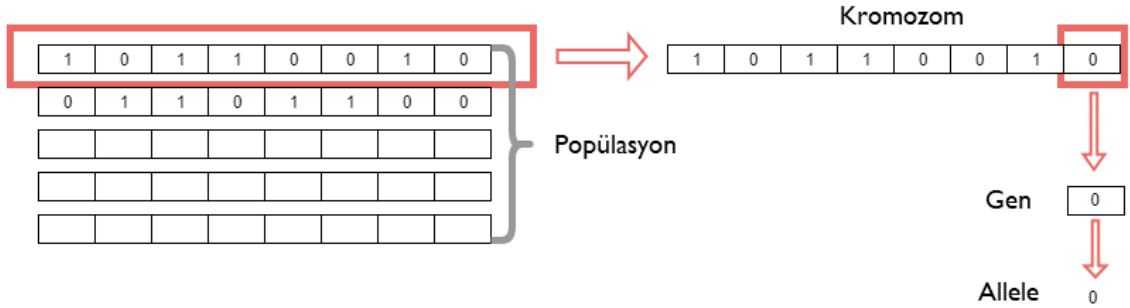
Kromozom: İlgilenilen sorunun tek iyi çözümüdür.

Gen: Kromozomun bir elemanı konumundadır. Bir popülasyondaki bireyler bir dizi parametre (değişken) ile karakterize edilir ve bunlar gen olarak adlandırılır.

Allele: Bir genin belirli bir kromozom için aldığı değerdir.

Uygunluk (fitness) fonksiyonu / değerlendirme fonksiyonu: Uygunluk fonksiyonu, verilen bir çözümün istenen optimum çözüme ne kadar yakın olduğunu değerlendirir. Başka bir deyişle bir çözümün ne kadar uygun olduğunu belirler.

Şekil 4.10 Genetik algoritma kavramları



4.4.3. Genetik Algoritma Süreç Akışı

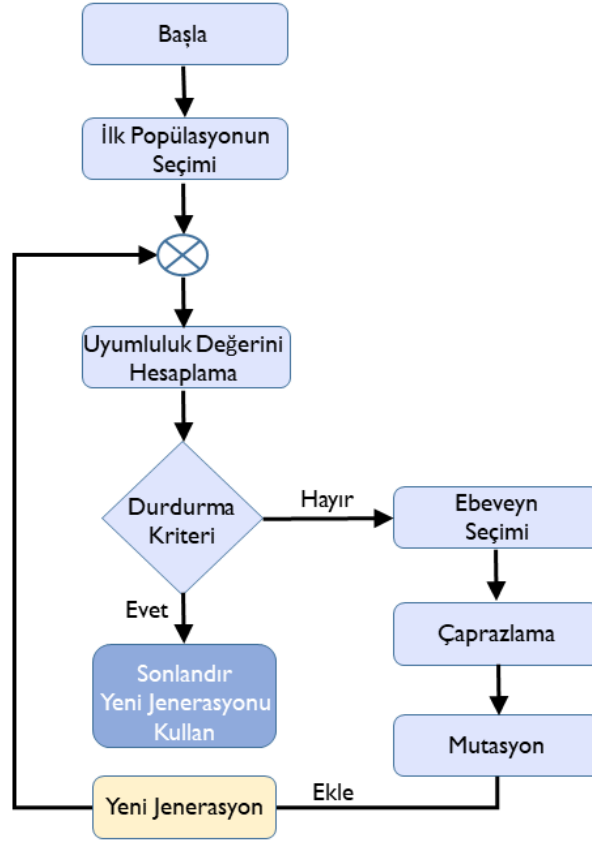
Genetik algoritma, taranması gereken olası çözüm uzayının çok büyük olduğu durumlarda en uygun yöntemlerden biridir. Evrimin her sürecinde edinilen bilgi sonra ki nesillere aktarılarak taramanın daha uygun bölgelerde gezmesi sağlandığı gibi değişim işlemi yardımıyla yerel çözüm noktalarına sıkışıp kalma olasılığını da azaltmaktadır. Ayrıca genetik algoritmanın paralel işlem yapılan bilgisayarlarda kullanılmaya elverişli yapısı da zaman alıcı problemlerin çözümü için önemli bir seçenek olmasını sağlamaktadır. Genetik algoritmalar aslında en iyinin tutulması ve doğal seçim ilkesine dayanarak, benzetim yoluyla bilgisayar üzerinde oluşan bir evrim şeklidir. Genetik algoritmanın temel işlem adımları Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

İlk popülasyonun seçimi: 0-1 aralığında değer alan rasgele başlangıç popülasyonu oluşturulur. Daha sonra bu değerler 0 ya da 1'e yuvarlanır.

Uyumluluk değerinin hesaplanması ve durdurma kriter kontrolü: Rasgele oluşturulan bireylerin her biri uygunluk fonksiyonunda yerlerine konularak değerlendirilir. Yani, bireyler amaç fonksiyonundan geçirilir. Bu işlem, bireylerin iyi olup olmadığını tespit etme işlemidir. Uygunluk fonksiyonu, belirlenen çözümlerin uygunluk derecelerinin ölçülmesini sağlayan bir fonksiyondur. Her problem için ayrı bir uygunluk fonksiyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu fonksiyon ve belirlenen durdurma kriterine göre algoritmanın devam etmesine veya sonlandırılmasına karar verilir.

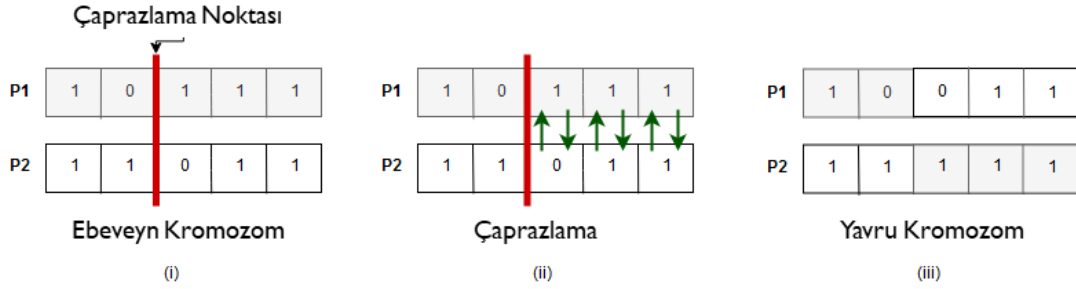
Ebeveyn seçimi: Bireylere seçim yöntemi uygulanır. Seçim işleminde amaç, seçilen uygunluk fonksiyonuna ve seçim yöntemine göre elimizdeki popülasyondan yeni bir neslin bireylerinin seçilmesidir. Bu seçimde uygunluğu yüksek iki çift birey (ebeveyn) uyumluluk puanlarına göre seçilir. Puanı yüksek olan bireylerin yeni nesle aktarılma ihtimali de daha yüksek olacaktır. Böylece bireylerin (kromozomlar) en uygun olanı hayatta kalırken, diğerleri de elenecektir.

Şekil 4.11 Genetik algoritma akış diyagramı



Çaprazlama: Bireylere çaprazlama (gen takası yöntemi) uygulanır. Genetik algoritmada en önemli aşamalardan biridir. Burada eşlenecek her bir ebeveyn çifti için genlerin içinden rastgele bir çaprazlama noktası seçilir. Böylece çaprazlama, işlemi yavrular bu noktaya ulaşılan kadar ebeveynlerin genlerini kendi aralarında değiştirerek oluşur. Yeni yavrular, ebeveynler arasında gen alışverişi süreci ile popülasyona eklenir. Örneğin, Şekil 4.12 (i) 'de gösterildiği gibi ana kromozomların 2 ve 3'üncü gen arasında çaprazlama noktası seçilsin. Burada (i) ana kromozomları, (ii) çaprazlama işlemini ve (iii) Sonuçta ortaya çıkan yavru kromozomlarını göstermektedir. Temel olarak tek nokta, iki nokta, tekdüze ve aritmetik olarak adlandırılan dört tür çaprazlama vardır.

Şekil 4.12 Kromozom çaprazlaması



Mutasyon: Bazı durumlarda, ebeveynleri ile karşılaştırıldığında neredeyse farklı özelliklere sahip yavrular görüyoruz. Bu, kromozomlar arasında meydana gelen bir mutasyonun sonucunda ortaya çıkar. Burada bir kromozomdaki bazı genler ters çevrilir ve tamamen zıt bir değer elde edilir. Çaprazlamanın kromozomlar içinde sık görülen bir durum olduğunu, buna karşılık mutasyonun çok nadir meydana geldiğini ve bu nedenle düşük bir olasılığa sahip olduğunu vurgulayalım. Çaprazlama 2 kromozom arasında gerçekleşirken, mutasyon tek bir kromozom içindeki bir gen / genlerde meydana gelir. Sıklıkla bit çevirme, değiştirme ve ters çevirme mutasyonları uygulanmaktadır. Mutasyon, popülasyondaki çeşitliliği korumak ve erken yakınlaşmayı önlemek için uygulanır. Bu nedenle mutasyon her zaman popülasyona bir rahatsızlık / rastgelelik / gürültü ekler. Bu nedenle mutasyon, genetikte rastlantısallık katma / gürültü katma işlemi olarak da bilinir.

Yeni jenerasyon: Yukarıdaki yöntemler uygulanarak değişime uğramış, yeni bireylere yer açmak için eski bireyler çıkartılarak sabit büyüklükte yeni bir jenerasyon (popülasyon) oluşturulması sağlanır.

Sonuçta popülasyonun hesaplanması sırasında en iyi birey bulunduğunda çözüm elde edilmiş olur. Genetik algoritma ile yapılan uygulamalarda her örnek için tek sonuç üretilir buda tek bir kromozoma karşılık gelir.

4.4.4. Genetik Algoritma Uygulama Alanları

Genetik algoritmaların en uygun olduğu problemler geleneksel yöntemler ile çözümü mümkün olmayan ya da çözüm süresi problemin büyüklüğü ile üstel orantılı olarak artanlardır.

- Üretim bandında yer alan makinelerin yerleşiminin optimizasyonu malzeme taşıma ile işgücü maliyetini minimize etmek ve dolayısıyla toplam maliyeti düşürmek için yapılır. Günümüzdeki imalat sistemlerinde çok kısa sürede üretim yapılabilir. Bu nedenle malzeme taşımanın üretime etkisi çok fazla olmaktadır. Genetik algoritmalar kullanılarak üretim süresi, üretim miktarı gibi kriterler dikkate alınarak makine yerleşimi optimize edilmektedir.
- Genetik algoritmalar sıklıkla bir kısıtlama kümesi altında belirli bir amaç fonksiyonunu maksimize veya minimize etmek zorunda olduğumuz optimizasyon problemlerinde kullanılır. Örneğin hukuki sorunları çözmek için alternatif çözüm önerileri üretebilir. Bir davada taraflar arasında uzlaşma sağlamak için kullanılan alternatif çözüm

yöntemleri, genetik algoritmalar tarafından optimize edilebilir böylece taraflar arasında adil ve dengeli bir uzlaşma sağlanabilir.

- Elektrik dağıtım şirketleri belirli bir bölgedeki yük dengesini sağlamak ve şebekenin kapasitesini optimize etmek için genetik algoritmaları kullanmaktadırlar. Özellikle artan enerji talebi, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu ve elektrikli otomobillerin kullanımı gibi faktörler, elektrik dağıtım sistemlerinin karmaşıklığını artırmaktadır. Genetik algoritmalar, belirli bir bölgedeki elektrik talebini ve üretimini tahmin eder, enerji akışını optimize eder, dağıtım şebekesinin kapasitesini hesaplar ve yük dengesini sağlar. Algoritma, geçmiş verileri analiz ederek, hava koşulları, güneş ışığı, rüzgar hızı ve tüketici davranışları gibi faktörleri dikkate alarak ve gelecekteki enerji talebini de tahmin edebilir. Daha sonra, genetik algoritma, elektrik dağıtım şebekesinin mevcut kapasitesini değerlendirir ve talep artışına veya yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuna uyum sağlamak için şebeke altyapısını optimize eder. Algoritma, belirli bir bölgedeki trafo kapasitelerini, kablo çaplarını ve akım taşıma kapasitelerini hesaplar ve en uygun çözümü bulur.
- Bir kargo şirketi, ürün teslimatı yapmak için kullandığı araçların optimal rotalarını belirleyerek, ulaşım maliyetleri minimize etmek ve teslimat süreleri en aza indirmek için genetik algoritmaları kullanabilir. Örneğin teslimat adresleri, teslimat zamanları, araçların kapasiteleri ve trafik koşulları gibi faktörleri dikkate alarak optimum teslimat rotalarını belirleyebilir. Algoritma, birçok farklı rotayı değerlendirir, her bir rotanın maliyetini ve teslimat süresini hesaplar ve en uygun rotaları belirler. Genetik algoritma ayrıca, farklı teslimat zamanları ve önceliklerini dikkate alarak teslimat programlarını optimize edebilir. Acil teslimat gereksinimleri olan müşterilerin talepleri öncelikli olarak ele alınabilir ve teslimat rotaları buna göre yeniden düzenlenebilir.

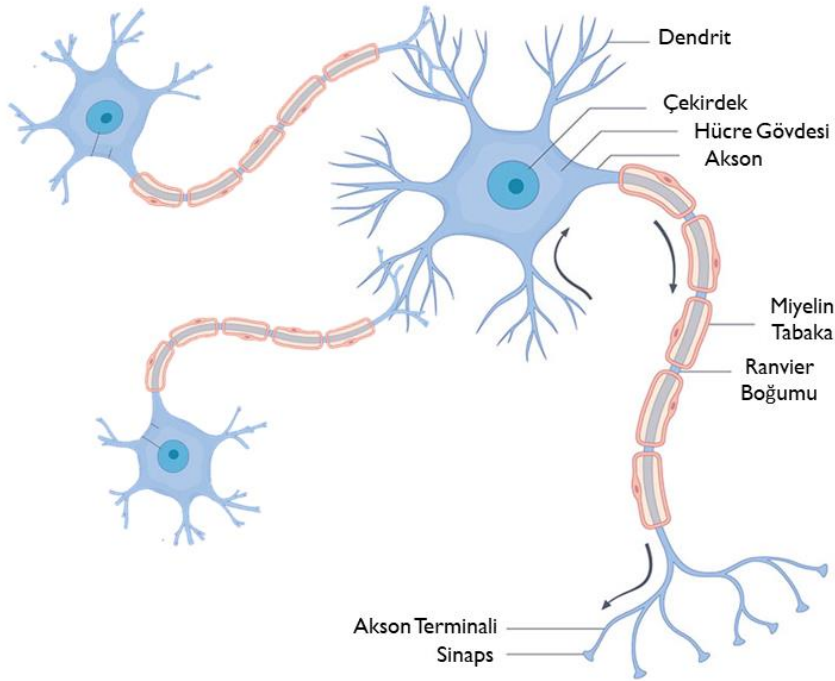
4.5. Yapay Sinir Ağları

4.5.1. Biyolojik Sinir Ağı

İnsan beyninin nasıl çalıştığı henüz tam olarak anlaşılmamış olsa da beyni oluşturan milyarlarca sinir hücresinin önemli rol oynadığı biliniyor. Beynin çalışma aşamalarını genel olarak; bilgi girişi, sentezleme - karşılaştırma, bilgi çıkışı - eylem biçiminde sıralamak mümkündür. Beynin bu işlevlerini yerine getirebilmesini sağlayan sinir hücreleri yani nöronlardır. Sinir hücreleri birbirleri ile ilişki halindedirler. Bu sıkı ilişki, sinirsel işlevin temelini oluşturan bilgi akışını sağlar. Biyolojik sinir ağını oluşturan insan beynindeki nöronlar Şekil 4.13'te görüldüğü gibi 3 temel bölgeden oluşur:

Çekirdek ve hücre gövdesi: Hücrenin gövde kısmında bulunan çekirdek, hücrenin temel işlevlerini belirleyen ve DNA molekülü üzerinde kodlanmış halde bulunan genetik bilgiyi içerir. DNA üzerindeki bilgi, hücrenin bulunduğu ortama, ortamdaki değişimlere ve hücrenin iç çevresine bağlı olarak deşifre edilerek, hücre içi olayların meydana gelmesini sağlar. Hücre etkinliklerine ilişkin yapım/yıkım (metabolizma) faaliyetlerinin büyük bir çoğunluğu ise hücre gövdesinde yürütülür.

Şekil 4.13 Beyin sinir hücresi



Dendritler ve akson: Hücre gövdesinden çıkan uzantılardır. Kısa ağaç dalları biçimindedirler. Diğer hücrelerin aksonlarıyla gelen sinir sinyallerini alarak ait oldukları hücre gövdesine taşırlar. Akson ise uzun ve tek olup, uç kısımlarından genellikle dallanmalar gösterir. Hücre gövdesinde üretilen sinyalleri diğer nöronların dendritlerine taşımakla yükümlüdür.

Sinapslar: Akson ve dendritlerin veri iletişimi amacıyla bir araya geldikleri birleşim yerlerine sinaps adı verilir. Sinapslar bir hücrede üretilen sinyalleri, yapısına ve biyofiziksel özelliklerine bağlı olarak sonraki hücreye iletirler. Genel olarak bir sinir hücresi, gövde ve dendritleri aracılığıyla sinyalleri alır. Bu sinyaller akson vasıtasıyla, hücre içindeki genel duruma ve gelen tüm sinyallerin toplam etkisine göre diğer bir hücreye aktarılır.

Şekil 4.13'te görüldüğü gibi nöronlar kendi aralarında bağlantılar kurarak, elektrik devrelerine benzer yollarla iletişim sağlayıp, beyin işlevlerinin ortaya çıkmasını sağlayan ana elemanlardır. Biyolojik sistemlerde öğrenme, nöronlar arasındaki sinaptik bağlantılar ile olur. İnsan beyni doğumdan itibaren sürekli bir öğrenme süreci içindedir. Beyin sürekli bir gelişme gösterir. Bu gelişim sadece yeni beyin hücrelerinin oluşumuyla değil, özellikle nöronlar arasındaki bağlantı ya da diğer bir ifadeyle sinaps sayısının artmasıyla meydana gelir. Aksonların yeni dalları oluşur ve bu dallar yeni dendritlerle bağlantı kurar. Böylece öğrenme gerçekleşir. Nöronlar arasındaki bağlantılar arttıkça, beyin daha ayrıntılı işlemler yapabilir ve daha çok öğrenmiş olur.

4.5.2. Yapay Sinir Ağı Bileşenleri

Yapay sinir ağı, makine öğreniminde kullanılan ana araçlardan biridir. İsimlerinin “sinir” kısmından da anlaşılacağı gibi canlı organizmada bulunan biyolojik sinir yapısı modellenerek oluşturulmuşlardır. Yapay sinir hücreleri birbirleriyle çeşitli şekillerde bağlanarak yapay sinir ağını oluştururlar ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenirler. Bu ağlar öğrenme, hafızaya

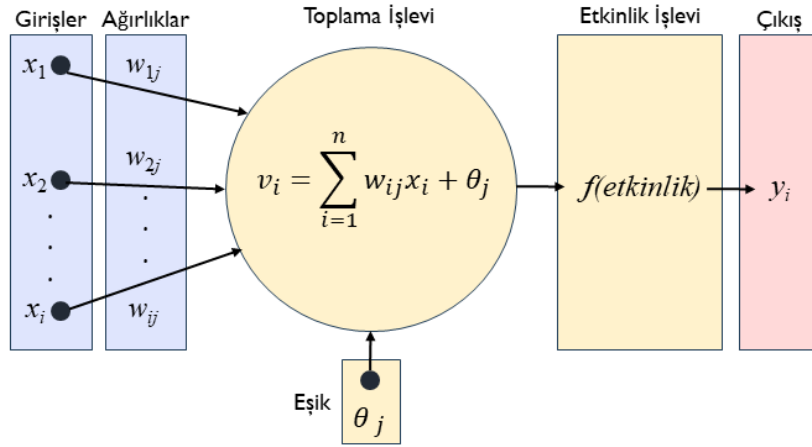
alma, hatırlama, sonuç çıkarma yeteneğine sahiptirler. Yapay sinir ağlarının hesaplama gücü, toplam işlem yükünü paylaşan işlem elemanlarının yani nöronların birbirleri arasındaki yoğun bağlantılardan kaynaklanmaktadır. Biyolojik ve yapay sinir ağları arasındaki farklılıklar Tablo 4.5’de özetlenmiştir.

Tablo 4.5 Biyolojik ve yapay sinir ağları

Biyolojik Sinir Sistemi	Yapay Sinir Ağı
Nöron	İşlem Elemanı
Dentrid	Toplama (Birleştirme) Fonksiyonu
Hücre gövdesi	Etkinlik Fonksiyonu
Akson	Eleman Çıkışı
Sinaps	Ağırlıklar

Yapay sinir ağları, birbirine bağlı çok sayıda işlem elemanlarından oluşmuş, genellikle paralel işleyen yapılar olarak adlandırılabilir. Yapay sinir ağlarındaki işlem elemanları (düğüm) basit sinirler olarak adlandırılır. Bir yapay sinir ağı, birbirleriyle bağlantılı, çok sayıda düğümlerinden oluşur. Yapay sinir ağlarının temel birimi işlem elemanı ya da düğüm olarak adlandırılan yapay bir sinirdir. Bir yapay sinir, biyolojik sinirlere göre daha basit olmasına karşın, biyolojik sinirlerin temel işlevini taklit ederler. Şekil 4.14 yapay bir sinir (düğüm) gösterilmiştir.

Şekil 4.14 Yapay sinir (düğüm) görünümü



Girişler x_i sembolüyle gösterilmiştir. Bu girişlerin her biri w_{ij} ağırlığı ile çarpılır ve toplanırlar. Daha sonra θ_j eşik değeri ile toplanır ve sonuca oluşturmak için etkinlik fonksiyonu kullanılarak y_i çıkışı alınır.

Tüm yapay sinir ağları bu temel yapıdan türetilmiştir. Bu yapıdaki bazı farklılıklar yapay sinir ağlarının farklı sınıflandırılmalarının ortaya çıkmasını sağlar. Bir yapay sinir ağının öğrenme yeteneği, seçilen öğrenme algoritması içerisinde ağırlıkların uygun bir şekilde ayarlanmasına bağlıdır.

Girişler ($x_1, x_2, \dots, x_i$): Çevreden aldığı bilgiyi sinire ulaştırır. Girişler, kendinden önceki sinirlerden veya dış dünyadan olabilir. Bir sinir genellikle gelişi güzel birçok girdileri alır. Bu girdilerden gelen veriler biyolojik sinir hücrelerine benzer biçimde toplanır.

Ağırlıklar ($w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{ij}$): Yapay sinir tarafından alınan girişlerin sinir üzerindeki etkisini belirleyen uygun katsayılardır. Her bir giriş kendine ait bir ağırlığa sahiptir. Yapay sinir hücresine gelen bilgiler girdiler üzerinden çekirdeğe ulaşmadan önce geldikleri bağlantıların ağırlığıyla çarpılarak çekirdeğe iletilir. Bu sayede girdilerin çıktı üzerindeki etkisi ayarlanabilmektedir. Bir ağırlığın değerinin büyük olması o girişin yapay sinire güçlü bağlanması ya da önemli olması, küçük olması zayıf bağlanması ya da önemli olmaması anlamına gelmektedir.

Toplama (birleştirme) işlevi: Hücrenin toplam girdisinin hesaplanması için gelen girdileri ağırlıklarıyla çarpıp v_i ile gösterilen toplamına θ_j eşik değerinin eklendiği aşamadır. Bazı durumlarda toplama işlevi bu kadar basit bir işlem yerine, enaz (min), ençok (max) gibi çok daha karmaşık olabilir. Bir problem için en uygun toplama işlevi belirlenirken geliştirilmiş bir yöntem yoktur. Genellikle deneme yanılma yoluyla belirlenmektedir. Bazen her hücrenin toplama işlevinin aynı olması gerekmez. Şekil 4.14’de yer alan toplama işlevi, girdilerin ağırlık değerleri ile çarpılıp toplandığı en genel toplama işlevidir. Kullanılacak toplama işlevinin seçimi konuya ve eldeki veri kümesine göre farklılık göstermektedir.

Etkinlik işlevi: Toplama fonksiyonunun sonucu, etkinlik fonksiyonundan $f(\text{etkinlik})$ geçirilip çıkışa iletilir. Bir etkinlik fonksiyonu sonucunda bazen gelen girdilerin değeri dikkate alınırken bazı durumlarda ise gelen girdilerin sayısı önemli olabilmektedir. Etkinlik fonksiyonu seçilirken genellikle doğrusal olmayan ve türevinin kolay hesaplanabilir olmasına özen gösterilir.

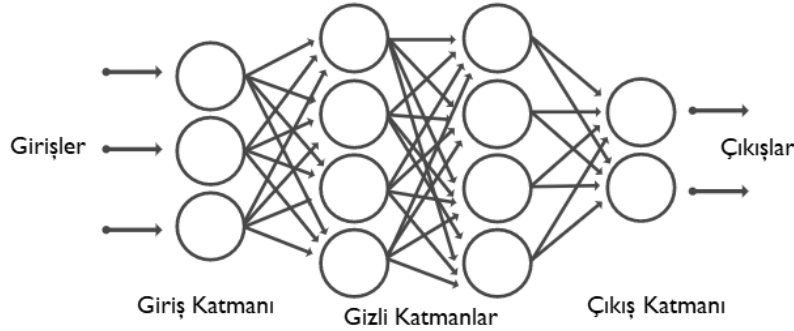
Çıkış işlevi: Bu aşamada hücreye gelen toplam girdiyi işleyerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirler. $y_i = f(s)$, etkinlik işlevi sonucunun dış dünyaya veya diğer sinirlere gönderildiği yerdir. Bir sinirin bir tek çıkışı vardır. Bu çıktı istenilen sayıda hücreye bağlanabilir. Her bir düğümde bir çıkış işaretine izin verilir. Bu işaret diğer yüzlerce sinir hücresinin girişi olabilir. Bu durum biyolojik sinirde olduğu gibidir. Biyolojik sinirde de birçok giriş varken sadece bir çıkış etkinliği vardır. Düğüm çıkışı etkinlik işlevinin sonucuna eşdeğerdir. Fakat bazı ağ yapıları, komşu düğümler arasında yarışma oluşturmak için etkinlik sonuçlarını düzenleyebilir. Böylece yarışmacı girişler hangi düğümün öğrenme ya da uyma işlemine katılacağına karar verilmesinde yardımcı olur.

Öğrenme kuralı: Yapay sinir ağlarının eğitilmesi amacıyla en sık kullanılan öğrenme kuralları Hebbian, Hebb, Hopfield ve Delta biçiminde sıralanabilir. Yapay sinir ağlarında uygulanan öğrenme türleri Kesim 4.2.5’de anlatılan denetimli, denetimsiz, pekiştirmeli ve yarı denetimli öğrenme türleri ile aynıdır.

4.5.3. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı

Bir sinir ağı paralel ve biyolojik sinir sistemlerinden esinlenerek çalışan çeşitli işlem katmanlarından oluşur. Bunlar bir giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve bir çıkış katmanından oluşur. Katmanlar; düğümler veya nöronlar yoluyla birbirine bağlanır, her katman giriş olarak bir önceki katmanın çıktısını kullanır. Şekil 4.15’te verilen sinir ağı mimarisinde yer alan katmanlar aşağıda açıklanmıştır.

Şekil 4.15 Tipik Sinir Ağı Mimarisi



Giriş katmanı: Yapay sinir ağına dış dünyadan girdilerin geldiği katmandır. Bu katmanda dış dünyadan gelecek giriş sayısı kadar hücrenin bulunmasına rağmen genelde girdiler herhangi bir işleme uğramadan alt katmanlara iletilmektedir.

Gizli katman(lar): Giriş katmanından bilgiler bu katmana gelir. Ara katman sayısı ağdan ağa değişebilir. Bazı yapay sinir ağlarında ara katman bulunmadığı gibi bazı yapay sinir ağlarında ise birden fazla ara katman bulunmaktadır. Ara katmanlardaki nöron sayıları giriş ve çıkış sayısından bağımsızdır. Birden fazla ara katman olan ağlarda ara katmanların kendi aralarındaki hücre sayıları da farklı olabilir. Ara katmanların ve bu katmanlardaki nöronların sayısının artması hesaplama karmaşıklığını ve süresini arttırmasına rağmen yapay sinir ağının daha karmaşık problemlerin çözümünde de kullanılabilmesini sağlar.

Çıkış katmanı: Ara katmanlardan gelen bilgileri işleyerek ağın çıktılarını üreten katmandır. Bu katmanda üretilen çıktılar dış dünyaya gönderilir. Geri beslemeli ağlarda bu katmanda üretilen çıktı kullanılarak ağın yeni ağırlık değerleri hesaplanabilir.

Bir düğüm diğer düğümden sinyalleri alır, bunları birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya çıkartır. Her bir düğüm şiddetine göre gelen sinyali ya sönmülendirir ya da iletir. Giriş değerlerinin her biri bir bağlantı ağırlığıyla çarpılır. Düğümler giriş bilgilerini ağırlıklandırdıktan sonra, doğrusal olarak toplar ve bu bilgiyi doğrusal veya doğrusal olmayan bir fonksiyonda işleyerek çıktı bilgisine dönüştürür. Bu çıktıyı hücreye bağlantısı olan diğer düğümler giriş bilgileri olarak alırlar. Yapay sinir ağlarında en uygun ağırlık setinin belirlenmesi için yapılan ağ hesaplamaları; öğrenme ve test olarak adlandırılan iki aşamadan oluşmaktadır. Yapay sinir ağları, bilginin akış yönüne bağlı olarak ileri beslemeli ve geri beslemeli olmak üzere iki grupta toplanır.

İleri beslemeli ağlar: Ara sinirlerden geçerek giriş katından çıkış katına doğru bilgi akışının yalnız bir yönde ilerlediği ağlardır. Ağ üzerinde bilgi akışı giriş tabakasından çıkış tabakasına doğru ilerler. Yani nöronlar ardışık olarak sırayla beslenirler.

Geri beslemeli ağlar: Herhangi bir sinirin çıkışından girişine doğru bilgi akışının ilerlediği ağlardır. Bu tür ağ yapısında geri besleme bağlantıları söz konusudur. Ayrıca hem ileri besleme hem de geri besleme olarak tanımlanabilecek ağ yapıları da mevcuttur. Tüm yapay sinir ağ modelleri içinde en çok kullanılan ağlar geri besleme ile eğitilen çok tabakalı ileri beslemeli ağlardır. Geri beslemeli yapay sinir ağı hem kullanışlı hem de güvenilir olmasından dolayı en

çok kullanılan ağ türüdür. En önemli özelliği kestirim ve sınıflandırma işlemleri için uygun olması ve doğrusal olmayan yapı içeren modellerde oldukça kullanışlı olmasıdır.

4.5.4. Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi

İnsan beyni doğumdan sonraki gelişme sürecinde çevresinden duyu organlarıyla algıladığı olayları yorumlar ve bu bilgileri davranışlarında kullanır. Yaşadıkça beyin gelişir ve tecrübelenir. Artık olaylar karşısında nasıl tepki göstereceğini bilmektedir. Ancak daha önce karşılaşmadığı bir olay karşısında yine tecrübesiz kalabilir. Yapay sinir ağlarının öğrenme sürecinde de dış ortamdan girişler alınır, etkinlik fonksiyonundan geçirilerek tepki çıkışı üretilir. Çeşitli öğrenme algoritmalarıyla hata azaltılıp gerçek çıkış değerine yaklaşılmaya çalışılır. Bu çalışma süresince yapay sinir ağında yenilenen ise ağırlıklardır. Ağırlıkların sürekli yenilenerek istenilen sonuç elde edilinceye kadar geçen sürece öğrenme adı verilir. Yapay sinir ağı öğrendikten sonra daha önce verilmeyen girişler verilir, sinir ağı çıkışıyla gerçek çıkış incelenir. Eğer yeni verilen örnekler de yakınsıyorsa sinir ağı öğrenmiş demektir. Sinir ağına verilen örnek sayısı optimum değerden fazla ise sinir ağı öğrenmemiş, ezberlemiş demektir. Genelde eldeki örneklerin %80'i eğitim için kullanılır. Daha sonra kalan %20'lik kısım ile test edilir. Yapay sinir ağlarının eğitilmesi için aşağıdaki temel adımlar izlenir.

1. Örneklerin toplanması: Ağın öğrenmesi istenilen olay için daha önce gerçekleşmiş örneklerin toplandığı adımdır. Ağın eğitilmesi için örnekler toplandığı gibi (eğitim seti) ağın test edilmesi için de örneklerin (test seti) toplanması gerekmektedir. Eğitim setindeki örnekler tek tek gösterilerek ağın olayı öğrenmesi sağlanır. Ağ olayı öğrendikten sonra test setindeki örnekler gösterilerek ağın performansı ölçülür. Hiç görmediği örnekler karşısındaki başarısı ağın iyi öğrenip öğrenmediğini ortaya koyar.

2. Ağın topolojik yapısının belirlenmesi: Öğrenilmesi istenen olay için oluşturulacak olan ağın topolojik yapısı belirlenmelidir. Kaç tane girdi ünitesi, ara katman sayısı, her ara katmanda kaç tane etkinlik fonksiyonu, kaç tane çıktı elemanı olması gerektiği bu adımda belirlenmektedir.

3. Öğrenme parametrelerinin belirlenmesi: Ağın öğrenme katsayısı, toplama ve etkinlik fonksiyonları, eşik katsayısı gibi parametreler bu adımda belirlenmektedir.

4. Ağırlıkların başlangıç değerlerinin atanması: Proses elemanlarını birbirlerine bağlayan ağırlık değerlerinin ve eşik katsayısının başlangıç değerlerinin atanması yapılır. Başlangıçta genellikle rasgele değerler atanır. Daha sonra uygun değerleri ağın öğrenmesi sırasında kendisi tarafından belirler. Ağın kendisine gösterilen girdi örneği için beklenen çıktıyı üretmesini sağlayacak ağırlık değerleri başlangıçta rastgele atanmakta ve ağa örnekler verildikçe ağırlıklar değiştirilerek istenen değerlere ulaşması sağlanmaktadır.

5. Öğrenme setinden örneklerin seçilmesi ve ağa gösterilmesi: Ağın öğrenmeye başlaması ve öğrenme kuralına uygun olarak ağırlıkları değiştirmesi için ağa örnekler belirli bir kurala göre verilir.

6. Öğrenme sırasında ileri hesaplamaların yapılması: Sunulan girdi için ağın çıktı değerleri hesaplanır.

7. *Gerçekleşen çıktının beklenen çıktı ile karşılaştırılması:* Ağın ürettiği hata değerleri bu adımda hesaplanır. Ağın öğrenme düzeyinin takip edilmesi için hata grafiğini çizilebilir. Her tekrarda oluşan hatanın grafiği çizilirse zaman içinde düştüğü gözlenebilir. Belirli bir tekrardan sonra hatanın daha fazla azalmayacağı görülürse, ağın öğrenmesinin durduğu ve daha iyi bir sonuç bulunamayacağı anlamına gelir. Eğer elde edilen çözüm kabul edilemez ise o zaman ağ uygun olmayan bir çözüme takılmış demektir.

8. *Ağırlıkların değiştirilmesi:* Geri hesaplama yöntemi uygulanarak üretilen hatanın azalması için ağırlıkların değiştirilmesi yapılır.

9. *Öğrenmenin tamamlanması:* İleri beslemeli sinir ağı öğrenmeyi tamamlayıncaya, yani gerçekleşen ile beklenen çıktılar arasındaki hatalar kabul edilir düzeye ininceye kadar devam eder.

4.5.5. Yapay Sinir Ağı Avantaj ve Dezavantajları

Yapay sinir ağları, karmaşık veri setlerini işleyebilme, yüksek doğruluk oranlarıyla tahminler yapabilme ve öğrenme yetenekleri sayesinde birçok alanda tercih edilmektedir. Ancak avantajlı yönlerinin yanı sıra bazı dezavantajlı yönleri ve sınırlamaları da bulunmaktadır. Aşağıda yapay sinir ağlarının bazı avantaj ve dezavantajları verilmiştir.

- Yapay sinir ağları makina öğrenmesini gerçekleştirebilirler. Yapay sinir ağlarının temel işlevi bilgisayarın öğrenmesini sağlamaktır. Olayları öğrenerek benzer olaylar karşısında mantıklı kararlar verebilirler.
- Bilgiler ağın tamamında saklanır. Geleneksel programlamada olduğu gibi bilgiler veri tabanları ya da dosyalarda belli bir düzende tutulmaz, ağın tamamına yayılarak ağ bağlantılarında saklanırlar. Hücrelerden bazılarının işlevini yitirmesi, anlamlı bilginin kaybolmasına neden olmaz. Hücrelerin bağlantı ve ağırlık dereceleri, ağın bilgisini gösterir. Bu nedenle tek bir bağlantının kendi başına anlamı yoktur.
- Örnekleri kullanarak öğrenirler. Yapay sinir ağlarının öğrenebilmesi için örneklerin belirlenmesi, bu örneklerin ağa gösterilerek istenen çıktılara göre ağın eğitilmesi gerekmektedir. Ağın başarısı, seçilen örnekler ile doğru orantılıdır, ağa olay bütün yönleri ile gösterilemezse ağ yanlış çıktılar üretebilir.
- Daha önce görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretebilirler. Yapay sinir ağları eğitimleri sırasında kendilerine verilen örneklerden genellemeler çıkarırlar ve bu genellemeler ile yeni örnekler hakkında bilgi üretebilirler. Yani hatalı veya kayıp veriler için çözüm üretebilmektedir.
- Sınırsız sayıda değişken ve parametre ile kolaylıkla çalışılabilmektedir. Yapay sinir ağları, doğrusal olmayan, çok boyutlu, hatalı veya eksik gözlem içeren, grup içi varyansın büyük olduğu ve özellikle problemin çözümünde kesin bir matematiksel modelin veya algoritmanın bulunmadığı verilerin analizinde önemli bir araç haline gelmiştir

Yapay sinir ağlarının dezavantajları aşağıda verilmiştir.

- Yapay sinir ağlarının en önemli sorunu güçlü donanım ihtiyaçlarıdır.
- Sinir ağlarının eğitilmesine ve test edilebilmesine yetecek genişlikte veri setine ihtiyaç duyulmaktadır.
- Yapay sinir ağlarında probleme uygun ağ yapısının belirlenmesi için geliştirilmiş bir kural yoktur. Uygun ağ yapısı deneyim ve deneme yanılma yolu ile belirlenmektedir.
- Yapay sinir ağlarında öğrenme katsayısı, hücre sayısı, katman sayısı gibi parametrelerin belirlenmesinde belirli bir kural yoktur. Bu değerlerin belirlenmesi için belirli bir standart olmamakla birlikte her problem için farklı bir yaklaşım söz konusu olabilmektedir.
- Yapay sinir ağları sayısal bilgiler ile çalışabilmektedirler. Problemler yapay sinir ağlarına tanıtılmadan önce nümerik değerlere çevrilmek zorundadırlar.
- Ağın eğitiminin ne zaman bitirilmesi gerektiğine ilişkin belli bir yöntem yoktur. Ağın örnekler üzerindeki hatasının belirli bir değerin altına indirilmesi eğitimin tamamlandığı anlamına gelmektedir. Burada optimum neticeler veren bir mekanizma henüz yoktur ve yapay sinir ağları ile ilgili araştırmaların önemli bir kolunu oluşturmaktadır.
- Yapay sinir ağları bir probleme çözüm ürettiği zaman, bunun neden ve nasıl olduğuna ilişkin bir açıklama vermez. Bu durumun ağa olan güveni azaltıcı bir unsur olduğu ifade edilmektedir.

4.5.6. Yapay Sinir Ağı Uygulama Alanları

Yapay sinir ağları günümüzde birçok uygulamada yoğun biçimde kullanılıyor. Bu kesimde üretim, otonom sürüş, sanal asistan, görüntü sınıflama, dil işleme ve tıp alanındaki uygulamalarından kısa örnekler verilecektir.

Üretim süreçlerinde kullanımı: Yapay sinir ağları destekli çözümler; hammadde, makine çalışma durumu, çevre koşulları ve kalite parametreleri gibi girdi değişkenleri ile ürün özelliği, verimlilik/ maliyet koşulları ve müşteri memnuniyeti gibi çıktı değişkenleri arasındaki ilişkinin ortaya konması ve üretim sürecinin optimizasyonu için kullanılmaktadır. Ayrıca süreçteki arızaları, beklenmeyen ani değişiklikleri ve sapmaları önceden tespit edip, nedenine bağlı olarak en uygun değişiklik ve tedbirlerin uygulanmasını amacıyla yapay sinir ağlarından yararlanılmaktadır.

Otonom sürüş uygulamaları: Araçların üzerinde bulunan sensör verileri yapay zeka uygulamaları ile gerçek zamanlı olarak analiz edilerek sürüş, yol, hava ve çevre koşullarını dikkate alarak sürücüyü uyarmakta bazı durumlarda da kendisi kararlar alıp uygulamaktadır. Örneğin sürücüsüz araçlar, uyarlanabilir hız sabitleyicisi, şeritte kalma ve çarpışma önleyici sistemleri yapay sinir ağlarından yararlanmaktadır.

Sanal asistanlar: Siri ve Alexa gibi sanal asistanlardaki doğal dil anlama uygulamaları yapay sinir ağlarına dayanmaktadır. Sanal asistanlar, sesli komutları anlıyor, yanıtıyor ve üzerinde

çalıştıkları ya da bağlantılı oldukları cihazlarda süreçleri başlatabiliyor veya sonuçlandırabiliyorlardır. Örneğin cep telefonunda kayıtlı olan bir kişiyi arayabilir, mesajları seslendirebilir veya kendisine söylenen mesajı iletebilirler.

Görüntü sınıflandırma işlemleri: Çeşitli kaynaklardan elde edilen sayısallaştırılmış görüntülerin çeşitli kategorilere göre tanınması ve sınıflandırılması için yapay sinir ağlarından yararlanılmaktadır. Örnek olarak güvenlik kameralarından gelen görüntülerin işlenerek anormalliklerin tespit edilmesi, radyoloji görüntülerinin tıbbi teşhis amaçlı incelenmesi ve yorumlanması verilebilir. Derin sinir ağları görüntüleri piksel düzeyinde işlenebilmektedir. Covid-19 döneminde, kişinin hasta olup olmadığının tahmin edilmesi amacıyla radyoloji görüntülerinin sınıflandırmasında aktif olarak kullanılmıştır.

Dil işleme uygulamaları: Yapay sinir ağları temelli uygulamalar farklı lehçedeki konuşmaları ayırt edebilmektedir. Örneğin birisinin Türkçe konuştuğu anlaşılmakta ve daha sonra lehçesine uygun diyalogları sağlayabilmektedir. Benzer biçimde, farklı dillerde karşılıklı konuşan iki kişi cep telefonlarında yüklü bulunan uygulama aracılığı ile anlık çeviri yapabiliyorlar.

Tıp alanında kullanımı: Bu alanındaki uygulamalar daha çok taramalardan elde edilen sonuçlardan (ultrason taraması, kardiyogram vb.) hastalıkların tanısının konmasına yöneliktir. Hastalığa nasıl tanı koyduğuna dair özgün bir algoritmaya ihtiyaç duymayan yapay sinir ağları, veri örneklerinden öğrenme yoluyla tanı koymaya başladılar. Benzer biçimde biyokimyasal analizlerde, genetik alanında yapılan çalışmalarda, kardiyoloji, gastroenteroloji, onkoloji, nöroloji, jinekoloji ve patolojide (iyi-kötü huylu tümör tespiti) tahmin ve teşhis amaçlı kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

5. ROBOTİK UYGULAMALAR

Robot, bilgisayar algoritmalarına bağılı olarak kontrol ve algılama sistemlerinden elde edilen girdilere göre davranan makineler olarak tanımlanabilir. Benzer biçimde bir robot, ortamdan topladığı bilgi ve verileri, daha önce depoladıklarıyla analiz edip elde ettiği sonuçlara bağılı olarak güvenli biçimde hareket edebilen makinelerdir. Robot kelimesi, ilk defa Karel Čapek'in 1920 yılında yazdığı "Rossum's Universal Robots" adlı eserinde yer almış ve Çek dilindeki hizmet eden kelimesine karşılık gelen "robota" dan türetilmiştir. Daha sonrasında Isaac Asimov robotların varlık nedeninin insana hizmet olduğunu belirterek robot yasasını geliştirmiştir. Temel başlıkları aşağıda belirtilen bu yasa, aslında insanla robot arasındaki ahlaksal ve hukuksal ilişkinin temelini oluşturmaktadır.

1. Bir robot bir insana zarar veremez veya eylemsizlik yoluyla bir insanın zarar görmesine izin veremez.
2. Bir robot, birinci yasa ile çelişen emirler dışında, insanlar tarafından kendisine verilen emirlere uymak zorundadır.
3. Bir robot, birinci veya ikinci yasaya aykırı olmadığı sürece kendi varlığını korumalıdır.

1983 yılında araştırmacılar sıfıncı yasa adı verilen dördüncü maddeyi eklemiştir.

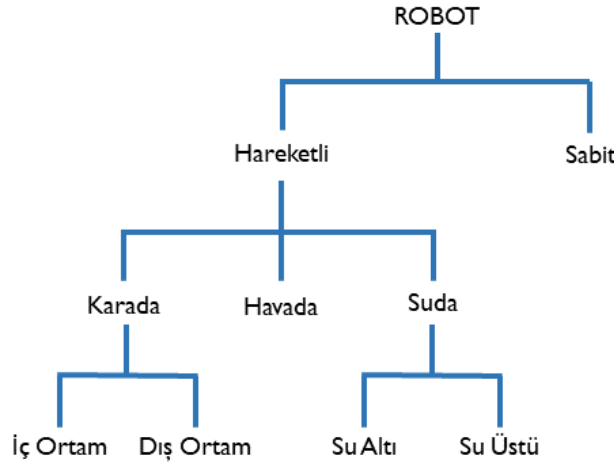
4. Sıfıncı yasa; hiçbir robot insanlığa zarar veremez veya eylemsizlik nedeniyle insanlığın zarar görmesine izin veremez

Bir mekanizmanın robot olarak adlandırılabilmesi için dört temel bölümden oluşması gerekir. Bu bölümler; robotun çevresindeki verileri algılaması için gerekli algılayıcılar, verilerin toplanmasını ve kontrolünü sağlayan elektronik devreler, bu algılayıcılardan gelen verileri kullanarak robotun amacına uygun matematiksel ve mantıksal işlemler ile karar verme faaliyetinin gerçekleşmesini sağlayan program-yazılım (robotun mikrodenetleyicilerine yüklenecek algoritma) ve verilen kararlar doğrultusunda gerekli hareketleri gerçekleştirebilecek mekanik bir düzenektir. Genel anlamda robotları nesneleri tutabilen ve farklı işlemleri gerçekleştirebilen programlanabilir elektronik makine veya cihazlar olarak tanımlayabiliriz. Kısaca bir işi veya eylemi kendisine önceden tanımlanan kurallar çerçevesinde gerçekleştiren makinelerdir. Robotları, çeşitli görevlerin yerine getirilmesi için malzemeyi, parçaları, araçları veya özel cihazları çeşitli programlanmış hareketlerle hareket ettirmek üzere tasarlanmış, yeniden programlanabilir, çok işlevli bir makine olarak ifade edebiliriz.

5.1. Robotların Sınıflandırılması

Genel geçer bir kural bulunmamasına karşın hareket, işlevsellik ve kullanıldığı alanlara göre robotlar farklı biçimlerde sınıflandırılmaktadır. Şekil 5.1'de hareket durumuna göre yapılmış, robot sınıflandırması verilmiştir.

Şekil 5.1 Hareket durumuna göre robot sınıflandırması



Hareketli robotların mekanizmaları farklılıklar göstereceği için karada, havada veya suda çalışabilirler. Bununla beraber karada hareketli olan robotlarda iç ve dış ortama göre farklı özelliklere sahip olabilirler. Benzer durum su altında veya su üstünde çalışan robotlar içinde geçerlidir. Buna karşın hem suda hem de karada hareket eden amfibi robotlar da bulunmaktadır. Bu üç ortam için robotlar ayrıca alt sınıflara ayrılabilir. Örneğin karasal robotların bacakları, tekerlekleri veya paletleri olabilir veya hava robotları balon ya da dron biçiminde olabilirler. Robotlar uygulama alanına ve gerçekleştirdikleri görevlere göre de endüstriyel, hizmet (servis), yazılım ve insansı biçiminde de sınıflandırılabilir.

Endüstriyel Robotlar

Endüstriyel robotlar otonom çalışma, kavrama, taşıma, uygun yere yerleştirme/teslim etme gibi özelliklere sahiptirler. Üretim süreçlerinde sıklıkla tekrar, hassaslık ve zamana duyarlı işlerin yerine getirilmesinde robotlardan yararlanılmaktadır. Örneğin günümüzde otomotiv montaj hatları ağırlıklı olarak robotlardan oluşmaktadır. Benzer biçimde süreçlerde oluşan hatalı imalatın tespit edilip ayıklanması içinde robot kollar kullanılmaktadır. Aynı biçimde malzeme veya ürün taşıma ile istifleme işlemleri içinde robotlardan yararlanılmaktadır. Üretilen ürünlerin depolanması ve siparişe uygun olarak paketlemesi ve kargolanması için hareketli robotlardan yararlanılmaktadır. Endüstriyel robotları kapasitelerinde göre aşağıdaki biçimde gruplandırmak mümkündür.

Elle kullanılanlar: Doğrudan insan çalışanlar tarafından çalıştırılır.

Sabit sıralı robot: Önceden belirlenmiş adımlara göre çeşitli görevleri sırasıyla yerine getirir.

Değişken sıralı robot: Önceden ayarlanmış bilgilere göre çeşitli işlemleri kolayca değiştirilebilen sırada gerçekleştirebilir.

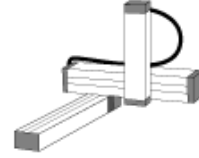
Tekrarlayıcı robot: İşlemlerin sırasını, çalışma konumunu ve diğer bilgileri bir insan operatörden ezberleyerek çeşitli işlemleri öğrenir.

Sayısal kontrollü robot: Çeşitli kaynaklardan gelen bilgileri kullanarak işlem sırası veya çalışma konumu gibi görevleri gerçekleştirebilir.

Akıllı robot: Kendi algılayıcıları ve tanıma yetenekleri aracılığıyla edindiği bilgilere dayanarak yapılacak eylemin türünü belirleyebilir ve uygulayabilir.

Endüstri robotlarının hareket kabiliyetlerine göre sınıflandırılması da aşağıda verilmiştir. Uygulanmak istenen faaliyetin niteliğine göre uygun robot türünün seçilmesi maliyet ve zaman açısından avantajlar sağlayacaktır.

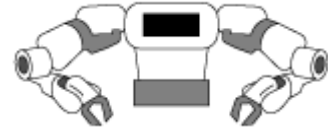
Kartezyen koordinat robotları: Bu tür robotlar, üç ana kontrol eksenini doğrusal olan yani dönmek yerine düz bir çizgide hareket eden ve birbirlerine dik açılı olan endüstriyel bir robottur. Doğrusal robot olarak da adlandırılmaktadır.



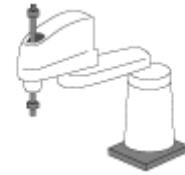
Mafsallı robotlar: En yaygın kullanılan endüstriyel robotlardır. Kol benzeri uzantılarla şekillendirilen bu robotlar, büyük hareket özgürlüğüne sahiptirler ve nesnelerin etrafına dolaşabilirler. Son derece çok yönlüdürler ve taşımadan kaynak, kaplama ve montaja kadar çok çeşitli endüstriyel işlemlerde kullanılırlar.



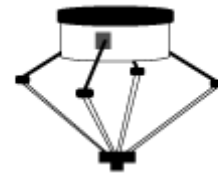
Çift kollu robotlar: Bu modeller, kutuları her iki taraftan tutmak gibi tek kollu bir robotla mümkün olmayan hareketleri gerçekleştirebilmektedir. Sınırlı bir alanda çok zor ve hassas görevleri yerine getirebilirler.



SCARA-yatay çok eklemlı robotlar: Bu endüstriyel robotlar yatay olarak çalışan kollara sahiptir. Yatay düzlemde oldukça esnek, dikey düzlemde ise oldukça sağlam olmalarını sağlayan 4 eksenli bir yapıya sahiptirler. SCARA robotları, makine sektöründe montaj süreçlerinde (bileşenlerin takılması vb.) yaygın olarak kullanılmaktadır.



Paralel bağlantılı robotlar: Bu tür robotlar paralel mekanizmalar (birden fazla paralel bağlantı aracılığıyla tek bir noktanın hareketini kontrol etmeye yönelik bir yöntem) kullanan endüstriyel robotlardır. Düşük ağırlık kapasitelerine sahip olmalarına rağmen yüksek hızlı operasyonlara son derece uygundur. Paralel robotlar, taşıma bandının üstü gibi konumlara kurulur ve hareketli ürünlerde çok hızlı alma ve yerleştirme işlemleri için kullanılır.

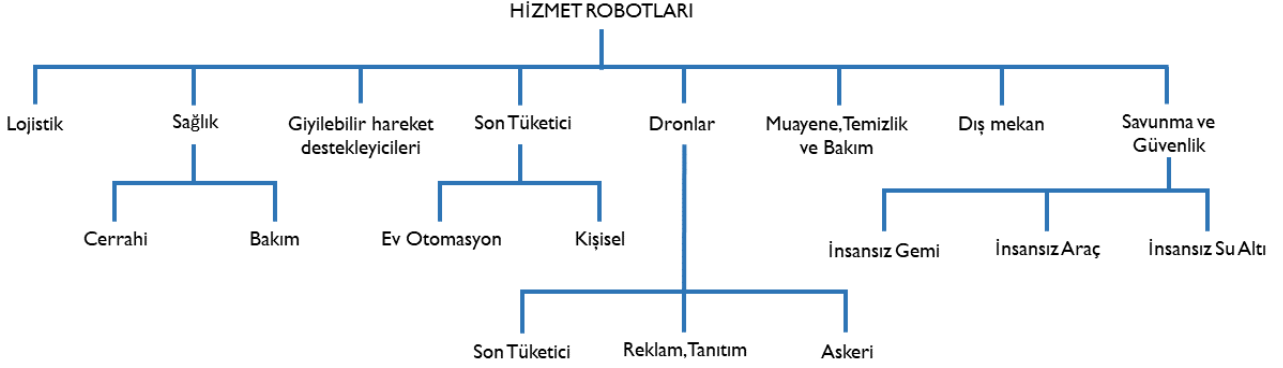


Hizmet Robotları

Hizmet robotları, insanlara yardım etmek için çeşitli çözümlere odaklanan bir robotik türüdür. Üretim operasyonları hariç, insanlara ve ekipmanlara yararlı hizmetleri gerçekleştirmek üzere, yarı veya tam otonom olarak çalışan robotlar olarak tanımlanabilir. Hizmet robotları endüstri ile hizmet sektörü arasındaki arayüzde yer aldıklarından son zamanlarda kullanımı gittikçe artmaktadır. Hizmet robotları çok farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Örneğin açık yaraların kapatılmasında ihtiyaç duyulan dikişlerin robot kollar sayesinde daha hassas ve hızlı yapılması

sağlanmıştır. Ayrıca hareket kabiliyeti kısıtlı kişilere yardımcı olmak, makine ve ilaçları taşımak için kullanılmaktadır. Ev uygulamalarında insan robot iletişimi, duyuşsal algılamalar, sözlü ve sözsüz iletişim, insan hareketlerini anlama gibi uygulamalar yanında temizlik robotları gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Hizmet robotlarının örnek bir sınıflaması Şekil 5.2’de verilmiştir.

Şekil 5.2 Hizmet robot sınıflaması örneği



Yazılım Robotları

Robotik süreç otomasyonu olarak adlandırılan uygulamalar, dosya ve klasörlerin taşınması ya da belgelerden veri çekmek gibi tekrar eden, kural tabanlı görevleri otomatikleştirmek için kullanılan yazılımlardır. Tekrarlayan bu görevler, insan çalışanlar yerine, yazılım robotları sayesinde çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştirebilir. Örneğin verilen bir sipariş formundaki verileri tanıyarak, tedarik, üretim teslimat süreçleri hızlıca planlanabilmektedir. Bunun yanında gerçek hayatın simüle edilmesi ve ortaya çıkacak ya da çıkabilecek olumsuz durumlarda verilmesi gereken kararların tespiti ve otomatik olarak uygulanması içinde yazılım robotlarından yararlanılmaktadır.

İnsansı Robotlar

İnsansı robotlar genellikle şekli insanlara yakın olan robotları ifade etmek için kullanılır. Ancak bazı bilim insanları bir insansı robotun tıpkı bir insan gibi, iki kol ve bacak dahil olmak üzere tam bir vücuda sahip olması gerektiğini ifade ederken, bazıları ise daha çok iletişim veya görev kapasitelerine odaklanır ve bir kafa, gövde ve iki koldan oluşan tekerlekli mobil robot olarak tanımı genişletmektedirler. Buradan hareketle insansı robot en genel tanımı ile bazı insan yeteneklerini elde etmek için tasarlanmış, gövdesi, kolları ve kafası olan, çevresel koşullara göre tepki veren, hareket eden, yönlendirilen insan boyutunda iki ayaklı bir robottur. Kameralar, algılayıcılar yanında son zamanlarda yapay zeka ve makine öğrenimi teknolojileriyle donatılmaya başlanmıştır.

Günümüzün insansı robotları farklı şekil ve boyutlarda olup uzay araştırmaları, kişisel yardım-bakım, eğitim-eğlence, arama kurtarma operasyonları, üretim-bakım, halkla ilişkiler ve en önemlisi sağlık konularında sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Bunun yanında artık sadece iki ayaklı hareket değil aynı zamanda tüm uzuvları içeren, muhtemelen insan hareketlerini

yapabilen/taklit edebilen, birden fazla nesneye temas edebilen, farklı ortamlar ile uyumlu olan ve koordineli hareketler üreten kısaca insan vücudunun tüm hareketlerini planlayan, kontrol eden ve yapabilen robotlar üretilmeye başlanmıştır. Özellikle doğal afetler sırasında robotların araç sürme, kapı açma, valf döndürme, alet kullanma, engebeli araziden geçme, merdiven çıkma vb. görevleri tamamlamaları üzerinde araştırmalar yoğunlaşmıştır. İnsansı robotlara en bilinen örnekler Asimo, Atlas ve Sophia olarak verilebilir.

5.2. Robotik Algılama

5.2.1. Algılama Nedir?

Duyu organları tarafından alınan uyarıların beyin tarafından yorumlanıp anlamlandırılması sürecine algılama denir. Biz dünyayı duyu organlarımız yoluyla algılarız. Bu bakımdan bizim her duyuma ilişkin algılarımız vardır. Duyumlar, algının ön koşuludur. Örneğin dilin tat alması duyumdur, aldığımız tadın çay olduğunu anlamak ise algıdır. Kulağın bir ses işitmesi duyumdur, işittiğimiz sesin telefonumuzun sesi olduğunu anlamak algıdır. Bu nedenle algı duyumların bilgisidir denebilir. Sadece duyumlara sahip olsaydık tepki vermemiz, hayatta kalmamız ve uyum sağlamamız mümkün olmazdı. Aşağıda algı ile ilgili bazı temel tanımlar verilmiştir.

Nesne Algılama

Nesne algısı insanların duyu organları ve sinir sistemlerinin doğuştan gelen bir özelliği olsa da kısmen öğrenmeye de dayalıdır. Kişinin nesneleri isimlendirebilmesi ve bunların işlevlerini belirtebilmesi öğrenmeyle olur. Nesne algılamasında bazı süreçler rol oynar. Bu süreçler; şekil-zeminin birbirinden ayırt edilmesi, uyarıcıların bir örüntüye gruplanması ve uyarımdaki boşlukları doldurularak algılanmasıdır. Örneğin kolun üzerinde gezinen bir dizi basınç, sürünen bir böcek olarak algılanabilir. Benzer biçimde uzaktan gelen sirene benzer ses, yaklaşan bir cankurtaran olarak işitilebilir.

Algısal Değişmezlik

Nesnelerin içinde bulunduğu koşullar (perspektifi, aydınlanması, yakınlık-uzaklığı) değişmesine rağmen o nesneyi sabit ve değişmez olarak algılama, algısal değişmezlik olarak adlandırılır. Algıda değişmezliğin olabilmesi için daha önce ilgili nesnenin bilinmesi gerekir. Algısal değişmezlik büyüklük, şekil, parlaklık (renk) değişmezliği olmak üzere 3'e ayrılır:

1-Büyüklük değişmezliği: Boyutlarını daha önceden bildiğimiz nesnelerin uzaktan ve çeşitli açılardan farklı büyüklükte görünseler de hep aynı algılanmalarıdır. Gökyüzündeki uçağı küçük olarak görmemize rağmen biz onu yine de gerçek büyüklüğünde algılarız. Bu durum, kısmen bellekte depolanan nesnenin göreceli büyüklüğü ile ilgili bilgiyi içeren deneyime, kısmen de uzaklık ipuçlarına bağlıdır.

2-Şekil değişmezliği: Nasıl olduğunu bildiğimiz bir nesnenin şeklinin hangi açıdan bakarsak bakalım onu daima aynı biçimde algılamamızdır. Arkadaşımız saç ve kıyafetini değiştirse de biz onu yine de aynı arkadaşımız olarak algılarız.

3-Renk değişmezliği: Daha önce rengini ve parlaklığını bildiğimiz nesnelerin içinde bulunduğu ortamın ışık miktarı, açısı değişmesine rağmen nesnenin aynı parlaklıkta veya renkte algılanmasıdır. Bahçemizdeki ağacın yaprakları karanlıkta daha koyu, güneş ışığında daha açık görünmesine rağmen biz onu hep aynı renk olarak algılarız.

Derinlik Algısı

İki boyutlu retinal görüntünün üç boyutlu bir görüntüye dönüştürülmesine derinlik algılaması denir. Gözün ağ tabakası, fiziki olarak gördüğümüz nesneleri sağ-sol (en), yukarı-aşağı (boy) gibi iki boyut üzerine görme kabiliyetine sahiptir fakat buna rağmen biz nesneleri üç boyutlu (en-boy-derinlik) olarak algılarız. Bu işlev merkezi sinir sisteminde farklı mekanizmaların birlikte çalışması ile gerçekleşir. Bu mekanizmalar nesnelerin uzaklığını ve derinliğini belirlemek için bazı ipuçları kullanırlar. Tek gözün kullandığı (monoküler) ipuçları ile iki gözün kullandığı (binoküler) ipuçları gibi. Bu ipuçları sayesinde sürekli olarak bizimle nesneler arasındaki mesafeyi değerlendiririz. Örneğin iki nesnenin aynı büyüklükte olmasını beklediğimiz halde aynı büyüklükte olmadıkları zaman meydana gelen monoküler derinlik ipucudur. Bu durumda iki nesneden daha büyük olanı veya daha alt plandaki bir nesne bize daha yakında, küçük olanı ya da yatay olarak daha yukarı plandaki bir nesne ise daha uzakta gibi görünür. Bir nesneye yakınsak onu daha aydınlık ve parlak görürüz. Belirsiz ve üzeri gölgeli olan şeyler bize daha uzakmış görünür. Nesneler üst üste bindiği zaman üstte olan nesne daha yakında, altta olan nesne daha uzakta görünür. Derinlik algısı sadece çevresel etkenlerin sonucu değildir. Organik bazı etmenlerin de rolü vardır. Gözümüzün uzak ya da yakın cisimlere bakarken yaptığı uyum, çift gözle bakma, çift gözle alınan imgelerin birbirine uymazlığı da derinlik algısının oluşmasında etkindir.

5.2.2. Robotik Algı Nedir?

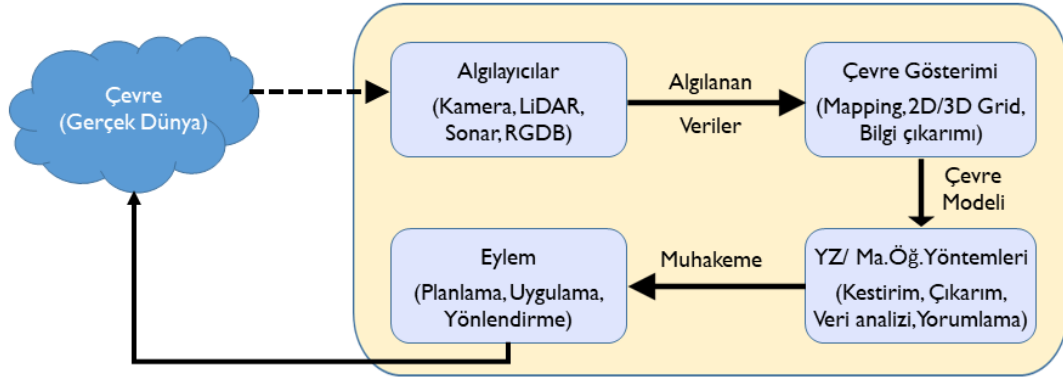
Robotikte algı insansı algıya benzer biçimde çevredeki ortamı algılama, anlama ve akıl yürütme yeteneği kazandıran bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Robotik algıda aşağıdaki dört soruya yanıt aranır.

- Dünyada neredeyim?
- Etrafımda ne var?
- İnsanlar dahil çevre ile nasıl güvenli bir şekilde etkileşime girebilirim?
- “Yeni” problemleri nasıl çözebilirim?

Günümüzde, robotik algılama sistemlerinin çoğu klasikten derin öğrenme yaklaşımlarına kadar değişen makine öğrenme tekniklerini kullanmaktadır. Robotik algı için makine öğrenimi, denetimsiz öğrenme, denetimli sınıflandırıcılar, derin öğrenme sinir ağları veya birden çok yöntemin bir kombinasyonu şeklinde olabilir. Bir algılama sisteminin temel bileşenleri, Şekil

5.3'de gösterildiği gibi duyuşsal veri işleme, veri gösterimi (ortam modelleme) ve makine öğrenim tabanlı algoritmalarıdır.

Şekil 5.3. Tipik bir robotik algılama sisteminin temel bileşenleri



Algılayıcılardan gelen veriler robotik algının anahtar bileşenidir. Veriler, genellikle robotun üzerine monte edilen tek veya birden fazla algılayıcıdan gelebilir, ancak altyapıdan veya başka bir robottan da (örneğin, yakınlarda uçan İHA'lara monte edilmiş kameralar) gelebilir. Elde edilen bu verilerden oluşturulan çevre gösterimi/ haritalama robotik algılama sisteminin en önemli parçasıdır. Bu sayede robot bulunduğu çevrede yer alan nesneler ile sıcaklık, nem vb. verileri toplar ve yorumlar. Bu işlemleri yaparken çeşitli seviyelerde makine öğrenmesini kullanır, örneğin hacimsel doluluk ve tıkanıklıklar üzerinde muhakemeler yaparak en uygun kararı vermek için planlar yapar, olası etkilerini değerlendirir ve uygularlar.

İç ile dış mekan arasında gezinen bir robot ortamdan kaynaklanan farkları ve zorlukları belirlemek için değişik analizler yapacaktır. Örneğin zemin açısından, iç mekan robotlarının çoğu zeminin düzenli ve düz olduğunu varsayar; bu da bir şekilde çevresel modellemeyi kolaylaştırır; ancak dış mekan robotları için arazi genellikle engebeli olduğundan, çevresel modelleme zor olacak ve oluşturulacak uygun olmayan modeller, robot görevlerini olumsuz etkileyecektir. Ayrıca açık havada robotik algı, hava koşulları ve ışık yoğunlukları ve spektrumlarındaki farklılıklar ile uğraşmak zorundadır.

Algılayıcı Tipleri

Dokunsal algılayıcılar: Nesneleri doğrudan temas veya yakın bir mesafeden algılamak için kullanılırlar. Fiziksel temas veya nesne yakınlığını tespit etmek için dokunsal algılayıcılar kullanılır.

Kuvvet tork algılayıcıları: Robot hangi kuvveti uyguladığını bilmek için bir kuvvet tork algılayıcısı kullanır. Böylece montaj, elle yönlendirme ve kuvvet sınırlaması gibi farklı robot görevleri gerçekleştirilebilir.

Ultrasonik algılayıcılar: Bunlar ses tabanlı algılayıcılardır ve mesafe ölçer olarak kullanılır. Bu algılayıcılar, yüksek frekanslı ses dalgaları üretmek ve hedeften yansıyan yankıyı almak için tasarlanmıştır.

Sonar: Bunlar öncelikle nesne algılama için kullanılabilir. Bu algılayıcılar karada ve suda yüksek performans sunar.

İşaretler/ semboller: Robotun hareket etmesine ve yönlendirilmesine yardımcı olmak için barkod, qrkod gibi sembolleri kullanılırlar.

Lazer telemetre: Hassas ölçümler için lazer ışını kullanan bir cihazdır. Algılayıcı ve hedef arasındaki mesafe; ışığın hızı ve yayılan ışığın alıcıya dönmesi için geçen süre hesaplanarak ölçülür.

Görme tabanlı algılayıcılar: Bunlar cihazlardan gelen görüntüleri yorumlayarak, robotun hareketini veya yerine getireceği görevi belirlerler. Örneğin vanaların açık ya da kapalı olduğunu tespit edebilirler.

Renk izleme algılayıcıları: Bunlar ortamdaki renkleri algılar ve değişimlerini fark edebilirler.

Derinlik algılayıcıları: Robot tarafından nesne algılama için 3B modelleme yapmak amacıyla kullanılırlar.

5.2.3. Görsel Algi

Robotikte algı insansı algıya benzer biçimde çevredeki ortamı algılama, anlama ve akıl yürütme yeteneği kazandıran bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Robotik algıda aşağıdaki dört soruya yanıt Görsel algı çevreyi anlamak için görsel bilgilerin alınması, organize edilmesi, tanımlanması ve yorumlanması sürecini kapsar. Hem görsel uyaranları almak gibi duysal işlevleri hem de bu uyaranları organize etmek ve yorumlamak gibi belirli zihinsel işlevleri içerir. Görsel algı endüstriyel uygulamalar, eğitim ve bilişsel gelişim gibi çeşitli alanlarda önemli bir rol oynamaktadır. Görsel algıyı geliştirmek, daha hızlı ve daha doğru nesne tespitine olanak sağlamak için YZ ve derin öğrenme teknolojileri geliştirilmektedir. Görsel algıyı geliştirmek, el-göz koordinasyonu, mekansal ilişkiler ve bilişsel yetenekler gibi becerilerde gelişmelere yol açabilir ve okuma, yazma ve matematik becerileri gibi görevleri olumlu etkileyebilir.

Robotik görme ve algılama, insan görme ve algısını taklit etme veya geliştirme fikrine dayanmaktadır. Robotik görsel algı, bir robotun çevresindeki görüntüleri veya videoları yakalama, analiz etme ve anlama yeteneğidir. Robotik algı bir robotun derinlik, mesafe, hareket, ses veya dokunma gibi diğer veri türlerini algılama, yorumlama ve bunlara göre hareket edebilmesidir. Robotik görme ve algılama, algılayıcılar ve kameralar gibi donanımlardan bileşenlerinden gelen görüntülerinin, bilgisayarlar ve algoritmalar aracılığı ile çözülmesidir. Görsel algı sayesinde robotlar bulundukları ortamın modelini oluşturarak çevresine göre konumunu ve yönünü tahmin etmeye çalışırlar. Böylece yol planlaması yaparak engellerden takılmadan hedefine ulaşmaya çalışır. Görsel algı, akıllı mobil robotların gerçek dünyadaki insanlarla düzgün ve güvenli biçimde etkileşime girebilmesi için gerekli olan temel bir yetenektir. Robotik görsel algı görüntü elde etme, ön işleme, özellik çıkarma ve nesne tanıma dahil olmak üzere aşağıda sıralanan temel prensipleri içerir.

Görüntü elde etme: Kameralar veya diğer görüntüleme cihazları kullanılarak görsel verilerin yakalanması sürecini ifade eder.

Ön işleme: Elde edilen görüntülerin kalitesinin çeşitli yöntemler kullanılarak artırılmasını içerir.

Özellik çıkarma: Görüntülerden sınırlar, kenarlar, dokular ve şekiller gibi ilgili özellikleri tanımlamayı amaçlamaktadır.

Nesne tanıma: Görüntülerdeki nesnelerin tespit edilen özelliklerine göre tanımlanmasını ve sınıflandırılmasını içerir.

Robotik görsel algı, görsel verileri analiz etmek ve yorumlamak için aşağıda verilen temel tekniklerden yararlanır.

Görüntü segmentasyonu: Bir görüntüyü anlamlı bölgelere veya nesnelere bölmek için kullanılan bir tekniktir. Nesne algılama ve izleme gibi görevlerde çok önemli bir rol oynar.

Nesne algılama: Bir görüntü veya videodaki belirli nesnelerin tanımlanmasını ve yerleştirilmesini içerir. Otonom araçlarda yaygın olarak kullanılır.

Görüntü sınıflandırma: Robotik görsel algıda bir görüntüye içeriğine göre bir etiket veya kategori atamayı içeren bir diğer önemli görevdir.

Görüntü işleme: Genellikle görüntü düzenleme ve sanal gerçeklik gibi uygulamalarda kullanılan, mevcut görüntülere dayalı olarak yeni görüntüler oluşturmayı içeren bir tekniktir.

Robotik görsel algı, gelişen teknolojilerin etkisiyle endüstriyel otomasyon ve kalite kontrolünde sık kullanılmaya başlanmıştır. Üretim süreçlerinde nesneleri tespit etmek ve sınıflandırmak, kusurları incelemek ve ürün kalitesini sağlamak için kullanılmaktadır. Bunun yanında otonom mobil robotların üretim tesislerinde dolaşmaları ve anormallikleri tespit ederek gerekli uyarı mekanizmasını devreye almaları amacıyla bilgisayarlı görsel algı yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Örneğin otomotiv endüstrisinde bilgisayarlı görüş sistemleri, araba gövde panellerindeki kusurları tespit edebilir veya bir montaj hattındaki hatalı bileşenleri tespit edebilir. Böylece verimliliği ve üretkenliği önemli ölçüde artırabilir.

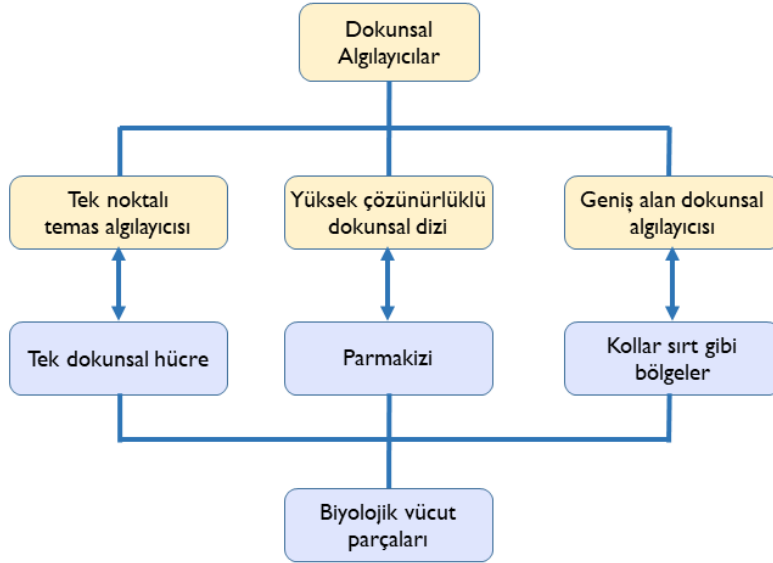
5.2.4. Dokunsal Algı

Robotikte algı insansı algıya benzer biçimde çevredeki ortamı algılama, anlama ve akıl yürütme yeteneği kazandıran bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Robotik algıda aşağıdaki dört soruya yanıt Dokunma hissi, yakın çevreyi keşfederken insanlar için vazgeçilmez bir bilgi kaynağıdır. Basınç, titreşim, ağrı ve ısı gibi çeşitli duyuşsal bilgileri merkezi sinir sistemine ileterek, insanların çevrelerini algılamasına ve olası yaralanmalardan kaçınmasına yardımcı olur. Araştırmalar, görme ve işitme ile karşılaştırıldığında insanın dokunma duyusunun, nesnelerin malzeme özelliklerini ve şekillerini anlama konusunda daha üstün olduğunu göstermiştir. Robotlarda bulundukları çevredeki olası yıkıcı etkilerden uzak durmak ve görevlerini yerine getirirken, bilgi edinmek amacıyla dokunma algılarını kullanırlar. Dokunsal algılama sistemi, bir robotun ortamdaki uyarıları dokunma yoluyla algılamak için dokunsal algılayıcılar kullandığı ve ortam hakkında bilgi edindiği bir sistemi ifade eder.

Toplanan dokunsal bilgiler, robotun yerine getireceği göreve göre yorumlanabilir. Algılama verilerinden elde edilen bilgiler şekil, malzeme özellikleri ve nesne konumunu içerir. Bu bilgiler kavrama kontrolü, kayma tespiti ve önlenmesi için kullanılır. Yüksek çözünürlüklü ve hızlı analiz yeteneği ile tepkileri artıran, dokunsal algılayıcılarının geliştirilmesi üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Bunun yanında bir nesnenin yüzeyi ve malzeme özellikleri, robotun çevresiyle etkili biçimde etkileşim kurmak için ihtiyaç duyduğu en önemli verilerden biridir. Yüzey dokusu (sürtünme katsayıları ve pürüzlülük) nesnelerin tanınması için en önemli parametreler arasındadır.

Dokunsal algılama bilgilerinin, nasıl yorumlandığı kullanılan donanımın türü ve robot tarafından yerine getirilecek görevle yakından bağlantılıdır. Dokunsal algılama Şekil 5.4'te gösterildiği gibi, dokunsal algılayıcıların çözünürlüklerine göre üç tür altında sınıflanabilir. Şekil 5.4'te dokunsal algılayıcılara karşılık gelen biyolojik vücut algılayıcıları da gösterilmektedir.

Şekil 5.4 Dokunsal algılayıcı türleri



Tek noktalı temas algılayıcıları: Bu tür bir algılayıcı, nesne temasını doğrulamak ve temas noktasındaki kuvvet veya titreşimleri tespit etmek için kullanılır. Algılama yöntemlerine bağlı olarak, tek noktalı temas algılayıcıları 1) temas kuvvetlerini ölçmek için kuvvet algılayıcıları; 2) temas sırasında titreşimleri ölçmek için dinamik dokunsal algılayıcılardan oluşurlar.

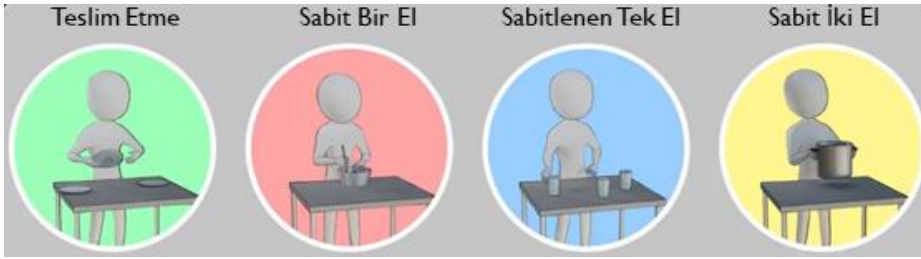
Yüksek çözünürlüklü dokunsal diziler: Dokunsal algılama ile ilgili çoğu araştırma bu tür dokunsal algılayıcıları kullanılarak gerçekleştirilir.

Geniş alanlı dokunsal algılayıcılar: Parmak ucu dokunsal algılayıcılarının aksine, bu tür dokunsal algılamada yüksek çözünürlük gerekli değildir. Ancak robotların kavisli vücut kısımlarına takılacak kadar esnek olmalıdırlar. Bu tür dokunsal algılayıcılar insan kolları, sırt ve diğer organların derisinden hissedilen algılamalara karşılık gelmektedir.

5.3. Robotik El Kol Becerisi

Beceri, belirli bir süre içinde enerji kullanarak hedeflenen sonuçlara ulaşmak için bir görevi yerine getirme yeteneğidir. Motor beceriler ise kemik yapılarının hareketleridir. Tipik olarak, kaba ve ince motor becerileri olarak iki gruba ayrılırlar. Kaba motor becerileri kolların, bacakların ve diğer vücut uzuvlarının hareketi ve koordinasyonu olarak ifade edilebilir. Yürüme, koşma ve yüzme gibi eylemleri içerirler. İnce motor becerileri bilekte, ellerde, parmaklarda, ayaklarda ve ayak parmaklarında meydana gelen daha küçük hareketlerdir. Başparmak ve ikinci parmağın kullanımı ile nesneleri tutmak, yazmak gibi daha küçük eylemleri içerirler. İnce motor becerisi, küçük kasların hareketlerinin gözlerle koordinasyonudur. Bununla birlikte insanların Şekil 5.6’da verildiği gibi elleriyle dört şeyden birini yaparlar.

Şekil 5.6 Robotik el becerileri



Teslim Etme: Tek el kullanarak nesneyi alıp başka bir yere koymak veya diğer ele vermek eylemi vardır. Böylece onu hedeflenen yere koymak veya bir elinizi başka bir şey yapmak için serbest bırakabilirsiniz.

Sabit bir el: Bir el, güçlü, sert bir kavrama ile nesneyi sabit tutulurken, diğer el tarafından bir kapağı çıkarmak veya içindekileri karıştırmak gibi bir işlem gerçekleştirir.

Sabitlenen tek el: Bir elin kasıtlı olarak eylemden uzak tutulması prensibine dayanmaktadır. Sabit olmayan el gerekli nesneyi bulur veya kendi görevini yerine getirir.

Sabit iki el: İki el birlikte bir şey almak, döndürmek veya hareket ettirmek için birlikte çalışır.

Yapay zeka ve robotlar konusunda Moravek’in Paradoksu adlı bir fenomen sıklıkla gündeme gelmektedir. Bu paradoks, insanlar için zor olan görevlerin robotlar için nispeten kolay olduğunu ve insanlar için kolay olan görevlerin robotlar için neredeyse imkansız olduğunu ifade eder. Robotlar uluslararası bir satranç şampiyonunu yenmek için programlanabilirler ancak 2 yaşındaki bir çocuğun el becerisini kazanmaları için çok daha fazla çalışmak gerekmektedir.

İnsanlarla birlikte çalışan ve belirli görevleri yerine getiren robotlar üretim alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin otomobil üreticisi tesisinde kaldırma, taşıma, cıvatalama ve kaynak yapmaya kadar çeşitli eylemler gerçekleştiren robot kollar çalışmaktadır. Her robot belirli bir görevi veya bir dizi görevi yerine getirecek şekilde programlanmıştır. Robot el-kol becerisi “robotun çeşitli nesnelerle ve eylemlerle başa çıkma yeteneği” olarak tanımlanır. Geçmişte, robotlar basit ve tekrarlayan görevleri tamamlayarak hat tipi işleri birleştirmekle sınırlıydı. Yeni

programlama ve tasarımlar, robotların gelişmiş el becerisi gerektiren daha karmaşık ve özel görevleri yerine getirmesini sağlamıştır.

Robotlar günlük hayatımızda daha fazla yer alacaklarını varsayarsak, en az iki el kullanmaları gerekecektir. Ancak robotların iki ellerini kullanması insaninkine oranla daha zordur. Örneğin, bir kavanozun açılması gibi iki elle yapılan eylemde insani becerilerin bir robot tarafından yerine getirilmesi oldukça zordur. Robotların insan elinin sahip olduğu el becerisini sahip olmaları konusunda araştırmalar devam etmektedir. Mevcut robot el-kol becerileri endüstriyel, hizmet veya ev kullanımı için henüz yeterli düzeyde değildir.

5.4. Robotik Hareket

Uzay, ulaşım, sanayi ve savunma gibi çeşitli alanlarda akıllı otonom robotlara olan ihtiyaçlar gün geçtikçe artıyor. Mobil robotlar malzeme taşıma, afet yardımı, devriye gezme ve kurtarma operasyonu gibi çeşitli görevleri de yerine getiriyorlar. Karmaşık ortamda başlangıç pozisyonundan hedef pozisyonuna kadar sorunsuz ve güvenli bir şekilde gezinmesi, güvenli yolu takip etmesi ve optimum yol uzunluğunu katetmesi mobil robot gezinmenin temel amacıdır. Mobil robotlar insan operatörlerin yardımı olmadan bağımsız olarak hareket edebilirler. Bir robot, kendisine yardımcı olan algılama sistemlerini kullanarak, görevini yerine getirmek için uygulanacak eylemleri belirleme yeteneğine sahip olduğunda özerkliğini kazanmış demektir.

5.4.1. Gezinme

Mobil robot navigasyonu robotik alanında önemli bir konudur. Yol planlama, otonom mobil robot navigasyonunun en önemli parçalarından biridir. Yol planlaması, ilgili yolun toplam maliyetini en aza indirirken, bir noktadan diğerine engellere takılmadan ya da aşarak gideceği bir yolun planlanmasını içerir. Engellerin zaman içinde konumu değişmiyorsa statik yol planlaması, engellerin zamana göre konumu ve yönü değişiyorsa dinamik yol planlamasının yapılması gerekmektedir. Mobil bir robotun, ortam içinde hareket etmesini sağlamak için hareket mekanizmalarına ihtiyacı vardır. Örneğin hareketlerini tek, iki, dört, altı ayak veya birçok tekerlekten oluşan düzenekler ile sağlayabilir. Hareketin tekerlekli, bacaklı veya farklı bir yapı olması önemli değildir. Kararlı ve sürekli bir hareketin sağlanması için zemin ve ortam özelliklerinin dikkate alınması gereklidir. Kararlılığın ana özellikleri, temas noktalarının sayısı ve geometrisi, robotların ağırlık merkezi ve arazinin eğimidir. Zemin temasının özellikleri ise temas noktasının tipine (ayaklı hareket durumunda ayak izi gibi), yere temas açısına ve robot ile yüzey arasındaki sürtünmeye bağlıdır. Ortam tipinin özellikleri ise hareketin gerçekleştiği ortamın yapısı (örneğin sert, düz veya pürüzlü zemin) ve ortamın kendisidir (örn. Su, hava, sert veya yumuşak zemin).

Bacaklı Hareket

Bacaklı hareket engebeli arazi de dolaşacak bir robot için çok uygundur; örneğin basamakları çıkabilir, adımı kadar olan boşlukları geçebilir veya tekerlek kullanımının mümkün olmayacağı pürüzlü zeminlerde yürüyebilir. Bunun yanında bacaklı hareketin tekerlekli hareketten daha

fazla güç kullanması gerektiğini de dikkate almakta yarar var. Genellikle tekerleklerden daha pahalı olmalarına rağmen, bacakların tekerleklerle göre birçok avantajı vardır. Enine yönelimleri, verimlilikleri, yumuşak ve engebeli arazide hareket edebilmeleri ile enerji verimlilikleri bacaklı robotların avantajları olarak ön plana çıkmaktadır. Ayrıca çevrede bulunan engeller veya boşluklar ile kolayca başa çıkma avantajına sahiptir. Kısacası, engebeli arazide uyum ve manevra kabiliyetleri yüksektir. Aşağıda bacaklı robotların sahip olması gereken kabiliyetler kısaca verilmiştir.

Kararlılık: Kararlılık elbette bir robotun çok önemli bir sorunudur çünkü devrilmemelidir. Kararlılığı sağlamak için en az üç zemin teması gerektirir. Ancak tek bir ayak yere temas ettiğinden devrilmeyi önlemek için kendini aktif olarak dengelemelidir. Bunun için robotların kütle merkezi ayak izleri arasında aktif olarak kaydırılmalıdır.

Ayak konfigürasyonu: Bir bacağına ileriye doğru hareket ettirmek için birini kaldırma ve ileriye doğru götürmek için algoritmaların kullanılması gerekir. Genel olarak, bir robotun ayak konfigürasyonu ile manevra kabiliyeti, hareket edeceği zemin özellikleri dikkate alınarak çeşitlendirilebilir.

Tek bacak: Bacaklı bir robotun sahip olabileceği minimum bacak sayısı birdir. Tek ayaklı hareket, sadece tek bir yer teması gerektirir ki buda, robotu en zorlu arazilerde dolaşmaya uygun hale getirir.

İki bacaklı robot: İki bacaklı robotlar yürüyebilir, koşabilir, atlayabilir, dans edebilir ve merdivenlerden yukarı ve aşağı gidebilirler. Ancak kararlılık iki ayaklı robotlar için halen bir problemdir, çünkü dinamik olarak kararlı olmaları gerekir. İki ayaklı bir hareketin bir yararı, robotun toplam ağırlığının daha az bacak nedeniyle azalmasıdır. Ancak bu avantaj başka bir sorun yaratır. Her bacağın, robotun tüm ağırlığını destekleyecek yeterli kapasiteye sahip olması gerekir.

Üç ayaklı robot: Üç ayaklı veya tripod, biyolojik muadilleri olmadığı için yaygın bir hareket yöntemi değildir.

Dört ayaklı robot: En ünlü dört ayaklı robotlardan biri Sony'nin Aibo'sudur. Aibo'nun en ilginç özelliklerinden bazıları, etrafındaki sesleri almasını sağlayan bir stereo mikrofon, etrafını tanıyabilmesi için bir kafa algılayıcısı, duygusal durumunu göstermek için göz ışıkları (mavi, yeşil veya kırmızı), nesneleri aramak ve onları renk ve harekete göre tanımak için renkli bir kamera ve ses çıkarmak için hoparlörleri vardır.

Altı ayaklı robot: Altı ayaklı hareket, statik dengeli yürüme kabiliyeti nedeniyle en popüler ayaklı harekettir. Altı ayaklı robotlar genellikle doğadan ilham alır, bu tür robotların iki örneği Lauron ve Genghis'dir.

Tekerlekli Hareket

Tekerlekler, robot hareketleri için en önemli sistemlerden biridir. Tekerlek kontrolü bacaklı harekete göre daha kolaydır ve diğer çözümler ile kıyaslandığında hareket ettikleri yüzeyde daha az aşınma ve yıpranmaya neden olurlar. Diğer bir avantajı da robot sürekli olarak yüzeyle temas halinde olduğu için denge sorunları da azalmaktadır. Tekerleklerin dezavantajı ise

engebeli arazilerde performanslarının düşük olması olarak görülmesine karşın paletli robotlar bu konuda alternatif olarak değerlendirilmektedir. Tekerlekli hareket için dikkat edilmesi gereken başlıklar aşağıda verilmiştir.

Tekerlek Tipleri: Robotik hareketlerde tekerlek kullanmanın temel avantajları kolay uygulama, yüksek yük kapasitesi ve zemin düzensizliklerine karşı performanslı olmasıdır. Robotun kullanım amacına uygun yapıda ve büyüklükte tekerleklerin seçilmesi hareket kabiliyetinin artırılması ile verimli enerji kullanımı için gereklidir.

Tekerlek Sayıları: Herhangi bir robotu modellerken tekerleklerin sayısını ve türlerini bilmek çok önemlidir. Bacaklı robotlara benzer biçimde tek, iki, üç, dört, beş ve altı tekerlekli robotlar tasarlanabilmektedir.

Tekerlekli hareket sorunları: Tekerlekli bir robotun kararlılık, manevra kabiliyeti, kontrol edilebilirlik sorunlarına ait çözümlerin tasarım aşamasında planlanıp karar verilmesi gerekmektedir. Genel olarak tekerlekli robotlar çekiş, denge, manevra kabiliyeti ve kontrol sorunları yaşarlar. Tekerlekli robotlar tüm tekerleklerin sürekli yere temas edeceği biçimde tasarlandıkları için denge konusunda çok sorun yaşamazlar. Ancak üçten fazla tekerlek kullanılıyorsa, özellikle robot engebeli arazide hareket ediyorsa süspansiyon sistemine ihtiyaç vardır.

Paletli/ Kızaklı Hareket

Paletli bir araç, farklı hızdaki paletleri aynı yönde veya zıt yönde hareket ettirerek yönlendirilir. Paletlerin kullanımı çok daha geniş bir zemin teması alanı sunar, bu nedenle araçların gevşek yüzeyde çekişi, tekerleklerin çekişinden çok daha iyidir, ayrıca araç tekerlekli araçlara göre daha fazla engebeli arazide ilerleyebilir.

Hava Robotları

İnsansız hava robotu genellikle “drone” olarak bilinir ve insan etkileşimi olsun ya da olmasın, önceden programlanmış bir görevi yerine getiren bir makinedir. En gelişmiş olanlar artık operatörlerinin hareketlerinden tamamen bağımsız olarak kalkabilir ve inebilirler. Başlangıçta çoğunlukla askeri uygulamalarda kullanıldılar ancak bilimsel, tarımsal, ticari, eğlence, güvenlik ve izleme, ürün teslimatları, dağıtım ve lojistik, hava fotoğrafçılığı vb. alanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

5.4.2. Yön Bulma

Bir mobil robotun tasarımındaki en önemli bileşen yön bulma (navigation) becerilerinin kazandırılmasıdır. Bu beceriler robotun algılayıcılarından toplanan verileri değerlendirerek bilinen veya bilinmeyen ortamlarda bir yerden başka bir yere hareket etmesini sağlar. Bunun gerçekleşmesi için robotun algı (veri toplama), yerelleştirme (robotun kendi konumunu ve konfigürasyonunu bilmesi), biliş (ne yapacağına karar vermesi), hareket kontrolü (hedefe ulaşmak için uygulayacağı kuvvet hesaplaması) gibi becerilere sahip olması gerekmektedir.

Yön Bulma Becerisi

Robotun gezinebilmesi için mevcut konumu hakkında yeterli bilgiyi sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle, konum belirleme teknikleri yön bulma sürecinin en önemli bileşenini oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak bir mobil robot yörünge planlamasını da yapabilmelidir. Bu beceri, harita ve bir konum verildiğinde, robotun hedefe ulaşması için izlemesi gereken rotayı belirlemesi anlamına gelmektedir. Bunun yanında bir robotun engellerden nasıl korunacağını da bilmesi gereklidir. Algılayıcılardan gelen veriler, çarpışmaları önlemek için robotun rotasını değiştirebilir. Görme tabanlı yön bulmada, robot yerel bir harita ve takip edilecek bir yol ile donatılmıştır. Görme tabanlı algılamamanın ilgili işlevi “kendi kendine konumlandırma” dan oluşur. Bir robot, iç mekanın bir dizi görüntüsüyle çalışır. Yön bulma sırasında çekilen kamera görüntülerini önceden kaydedilmiş görüntülerle karşılaştırarak robot yerini belirler ve hedefine ulaşmaya çalışır.

Konumlandırma ve Haritalama

Algılama ve hareket kontrolü ile birlikte konumlandırma robotun yön bulmasında önemli becerilerinden birisidir. Eğer bir robotta GPS sistemi varsa dış ortam konumlandırma sorunun büyük ölçüde çözümlendiği söylenebilir. Bu durumda robot her zaman nerede olduğunu bilecektir. Coğrafi konumlandırmanın doğru tespit edilmesi ile robotun dünya üzerindeki mutlak konumu yanında hedefine göre nispi konumunu da bilmesi anlamına gelmektedir.

Yol, Rota ve Hareket Planlama

Yol planlama, mobil robotun başlangıç noktasından hedefine çarpışmadan ulaşması için en iyi yolu bulması, engeller arasında gezinmesi anlamına gelmektedir. Rota planlaması, aktüatörleri hareket ettirmek için kuvvet miktarını bulmayı gerektirir, böylece robot engellerden kaçınırken iki nokta arasında bir rota izler. Robot dinamiklerini ve fiziksel özelliklerini dikkate alarak izleyeceği rotayı planlayabilir. Başka bir deyişle hareketin zamansal evrimi ve bu harekete ulaşmak için gereken kuvvetleri hesaplar.

Takip Planlama

Genelde mobil robotlar önceden tanımlanmış bir rotayı takip ederler. Ancak ortamda oluşabilecek gürültü ve belirsizlik önceden oluşturulan rotaların kontrol edilmesi veya yeniden planlanması problemini ortaya çıkarabilir. Rota izleme problemi, planlanan rota ile mobil robotun takip ettiği gerçek rota arasındaki farkın, mümkün olduğu ölçüde sıfıra yakınması olarak tanımlanır.

Engelden Kaçınma

Robot hareketi sırasında diğer mobil robotlar ve yolu üstünde var olan olası engellere çarpmadan yoluna devam etmelidir. Robot navigasyonu, aslında mobil robotun herhangi bir engele çarpmadan belirlenen hedefe ulaşmak için bulunduğu ortamda (bilinen veya bilinmeyen) hareket kabiliyeti ile ilgilidir. Buna bağlı olarak robotun bir çarpışma meydana gelmeden

rotasını değiştirebilmesi veya kendini durdurabilmesi için ortamındaki engelleri algılayabilme becerisine sahip olması gerekir. Bu amaçla engellerden kaçınma algoritmaları geliştirilmekte ve sürekli yeni durumlara göre güncellenmektedir.

5.5. Robotların Kullanım Alanları

İşbirlikçi robotlar (Cobot'lar): Ortak bir çalışma alanında insanlarla birlikte çalışmak için kullanılan robotlardır. Genellikle yüksek düzeyde hassasiyet ve doğruluk gerektiren görevler için veya yalnızca tekrarlayan ve monoton görevleri kolaylaştırmak için işbirlikçi robotlardan yararlanılmaktadır. Örneğin parlatma, çapak alma veya zımparalama, vidalama, taşıma, toplama, yerleştirme, istifleme, kalite kontrolü, yapıştırma, zımbalama, lehimleme, kaynaklama gibi faaliyetleri yerine getirebilirler. Bu tür robotlar sahip oldukları hassas algılayıcılar sayesinde insanlarla birlikte güvenli biçimde çalışabilmektedir. Eğer olumsuz bir durum olursa bu tür robotlar güvenlik modunu devreye sokarken geleneksel robotlar çalışmalarına devam ederek insanlara zarar verme potansiyeli sahiptirler.

Cobot'lar küçük, kompakt robotlardır ve bu nedenle çok fazla yer kaplamadan üretim sürecinin hemen hemen her yerinde kullanılabilirler. Cobot'un kurulumu ve programlanması kolaydır. Akıllı telefonlar ve masaüstü bilgisayarlar için kullanışlı uygulamalar ve yazılımlar sayesinde bir işbirlikçi robotu kısa sürede çalışır hale getirmek mümkündür. Bunun yanında yeni görevleri kolaylıkla öğrenebildikleri için üretim sürecinin farklı yerlerinde çalışabilirler. İnsan çalışanların monoton ve tehlikeli faaliyetlerden uzak durması ve daha yaratıcı çalışmalar yaparak kendilerini geliştirmelerine imkan sağlarlar. İşbirlikçi robotlar genellikle endüstriyel ortamlarda, fabrikalarda, depolarda veya evlerde kullanılmaktadır. Bilinen örnekleri arasında otonom sürücüsüz arabalar, askeri dronlar, otomatik elektrikli süpürgeler veya mobil telefonlarda bulunan sesli asistanlar sayılabilir.

Ev tipi robotlar: Kişisel hizmet robotları veya yardımcı robotlar olarak da bilinen ev tipi robotlar, ev işlerine yardımcı olmak üzere tasarlanmıştır. Temizlik, çamaşır yıkama, yaşlı veya engelli insanlara bakım sağlama gibi çeşitli görevleri yerine getirirler. Ev tipi robotlara en çarpıcı örnek olarak otonom elektrikli süpürge robotu verilebilir. Bu robotlar zeminleri, halıları ve kilimleri temizlemek için programlanabilen küçük, otonom bir temizlik robotudur. Tek başına yaşayan veya hareket etmekte zorluk çeken yaşlı insanlara refakatçilik sağlamak üzere tasarlanan ev tipi robotlar, gelişmiş algılayıcılar ve yapay zeka uygulamaları ile donatılmışlardır. Eğer bir olumsuzluk tespit ederse mobil telefon ya da internet üzerinden daha önce tanımlanmış olan yardım merkezlerine haber verebilmektedirler. Bunun yanında robotik çim biçme makineleri insanlara ihtiyaç duymadan çalışabildikleri gibi bazıları engebeli veya eğimli yüzeylerde bulunan çimleri de biçebilme yeteneğine sahiptirler. Benzer biçimde otomatik havuz temizleyicileri kendi başlarına yüzerek görevlerini yerine getirirler.

Tıbbi robotlar: Tıbbi robotlar, sağlık tesislerinde çeşitli görevleri yerine getirmek üzere geliştirilmiştir. Hastanelerde, doktor muayenehanelerinde ve ambulanslarda kullanılmaktadır. Cerrahlara yardımcı olan temel robotik araçlardan, tüm prosedürleri kendi başına yürüten otonom cerrahi sistemlere kadar çeşitlilik gösterir. Tıbbi robotlar prosedürleri daha kolay, daha hızlı ve daha doğru hale getirmek için tasarlanmıştır. Tümörlerin çıkarılması, iğne biyopsileri ve endoskopik operasyonlar dahil olmak üzere çeşitli cerrahi görevlerde kullanılmaya

başlanmıştır. Tıbbi robotlar aynı zamanda insan doktorların tekrarlayan veya tamamlaması zor bulduğu kan hücresi analizi, göz muayeneleri ve mamografi gibi rutin işlemleri gerçekleştirebilir.

En yaygın kullanılan tıbbi robotlardan biri de Vinci Cerrahi Sistemidir. Intuitive Surgical tarafından geliştirilen bu sistem, cerrahların hastalarının vücutlarındaki küçük kesilerden minimal invaziv cerrahi yapmalarına olanak tanıyan robotik bir sistemdir. Cerrahlar, cihazı çalıştırmak için robotun iki koluna yerleştirilmiş özel aletler ve kontroller kullanır. Bir kollarını özel cerrahi aletleri tutmak ve hareket ettirmek için kullanılırken, diğer ile kameraların, ışıkların ve cerrahlara hastalarının vücutlarını net bir şekilde görme olanağı sağlayan diğer cihazların hareketini kontrol etmektedir. Tıbbi robotlar aynı zamanda cerrahların prosedürleri daha hızlı tamamlamasına da yardımcı oluyor; bu da hastaların ameliyatlarının ardından daha çabuk iyileşip günlük hayatlarına daha çabuk dönebilmeleri anlamına gelir.

Endüstriyel Robotlar: Endüstriyel robotlar imalat sanayinde özellikle yüksek hız, hassasiyet ve dayanıklılık gerektiren görevler için kullanılmaktadır. Her türlü endüstrideki montaj hatlarında, malzeme yüklemeden kaynak işlemlerine kadar çeşitli görevleri yerine getirebilirler. İnsanlara göre en büyük avantajları hassasiyetleri ile görevleri yerine getirirken yorgunluk hissetmemeleri ve hatasız çalışmalarıdır. Bu tür robotlar bilgisayarlar tarafından kontrol edildiğinden, eylemlerinin önceden programlanabileceği anlamına geliyor. Buna ek olarak, insanların çok yaklaştığını algılayan ve makineyi durduran algılayıcılar gibi insanların yaralanmasını önlemek için endüstriyel robotlara bir dizi güvenlik önlemi yerleştirilmiştir.

Endüstriyel robotların hızı ve hassasiyeti, onları özellikle tekrarlayan işler ve yüksek düzeyde kontrol gerektiren görevler için kullanışlı kılmaktadır. Robotik kollar aynı hareketi insan kollarının aksine inanılmaz bir doğrulukla tekrar tekrar yapabilir. Bu nedenle endüstriyel robotlar, parçaları temizlemek veya bunları hiçbir insanın taklit edemeyeceği hızlarda birbirine kaynaklamak için kullanılabilir. Montaj hatlarında da işlemleri insanlardan daha hızlı ve daha az hatayla tamamlayabilirler. Böylece ürünler daha hızlı üretilmekte ve toplam maliyet düşürülmektedir. Ancak, dünyanın hızla endüstriyel robotlara aşırı bağımlı hale geldiği ve üretim hatlarında çalışmak için insanlara ihtiyaç duyulmaması nedeniyle iş kayıpları yaşanacağına inanılıyor. Buna karşın robotların yaygınlaşmasının farklı meslek dallarının oluşmasına katkıda bulunacağı ve yeni iş kollarının ortaya çıkması ile dengenin oluşacağını savunulmaktadır.

6. DOĞAL ARABİRİM UYGULAMALARI

Son yıllarda YZ uygulamalarının önemli bir bölümü, insan ve makine arasında daha doğal bir arabirim oluşturmaya yoğunlaşıyor. Halen çoğu durumda bilgisayara giriş için fare ve klavye kullanılmakta, gelen yanıtlar için iki boyutlu bir ekrana ihtiyaç duyulmaktadır. Hoparlörler ses için ve yazıcı da basılı kopya için kullanılıyor. Geleneksel kullanıcı arabirimi yazma, işaret etme ve tıklama işlemlerinden oluşur. Buna karşın doğal arabirim kullanıcıların ses, eller ve vücut hareketlerini kullanarak cihazlarıyla, fiziksel dünyayla etkileşime girdiği şekilde, etkileşime girmelerini sağlayan bir tür arabirim olarak tanımlanmaktadır. Fare ve klavye kullanan arabirimlerden farklı olarak doğal arabirimler, kullanıcıların doğal davranışlarını etkileşim amacıyla kullanmalarına izin verir, örneğin belirli bir görevi yerine getirmek için makinelerle konuşabilir, yüzeylerine dokunabilir veya havaya atabilirler. En yaygın örneklerinden biri, kullanıcıların parmaklarını ekrana dokunup sürükleyerek nesneleri hareket ettirmelerine ve değiştirmelerine olanak tanıyan bir dokunmatik ekran arabirimidir. Bu ara birim uygulamasında ekrandaki dijital nesneler, gerçek dünyadaki fiziksel nesneler gibi parmak hareketine tepki verir. Dokunmatik ekran arayüzü ile sağlanan bu doğrudan geri bildirim, ekrandaki nesnelerle etkileşimde bulunmak için klavye ve fare kullanmaktan daha doğaldır.

6.1. Doğal Dil Anlama

Doğal dil anlama insanların kendi aralarında anlaşmak için kullandıkları dili insan-bilgisayar etkileşimini en üst düzeye çıkarabilmek veya farklı doğal dilleri kullanan insanlar arasında iletişimi güçlendirmek üzere çözümler üreten bilim alanı olarak tanımlanmaktadır. Doğal dil anlama (DDA), metin veya konuşma biçimindeki girdileri anlamak için bilgisayar yazılımını kullanan yapay zeka uygulamalarıdır. DDA, dili yalnızca kelimelere göre analiz ederek insan-bilgisayar etkileşimini mümkün kılar. Böylece bilgisayarların insanlarla kendi dillerinde iletişim kurması sağlanıyor. DDA uygulamaları yazılı veya sözlü metinleri bilgisayarların anlayabileceği yapılandırılmış bir formata dönüştürmektedir. Buna bağlı olarak bilgisayarın insan tarafından yazılan metni anlamasını ve yanıt vermesini sağlar.

Günümüzde doğal dil işleme problemlerinin çözümleri için derin öğrenme, makine öğrenmesi, istatistiksel analiz ve kural tabanlı yaklaşımlar hibrit biçimde kullanılmaktadır. Yazım yanlışlarının düzeltilmesinden, otomatik çeviri sistemlerine, dil öğrenimi uygulamalarından kişisel asistan uygulamalarına kadar her alanda doğal dil işleme teknikleri kullanılmaktadır. Doğal dil alanında çalışan bilişimciler, dil bilimcilerin ortaya koymuş oldukları sonuçları kullanarak dili bilgisayar yardımıyla işlerler. Örneğin Türkçenin ses bilimi ve biçim bilimi özelliklerini kullanarak yazılı bir metin içindeki yazım yanlışlarını bulup düzeltilmektedir. DDA uygulamaları genel olarak beş başlık altında gruplandırılmaktadır.

1. *Duygu analizi*: Metinlerdeki duygusal vurguları analiz etme ve belirleme işlemidir.
2. *Etiketleme*: Metinlerdeki önemli varlıkları (kişiler, yerler, organizasyonlar vb.) tanıma ve sınıflandırma işlemidir.
3. *Metin sınıflandırma*: Metinleri belirli kategorilere sınıflandırma işlemidir. Örneğin, spam e-postalarını tespit etmek için kullanılmaktadır.
4. *Dil modelleri*: Dil modelleri oluşturma ve dilbilgisi yapılarını analiz etme işlemidir.
5. *Soru yanıtlama*: Soruları anlama ve doğru cevapları bulma işlemidir.

DDA uygulamaları yazılı veya sözlü insan dilini anlayıp yine aynı dilde yanıt vererek kullanıcılardan gelen soruları yanıtlamaktadır. Örneğin otomatik yanıt sistemleri uygulamaları bu amaçla kullanılıyor. Benzer biçimde chatboot denilen sohbet robotları da bu kategoride değerlendirilmektedir.

6.1.1. Doğal Dil Anlama Uygulama Adımları

DDA insan dilini anlama ve simüle etme işlemlerini yapmak için birçok farklı teknik kullanır. Bu teknikler, dilin sözdizimsel, semantik ve pragmatik özelliklerini modelleyerek bilgisayarların doğal dil metinlerini anlamasına yardımcı olmaktadır. DDA çalışma adımları kısaca aşağıda özetlenmiştir.

Metin girişi: DDA süreci genellikle metin girişi ile başlar. Bu metin, kullanıcı tarafından girilen bir metin olabilir veya bir belgeden, web sayfasından veya başka bir kaynaktan alınabilir.

Metin ön işleme: Metinler veri temizleme, kelime ayıklama, stop-word çıkarma ve n-gram oluşturma gibi çeşitli ön işleme adımlarından geçirilir. Bu adımlar, metnin daha iyi anlaşılması ve işlenmesi için gereklidir. Metin ön işleme alt adımları aşağıdaki verilmiştir.

Tokenleştirme: Metin kelimeler, cümleler ve paragraflar gibi daha küçük birimlere bölünür. Bu süreç, metni daha küçük parçalara ayırarak daha kolay işlenebilir hale getirir.

Sözcüklerin çözümlenmesi: Tokenleştirilmiş metin, sözcüklerin köklerine ve eklerine ayrılmasını içeren morfolojik analiz adı verilen bir süreçten geçirilir.

Cümlelerin ayrıştırılması: Metin, dilbilgisi kurallarına göre cümlelere ayrıştırılır ve cümle yapısı belirlenir. Bu adım, cümledeki kelimeler arasındaki ilişkileri anlamak için önemlidir.

Dil modellemesi: Dil modelleri, metinlerin yapılarını ve içeriklerini anlamaya yardımcı olan yapay zeka algoritmalarıdır. Bu algoritmalar, metinlerdeki kelime sıralamaları, cümle yapıları ve sözcüklerin anlamları hakkında bilgi toplarlar.

Makine öğrenimi: DDA'da, makine öğrenimi algoritmaları, verileri sınıflandırmak, gruplandırmak, özetlemek veya tahmin etmek gibi çeşitli görevler için kullanılır.

Sınıflandırma ve analiz: Metinleri sınıflandırmak, duygu analizi yapmak, doğal dil çevirisi yapmak, özetlemek veya konuşma tanıma yapmak gibi farklı görevler için kullanılır. Bu işlemler, dilin yapısını ve özelliklerini anlama yeteneğine dayanmaktadır.

Sonuçların üretilmesi: Son olarak, işlenmiş metinlere dayanarak sonuçlar üretilir. Bu sonuçlar, insanların metinleri anlamalarına veya bilgi çıkarmalarına yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır.

Doğal dil işleme konusunda birçok zorluk karşımıza çıkmakta olup bu zorlukların büyük bir kısmı dilin sürekli değişen ve bolca tutarsız ifade içermesinden kaynaklanmaktadır. Bu zorluklar arasında özellikle öne çıkanlar aşağıda özetlenmiştir.

Kesinlik/ doğruluk: Bilgisayarlar ile olan iletişim net, muğlaklıklardan arındırılmış ve yapılandırılmış bir kodlama dili ile veya net bir şekilde telaffuz edilen ses komutları aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bununla beraber insan dili her zaman kesin değildir; genellikle belirsiz ifadeler içerebilir. Dilbilimsel yapı günlük konuşma dili, bölgesel ağızlar ve toplumsal bağlam gibi birçok karmaşık değişkene bağlı olarak değişmektedir.

Ses tonu ve vurgu: Doğal dil işleme sistemleri henüz mükemmel düzeyde değildir. Anlambilimsel (semantik) analizler hala zorluk çıkarabilmekte; dilin içerdiği soyut kullanımlar programlar tarafından zor anlaşılmaktadır. Bu durum özellikle hiciv gibi söz sanatlarında göze çarpmaktadır. Hiciv ve benzeri kullanımlar, kullanılan sözcüklerin anlamlarının anlaşılmasının yanında konuşma içerisinde bağlamın da anlaşılmasını gerektirmektedir. Bunun yanında bazı tümcelerin anlamı, vurgulanan sözcük veya heceye göre değişebilmektedir. Doğal dil işleme algoritmaları, bu küçük (ancak önemli) ton değişikliklerini kaçırabilmekte; konuşma tonu ve vurgusu aksandan aksana değiştiği için yetersiz kalabilmektedir.

Dildeki değişimler: Doğal dil işleme alanının karşı karşıya olduğu bir başka zorluk da dilin (ve dil kullanımının) sürekli bir değişim içinde olmasıdır. Dilin kuralları yok değildir; ancak bu kuralların değişmesinin önünde bir engel bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu kurallar gözetilerek geliştirilen algoritmalar, kurallar değiştikçe geçerliliklerini ve işlevselliklerini yitirebilmektedir.

6.1.2. Kullanım Alanları

Akıllı sanal asistanlar: Sohbet botları olarak da anılan bu sistemler, insanların konuştuğu veya yazdığı dili anlayarak, karşılıklı iletişim kurulmasına yardımcı olurlar. Cep telefonlarında kullanmaya başladığımız bu teknoloji (Apple Siri, Google Asistan vb.) doğal dil işlemenin aktif araştırma konuları arasında yerini almaktadır.

Bilgi arama ve sunumu: Google, Yandex, Bing gibi arama motorları doğal dil işlemenin en yoğun kullanıldığı sistemleridir. Bu sistemlerin aramak istediğimiz bilginin ne olduğunu daha iyi anlamaları ve ihtiyacımız olan bilgiyi en uygun veri kaynaklarını bize getirmeleri için DDA tekniklerini kullanıyorlar.

Sosyal medya takibi: Büyük firmalar, yöneticiler ve karar vericiler aldıkları kararlarda, verdikleri reklamlarda, belirledikleri politikalarda düzenli kamuoyunun nabzını tutmaya ihtiyaç duyarlar. Sosyal medya platformlarında yapılan yorumlar; doğal dil işleme yöntemleri ile analiz

edilerek; kamuoyunun genel tepkileri, beğenileri veya memnuniyetsizlikleri takip edilebilmektedir.

Sanal asistan teknolojisi: Arabalara bağlanan telefonlar aracılığı ile gelen mesajların okunması, gelen soruların yanıtlanması, yol tarifiinin sesli olarak verilmesi gibi uygulamaları içermektedir.

Metin sınıflandırması: Doğal dil işleme, metin sınıflandırma kapsamında metinlerin etiketlenerek çeşitli kategorilere ayrılabilmesini sağlamaktadır. Böylelikle algoritmalar, bir metnin duygu analizini gerçekleştirebilir. Örneğin bir algoritma, A markasının geçtiği X sayıda metni bu yolla inceleyip bu metinlerin ne kadarının olumlu ne kadarının olumsuz olduğunu saptayabilmekte; niyet analizi gibi yöntemlerle konuşmacının veya yazarın ürettiği metinler çerçevesinde ne amaçladığını anlayabilmektedir.

6.2. Konuşma Tanıma

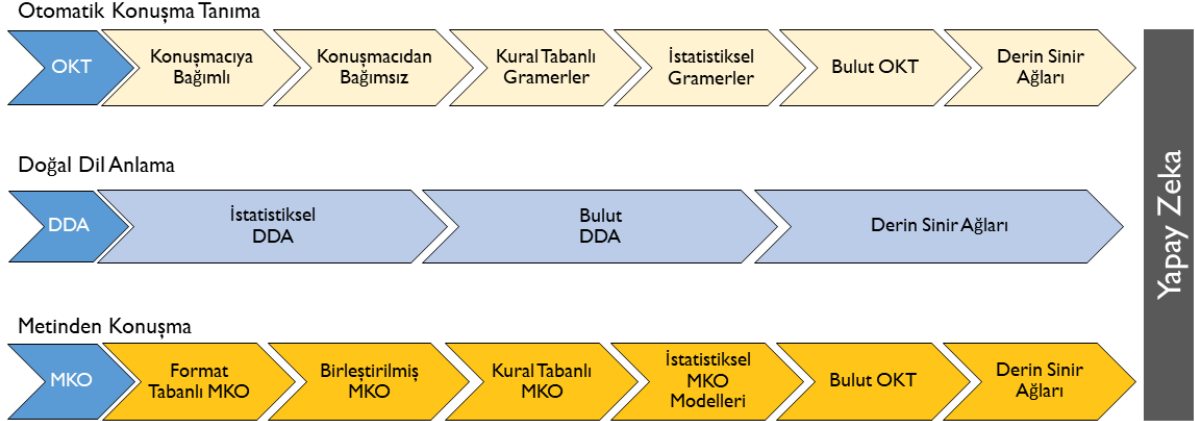
Belleğinde bulunan veri ve sonuçları, bilgisayarın doğal dilde konuşarak insanlara aktarılmasına "konuşma", insan tarafından konuşularak bilgisayara yapılan girişlere "konuşmayı anlama" adı verilmiştir. Bir bilgisayarın, insanın konuşmasını anlayabilmesi ve insanın anlayabileceği dilde konuşarak insanlarla etkileşimde bulunabilmesi için bilgisayarın dilin tüm özelliklerini bilmesi gerekir. Bir başka deyişle dilin tüm özelliklerinin bilgisayara öğretilmesi gerekir. YZ sistemleri ile ilgili geliştirilmesi en zor uygulamalardan biri olan konuşma tanıma (Speech Recognition), insan konuşmasının yazılı metne dönüştürme teknolojileridir. Konuşma tanıma, makine öğrenimindeki en son gelişmeleri kullanır. Özellikle, ileri düzey yapay sinir ağı algoritmaları yoğun biçimde kullanılmaktadır. Konuşma tanıma, bilgisayarın konuşulan sözcükleri tanımasını, yanıt vermesini ve ardından bunları makinenin anlayacağı bir biçimde dönüştürmesini sağlayan işlemdir. Örneğin, Siri ve Alexa gibi dijital yardımcıları metin biçiminde veya sesle yanıt verirken, konuşulan sözcüklerin metne dönüştürmek için konuşma tanıma tekniklerini kullanıyorlar. Gelişmiş bir konuşma tanıma uygulaması, kişiyi veya kaynağı ses/ seslere bağlı olarak tanımayı gerektirir. Bu tür uygulamalar konuşma tanıma, çeşitli asistanlar, akıllı hoparlörler, akıllı evler ve otomasyonda çeşitli hizmetler, ürünler ve çözümler için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Konuşma tanıma, konuşmacıların ifadelerinin ardındaki duygu, çaba, niyet veya amaç gibi insan iletişimde var olan birçok çağrışım ve imaları sezmeyi bunlara doğru yanıtların verilmesine çalışır. Konuşma tabanlı arayüzler, klavye ve fare kullanırken serbest olmayan eller, insan-bilgisayar etkileşimi sayesinde serbest kalabilir. Fiziksel rahatsızlığı olan kişilerin bilgiye erişilebilirliğini arttırırlar. Konuşma tanıma uygulamalarının faydaları, sınırlı ekran alanına sahip mobil cihazlarda kullanıldığında veya kullanıcılar hareket halindeyken daha anlaşılır olmaktadır.

Geleneksel konuşma tanıma sistemlerinde uygulamada birçok sorunun çözülmesi gerekmektedir. Her şeyden önce aksan, anlabilim, bağlam ve yabancı dillerden kelimeler gibi çeşitli parametreler dikkate alınmalıdır. Ayrıca, kullanılan geleneksel algoritmalar sınırlı yeteneklere sahiptir ve sadece sınırlı sayıda sözcüğü tanımlayabilirler. Bu algoritmalar, zaman içinde değişen dillere uyum sağlayamazlar, doğruluk oranları düştükçe de ürettikleri sonuçların güvenilirliği azalmaktadır. Ancak YZ ve makine öğrenimi modellerinin ortaya çıkmasıyla, algoritmaların yeteneği de arttı. Makine öğrenimi modelleri, geleneksel modellere kıyasla çok

daha büyük bir veri kümesini daha doğru bir şekilde işlemeye başladılar. Ayrıca, makine öğrenimi modelleri kendi öğrenme yetenekleri sayesinde doğruluk oranlarını arttırmaya, dil değişikliklerine kendi başlarına uyum sağlamaya başladılar. Şekil 6.1’de konuşma tanıma teknolojilerinin gelişimi gösterilmiştir.

Şekil 6.1 Konuşma tanıma teknolojilerinin gelişim aşamaları

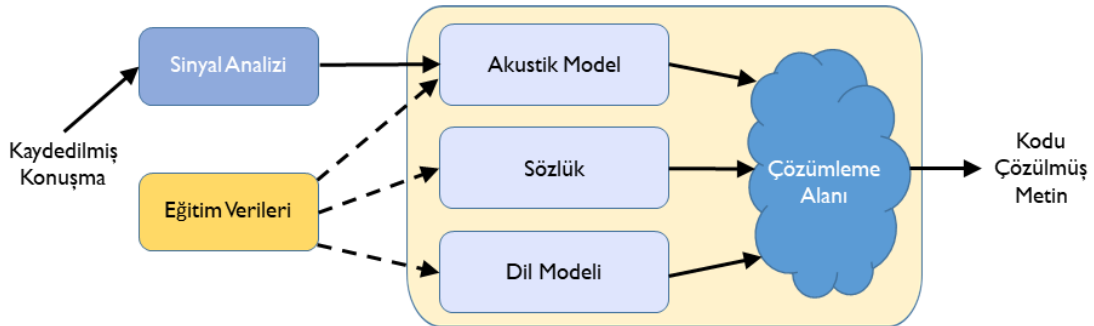


Otomatik konuşma tanıma sistemleri, ilk başlarda konuşmacıya bağımlı iken günümüzde DDA ve metinden konuşma sistemlerinde derin sinir ağlarının kullanımıyla YZ destekli hale gelmiştir.

6.2.1. Temel Bileşenleri ve Uygulama Adımları

Temel bir konuşma tanıma sistemi Şekil 6.2’de gösterilmiştir. Kesik çizgiler eğitim verileri ile yapılan örüntü sınıflandırma işlemini göstermektedir. Konuşma tanıma aslında ses dalgalarının metne dönüştürülmesi işlemidir. Çözümlenecek konuşma için bir eğitim verisi kullanılırsa, oluşturulmuş bir istatistiksel model eğitilebilir. Geleneksel modeller, konuşma ve metin verileri ile sözcüklerin telaffuzuna dayanır. Eğitimden sonra, model her bir metin ifadesine karşılık gelen alternatif vokal dalga formuna bir olasılık verecektir. Böylece olasılığı en yüksek olan cümle bulunabilir. Ancak bulunan bu cümlelerin doğru olması gerektiği anlamına gelmez.

Şekil 6.2 Konuşma tanıma sistemi bileşen şeması



Konuşma tanıma YZ uygulaması, sesin işlenmesi ve kopyalanması, sorulan sorunun anlaşılması (anlam türetilmesi), yanıt üretilmesi (metin) ve cevabın insana geri verilmesi işlemlerini

yapmak için üç alt sistem kullanmaktadır. Bu adımlar, birlikte çalışan çoklu derin öğrenme yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada, ham ses sinyalinin işleme ve metni çıkarmak için otomatik konuşma tanıma kullanılır. İkincisi aşamada, doğal dil işleme (NLP) teknikleri ile elde edilen metinden anlam çıkarılmaya çalışılır. Son aşamada ise eğer konuşmaya bir cevap verilecekse konuşma sentezi veya metinden sese dönüştürme yöntemleri ile metinden insan konuşmasının yapay üretimi gerçekleştirir. Konuşma tanıma teknolojileri çağrı merkezlerinde, bankacılıkta yoğun olarak kullanılmaktadır. Müşterilerin seslerinden yapılan kimlik tespiti sayesinde güvenlik gerektiren uygulamalarda yüz tanıma ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Konuşmacının ses tonu, vurgusu ve kullandığı kelimelerden duygu halinin tespiti yapılabilmektedir. Mobil cihazlara komutların gönderilmesi, sesli yanıtların alınması, e-postaların okunması, ev aletleri ile otomasyonların sesle kontrol edilmesinde konuşma tanıma teknolojilerine dayalı uygulamalar hızla geliştirilmeye devam etmektedir.

Aşağıda konuşma tanıma sürecindeki adımlar açıklanmıştır. Her aşama, konuşma tanıma sistemlerinin doğruluğunu ve performansını artırmak için uygulanmaktadır.

Ses sinyalinin alınması: Konuşma tanıma sistemi, kullanıcının sesini algılamak için bir mikrofon veya diğer ses cihazları aracılığıyla ses sinyallerini alır.

Ön işleme: Alınan ses sinyali, gürültü azaltma, ses yükseltme, frekans filtreleme gibi işlemlerden geçirilerek temizlenir ve hazırlanır.

Öznitelik çıkarma: Ses sinyali, öznitelik çıkarma adı verilen bir süreçte analiz edilir ve ses özellikleri (frekans, enerji, spektral özellikler vb.) çıkarılır.

Model eğitimi: Öznitelikler, bir konuşma tanıma modeline beslenerek model eğitilir. Bu genellikle makine öğrenmesi algoritmaları veya derin öğrenme teknikleri kullanılarak yapılır.

Tanıma ve sınıflandırma: Eğitilmiş model, alınan ses sinyalinin analiz eder ve metin veya komutları tanımak ve sınıflandırmak için bir dizi olasılık değeri hesaplar. Temel olarak aşağıdaki yöntemleri kullanır.

- Konuşma girişindeki fonetik bölümlerin tanımlanması ve bir kelime dizisine dönüştürülmesi.
- Dizide yer alan bir kelimenin köklerini, öneklerini ve soneklerinin tanınması.
- Cümlelerin belirli bir dilbilgisi kurallarına dayalı olarak bileşenlerine ayrılması.
- Bileşenlere anlam verilip sonrasında sözcüksel birimlerin oluşturulması ve cümlelerin tümünde anlam oluşturmak için sözcüklerin birleştirilmesi.
- Cümlelerin anlamındaki bağlamsal faktörleri dikkate alarak cümlelerin analiz edilmesi.
- Tanıma ve sınıflandırma aşamasından elde edilen sonuçların, kullanıcıya geri bildirim olarak sunulması.
- Kullanıcıya sunulan sonuçların, kullanıcı geri bildirimlerine göre düzeltilmesi ve doğrulanması.

6.2.2. Kullanım Alanları

Konuşma tanıma birçok farklı uygulama alanında kullanılmaktadır. Bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Sesli asistanlar: Amazon Alexa, Google Assistant, Apple Siri gibi sesli asistanlar, kullanıcıların sesli komutlarını algılayarak onlara yanıt verir ve çeşitli görevleri yerine getirir.

Otomatik metin dönüştürme: Konuşma tanıma teknolojisi sesli notlar, konferans kayıtları veya telefon görüşmeleri gibi sesli verileri metin formatına dönüştürmek için kullanılır.

Sesli kitap okuma: Görme engelliler için sesli kitaplar oluşturmak ve erişilebilirlik sağlamak amacıyla konuşma tanıma teknolojisi kullanılır.

Sesli komut sistemleri: Arabalar, ev otomasyon sistemleri ve diğer cihazlar için sesli komut sistemleri, konuşma tanıma teknolojisi sayesinde kullanıcıların cihazları kontrol etmelerini sağlar.

Müşteri hizmetleri ve çağrı merkezleri: Konuşma tanıma teknolojisi müşteri hizmetleri ve çağrı merkezlerinde kullanarak müşteri sorunlarını anlamak ve çözmek için sesli verileri analiz etmeye yardımcı olur.

Tıbbi rapor oluşturma: Doktorların konuşma kayıtlarını metin formatına dönüştürerek tıbbi raporlar oluşturmaya yardımcı olmak için konuşma tanıma teknolojisi kullanılmaktadır.

Bu uygulama alanlarının yanı sıra konuşma tanıma teknolojisi, çeşitli endüstrilerde ve günlük yaşamda birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte konuşma tanıma uygulamalarının çeşitliliği ve kullanım alanları da sürekli olarak artmaktadır.

6.3. Çok Algılayıcı Arabirim

Çoklu duyuşsal algı beynin görme, duyma, dokunma, tat ve koku gibi farklı duyuşsal yöntemlerden gelen bilgileri birleştirerek çevresi hakkında bütünleşik bir algı oluşturma yeteneğini ifade eder. Çoklu duyuşsal entegrasyon, çevrenin daha doğru ve güvenilir bir şekilde anlaşılmasına olanak sağladığı için algılamada çok önemli bir rol oynamaktadır. Robotlardaki çok algılayıcı arayüzler, karmaşık ortamlarda nesne tanımlamaya yönelik insanın bilişsel süreçlerini taklit ederek, yapay sinir ağları aracılığıyla belirli duyuşsal girdileri alır ve yorumlayarak çalışırlar. Çok algılayıcı arabirimi iki veya daha fazla giriş yönteminin (konuşma, dokunma, hareket, fare vb) bir multimedya sisteminde birleştirilmesiyle tanımlanabilir. Aynı anda birden fazla algının toplanması için çok algılayıcı arabirimlere ve yapılara ihtiyaç duyulmaktadır. Öte yandan, dokunma algısı ile ilgili ilerleme kaydedilmiş olsa da tüm dokunsal duyumlardan (titreşimler, basınç, kuvvet, denge, ısı, serinlik / ıslaklık, elektrik şokları, ağrı ve kaşıntı vb.) yararlanarak bunları diğer duyular ile birleştirmek henüz konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Çoklu algılayıcı sistemlerin birçok farklı uygulamaları bulunmaktadır. Ancak ağırlıklı olarak insan kullanıcıların tepkilerinin yorumlanması ve elde edilen sonuçlara bağlı kararların verilmesine odaklanan uygulamalar geliştirilmeye çalışılmaktadır. Araştırmacılar bu

teknolojilerdeki gelişmeler sonucunda, çevrimiçi alışveriş yaparken bir ürünün dokusunu hissedebileceğimizi veya bir restoranın imza yemeğinin kokusunu alabileceğimizi iddia ediyorlar.

6.3.1. Temel Bileşenleri ve Uygulama Adımları

Kullanıcıların birden fazla duyuşsal algılarını aynı anda kullanarak etkileşimde bulunabilecekleri ve daha zengin deneyimler yaşayabilecekleri çok algılayıcı arabirimlerde aşağıdaki temel bileşenlerden birkaçı birlikte yer almaktadır.

Görüntüleme: Görsel bilgilerin kullanıcıya iletilmesi için ekranlar, yansıtıcılar veya diğer görüntüleme cihazları kullanılır. Bu bileşen kullanıcının görsel olarak etkileşime girebileceği bir ortam sağlar.

Ses: İşitsel bilgilerin kullanıcıya iletilmesi için hoparlörler veya kulaklık gibi ses çıkış cihazları kullanılır. Bu bileşen, kullanıcının işitsel olarak etkileşime girebileceği bir ortam sağlar.

Dokunma: Kullanıcının fiziksel olarak etkileşime geçebileceği dokunmatik ekranlar, titreşim motorları veya diğer dokunsal geri bildirim cihazları bu bileşenin parçasıdır.

Koku ve tat: Duyusal deneyimi zenginleştirmek için koku ve tat duyularını da içeren çok algılayıcı arayüzler geliştirilebilir. Bu bileşenler genellikle özel cihazlar veya ekipmanlar gerektirir.

Sensörler ve veri işleme: Kullanıcının etkileşimini algılayan algılayıcılar (örneğin kamera, mikrofön, dokunmatik sensörler) ve bunlardan gelen verileri işleyen yazılım ve algoritmalarıdır.

YZ teknolojisinin hızla gelişen dünyasında, çok algılayıcı arabirimler insan-makine etkileşimini dönüştüren kritik bileşenler haline gelmiştir. Farklı algılayıcıların entegrasyonu ile çevresel verilerin daha derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini sağlayan bu arabirimler, kullanıcı deneyiminden endüstriyel uygulamalara kadar geniş bir yelpazede yenilikçi çözümler sunmaktadır. Aşağıda çok algılayıcı arabirimlerin, uygulama adımlarını kısaca açıklanmıştır.

Kullanıcı girişi: Kullanıcı çok algılayıcı arayüz ile etkileşime geçmek için gerekli girişleri yapar. Bu girişler genellikle ses, dokunma, fiziksel hareket veya göz hareketleri gibi farklı duyuşsal algıları içerebilir.

Duyusal algılama: Arayüz kullanıcının yaptığı girişleri algılar ve farklı duyuşsal verileri işler. Örneğin, bir artırılmış gerçeklik uygulamasında kamera ile çevre görüntüsü alınabilir veya ses algılayıcı ile kullanıcının konuşması dinlenebilir.

Veri işleme ve analiz: Alınan duyuşsal veriler işlenir ve analiz edilir. Bu adımda, verilerin anlamlandırılması ve kullanıcı etkileşimine uygun hale getirilmesi sağlanır.

Etkileşim tasarımı: Arayüz kullanıcıya geri bildirimler göndererek etkileşimi yönlendirir. Örneğin, bir sanal gerçeklik uygulamasında kullanıcının hareketlerine göre görüntü değişebilir veya dokunmatik bir arayüzde kullanıcının dokunuşlarına tepki verilebilir.

Kullanıcı geri bildirimi: Kullanıcı arayüz ile etkileşimde bulunduğu geri bildirim alır. Bu geri bildirimler, kullanıcının yaptığı eylemlere bağlı olarak ses, görüntü veya dokunsal tepkiler olabilir.

İşlem ve yanıt: Arayüz, kullanıcının girişlerine göre uygun işlemleri gerçekleştirir ve yanıtlar üretir. Örneğin bir oyun uygulamasında kullanıcının dokunuşlarına göre karakterin hareket etmesi sağlanabilir.

6.3.2. Kullanım Alanları

Çok algılayıcı arabirimlerin geliştirilmesi ve uygulanması, YZ ile donatılmış sistemlerin daha akıllı, duyarlı ve verimli hale gelmesini sağlamaktadır. Algılayıcıların doğru seçimi ve entegrasyonu, verilerin toplanması, işlenmesi ve analizi ile başarılı uygulamalar geliştirilmektedir.

- Çok algılayıcı arabirim eğitim ve öğretim alanında interaktif ve etkileşimli deneyimler sunabilir. Öğrencilerin farklı duysal algıları kullanarak konuları daha iyi anlamalarına ve öğrenmelerine yardımcı olmaktadır.
- Sağlık ve rehabilitasyon alanında kullanılarak hastaların tedavi süreçlerini desteklemektedir. Örneğin sanal gerçeklik uygulamaları kullanılarak fiziksel rehabilitasyon ve psikolojik terapi süreçleri iyileştirilmektedir.
- Oyun endüstrisinde daha etkileyici ve gerçekçi oyun deneyimleri sunmak için kullanılabilir. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik oyunları, kullanıcıların farklı duysal algılarla etkileşime geçmesini sağlıyorlar.
- Pazarlama ve reklamcılık alanında markaların tüketicilerle daha etkili bir şekilde iletişim kurmalarına yardımcı olmaktadır. Örneğin, interaktif reklam panoları veya artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanılarak tüketicilere daha etkileyici deneyimler sunulmaktadır.
- Endüstriyel tasarım ve mühendislik alanında ürün geliştirme süreçlerini desteklemektedir. Prototip oluşturma, simülasyon ve kullanıcı testleri gibi aşamalarda farklı duysal verilerin entegrasyonu ile daha etkili sonuçlar elde edilmektedir.

6.4. Sanal Gerçeklik

Sanal gerçekte olmayan veya var olan bir ortamın, yazılım aracılığı ile bilgisayar destekli olarak görsel, işitsel ve dokunsal öğeler ile desteklenerek çoğaltılmasıdır. Yazılımla oluşturulan çoğaltma, gerçek ortamın tam bir kopyası olmayabilir veya gerçek hayatta olması mümkün olmayan senaryoları içerebilir. Gerçeklik kavramı duyu organlarımızla algıladığımız her şey olarak tanımlanabilir. Görsel algı bir cisme ışığın çarparak gözümüz tarafından algılanması ve beyinde algılanan bu cismi yorumlayıp tanınması olarak ifade edilebilir. Duyusal algılar ile dokunma, tat alma, duyma olarak nitelendirilen ve beynimiz tarafından bize yansıtılan algılardır. Duyularımız, sunulan bilgilerin gerçek mi yoksa uydurma mı olduğunu bilmez sadece tanımlayıcı görevi görürler. Sanal gerçeklik terimi yaygın olarak gerçek hayatta var olan

ya da hayal edilen yerlerin en az üç boyutlu olarak bilgisayar ile yeniden oluşturulması ve gerçek gibi bir ortamda sunulması için kullanılmaktadır. Dolayısıyla, sanal gerçeklik ile oluşturulan ortam aslında bilgisayar tarafından yaratılmış üç boyutlu bir alandır. Kullanıcı, yapay olarak oluşturulan ortam içinde, gerçek dünyanın devre dışı kaldığına ikna olmaktadır. Sanal gerçeklikte üç boyutlu ortamlar görüntünün yanı sıra duyma, hareket gibi diğer duylardan da yararlanmaktadır.

Sanal gerçeklik en genel anlamıyla kişilere ortamda gerçekten bulunuyormuş hissi vermek için bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak hazırlanmış, birçok duyu organına aynı anda hitap edebilen, kullanıcı ile etkileşimde bulunabilen ve çeşitli özel teknolojik araçlar kullanarak hazırlanmış sanal ortamlar şeklinde tanımlanabilir. Sanal gerçeklik teknolojilerinin amacı, insan beynini kendisine sunulanları gerçek kabul edecek kadar kandırmak amacıyla ortamları gerçekçi bir biçimde simüle etmektir. Bunu başarmak için işitsel ve görsel uyarılar kullanır. Hissettirmek burada kilit öneme sahip olduğundan, işitsel ve görsel efektlerin zihni gerçekten başka bir yerde olduğuna inandıracak kadar başarılı olması gerekmektedir. Sanal gerçeklik gözlüklerini taktığınızda, bilgisayar tarafından tasarlanan ve oluşturulan bir tasarımın 3B simülasyonu görülecektir. Sanal gerçeklik uygulamaları geliştirilirken kullanılan gözlüklerin görüş açılarının geniş olması, kafa ve göz hareketlerine duyarlı olması, sunulan görüntülerin akış hızının insan gözünün algılama düzeyine yakın olması, yürüme ve yer değiştirmeleri fark edebilmeleri ve son olarak ses efektlerinin de izlenen sahneye uyumlu biçimde olmasına özen gösterilmektedir.

6.4.1. Sanal Gerçeklik Türleri

Sanal gerçeklik en genel anlamda algılayıcıların yapay zekanın ve donanımın (kulaklıklar gibi) bir kombinasyonunu kullanarak, kullanıcıları sanal bir deneyime sokmaya çalışmakta ve belli özelliklere göre bir sınıflaması aşağıda verilmiştir.

Sürükleyici Olmayan Sanal Gerçeklik

Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik, günlük yaşamda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu teknolojiye bilgisayar tarafından oluşturulan bir sanal ortam bulunmasına rağmen kullanıcı bu sanal ortam ile doğrudan etkileşimde bulunmamakta, bahsi geçen ortamla dışardan bağlantı kurmaktadır. Video oyunları sürükleyici olmayan sanal gerçeklik deneyiminin en güzel örneklerini oluşturmaktadır Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik sistemlerinin kullanıcı ile etkileşimi oyun konsolu, ekran, klavye ve fare gibi giriş aygıtları vasıtasıyla olmaktadır.

Yarı Sürükleyici Sanal gerçeklik

Kullanıcılara kısmen sanal bir ortam sağlayan sanal gerçeklik türüdür. Bu tür sanal gerçeklikte kullanıcılar dijital görüntüye odaklandıklarında farklı bir gerçeklikte olduklarını algılamakta, ancak fiziksel çevrelerine de bağlı kalmaya devam etmektedirler. Yarı sürükleyici teknolojiye, dikey gerçeklik derinliği olarak bilinen bir terim olan üç boyutlu grafikler aracılığıyla gerçekçilik sağlanmaktadır. Daha ayrıntılı grafikler, daha sürükleyici bir his sağlamaktadır. Bu

sanal gerçeklik kategorisi genellikle eğitim-öğretim amaçları için kullanılırken yüksek çözünürlüklü ekranlar, güçlü bilgisayarlar, projektörler kullanılmaktadır.

Sürükleyici Sanal Gerçeklik

Sürükleyici sanal gerçeklik, kullanıcılara görsel ve ses konusunda eksiksiz en gerçekçi simülasyon deneyimini sunmaktadır. Tamamen sürükleyici sanal gerçekliği deneyimlemek ve onunla etkileşim kurmak için kullanıcının uygun sanal gerçeklik gözlüğüne, eldivene veya başa takılan ekrana ihtiyacı vardır. Sanal gerçeklik ekranı, geniş bir görüş alanı ile yüksek çözünürlüklü içerik sağlamaktadır. Ekran tipik olarak kullanıcının gözleri arasında bölünerek stereoskopik bir üç boyut efekti oluşturmaktadır. Bu tür sanal gerçeklikler, oyun ve diğer eğlence amaçları için yaygın olarak kullanılmaktadır ancak eğitimde de kullanımı giderek yaygınlaşmıştır.

6.4.2. Sanal Gerçeklik Bileşenleri ve Süreç Akışı

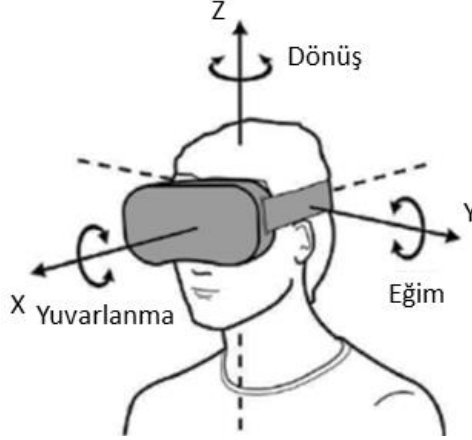
Bir sanal gerçeklik sisteminin oluşturulması birden fazla bileşenin entegrasyonunu gerektirir. Bu bileşenler; sistem donanımını, ekran ve giriş donanımını birbirine bağlayan temel destek yazılımını, kullanıcının etkileşime gireceği sanal dünya içeriğini ve uygun kullanıcı etkileşimleri için uygun bir araç sağlayan bir kullanıcı arayüzü tasarımını içerir. Sistem donanımları uygulamaya kullanıcı tarafından yapılan bildirimleri toplayan giriş cihazları ile uygulama tarafından yapılan uyarımları ileten çıkış cihazlarıdır. Giriş cihazları arasında SG kontrol cihazları, kontrol çubukları, veri eldivenleri, cihaz üzeri kontrol düğmeleri, hareket izleyiciler, tulumlar, koşu bantları ve hareket platformları bulunur. Çıkış cihazları ise bir duyu organını uyaran ve kullanıcıların duyu oluşturmaları amacıyla SG içeriğini veya ortamını sunan görsel, işitsel veya dokunsal ekranları içerir. Görüldüğü gibi SG uygulamaları, aslında çeşitli donanım ve yazılım türlerinin birleşimine dayanmaktadır. En sık kullanılan SG bileşenleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Sanal Gerçeklik Gözlükleri

Mevcut sanal gerçeklik teknolojisinin ana bileşenidir. Gözlüklerin kalitesi ve gösterilen içerik, kullanıcıların deneyimleyeceği sürükleyicilik düzeyini belirlemektedir. Görme, tüm insan duyuları arasında en baskın olanı olduğundan, sanal gerçeklik sisteminde yüksek kaliteli bir gözlük, yüksek düzeyde sarmalayıcılık sağlamak açısından çok önemlidir. Sürüklenme aynı zamanda kullanıcıların içerikle nasıl etkileşimde bulunduğundan ve sanal gerçeklik sisteminin kullanıcıların farklı duyularını nasıl harekete geçirdiğinden de büyük ölçüde etkilenir: Sanal gerçeklik ne kadar gerçek dünyadaki duysal uyarıların yerini alırsa, içine alma o kadar iyi olur. Uzaysal ses, dokunsal cihazlar, koku ve hareket hissi bir sanal gerçeklik sisteminin sürüklenmesini bir sonraki seviyeye çıkaracak diğer duysal uyarılardır. Sanal gerçeklik teknolojisinin diğer geleneksel ortamlara göre temel farkı, sanal gerçeklik içeriğinin ve bakış açısının her kullanıcı için kişiselleştirilmesidir. Bunu başarmak için bir sanal gerçeklik sisteminin Şekil 6.3'te gösterildiği gibi farklı kafa hareketlerini algılayacak yetenekte olması gerekmektedir. Başın konumunu takip etmek ortamın akışkanlığı, verilen bazı tepkilerin ve

bakış açılarının tespiti için derinlik algılayan kameralar, ivmeölçerler ve jiroskoplar da bulunmaktadır. Böylece başınızı hareket ettirdikçe anlamlı bir ortam yaratmak için ses ve görüntünüz değişecektir.

Şekil 6.3. Sanal gözlük hareketleri



Şekil 6.4 Sanal gerçeklik gözlüklerindeki algılayıcılar



Algılayıcılar

Sanal gerçeklik sistemlerini desteklemek için çok çeşitli algılayıcılar kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik uygulamaları çoğunlukla görsel ve işitsel arayüzlere odaklanarak hareket izleme, dinleme/ses tanıma algılayıcılarından gerekli verileri topluyorlar. Ancak gelişen teknoloji sayesinde, yeni algılayıcılar ve dokunsal cihazlarda kullanıma sunulmaya başlamıştır. Sanal gerçeklik ortamında sistem tam bir gerçeklik yaratırken kişinin göreceli hareketleri ve yönelimi hakkında da bilgi sahibi olması gerekir. Temel bir anal gerçeklik sistemi ivmeölçer, jiroskop gibi algılayıcıları kullanabilir. Sanal gerçeklik sisteminin kişinin nerede olduğunu bilmesi, ancak aynı zamanda kişinin ne gördüğünü ne duyduğunu, ortamın nasıl değiştiğini vb. de

anlaması gerekir. Şekil 6.4 de sanal gerçeklik gözlüklerinde kullanılmaya başlanan algılayıcılar gösterilmektedir.

Lensler ve Ekranlar

Sanal gerçeklik gözlük setinin içinde, bir ekranı ve birkaç merceği birleştiren karmaşık bir düzenek bulunur. Aslında sistemi aktif hale getirdiğinizde karşılaştığınız temel bileşen ekrandır. Tercihen ekranın her iki göz için de yüksek çözünürlüğe sahip olmalıdır. Alternatif olarak 3 boyutlu efekt oluşturan bir veya daha fazla lenste bulunabilir.

3 Boyutlu Sesler

İnsanlar her yönden gelen sesleri duyabilirler bu nedenle sanal gerçeklik gözlüklerinde bulunan hoparlörden verilen 3 boyutlu uzamsal ses kullanıcıların kendilerine sunulan sanal ortamda bulunduklarına inanmaları için önemlidir.

Sanal Gerçeklik Hareket Kontrolörleri

Sanal gerçeklik deneyiminin büyük bir kısmı göz hizasında gerçekleşse de ellerin kullanılması gerektiren uygulamalarda bulunmaktadır. Genel olarak sanal gerçeklik hareket kontrol cihazları iki elimizle tuttuğumuz cihazlardır. Örneğin bu cihazlarla işaret/ateş edebilir, yakalayabilir ve çekim yapabilirsiniz. Bunun yanında kullanıcının vücut hareketlerini takip edecek cihazlar yardımıyla, kullanıcının konumu ile yönelimi gerçek zamanlı olarak algılanır ve sanal ortamın buna göre tepki vermesini sağlar. Ayrıca bazı uygulamalar kullanıcıların sanal nesneleri el hareketleriyle manipüle etmesine olanak tanımaktadırlar.

Dokunsal Geri Bildirim

Bazı sanal gerçeklik sistemleri, kullanıcılara dokunma hislerini sağlayan cihazlar kullanarak geri bildirim alırlar. Bu dokunma hissi, sanal etkileşimleri daha ikna edici hale getiren titreşimleri, direnci veya diğer geri bildirimleri içerebilir.

Sanal Gerçeklik Yazılımı

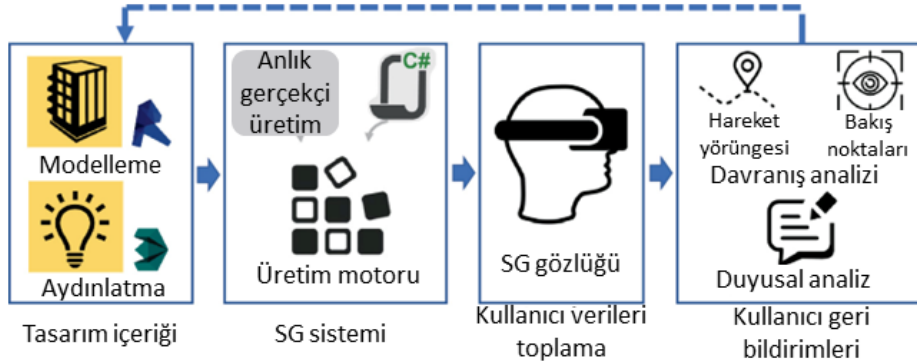
Sanal ortamlar oluşturmak ve kullanıcının bunlarla etkileşime girmesini sağlamak için özel yazılımlara ihtiyaç vardır. Sanal gerçeklik yazılımı, 3 boyutlu grafiklerin oluşturulması, gerçek ortamın simüle edilmesi ve kullanıcı girişlerine yanıt verilmesi gibi görevleri yerine getirir. Bu yazılımlar giriş/çıkış cihazlarını yönetir, gelen verileri analiz eder ve uygun geri bildirim oluştururlar.

Sanal Gerçeklik Süreç Akışı

Sanal gerçeklik süreç akışında temel olarak üç konu öne çıkmaktadır. Bunlar, etkileşim; grafiksel görüntüler kullanıcının verdiği komutlara gerçek zamanlı olarak yanıt vermelidir. Sürdürme; kullanıcının duyuşal deneyim yoluyla simülasyonun içine çekilmesi. Hayal gücü;

kullanıcıları nesneleri yeni perspektiflerden görmek, dokunmak, hareket ettirmek ve deneyimlemek için simüle edilmiş dünyayı keşfetme konusunda heveslendirir. Şekil 6.5’de sanal gerçeklik tabanlı simülasyonun nasıl çalıştığı gösterilmektedir. Sanal gerçeklik sistemi giriş ve çıkış cihazlarından oluşur ve simülasyonun matematiksel modellerine bağlıdır. Kullanıcı, giriş ve çıkış cihazları aracılığıyla sanal gerçeklik sistemi ile etkileşime girer ve simülasyondaki sanal ortam, girişlere göre neredeyse gerçek zamanlı olarak güncellenir. Kullanıcı geri bildirimlerine bağlı olarak tasarım yenilenerek süreç tekrar etmektedir.

Şekil 6.5. Sanal gerçeklik süreç akışı



6.4.3. Özellikleri ve Uygulama Alanları

Sanal gerçeklik olarak tanımlanmış veya etiketlenmiş her şey aslında bu özellikleri göstermemektedir. Bazı video oyunları, televizyon programları veya 3B filmler, sanal gerçeklik olarak tanımlanmalarına karşın aslında tüm sanal gerçeklik özelliklerini göstermezler. Ancak sanal gerçeklik uygulamalarının büyük kısmının sanal bir ortamda gerçek şeyleri test etmek olduğunu vurgulamakta yarar vardır. Aşağıda sanal gerçeklik temel özellikleri verilmiştir.

- Genel bir bilgisayar veya dizüstü bilgisayarlar sahip oldukları kapasiteler ile sanal gerçeklik için gerekli olan görüntüleri oluşturmazlar. Bu görüntülerin oluşturulması için güçlü kapasiteye sahip ve 3D grafikleri yaratacak yetkinliğe sahip bilgisayarlara ihtiyaç vardır.
- Sanal gerçekliğin temel amacı bedene ve zihne yönelik hem inandırıcı hem de etkileşimli simüle ortamların oluşturulmasıdır.
- Sanal gerçeklik uygulamaları simüle ettikleri ortamda gezinen kullanıcılar ile etkileşime girmek zorundadır.
- Sanal gerçeklik uygulamaları kullanıcısının kendisini gerçek dünyanın bir parçası gibi hissetmesini sağlaması gerekir.

Sanal gerçekliğin üretimde kullanıldığı bazı uygulama alanları aşağıda özetlenmiştir.

Yeni fabrika kurulumu: Fabrika tasarımı pek çok departmanı dahil eden karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin etkili yürütülmesi için teknolojik gelişmelerden faydalanılması önemlidir. Sanal gerçeklik sistemleri tüm paydaşları tasarım sürecine dahil eder. Lojistikten üretime, iş

güvenliğinden insan kaynaklarına kadar tüm paydaşlar yeni tasarlanan fabrika içinde sanki kurulmuş gibi gezerek fikir ve önerilerini iletebilirler. Buna göre tasarım revize edilir ve nihayetinde fabrikanın maliyetleri düşürürken verimliliği en üst düzeylere çıkarır.

Otomasyon sistemlerinin tasarımı: Sanal gerçeklik teknolojisi başlangıçta üretim sektöründe yavaş ilerlemiş olsa da günümüzde Endüstri 4.0'ın etkisi ile kullanılmaya başlanan yeni otomasyon teknolojileri ile büyük bir ivme kazanmış durumda. Bu otomasyon sistemlerinin yatırımına karar vermeden önce fayda/maliyet analizlerinin sanal simülasyonlar üzerinde yapılması ve testlerinin sanal gerçeklik ortamında yürütülmesi çok önemli hale gelmektedir. Bu sayede yanlış yatırımların önüne geçilir, pahalı revizyonlara ve süre kayıplarına sebep olacak tasarım hataları engellenmektedir.

Çalışan eğitimi: İmalat sektöründe mavi yakalı personelin eğitiminde sanal gerçeklik ile net faydalar elde edilir. En büyük avantajlarından biri, yazılımın her bir egzersizi düzgün bir şekilde tamamlayıp tamamlamadığınızı takip edebilmesi ve hem sözlü hem de titreşim ile anında geri bildirim verebilmesidir. Sanal gerçeklik sistemleri çeşitli şekillerde olabilir ve insanlar sanal gerçeklikte montaj, bakım gibi üretim proseslerini gerçekleştirir, operasyon rutinlerini ne kadar iyi öğrendiğine dair sınanabilir.

7. ÜRETİMDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

YZ teknolojilerinin ve yöntemlerinin kullanıldığı uygulamalar hızla yaygınlaşmaya devam ediyor. Hayatımızın her anında bilinçli olsun ya da olmasın YZ uygulamalarını kullanıyoruz. Örneğin yol tariflerinde en kısa ve verimli güzergah bize önerilirken, evimizin temizliğini bir robota teslim edebiliyoruz. Bu bölümde üretim alanında günümüzde sık kullanılan bazı YZ uygulamaları ve çalışma prensipleri kısaca tanıtılacaktır. Açıklananlardan başka hızlı gelişen teknolojik imkanlar ile insan ihtiyaçlarının doğurduğu yeni uygulamaların da olduğu unutulmamalıdır.

Üretimde YZ üretkenliğin, verimliliğin ve karar alma süreçlerinin iyileştirilmesinde önemli rol oynuyor. Örneğin; YZ destekli tahmine dayalı bakım uygulamasında, olası arızaları tahmin etmek için cihazlardan ve makinelerden toplanan veriler analiz edilerek, bakım programları hazırlanmakta ve arızanın oluşmasından önce bakım yapılması veya arızanın çok uzun sürmeden giderilmesi mümkün olmaktadır. Benzer biçimde YZ destekli kalite kontrol sistemleri sayesinde, üretimde kullanılan girdilerin arızalı veya hatalı olanların daha süreçlerin başında doğru biçimde bulunması ve kullanım dışında bırakılması ile nihai üründe hatasız girdilerin kullanılması sağlanıyor.

7.1. Üretim Süreçlerinde Yapay Zeka

YZ, acımasız rekabet koşullarına ayak uydurmak için kullanılması zorunlu hale gelen teknolojik imkanları barındırmaktadır. Buna bağlı olarak YZ'nin etkisi katlanarak artacak ve üreticilere daha akıllı, daha hızlı ve daha verimli çalışma olanağı sağlamaya başlayacaktır. YZ üreticilere işleri daha iyi yapma imkanı vermenin yanı sıra, işlerini farklı şekilde yapmaları için yeni yollar da sunuyor. Zamanla kullanılan sistemler, süreçler ve standartlar, YZ'nin sağlayacağı imkanlar ile daha verimli hale geliyor. Geleceğin fabrikaları, insan zekasının yanı sıra yapay zekayla da güçlenerek; daha düşük maliyetli üretimlerin ve isabetli öngörülerin yapıldığı, daha yaygın otomasyon ve entegrasyonların kullanıldığı, artan üretkenlik ve geri dönüşüm çözümlerin uygulandığı, teknolojik üretim merkezlerine dönüşecekler. Aşağıda üretim süreçlerinin temel bazı aşamalarında YZ destekli uygulamalar hakkında bilgiler verilmiştir.

Tedarik Zinciri Yönetimi

YZ çözümlerinden yararlanılarak, tedarik zinciri süreçleri iyileştirilmekte, verimlilik ve maliyet konularında önemli avantajlar elde ediyorlar. Tedarik zincirindeki YZ, tahmine dayalı analizlerden yararlanmayı, envanter yönetimini optimize etmeyi, isabetli talep tahmini yapılmasını ve lojistik konularında verimli çözümlerin bulunmasını sağlamaktadır. Makine öğrenimi algoritmaları geçmiş verileri analiz ederek talep dalgalanmalarını tahmin edebilmektedirler. Örneğin, bir otomobil yedek parça üreticisi talebi tahmin etmek için makine öğrenmesi modellerini kullanabilir, böylece envanter seviyelerini optimize edebilir ve depolama maliyetleri azaltabilir. Dünyaca ünlü perakende firması Walmart, verimliliği ve

müşteri memnuniyetini artırmak için tedarik zinciri yönetiminde yoğun olarak YZ'yı kullanmaktadır. Müşteri talebini tahmin etmek, önceki satış verilerini değerlendirmek ve envanter seviyelerini yönetmek için makine öğrenimi algoritmalarından yararlanılmaktadır.

Cobot Kullanımı

Kesim 5.5'de tanıtılan Cobot'lar veya işbirlikçi robotlar, insan operatörlerle işbirliği yaparak üretkenliği artırdıkları için YZ odaklı üretim için önemli rol oynuyorlar. Cobot'lar çoğunlukla, toplama ve paketlenmeye yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Bunlar YZ sistemlerinin desteğiyle karmaşık alanlarda gezinerek ve nesneleri tanımakta yine YZ destekli yönlendirme algoritmalarıyla istenen yerlere teslimatını sağlıyorlar. Örneğin Amazon'un cobot'ları, siparişlerin teslimatını hızlandırmak, lojistik faaliyetlerini kolaylaştırmak ve operasyonları iyileştirmek için makine öğrenimini kullanmaktadır. Cobot'lar karmaşık montaj süreçlerini ve kalite kontrol denetimlerini yönetebilir ve işletmenin çalışanları ile işbirliği de yapıyorlar.

Montaj Hattı Optimizasyonu

YZ üretim süreçlerinin doğruluğunu, verimliliğini ve esnekliğini artırmak için montaj hattı optimizasyonunda da kullanılmaktadır. Makine öğrenimi algoritmaları, geçmiş performans ölçümlerini ve algılayıcılardan toplanan gerçek zamanlı verileri analiz ederek iş akışını iyileştirmekte, arıza süresini azaltmakta ve öngörücü bakımın yapılmasına imkan sağlamaktadır. Ürün kalitesini artırmak için YZ destekli bilgisayarlı görme sistemleri, kusurları veya anormallikleri tespit etmektedir. Akıllı otomasyon algoritmaları sayesinde talep değişikliklerine bağlı olarak üretim parametreleri optimize edilmekte böylece kaynak israfı azaltılmaktadır. YZ sürekli öğrenme ve adaptasyon yoluyla montaj hatlarını veri odaklı, esnek yapılaraya dönüştürerek üretimi artırmakta giderleri azaltmakta ve üretim süreçlerinde standartların sağlanmasına ve korunmasına katkıda bulunmaktadır. Volkswagen, montaj hatlarını optimize etmek için YZ çözümlerini uygulamaktadır. YZ odaklı çözümler kullanarak üretim operasyonlarının etkinliğini ve tutarlılığını geliştiriyorlar. Volkswagen, bakım gereksinimlerini tahmin etmek ve operasyonları kolaylaştırmak için makine öğrenimi algoritmalarını kullanarak montaj hattındaki algılayıcılardan gelen verileri analiz ederek ve süreçlerin optimizasyonunu sağlamaktadır.

Öngörücü Bakım

Öngörücü veya tahmine dayalı bakım konularında YZ yaklaşımlarının uygulanması sayesinde, imalat sektöründe zaman ve maliyet kazanımları olmaktadır. YZ tahmine dayalı analitik ve makine öğrenimi algoritmalarından yararlanarak arızaların proaktif bir şekilde izlemesine ve/veya tahmin etmesine, arıza süresini en aza indirmesine ve bakım programlarını optimize etmesine olanak tanımaktadır. Öngörücü bakımın anahtar kavramlarından biri dijital ikizdir. Dijital ikiz, gerçek zamanlı verileri yakalayan ve sanal ortamda davranışını simüle eden fiziksel bir varlığın sanal bir kopyasıdır. Üretim endüstrisine yönelik YZ ekipmanlardan gelen verileri analiz edebilir, anormallikleri belirleyebilir ve potansiyel arızaları tahmin edebilmektedir.

Yeni Ürün Tasarlama

İmalat sektöründe yeni ürünlerin tasarlanması, YZ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte önemli bir dönüşüme sahne olmaktadır. Buna bağlı olarak şirketlerin yeni ürün tasarlama, üretme ve

pazara sunma süreçleri de değişime uğramaktadır. Yeni ürün tasarlamada YZ'nın en önemli faydalarından biri, büyük miktarda veriyi hızlı ve verimli bir şekilde analiz edebilme yeteneğidir. Üreticiler, makine öğrenimi algoritmalarından yararlanarak pazar trendlerinden, müşteri tercihlerinden ve rakip analizlerinden bilgi toplayabilmektedir. Böylece veriye dayalı kararlar alma ve pazar talepleriyle uyumlu ürünler tasarlanması amaçlanıyor. Örneğin yarı iletken üreten bir şirket, çip arızalarının analiz edilmesiyle yeni tasarımlardaki potansiyel sorunları tahmin edebilmekte ve entegre devre tasarımında verimi artırmak için en uygun kart yerleşimini belirleyebilmektedir. Ayrıca tasarlanan ürünlerin satışa sunulmadan önce kullanıcı memnuniyeti sanal gerçeklik uygulamaları ile test edilebilmektedir.

Süreç Optimizasyonu

YZ algoritmaları geçmiş verileri, gerçek zamanlı ve başka kaynaklardan gelen verileri analiz ederek üretim hattını modellemekte, ani olumsuz değişimleri önceden tespit edebilmekte ve/veya tahmin edebilmektedir. Böylece üreticilerin üretim süreçlerini optimize etmelerine, arıza sürelerini en aza indirmektedir. General Electric (GE) sensörlerden ve geçmiş kayıtlardan gelen büyük hacimli verileri analiz etmek için YZ algoritmalarını üretim süreçlerine entegre etmiştir. GE, yapay zekayı kullanarak üretimde kullanılan makine ve cihazların olası sorunlarını tahmin edebiliyor ve süreçlerin daha kesintiler oluşmadan iyileştirmeler yapılabilmektedir.

Kalite Kontrol Süreçleri

YZ sayesinde üreticiler, ürün ve bileşenlerin görüntülerini veya videolarını analiz etmek için bilgisayarlı görüntü algoritmaları kullanıyorlar. Bu algoritmalar kusurları, anormallikleri ve kalite standartlarından sapmaları yüksek hassasiyetle tespit ediyorlar. Ayrıca, makine öğrenmesi algoritmaları, geçmiş verileri ve gerçek zamanlı sensör verilerini analiz ederek potansiyel kalite sorunlarını önceden tespit edebilmektedir. Bu, üreticilerin potansiyel kusurları proaktif bir şekilde incelenmesine ve nihai ürün kalitesi etkilenmeden önce düzeltici önlemler almasına imkan sağlamaktadır.

Kolaylaştırılmış Evrak İşleri

Üretimde YZ ve makine öğreniminin etkili bir uygulaması, evrak süreçleri için robotik süreç otomasyonunun (RPA) kullanılmasıdır. Geleneksel olarak üretim süreçlerinde satın alma siparişleri, faturalar ve kalite kontrol raporları gibi çok sayıda evrak üretilir veya işlenir. Bu manuel işlemler zaman alıcı olduğu kadar hataya açık ve gecikmelere neden olabilmektedir. YZ yetenekleriyle donatılmış akıllı botlar, süreçlerin ihtiyacı olan verileri belgelerden otomatik olarak tanımakta, bilgileri sınıflandırıp kategorilere ayırmakta ve bilgi sistemlerine işleyerek süreçlerin hızlı ve kesintisiz işlenmesini sağlamaktadır. Böylece tekrarlayan veri girişleri ile kurala dayalı görevler, RPA botları tarafından hatasız ve hızlı biçimde yapılmaktadır.

Talep Tahmini

Şirketlerin geçmiş satış verileri, pazar eğilimleri ve diğer faktörler analiz edilerek talepteki dalgalanmaların tahmin edilmesi amacıyla YZ algoritmalarından yararlanılmaktadır. Örneğin, ürettiği farklı giyim ürünlerine olan talebi tahmin etmek isteyen bir konfeksiyon ürünleri üreticisini düşünelim. Sosyal medya trendleri, hava durumu tahminleri ve müşteri tercihleri gibi çeşitli kaynaklardan gelen verileri YZ algoritmaları ile analiz ederek olası talebi tahmin edebilir.

Böylece hangi ürünün ne zaman ne kadar imal edileceği belirlenebilir ve stok optimizasyonu ile dinamik fiyatlandırma yapılmasına imkan sağlanır.

7.2. Akıllı Fabrikalar

Sapio Research ve Rockwell Automation tarafından 2023 yılında, 13 ülkede 1.350 üreticinin katıldığı bir anket uygulanmış ve katılanların %97'sinin akıllı üretim teknolojilerini kullanmayı planladıkları görülmüştür. Bu teknolojilerin kullanımıyla üretim süreçlerinin birbirleri ile uyumlu biçimde çalışması, öngörücü tahminler ve isabetli kararların verilmesi için verilerin üretilmesi mümkün olmaktadır. Adından da anlaşılacağı gibi akıllı bir fabrika... akıllıdır. Makinelerin, iletişim ve bilgi işlem altyapılarının birbirine bağlı bir ağa sahip olan akıllı fabrika; verileri analiz etmek, otomatikleştirilmiş süreçleri yönlendirmek ve çalıştıkça öğrenmek için YZ ve makine öğrenimi gibi ileri teknolojileri kullanan siber-fiziksel bir sistemdir. Akıllı fabrikalar ve akıllı üretim, Endüstri 4.0 veya 4. Sanayi Devrimi olarak bilinen teknolojik dönüşümün bir parçasıdır. İlk üç sanayi devriminin her biri, çalışma ve mal üretme şeklimizi tamamen değiştiren yenilikçi bir teknolojiden doğmuştur. Başka bir deyişle üretimde buhar makinesi, montaj hattı ve bilgisayarın gücü kullanıldı. Buna karşın günümüzde dijital dönüşüm ve akıllı otomasyon, üretim süreçlerinin her aşamasında yoğun olarak kullanılmaya başlandı.

Geçtiğimiz birkaç yılda, dijital dönüşümün üretim operasyonları için acil önceliğe sahip olduğu anlaşıldı. Pandemi, küresel tedarik zinciri sorunları ile üretimdeki kırılganlıkları daha çok ortaya çıkardı. Forbes dergisinde yayınlanan bir makalede “COVID-19, imalat sanayinin zaten bilmesi gereken bir şeyi dünyaya gösterdi. Geleneksel tedarik zincirleri ve üretim ekosistemleri başarısız oluyor ve tamamen dijital olarak tasarlanmış daha uyarlanabilir, çevik bir çözüme geçmemiz gerekiyor.” ifadeleri üretim süreçlerindeki değişimin zorunluluğunu vurguluyor. Tüketici beklentileri de akıllı fabrika teknolojilerinin ve geleceğin fabrikasının gelişmesi yönünde itici güç oluşturuyor. Amazon etkisi olarak bilinen tüketicinin ertesi gün teslimata olan talebi hızla artıyor. Bunun sonucunda, eski sistemlerin bu baskıya karşı durabilmeleri için gereken lojistik ve depolama kapasitesi ölçeğini karşılamada yetersiz kaldıklarından akıllı fabrika teknolojisine ilgi gittikçe artmaktadır.

7.2.1. Akıllı Üretim ve Akıllı Fabrika

Akıllı fabrika, verileri sürekli olarak toplamak ve paylaşmak için bağlantılı cihazları, makineleri ve üretim sistemlerini kullanan dijitalleştirilmiş bir üretim tesisidir. Bu veriler daha sonra süreçleri iyileştirmeye yönelik kararları olabilmek ve ortaya çıkabilecek sorunları çözmek için kullanılır. Akıllı fabrikalar, tedarik zinciri yönetiminden üretim araçlarına ve hatta bireysel operatörlerin üretim alanındaki çalışmalarına kadar tüm üretim sürecini izlemek için dijital ve fiziksel dünyaları birbirine bağlar. Akıllı fabrikalar bilgi işlem ve dijital sistemlere bağımlı olduğundan siber güvenlik üzerinde özel olarak durulması gerekmektedir. Siber güvenlik önlemlerinin alınması maliyetli olduğundan akıllı fabrika yatırımlarına karar verirken dikkate alınması gereken ek bir maliyet yaratabilir.

Akıllı bir fabrika, uçtan uca üretim süreçlerini iyileştirmek ve makine operatörlerinin, hat amirlerinin, mühendislerin, şirket yöneticilerinin ve diğer çalışanların daha iyi kararlar almasına

yardımcı olmak amacıyla, gerçek zamanlı veri üretmek için birbirine bağlı sistem ve makineleri ifade eder. Bunun yanında imalat sektöründe uzun yıllardan beri robotik ve otomasyon teknolojilerinin kullandığını belirtmekte fayda var. Ancak bu tesisler, fiziksel ve dijital dünyaları bir araya getiren tam entegre sistem ve makineler kullanmadıklarından akıllı fabrikalar olarak kabul edilmiyor. Akıllı fabrikalar maliyetleri azaltabilmeleri, verimliliği artırabilmeleri, değişen talebe göre üretimin hızlı bir şekilde düzenlenmesine olanak sağlamaları, işçilere olan bağımlılığı ve ürün kusurlarını azaltabilmeleri nedeniyle üreticiler tarafından kurulmaya çalışılmaktadır. Örneğin internetten bir ürün sipariş edildiğinde, fabrika müşterinin bireysel arzularına göre üretim hattında herhangi bir değişikliğe gitmeden üretim yapılabilir. Eğer üretim hattında makinelerde değişim gerekli ise bunun tak çalıştır ilkesine göre yapılması mümkündür. Yani akıllı fabrika yaklaşımında, her parça birbiri ile uyumlu olmalı, lego gibi üretim hattında yer alan cihazlar ile fabrikalar sökülüp başka yere taşınabilmeli ve yeniden kurulabilmelidir. YZ, makine öğrenimi, nesnelerin interneti ve gelişmiş robot teknolojisi çoğu akıllı fabrikanın temel teknolojilerini oluşturmaktadır. Akıllı fabrika fikrinin oluşmasında

Akıllı Üretim

Bir ürün fiziksel ya da dijital olsun, katma değer süreçlerinin (örneğin imalat) sonucu ve tüketici ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde piyasaya sürülen değer olarak tanımlanabilir. Akıllı ürünler ise içerdikleri algılayıcılar ve mikroçipler ile bulundukları çevre hakkında bilgileri toplayan ürünler olarak tanımlayabiliriz. Akıllı ürünler makineler arasında iletişim kurabilir ve içerdikleri arayüzler (servisler) sayesinde kullanıcılar ile diyalog kurabilirler. Algılayıcılar ile topladığı bilgileri ile kendi başına karar verebilir ve tanımlı algoritmalara bağlı olarak kendi başına öğrenebilir diğer cihazlar ile bilgi alışverişi yapabilir. Otonom araçlar, giyilebilir teknoloji ürünleri, akıllı saatler, mobil cihazlar örnek olarak verilebilir.

Akıllı üretim, fabrikalardaki ve üretim tedarik zincirindeki fiziksel ve dijital süreçleri koordine etmek için teknolojilerin kullanılması olarak tanımlanabilir. Bu süreçler malzeme tedariki, lojistik, üretim ve bertarafı içerir. Akıllı üretimin temel hedefleri operasyonel performansı artırmak, arz ve talep dalgalanmalarına hızla yanıt vermektir. Akıllı üretim fabrikalarda, üretim tedarik zinciri boyunca veri toplamak ve süreçleri dijitalleştirmek için tamamen entegre teknolojilerin kullanılmasını gerekli kılar.

Akıllı Fabrika ve Akıllı Üretim Karşılaştırması

Akıllı üretim ve akıllı fabrika terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da aslında farklıdırlar. Akıllı üretim, performansı artırmak amacıyla fabrikalardaki ve tedarik zincirindeki fiziksel ve/veya dijital süreçleri koordine etmek için gelişmiş, bağlantılı teknolojilerin kullanılması kavramıdır. Akıllı fabrikalar ise robotlar, entegre montaj hatları ve endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT) olarak bilinen algılayıcıların gömülü olduğu ağ bağlantılı ekipmanlardan toplanan verileri kullanarak akıllı üretim yaklaşımının uygulamaya konmuş halidir. Örneğin akıllı bir fabrika, makinelere takılı algılayıcıları kullanarak potansiyel üretim hatalarını/arızalarını erkenden tespit edebilir ve bir robota, bir sorun ortaya çıkmadan önce müdahale etmesini söyleyebilir. Akıllı bir fabrikanın nihai hedefi süreçleri hızlandırmak ve

hataları ortadan kaldırmaktır. Akıllı fabrika otomasyonunda bile insanlar halen hayati bir rol oynuyorlar. Örneğin hat operatörleri, üretim verilerini mobil cihaz üzerinden takip edebilir ve verilere dayalı olarak bir makinenin farklı biçimde çalışmasına karar verebilir bu da makinenin veya tüm üretim hattının performansının iyileştirilmesine yardımcı olabilir.

Akıllı Fabrika Temel Faaliyetleri

Çoğu zaman otomatikleştirilmiş süreçlerin varlığının akıllı bir fabrikayı oluşturduğundan bahsedilir. Oysa ki otomasyon ve robot teknolojisi onlarca yıldır üretim süreçlerinde kullanılmaktadır. Birçok fabrikada imalat süreçlerinin çeşitli aşamalarında barkod tarayıcılar, kameralar ve dijitalleştirilmiş üretim ekipmanı gibi otomatik makineler kullanır. Ancak bu cihazlar birbirine bağlı olmadığından bu yapıdaki fabrikadaki çalışanlar, varlıklar ve veri yönetimi sistemlerinin tümü birbirinden ayrı olarak çalışır ve sürekli olarak elle kontrol edilerek uyumlu hale getirilirler. Buna karşın akıllı bir fabrikada ise makineler, insanlar ve derlenen veriler tek bir ekosisteme entegre edilerek çalışırlar. Akıllı bir fabrika yalnızca verileri toplayıp analiz etmekle kalmaz, süreçleri izleyerek deneyimlerden de öğrenir. Trendleri tahmin etmek, akıllı üretim iş akışları ile otomatikleştirilmiş süreçleri önermek ve uygulamak için veri kümelerini yorumlar, içgörüler elde eder. Akıllı bir fabrikanın temel yapısı üç başlıkta toplanabilir.

Veri toplama: YZ ve veritabanı teknolojileri sayesinde üretim yapan firma, tedarik zinciri ve ekosistemdeki diğer kaynaklardan veriler derlenir. Endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT) algılayıcılar ve iletişim altyapısı aracılığıyla bağlı makinelerin sisteme veri yollamasına imkan sağlar. Ayrıca YZ destekli sistemler aracılığı ile diğer veri portallarından pazar eğilimleri, lojistik gibi farklı veri kümeleri sisteme aktarılır.

Veri analizi: Makine öğrenimi ve akıllı iş sistemleri, toplanan tüm farklı verileri anlamlandırmak için gelişmiş analitik ve veri analizi çözümlerini kullanır. IIoT algılayıcıları, makinelerin tamir veya servise ihtiyacı olduğunda uyarı verebilir. Fırsatları ve riskleri tespit etmek için pazar ve operasyonel veriler derlenebilir. Aslında karşılaştırılabilen ve analiz edilebilen veri setleri, akıllı fabrika optimizasyonuna ve pazar tahminlerinde kullanılacak zengin bilgi kaynaklarıdır.

Akıllı fabrika otomasyonu: Veri toplama ve analiz gerçekleşikten sonra iş akışları oluşturulur ve sistemdeki makine ve cihazlara talimatlar gönderilir. Bu cihazlar fabrikanın içerisinde olabileceği gibi tedarik zincirindeki lojistik veya üretim bağlantılarının çok uzağında olabilir. Akıllı iş akışları ve süreçler sürekli olarak izlenmekte ve optimize edilmektedir. Bir ürüne yönelik talepte ani bir artış konusunda uyarı alınırsa, 3B yazıcı iş akışlarına o ürün için üretim önceliğini artırma talimatı verilebilir. Hammadde sevkiyatı gecikirse, herhangi bir aksamayı ortadan kaldırmak için stok risk seviyeleri güncellenebilir.

7.2.2. Akıllı Fabrika Seviyeleri

Bir fabrikayı akıllı hale getirmek pahalı bir uygulama gibi görünebilir, ancak üretim zincirinizdeki her makineyi değiştirmek zorunda kalmadan hızlı ve etkili değişiklikler yapabilir. Üretim zincirinizi değerlendirip en önemli parçaları seçilirse, tüm sürece fayda sağlayacak

değişiklikler hızlı bir şekilde yapılabilir. Bu kilit alanların analiz edilmesi, daha sonra nelerin iyileştirilmesi gerektiği konusunda bilgi sağlayabilir. Bu analiz farklı alanlarındaki uzmanların da dahil olduğu bir ekip tarafından yapılmalıdır. Çalışanların bu süreçlere dahil olması değişikliklerin daha kısa sürede gerçekleşmesini sağlar ve etkisini de artırır. Akıllı fabrikalar genellikle aşağıdaki dört düzeyde veya aşamada gelişir. Günümüzde çoğu fabrika birinci seviyedir.

1. Birinci Seviye: Temel Veri Kullanılabilirliği

Bu seviyede bir fabrika veya tesis aslında hiç de akıllı değildir. Bu seviyede tedarik zincirleri boyunca yer alan tüm aşamalardan ve fabrikalarındaki makinelerle bağlı algılayıcılardan iletilen büyük miktarda veri toplanmaktadır. Ancak toplanan bu verilerin bir araya getirilmesi ve analiz edilmesi zordur. Ayrıca eski sistemlerden veri çekmeyi de gerektirir; bu genellikle özel entegrasyonları, elektronik tabloları içe aktarmayı ve hatta verilerin yeniden girişini içeren manuel bir süreç olabilir.

2. İkinci Seviye: Proaktif Veri Analizi

Bu seviyede, farklı alanlardan ve kaynaklardan veriler derlenir, düzenlenir ve birleştirilir. Örneğin yöneticiler, farklı personel yetkinliklerinin üretimi nasıl etkilediğini bilmek isteyebilir; bu da İK ve operasyonel verileri ilişkilendiren temel bir analiz gerektirebilir. Derlenen tüm verilerin merkezi olarak birleştirilerek, erişilebilir olması sağlanarak anlamlandırılması için görselleştirme ve excel tabloları halinde düzenlenir. Bunların hepsi proaktif veri analizine imkan vermesine karşın yine de insan çabası gerektirmektedir.

3. Üçüncü Seviye: Aktif Veriler

YZ ve makine öğrenimini içeren gelişmiş analiz yöntemleri bu seviyede uygulanarak üreticilerin çok az manuel giriş ile gelecekteki sonuçları tahmin etmelerine yardımcı olur. Sistem ikinci seviyeye göre daha otomatiktir ve potansiyel arızaları/kusurları proaktif olarak tahmin etmek için önemli sorunları veya anormallikleri tahmin edebilir. Örneğin YZ algoritmaları, bir makinenin arızalanma olasılığının yüksek olduğu durumları tespit ederek operatörleri kalıcı hasarları ve uzun süreli maliyetli üretim kesintilerini önlemek için düzeltmeler yapmaları konusunda uyarabilir.

4. Dördüncü Seviye: Eylem Odaklı Veriler

Akıllı bir fabrika bu dördüncü seviyeye ulaştığında robotlar ve diğer makineler verileri sürekli analiz ederek insan müdahalesi olmadan kendi başlarına karar verebilirler. Örneğin akıllı bir fabrika tahmini tüketici talebine göre üretimi ölçeklendirebilir veya kusurlu bir girdinin tespit edilmesi için görüntü algılayıcısı kullanabilir ve bu parçanın üretim bandından çıkarılması için bir robota komut verebilir. Bu gibi faaliyetler ve kararlar daha sonra analiz edilmek için kaydedilir ve böylece sistem zaman içinde karar alma yeteneğini geliştirebilir. Bu seviyede üreticiler Endüstri 4.0'ın tam ve otonom vizyonunu hayata geçirmiş olurlar.

7.2.3. Akıllı Fabrika Bileşenleri

Akıllı fabrika bileşenleri, bir endüstriyel otomasyon sistemine entegre edilen ve üretim süreçlerini optimize etmek için veri toplayan, depolayan, analiz edilmesini sağlayan tüm donanım, yazılım ve teknolojileri içermektedir. Aşağıda akıllı fabrikaların temel bileşenleri hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

Algılayıcılar: Sıcaklık, titreşim, basınç, tork, yakınlık ve hareket gibi çeşitli faktörler hakkında veri toplamak için üreticilerin akıllı fabrika alanındaki makinelerin üzerine veya içine yerleştirdiği cihazlardır. Algılayıcılar, süreçleri izlemek için kullanılacak verileri toplamak amacıyla üretim sürecinin belirli aşamalarında kullanılır. Örneğin, algılayıcılar sıcaklığı veya diğer değişkenleri izleyebilir ve sorunları kendi kendine düzeltebilir veya çalışanları uyarabilir. Bu sensörler, birden fazla makinede birleşik izleme sağlamak için bir ağa bağlanabilirler.

Bulut bilişim: Verilerin, uygulamaların ve temel altyapının bulunduğu çoğu akıllı fabrikanın teknoloji temelidir. Bulut hizmetleri birçok önemli avantaj sunar. Üreticinin ihtiyaçlarına göre kolaylıkla ölçeklendirilebilirler. Performans ve diğer iyileştirmelerin yanı sıra yeni uygulama özellikleri, üreticinin BT ekiplerine pahalı, zaman alıcı yükseltmelerle yük bindirmeden internet üzerinden otomatik olarak sunulur. Bulut hizmetlerine her yerden erişilebilir ve genellikle güçlü güvenlik ve yedekleme özelliklerine sahiptirler. Üreticiler ise yalnızca ihtiyaç duydukları ve kullandıkları uygulama ile altyapı kapasitesi için ödeme yaparlar. Bulut ortamı, akıllı fabrikada tüm veri ve bilgilerin toplandığı merkez görevini görmektedir. Fabrikadaki tüm süreçlerin gerçek zamanlı verilerle çalışmasını, ürün yaşam döngüsü içindeki tüm varlıkların ve sistemlerin izlenmesini sağlar.

Makine öğrenimi: Makine öğreniminin akıllı fabrikaya sağladığı en değerli avantajlardan biri, gelişmiş tahmine dayalı bakım kapasitesidir. Üretim süreçlerini izleyerek ve analiz ederek, sistem arızası meydana gelmeden önce uyarılar gönderilebilir. Duruma göre otomatik bakım yapılabilir veya gerekiyorsa insan müdahalesi önerilebilir.

Büyük veri: Sağlam ve büyük veri kümeleri, akıllı bir fabrikada tahmine dayalı ve gelişmiş analizlerin gerçekleştirilmesi için gereklidir. Üreticiler, akıllı fabrikalarında büyük miktarda veri topluyor ve analiz ediyorlar. Toplanan bu veriler ile kestirimci bakım, anormallik tespiti, kalite kontrolleri, atık azaltma, süreç iyileştirmeleri ve pazar tahminleri yapılmaktadır. Örneğin, belirli bir ürüne yönelik talepte öngörülen ani artışı öngören bir üretici, montaj hattın da düzenleme yaparak bu ürünü daha fazla üretebilir.

Endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT): Akıllı bir fabrikada, cihazlar ve makineler ile veri akışı için algılayıcılar kullanılarak IIoT ağı oluşturulur. Yakın zamanda üretilen çoğu makinede veri aktarımı için gömülü aktarıcılar olmasına karşın daha eski olan analog makinelere bu algılayıcı ve aktarıcılar monte edilebilir. Temel olarak, cihazdan gönderilen veriler cihazın durumu ve etkinliği hakkında bilgi verir ve cihaza gönderilen veriler, cihazın eylemleri ile iş akışlarını kontrol eder ve otomatikleştirir. Örneğin IIoT'ye bağlı algılayıcılar, makinedeki olağandışı titreşimleri veya sıcaklık değişikliklerini tespit ederek çalışanları gelecekteki bakım sorunlarına karşı uyarabilir. Kestirimci bakım sayesinde üreticiler, bir sorun ortaya çıkmadan önce müdahale ederek maliyetli arıza sürelerini ve makinelerin hasar görmesini önleyebilir.

Dijital ikizler: Bir makinenin veya sistemin sanal kopyası onun dijital ikizi olarak tanımlanır. Dijital ikiz, fiziksel dünyada hiçbir riske veya kaynak israfına yol açmadan mevcut bir sistem üzerinden iyileştirme veya değişikliklerin nasıl yapılacağını ve etkilerini önceden tespit edilmesine imkan sağlamaktadır.

Eklemeli baskı: 3B baskı olarak da bilinir, akıllı fabrikaların talep üzerine üretim için akıllı otomasyon kullanmasına olanak tanır. Bu durum özellikle beklenmedik tedarik zinciri kesintileri veya ani ürün talebi zamanlarında çok önemlidir. Bunun yanında tam zamanında gerektiği kadar üretim yaklaşımı ile kaynak israfı büyük ölçüde azaltılabilir.

Sanal ve artırılmış gerçeklik: Artırılmış gerçeklik, dijital bilgilerin gerçekliğin üzerine yerleştirilmesini ve akıllı mobil cihazlar aracılığıyla görüntülenmesini içeren bir dijital teknolojidir; sanal gerçeklik ise özel gözlükler gerektiren bir sanal dünyadır. Bu teknolojilerin her ikisi de akıllı fabrika operatörlerinin ürünleri, üretim görevlerini ve ekipmanların bakım ve onarımını organize etmelerine yardımcı olabilir.

Blockchain: Blockchain tedarikçilerle akıllı sözleşmeler oluşturmaktan, malların menşeyini izlemeye ve tedarik zinciri süreçlerinin işletilmesine kadar birçok uygulaması vardır. Akıllı fabrikalarda blockchain, özellikle işletme genelindeki bağlı varlıklara ve makinelere erişimi yönetmek için kullanışlıdır; sistemin güvenliğini ve bu cihazlar tarafından tutulan kayıtların doğruluğunu sağlar.

Veritabanı işletim sistemleri: Veritabanları ve ERP sistemleri, Endüstri 4.0'ın, tüm akıllı fabrika ve akıllı tedarik zinciri çözümlerinin temel taşı oluşturmaktadır. Verimli bir tasarıma sahip veritabanları akıllı fabrikaların çalışması için ihtiyaç duydukları verileri saklama, işleme ve sunma aşamalarının hızlı ve kesintisiz yürütülmesine imkan sağlarlar.

Akıllı Fabrikaların Faydaları

Pek çok işletme, onlarca yıldır temelde değişmeyen tedarik zinciri operasyonları ve sistemleriyle faaliyetlerini yürütmeye çalıştılar. Ancak son yıllarda tüketici beklentileri ve ekonomik belirsizlik tedarik zinciri süreçlerinin sürekli izlenmesi ve üretime yansması için veriye dayalı çözümlere olan ilgi artmaya başladı. Akıllı fabrika çözümlerinin kullanılması sonucunda elde edilecek temel faydalar aşağıda özetlenmiştir.

Üretkenlik ve verimlilik: Akıllı fabrika teknolojileri, reaktif uygulamalara olan ihtiyacı azaltmak, tedarik zinciri yönetimini daha dayanıklı ve duyarlı bir seviyeye taşımak için tasarlanmıştır. Tahmine dayalı analitiklerin ve büyük veri analizinin kullanılması, optimize edilmiş süreçlerin tanımlanmasına ve uygulamaya konulmasına olanak sağlamaktadır. Tam zamanında üretim ve stok yönetimi, doğru talep tahmini ve pazara sunma hızının artması, akıllı fabrikaların sağladığı verimlilik avantajlarından birkaçıdır.

Sürdürülebilirlik ve güvenlik: Tüketiciler çevreye duyarlı yöntemler kullanılarak tedarik edildiğini ve üretildiğini bildikleri ürünler için giderek daha fazla harcama yapma eğiliminde oluyorlar. Akıllı fabrika teknolojileri işletmelerin daha yeşil, güvenli ve sosyal açıdan sorumlu üretim uygulamalarına yönelik fırsatları belirlemesini ve uygulamasını daha kolay hale getiriyor. Blockchain ve RFID algılayıcıları gibi dijital yenilikler, akıllı fabrika yöneticileri

tarafından, tedarik zincirindeki en uzak bağlantılardan bile gelen malzemelerin menşeyini ve kalite kontrolünü sağlamak için kullanılmaktadır.

Ürün kalitesi ve müşteri deneyimi: Akıllı fabrikalardaki bulut bağlantısı ve uçtan uca takip edilebilirlik sayesinde üretim sürecinin tüm aşamaları gerçek zamanlı bilgiler ve veriler ile iyileştirilir. Hızlı kişiselleştirilmiş üretim ve değişen trendlere yanıt verme yeteneği üretimin müşteri odaklı olmasına katkı vermektedir. Böylece işletmenin rekabet gücünün artmasına, daha kaliteli üretim yapılmasına ve iadelerin daha az olmasına neden olmaktadır.

7.3. Dijital İkiz

Dijital ikizler ilk olarak 1960'larda havacılık endüstrisi tarafından geliştirilmiş daha sonrasında büyük ölçüde nesnelerin interneti, büyük veri ve gömülü sistemler gibi teknolojilerin gelişmesi sayesinde yaygınlaşmaya başlamıştır. Dijital ikizler durum izleme, anormalliklerin tespitinden gelecekteki eğilimlerin tahmin edilmesine kadar tüm sürecin davranışını izlemek için fiziksel bir senaryonun sanal bir kopyasını oluştururlar. Dijital ikizler görsel olarak farklı olsalar da hepsinin ortak noktası, eşleştirdikleri fiziksel varlıkların gerçek durumunu yansıtacak şekilde sürekli güncellenmeleridir. Bu güncellemeler otomatik olarak, algılayıcılar aracılığıyla veya eğitimli personel tarafından fiziksel olarak incelenmesi yoluyla gerçekleşebilir. Endüstri 4.0'ın kurguladığı yeni paradigma ile üretim; “çevredeki fiziksel varlıklarla yoğun bağlantı içinde olan, işbirliği yapan bilişimsel varlıkların sistemleri” olarak tanımlanan siber-fiziksel sistemler (CPS) kavramına dayanan akıllı nesneleri kapsayacak şekilde dönüşmeye başladı. Dijital ikiz en basit anlamıyla bir sürecin, ürünün veya hizmetin sanal ortama aktarılmış modelidir. Dijital ikiz fiziksel bir varlığın, sürecin veya sistemin davranışını, özelliklerini ve performansını kopyalayan YZ tabanlı sanal temsili olarak tanımlanabilir. Fiziksel ve dijital dünyaların eşleştirilmesi, verileri analiz etmemize ve sorunları ortaya çıkmadan önce önlemek için sistemleri izlememize imkan sağlamaktadır. Örneğin bir fabrika özelinde düşünersek, dijital ikiz bu fabrikanın en ince ayrıntısına kadar sanal ortama aktarılmış halidir. Makinelerde bulunan algılayıcılar aracılığı ile çalışmalar ve süreçler hakkında ki veriler dijital ikize anında aktarılmakta, böylece tüm fabrikayı gerçek zamanlı olarak izleyebilme imkanına sahip olmaktadır. Dijital ikiz çeşitli algılayıcılar, farklı makine öğrenimi ve YZ teknikleri, bulut ve nesnelerin interneti teknolojileri kullanılarak oluşturulur. İmalat endüstrilerinde süreçler, dijital gölgeler olarak da bilinen bir dijital ikiz modeli aracılığıyla izlenebiliyor, kontrol edilebiliyor ve optimize edilebiliyor.

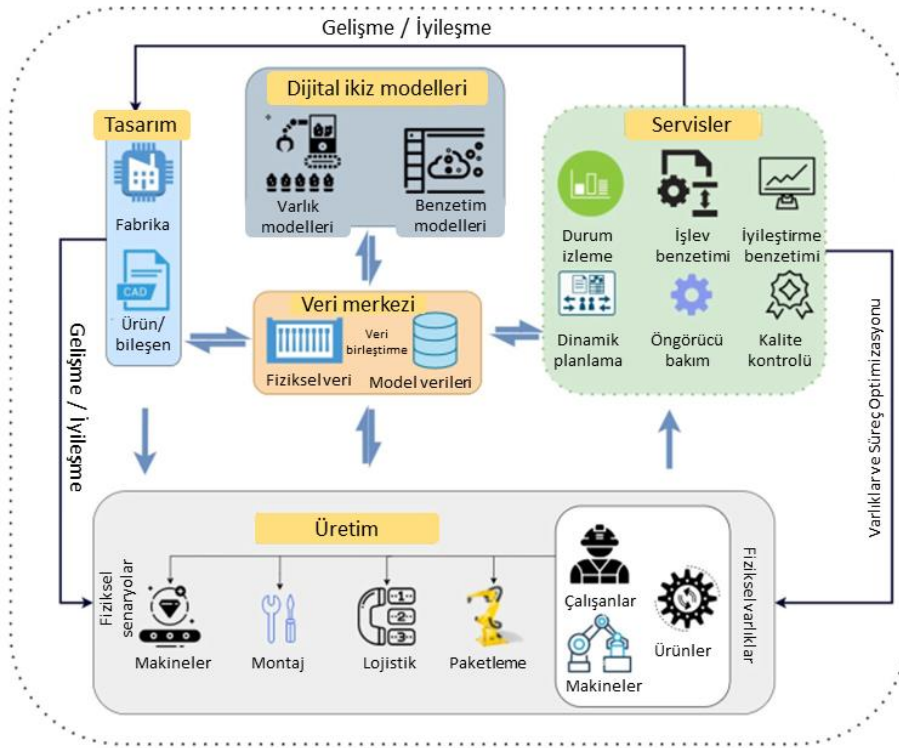
7.3.1. Dijital İkiz Kavramsal Çerçevesi

Dijital ikiz, fiziksel alanda çalışan bir varlığın veya sürecin sanal bir kopyasıdır. Fiziksel ve sanal katmanları içerir. Fiziksel katman, fiziksel varlıklar veya süreçlerden oluşurken, sanal katman fiziksel sistem veya süreçlerden derlenen veriler ve modellerinden oluşur. Sanal katmanın üç özelliği vardır. Bunlar fiziksel sistem/süreçle senkronizasyon, gerçek zamanlı veri toplama ve benzetim ile öngörücü tahmindir. YZ teknolojileri ise dijital ikiz modellerini, süreci optimize edebilen akıllı modellere dönüştürüyor. Herhangi bir fiziksel varlığın veya sürecin tam bir dijital ikiz modelini oluşturmak için algılama, iletişim, bulut ve hesaplama teknolojileri gibi farklı teknolojiler bir arada kullanılmaktadır. Fiziksel varlık, dijital ikizin temelini

oluşturmaktadır. Fiziksel varlık çoğu zaman cihazı, makineyi, süreci, ürünü, fiziksel sistemi veya organizasyonu ifade eder. Sanal kopya, fiziksel, matematiksel ve istatistiksel yöntemler kullanılarak oluşturulmaktadır.

Veriler bir dijital ikizin en önemli bileşenlerinden birisini oluşturmaktadır. Geliştirme, uygulama ve operasyonel aşamalar sırasında dijital ikiz, çok boyutlu ve heterojen veriler üzerinde çalışır. Veriler algılayıcılardan gelebilir veya benzetim, kullanıcı deneyimleri veya uzman bilgisi olabilir. Fiziksel varlıklar sanal model, veriler ve hizmetler arasında etkili veri ve bilgi alışverişine imkan sağlanması için kesintisiz ve hızlı bağlantı altyapısına ihtiyaç duyarlar. Genelde altı tür bağlantı vardır; bunlar 1) fiziksel varlık ve hizmetleri, 2) fiziksel varlık ve sanal model, 3) fiziksel varlık ve veriler, 4) sanal model ve hizmetleri, 5) sanal model ve veriler ile 6) hizmetler ve hizmetler arasındaki bağlantılardır.

Şekil 7.1. Dijital ikiz temel katmanları



Beş katmanlı bir model kullanılarak üretimde dijital ikizin kavramsal çerçevesi Şekil 7.1'de gösterilmektedir. Üretim katmanı fiziksel varlıklar, makineler, montaj, lojistik, paketleme, ürünler ve çalışanları içeren çeşitli fiziksel kaynakları içerir. Bu fiziksel varlıklar ve senaryolar dijital ikiz modelinin temelini oluşturur. Veri merkezi katmanı ise veri aktarma, toplama ile veri depolama ve işleme katmanıdır. Bu merkez farklı algılayıcılar, aktüatörler ve modeller ile fiziksel süreçten verileri toplamak, depolamak ve analiz etmek için kullanılır. Veri merkezi diğer katmanların aralarında etkili veri ve bilgi alışverişini kolaylaştırmak için bir iletişim ağ geçidi oluşturur. Servisler katmanı bulut altyapısı aracılığıyla durum izleme, süreç simülasyonu, öngörücü bakım, dinamik planlama ve kalite kontrol gibi gerçek zamanlı bilgiler sağlar. Bu bilgiler veri merkezi aracılığı ile dijital ikiz modellerinin çalıştırılması için kullanılır.

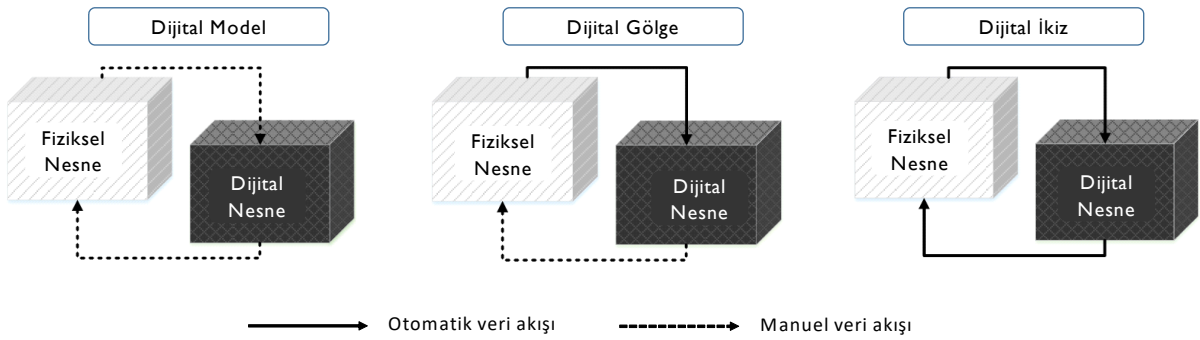
Modellerin sonuçlarına göre verilen kararlar uygulanırken, veri merkezine yapılan geri bildirimlerin servisler ile tasarım grubuyla paylaşılması sağlanır. Servisler ve tasarım katmanı gelen bu geri bildirimleri kullanarak tasarımı, operasyonel parametreleri, süreç planlarını ve programları iyileştirir veya değiştirir.

7.3.2. Dijital Model, Dijital Gölge ve Dijital İkiz

Fiziksel varlıkların dijital ortamda simüle edilmesi, veri akışlarının yönüne bağlı olarak farklı biçimlerde olmaktadır. Şekil 7.2’de görülebileceği gibi dijital model, dijital gölge ve dijital ikiz olarak adlandırılan bu yapılar aşağıda kısaca açıklanmıştır. Aslında bakıldığında temel dijital ikiz modelinin üç bileşene sahip olduğunu söyleyebiliriz. Bunları fiziksel varlık, sanal ortamdaki varlık ile fiziksel ve sanal varlıkları birbirine bağlayan bilgi/veri ağları biçiminde ifade edebiliriz.

Dijital model: Bir fiziksel nesnenin, dijital nesne ile arasında herhangi bir otomatik veri alışverişi olmayan, dijital temsili olarak tanımlanır. Dijital temsil, fiziksel nesnenin az çok kapsamlı bir gösterimini içerebilir. Dijital modeller fabrika simülasyonlarını, yeni ürünlerin dijital modellerini veya otomatik veri entegrasyonunu kullanmayan sadece fiziksel bir varlığın modellerini içerebilirler. Şekil 7.2’de görülebileceği gibi dijital modellerde tüm veri alışverişi manuel olarak yapılır. Fiziksel nesnenin durumundaki bir değişikliğin, dijital model üzerinde doğrudan bir etkisi yoktur ve bunun tersi de geçerlidir.

Şekil 7.2 Fiziksel varlıkların dijital yapıları



Dijital gölge: Dijital modelin tanımına dayanarak, mevcut bir fiziksel nesne ile dijital bir nesne arasında otomatikleştirilmiş tek yönlü bir veri akışı varsa, böyle bir yapıya dijital gölge adı verilebilir. Fiziksel nesnenin durumundaki bir değişiklik, dijital nesnenin durumunda otomatik olarak değişikliğe yol açar, ancak bunun tersi geçerli değildir.

Dijital ikiz: Mevcut bir fiziksel nesne ile dijital bir nesne arasındaki veri akışları her iki yönde de tamamen entegre ve otomatik ise bu yapıya dijital ikiz adı verilebilir. Böyle bir yapıda dijital nesne, fiziksel nesnenin kontrol örneği olarak da hareket edebilir. Dijital nesnede durum değişikliklerine neden olan fiziksel veya dijital başka nesneler de olabilir. Fiziksel nesnenin durumundaki bir değişiklik doğrudan dijital nesnenin durumunda bir değişikliğe yol açar ve bunun tersi de geçerlidir.

7.3.3. Dijital İkiz Türleri

Kısıtları ve uygulama alanlarına bağlı olarak dijital ikizler bileşen ikizleri, varlık ikizleri, sistem ikizleri ve süreç ikizleri olma üzere dört başlık altında gruplanabilirler.

Bileşen ikizleri: Bunlar örneğin bir uçağın motoru gibi sistemde var olan tek bir bileşene odaklanırlar. Performansının gerçek zamanlı olarak analiz edilmesi, potansiyel sorunların önceden tahmin edilmesini sağlar ve bakım verimliliğini artırır.

Varlık ikizleri: Bir uçağın tüm algılayıcıları ve sistemlerini içeren kapsamlı bir dijital simülasyonu olduğunu varsayalım. Böylece havayollarının operasyonlarını takip etmesine, uçuş rotalarını iyileştirmesine ve pilotlar için eğitim senaryolarını simüle etmesine olanak tanır.

Sistem ikizleri: Dijital muadili haline getirilmiş bir havaalanı olsun. Yolcu hareketlerinin, bagaj taşıma işlemlerinin ve güvenlik prosedürlerinin uygulanmasının simüle edilmesi ve iyileştirilmesi amacıyla sistem izlenir ve yolcuların sorunsuz biçimde seyahat etmeleri sağlanır.

Süreç ikizleri: Karmaşık bir üretim sistemini ve süreçlerinin olduğu varsayalım. Dijital bir kopya, tüm süreci modelleyebilir, darboğazları belirleyebilir ve maksimum verimlilik için üretimi optimize edebilir.

Tablo 7.1’de dijital ikiz türleri odaklanma, faydaları ve kısıtları açısından karşılaştırılmıştır. Hangi türün kullanılacağı eldeki imkanlar ile hedeflenen amaçlara göre farklılık göstermektedir.

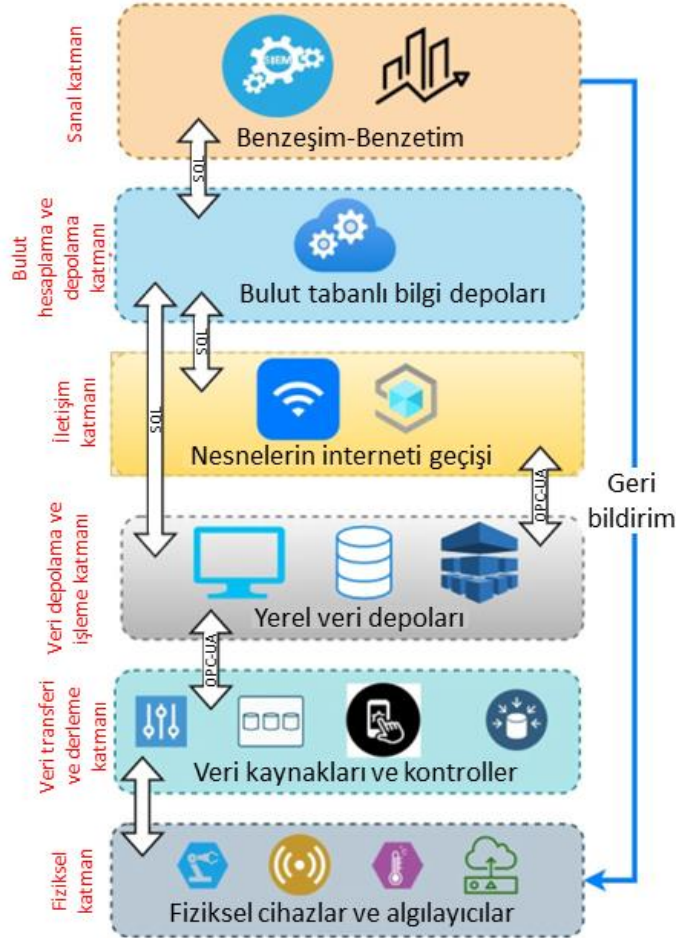
Tablo 7.1 Dijital ikiz türleri karşılaştırma tablosu

Tür	Odaklanma	Örnek	Faydaları	Kısıtları
Bileşen İkizleri	Büyük sistemin tek bir bileşeni	Araba motoru, güneş paneli, türbin kanadı	Öngörücü bakım ve arıza tespiti, performans optimizasyonu	Sınırlı kapsam, daha büyük sistemle entegrasyon zorluğu
Varlık İkizleri	Çeşitli tekil bileşenlerden oluşan bir varlığın bütünü	Uçak, rüzgar türbini, bina	Operasyonel verimlilik, eğitim simülasyonu, kaynak yönetimi	Yüksek veri hacmi ve karmaşıklığı, model doğruluğu endişeleri
Sistem İkizleri	Birden fazla varlık ve süreç içeren karmaşık sistemler	Havaalanı, elektrik şebekesi, trafik ağı	Sistem çapında optimizasyon, anormallik tespiti	Farklı sistemler arasında ölçeklenebilirlik ve birlikte çalışabilirlik zorluğu
Süreç İkizleri	Üretim, lojistik, tedarik zinciri süreçleri gibi entegre sistemler	Kimya tesisi, montaj hattı, dağıtım ağı	Süreç optimizasyonu, darboğaz tespiti, kaynak tahsisi	Dinamik süreçleri modelleme, gerçek zamanlı verileri entegre etme zorluğu

7.3.4. Dijital İkiz Mimarisi

Farklı amaçlar için kurgulanabilen dijital ikiz mimarisi temel olarak Şekil 7.3’de verildiği biçimde farklı katmanlardan oluşmaktadır. Bu mimari yapıda sanal ortamda veri aktarılması, işlenmesi, toplanması, analizi yapılır, fiziksel ortam ile iletişim çeşitli cihazlar, algılayıcılar ve veri toplama sistemleri üzerinden gerçekleşir.

Şekil 7.3 Dijital ikiz mimarisi katmanları



- Dijital ikiz mimarisinde fiziksel katman ile veri transferi ve derleme katmanları; fiziksel varlığı, cihazı veya süreci ifade ederler. Fiziksel katman aktüatörler, algılayıcılar ve diğer fiziksel cihazları içerirken fiziksel varlığın ihtiyaç duyduğu veriler, veri transferi ve derleme katmanı tarafından sağlanır.
- Veri depolama ve işleme katmanı kontrol değerlerini, veri transferi ve derleme katmanından alan, yerel veritabanını barındırır. Farklı katmanlar arasındaki iletişim için gerekli olan arayüz altyapısı ve fiziksel varlığın tamamı, veri depolama ve işleme katmanındadır. Burada endüstriyel otomasyon sistemlerinde veri paylaşımı ve iletişim için kullanılan bir iletişim protokolü olan OPC-UA (Open Platform Communications

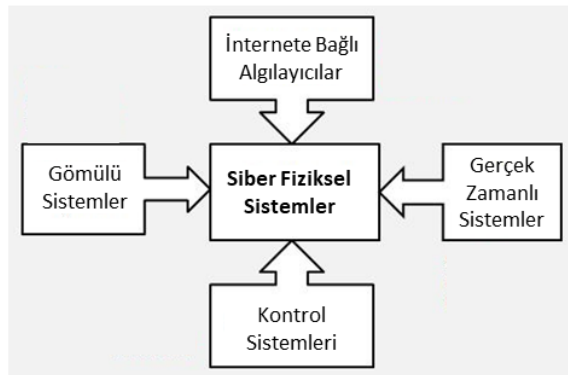
Unified Architecture) katmanlar arasında etkili veri alışverişi için önemli bir altyapı sağlamaktadır.

- İletişim katmanı, nesnelerin interneti teknolojileri tarafından desteklenen ve veriden bilgiye dönüşümün olduğu katmandır. Bu katman, veri depolama ve işlemi katmanından elde edilen bilgilerin değerini artırır ve bu verileri mimarinin üst seviyeleri için daha değerli hale getirecek biçimde işler.
- İletişim katmanı veri transferi ve derleme katmanındaki verileri, bulut hesaplama ve depolama katmanına gönderilecek bilgilere dönüştürerek, veri depolama ve işleme katmanı ile bulut hesaplama ve depolama katmanını bağlar.
- Bulut hesaplama ve depolama katmanı ile sanal katman, sırasıyla bulut depolarını ve benzeşim ve benzetim araçlarını içerir. Bulut hesaplama ve depolama katmanı, bir önceki katmandan elde edilen geçmiş bilgileri saklar. Bulut hesaplama ve depolama katmanı; dijital ikizin kullanılabilirliğini, erişim kolaylığını ve hassasiyetini artırır. Sanal katman makine performansının gerçek zamanlı izlenmesini sağlayan ve fiziksel ikizin geçmiş bilgilerini içeren mimarinin son katmanıdır. Bu katman, karar verme, optimizasyon ve çeşitli görev ve süreçlerin tahmin edilmesine yardımcı olan, fiziksel ikizin sanal bir kopyasıyla kullanıcı entegrasyonunu kolaylaştırır.

7.3.5. Siber Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistem (SFS) terimi İlk defa 2006 yılında Dr. James Truchard tarafından kullanılmıştır. Tanım olarak sanal dünya ile fiziksel dünyanın birleşimi olarak ifade edilmiştir. SFS temel olarak hesaplama, iletişim ve kontrol sistemlerinin birleşiminden oluşmaktadır. SFS fiziksel süreçleri izlemek ve kontrol etmek için bilgisayar ve fiziksel bileşenleri birleştiren bir sistemdir. Bu sistemler algılama, harekete geçirme, hesaplama ve iletişim yeteneklerini birleştirir. SFS dinamik karar almayı mümkün kılan gerçek zamanlı hesaplama yeteneklerine sahiptir. SFS üretim haricinde iletişim ve tüketici elektroniği de dahil olmak üzere çok çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Şekil 7.4 Siber fiziksel sistem bileşenleri



SFS sibernetik, mekatronik, kontrol teorisi, sistem mühendisliği, gömülü sistemler, algılayıcılar, dağıtılmış kontrol ve iletişim unsurlarının birleşimidir. SFS; gerçek zamanlı

sistemler, gömülü sistemler, kablosuz sensör ağları ve kontrol sistemlerinin birleşimi olarak Şekil 7.4'teki gibi görselleştirilebilir. Dolayısıyla Şekil 7.4'de gösterildiği gibi SFS, bu sistemlerin istenen özelliklerini birleştirir ve daha düşük maliyetle yeni yapıların kurulmasına, performansın artırılmasına ve fiziksel sistemlerin daha güvenli çalışmasına olanak tanır. SFS'nin uygulama aşamaları aşağıda verilmiştir.

Akıllı iletişim: SFS uygulamalarının geliştirilmesinde ilk aşama, makine ve bileşenlerinden güvenilir veri toplanmasıdır. Veriler doğrudan algılayıcılar (titreşim, hız, sıcaklık vb) tarafından ölçülebilir, kontrol kartlarından toplanabilir veya ERP CMM gibi üretim sistemlerinden elde edilir. Bu aşamada farklı yapı ve tipteki verilerin toplanması yönetilmesi ve merkezi depolama yerlerine aktarılması için özel standartlar, protokoller ve yazılımlar kullanılmalıdır.

Veriden bilgiye dönüştürme: Toplanan verilerin bilgiye dönüştürülmesi için birçok araç ve yöntem vardır. Bu amaçla makine öğrenmesi ile YZ algoritmaları sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Çıkarsama: Sisteme bağlı makinelerden alınan bildirimler ile bilgi elde edilir. Elde edilen bu bilgiler YZ yaklaşımları ile analiz edilerek makinenin durumu hakkında çıkarımlar yapılır. Makineden elde edilen bilgiler tarihsel değerler ile karşılaştırılarak makinenin performansı ve gelecekteki durumu hakkında tahminlerde yapılır. Anlamlı düzeyde farklılıkların olması durumunda uyarı mekanizması devreye girer.

İdrak kabiliyeti: Takip edilen sistemin anlaşılması ve bilgilerin zenginleştirilmesi aşamasıdır. Uzman kullanıcılar tarafından doğru kararların verilmesine destek olur. Bilgi grafikleri yardımıyla kullanıcılara toplanan bilgiler özet halinde sunulur. Bunun yanında tarihsel kayıtlar kullanılarak yapılan simülasyon çalışmaları ile önleyici faaliyetler ve gelecek planlamaların yapılması mümkün olur.

Ayarlama-düzenleme: Siber ortamdan toplanan geri bildirimlerin fiziksel ortama aktarımı ve makinelerin kendilerini ayarlama ve uyarılma aşamasıdır. İdrak kabiliyeti aşamasından elde edilen geri bildirimler düzeltici ve önleyici amaçla kullanılır.

Dijital İkiz ile Siber Fiziksel Sistemlerin Karşılaştırması

Dijital ikizler ve siber fiziksel sistemler farklı anlamları barındırmaktadır. Her ikisi de fiziksel ve dijital yapıların entegrasyonu ile ilgili olsa da farklı işlev ve uygulamalara sahiptir. Dijital ikiz, fiziksel sistemi izlemek ve kontrol etmek için SFS ile birlikte kullanılabilir ancak SFS ile aynı değildir. SFS gerçek fiziksel sistemdir, dijital ikiz ise bunun sanal bir temsidir. SFS hesaplama, iletişim ve fiziksel süreçleri entegre eden sistemlerdir. Siber kısmın fiziksel kısmı izlediği ve kontrol ettiği fiziksel ve siber dünyalar arasındaki sıkı etkileşimi içerirler.

Dijital ikizler ise fiziksel nesnelerin, sistemlerin veya süreçlerin sanal temsilleridir. Simülasyon, analiz ve kontrol için kullanılabilecek fiziksel nesnenin dijital bir kopyasını oluşturmak için sensörlerden ve diğer kaynaklardan gelen gerçek zamanlı verileri kullanırlar. Bir SFS'nin performansını izlemek için bir dijital ikiz kullanılabilir, böylece çalışmasını optimize etmek ve potansiyel arızaları tahmin etmek için kullanılabilecek bilgiler sağlanır. Kısacası, SFS gerçek fiziksel sistemdir ve dijital ikiz, fiziksel sistemleri izlemek, analiz etmek ve kontrol etmek için

kullanılan sanal bir kopyasıdır. Aşağıda SFS ile dijital ikiz arasındaki farklılıklar bazı örnekler ile verilmiştir.

Siber fiziksel sistemler: Fabrikanın fiziksel süreçlerinin bir bilgisayar sistemi tarafından kontrol edildiği üretim tesislerinde kullanılanlar gibi endüstriyel kontrol sistemleri ilk örnek olarak verilebilir. Fiziksel hareketin sensör verilerini işleyen ve bu verilere dayanarak kararlar veren bir bilgisayar sistemi tarafından kontrol edildiği otonom araçlarda bir diğer örnektir. Son olarak akıllı şebeke sistemleri, fiziksel güç şebekesinin, elektrik dağıtımını yöneten bir bilgisayar sistemi tarafından izlendiği ve kontrol edildiği sistemlerde SFS'lere örnektir.

Dijital ikizler: Bakımın ne zaman gerekli olduğunu tahmin etmek için kullanılabilen, makinenin fiziksel durumunun sanal bir temsilini oluşturmak için algılayıcı verilerini kullanan bir üretim makinesinin dijital ikizini ilk örnek olarak verebiliriz. Fiziksel performansının sanal bir temsilini oluşturmak için algılayıcı verilerini kullanarak oluşturulan motorunun dijital ikizini örnek olarak verebiliriz. Trafik yönetimi ve acil müdahale planlaması için kullanılabilecek, şehrin fiziksel altyapısının sanal bir temsilini oluşturmak için algılayıcı verilerini kullanan şehir altyapı şebekesinin dijital ikizi de bir diğer örnektir.

7.4. Endüstri 4.0

Endüstri 4.0 temelde Alman sanayi sektöründe daha çok bilişim teknolojilerinin kullanılmasını amaçlayan bir strateji çerçevesinde ortaya çıkmıştır. Bu strateji kapsamında büyük veri, nesnelerin interneti, robot ve otomasyon teknolojilerini daha fazla kullanarak akıllı fabrikalarda akıllı ürünlerin üretilmesi amaçlanmaktadır. Bunun yanında piyasa talebine göre kurgulanan üretim modelleri kişiselleştirilmiş ürünlerin düşük maliyetlerle üretilmesi ile enerji ve hammadde maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir. Ayrıca üretimin esnekleştirilmesi verimliliği artırırken, hammadde ve kaynak kullanımını da azaltacaktır.

Rekabet koşulları ile kaynaklara erişimin gittikçe zorlaştığı günümüzde, üretim süreçleri ile ilgili verinin toplanması, planlama ve kontrol süreçlerine dahil edilmesi, modelleme ve benzetim, bulut bilişim ve büyük veri analizleri gibi yöntemler, yeni bir endüstriyel devriminin yaşanmasına neden oluyor. Müşteri ve tedarikçilerden toplanan veriler doğrultusunda üretimin daha verimli olmasını sağlayacak çıkarımlar ile gelecek piyasa koşullarının tahmin edilmesi üzerine inşa edilen süreçler akıllı, karanlık ve insansız fabrikaların temellerini atmıştır.

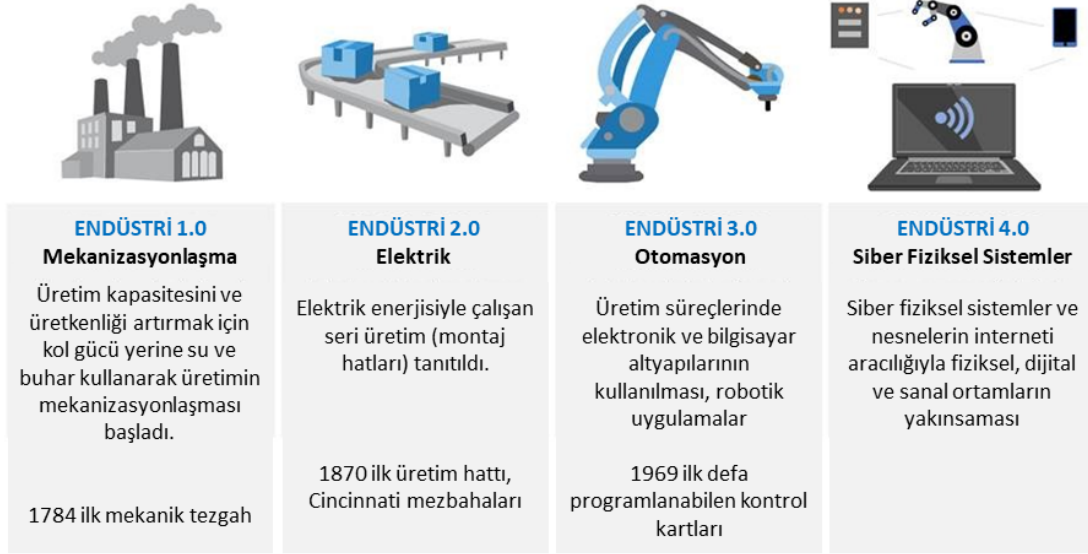
Bununla birlikte fabrikaların içerisinde yer alan imalat öbekleri, makineler, stok, kalite yönetim sistemleri, kurumsal kaynak planlama uygulamaları ile hammadde ve yarı mamullerin kendi aralarında haberleşmeleri ve aktarımlarının kesintisiz, hızlı ve kaliteli gerçekleşmesi için güçlü bir iletişim altyapısının sağlanması gereklidir. Aslında endüstri 4.0 vizyonunu kendi kendini düzenleyebilen otonom üretim sistemler ile değer zincirindeki tüm süreçler arasında kapsamlı ve kaliteli iletişimin olduğu, üretim ve hizmet faaliyetleri olarak tanımlayabiliriz.

7.4.1. Endüstri Devrimleri

“Sanayi devrimi” terimi, iktisatçı Arnold Toynbee'nin 1760'tan 1840'a kadar olan dönemdeki değişimlere ilişkin derslerinin 1884'te yayımlanmasıyla dikkat çekti. Daha sonra birçok

araştırmacı tarafından toplum üzerinde yüksek etkiye sahip teknolojik değişim dönemlerini tanımlamak için kullanıldı. Yıllar boyunca başlangıcı ve bitişi tam olarak tespit edilemeyen birçok devrim olarak nitelendirilen değişimler yaşandı. Ancak Şekil 7.5’ de gösterildiği gibi genel kabul görmüş 4 endüstri devrim döneminden bahsedilmektedir.

Şekil 7.5 Endüstri devrimleri



Birinci Endüstri Devrimi – Mekanizasyonlaşma (1784-1870):

18. yüzyılın sonlarında süreçler yalnızca imalat ve mal ticaretine dayalıyken, elektrikli dokuma tezgahı ve buhar makinesi icatları üretim sürecini değiştirdi. Böylece imalatın üretim gücünü artırmış ve fabrikaların kurulmasına neden olmuştur. İngiltere’de başlayan bu devrim ilk önce tekstil sektöründe yaşanmış daha sonra birçok sektörü etkilemiştir. Bu devrimin ana itici gücü buhar motorunun kullanılmasıdır. Buhar motoru, su çarkından daha güçlü olmasının yanı sıra üretime daha fazla özerklik kazandırdı. Örneğin konumu nehirlerden uzak olabileceği için tesisler sel ve kuraklık gibi çevresel faktörlerden daha az etkilendir. Buna bağlı olarak kullanımı hızla yaygınlaştı ve verimli üretimin de temelleri atıldı. İlk olarak mekanik örgü ve dokuma tezgahları kullanılmaya başlandı. Bu dönemde İngiltere’de tarımda kullanılmaya başlanan mekanize aletler sayesinde gıda ve yün verimliliğinin artması, satış sistemi, mal ve para akışını teşvik eden kırsal bir imalat ağının oluşması, artan denizaşırı ticaret ve kömürün varlığı imalatı verimli hale getirmiştir. Ancak bu devrim ekonomik ve sosyal hayatta köklü değişikliklere yol açmıştır. Örneğin maaş dışında hiçbir geliri olmayan çalışanların ortaya çıkışı, iş ve kişisel yaşamın ayrılması, mesai saatleri ile fabrika ritmine rutin bağlılık, kentsel merkezlerin büyümesi gibi unsurlar verilebilir.

İkinci Endüstri Devrimi- Elektrik (1870-1969)

19. yüzyılın sonlarında yeni bir enerji kaynağı olan elektriğin ortaya çıkışı sonucunda kurgulanan seri üretim, ABD’nin öncülüğünde gerçekleşen ikinci endüstri devrimini başlatmıştır. Enerji kaynağındaki bu gelişme demiryolları ile çelik ve kimya sektörlerini

doğrudan etkilemiştir. Aynı zamanda değiştirilebilir parçaların ve montaj hattının kullanılmasıyla seri üretim sisteminin geliştirilmesi sonucunda büyük miktarlarda üretim yapılmaya başlandı. İkinci endüstri devrimi 1893'teki “büyük bunalım” ve 1930'daki kriz ile iki dünya savaşının yaşanması nedeniyle zorlu bir dönemdir. Ancak genel olarak bu dönemde rekabetin arttığı ve sermaye varlığının önemli olduğu söylenebilir. Buna bağlı olarak üretimi arttırıcı teknolojilerin geliştirilmesi ile bilimsel bilgi daha gerekli hale geldi ve şirketlerin bünyesinde ar-ge birimleri kurmaya başlandı. Ürün bolluğu fiyatların düşmesine sonrasında da daha çok insanın bu ürünleri satın almasına olanak sağladı. Öte yandan, üretim süreci çok katı hale geldi, dolayısıyla herhangi bir ürün değişikliği zaman alıcı ve maliyetli olmaya başladı. Seri üretimle bağlantılı endüstriyel faaliyetlerin çoğalması, vasıfsız işgücüne olan ihtiyacı artırmış ve bazı ülkeler yurtdışından işçi çekmek için kampanyalar düzenlemiştir. Bu devrim şirketlerin önemini artırmış ve bazı büyük şirketler kendi hükümetlerinden daha güçlü hale gelmişlerdir. Bu dönemde, özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra gelir önemli ölçüde artmış ve dayanıklı tüketim malları daha kolay edilebildiği için toplumsal yaşam standartlarını da artmıştır.

Üçüncü Endüstri Devrimi- Otomasyon (1969-bugün):

Üçüncü endüstri devrimi, enerji kaynaklarında bir değişiklik değil üretimi otomatikleştirmek için elektronik ile bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BT) kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. 70'li yıllarda bilgisayar, yazılım ve çiplerle birlikte üretim süreçlerinin otomasyonu yapılandırıldı. ABD bu devrime öncülük etmiş ancak Asya ülkelerinin de önemli katkıda bulunduklarını belirtmemiz gerekir. Bu devrim sırasında imalat, elektronik ve BT daha önce elle yapılan bir dizi faaliyeti, hatta planlama ve kontrolü bile otomatikleştirdi. Bu teknolojilerin yayılmasıyla birlikte, 1980'lerde bilgisayarla bütünsel üretim (CIM), bilgisayar destekli tasarım (CAD), bilgisayar destekli üretim (CAM) gibi bir dizi teknolojiyle esnek üretim sistemleri (FMS) ortaya çıktı. Bu devrimin temel amacının daha fazla esneklik, daha kısa üretim döngüleri, daha kişiselleştirilmiş ürünler, değişen pazar taleplerine daha hızlı yanıt vermek, süreçlerin daha iyi kontrol ve doğruluğunu sağlamak olduğunu söyleyebiliriz.

Dördüncü Endüstri Devrimi- Siber Fiziksel Sistemler (bugün-):

Endüstri 4.0 ilk defa Kasım 2011'de Alman hükümeti tarafından yayınlanan 2020 için yüksek strateji başlıklı raporunda geçmektedir. Burada mekanik, elektronik ve bilginin birleşiminin sanayileşmede 4. aşama olan ve “Endüstri 4.0” olarak adlandırılan yapıya karşılık geldiği ifade edilmektedir. Hannover endüstri fuarında da ilk defa sunumlarda kullanılmıştır. Dördüncü endüstri devriminin ana teknolojisi, fiziksel ve siber netik sistemlerin birleşimi olarak tanımlanan siber-fiziksel sistemdir. Bu sistemde fiziksel ve siber sistemler sanki tek bir sistemmiş gibi hareket eder: Fiziksel ortamda gerçekleşen her şey sanal alanı etkiler ve bunun tersi de geçerlidir. Üretimde CPS, çift temsile dayalı olarak akıllı hale gelen otonom üretken süreçlerin geliştirilmesini sağlar: iletişim ve karar algoritmaları aracılığıyla bileşenler, üretim hattındaki konfigürasyonlarına ve yollarına karar verebilir.

Endüstri 4.0 sadece robot ve üretimin otomasyonu ile sınırlı değildir. İş süreçlerinin dijitalleşmesi ile tedarik aşamasından başlayıp, nihai ürünün ortaya çıkarılması ve son

kullanıcıya teslim edilmesi, servis, onarım, değişim ve imha aşamalarının tamamını kapsamaktadır. Endüstri 4.0'ın temel yaklaşımından birisi farklı ürün ve süreç konfigürasyonlarını kullanmak amacıyla, modüler ve kendi kendini yapılandırabilen tak-çalıştır sistemleri geliştirmektir. Böylece düşük maliyetlerle daha düşük hacimlerde seri üretim ve/veya kişiye özel üretim yapabilme kabiliyeti kazanılmış olur. Bunun sonucunda pazar koşullarına uygun tam zamanından yeterince üretim yapılarak yıkıcı rekabet koşullarına karşı koyulabilir.

Endüstri 4.0 sadece özel sektör düzeyinde değil bir bütün olarak ülke bazında kamusal planlama ve yatırımların yapılmasını gerekli kılmaktadır. BT ve iletişim, altyapı ve eğitimle ilgili diğer unsurlarında birlikte dikkate alınması gereklidir. Bir ürün veya hizmetin tasarlanması geliştirilmesi, üretilmesi ve piyasaya sunulması birçok kuruluş tarafından eş zamanlı ve etkileşimli olarak gerçekleştirilmektedir. Endüstri 4.0 öncelikle bilişim teknolojileri kullanılarak üretim sistemlerinde değişim meydana getirmektedir. Bu değişim sadece teknolojik olmamakta üretim, dağıtım, servis ve imha süreçlerinin tamamını içermektedir. Endüstri 4.0 elektronik, elektrik mühendisliği, mekanik mühendisliği ve BT arasındaki geçişi kolaylaştırmakta ve bunların ortak çalışmalarını gerektirmektedir. Almanya bu yaklaşımı uygulamaya alan ilk ülke olarak dünyadaki tüm fabrikaları kapsayacak biçimde kendi stratejisini oluşturmuştur. Bu stratejiye göre endüstri 4.0'ın başarılı biçimde uygulanması için iyi bir eğitim sisteminin kurulması, tedarikçiler ve kullanıcılar arasındaki iş birliğinin geliştirilmesi, eko sistemde bulunan lider firmaların bilinçlendirilmesi, güçlü ve dinamik KOBİ'lerin oluşturulması ile yenilikçi ve otomasyon teknolojilerinin kullanılmasının sağlanması hedeflenmektedir.

Tüm bu yorumlara rağmen dördüncü devrim henüz gerçekleşmeden tanımlandığı için tüm sonuçlar veya etkiler tahmin, varsayım veya öngörülerden ibarettir. Kaynakların daha iyi kullanılması, daha iyi ve daha ucuz ürünler gibi faydaların yanı sıra işsizlik ve gelir eşitsizlikleri gibi zararları da tartışılmaya devam ediliyor. Özellikle birlikte çalışabilirlik standartları, siber güvenlik ve ağ güvenilirliği gibi konularda çalışmalar devam ediyor.

7.4.2. Endüstri 4.0 Etkileri

Endüstri 4.0 teknolojileri ve yaklaşımlarının kullanımı yaygınlaştıkça fabrikalardaki makineler, bilgisayarlar, algılayıcılar ve diğer entegre sistemler anlık bilgi alışverişinde bulunma imkanına sahip olacaklardır. Böylece zaman içinde insanlardan bağımsız kendi kendilerine koordine olabilecekleridir. Ayrıca üretilen her ürüne benzersiz bir seri numarası verileceğinden, her ürün kendi kimliğine sahip olacak, belleklerinde sadece temel bilgiler değil geçmişleri de olacaktır. Sürekli internete bağlı olacaklarından konumları ve durumları izlenebilecek, algılayıcıları sayesinde çevreyi inceleyecek, gerektiğinde kapasite ve yeteneklerine bağlı olarak fiziksel tepki verebileceği gibi diğer cihazlar ile bilgi alışverişinde de bulunabileceklerdir. Bunun yanında endüstri 4.0'ın etkilerini aşağıdaki biçimde özetlemek mümkündür.

- Siber fiziksel sistemlerin kullanımı ile makineler otomatize edileceğinden, fabrikalar insansız ve karanlık, ofisler kağıtsız olacaktır.
- Bunun yanında gerektiği zaman müdahaleler yapabilmek amacıyla sınırlı sayıda çalışan istihdam edilecektir. Bu çalışanlara sanal gerçeklik içerik ve harekete duyarlı gözlükler

ile 3B yazıcılar destek olacaklardır. Mobil cihazlardan her türlü bilgiye ulaşarak makinelerin arıza ve onarım bilgileri anlık izlenecektir. Buna bağlı olarak stres yönetimi, problem çözme ve kendi başına karar verme yeteneğine sahip çalışanlara olan ihtiyaç artacaktır.

- Giderek artan oranda seri üretimden ziyade müşteri ihtiyaçlarına göre kişileştirilmiş üretim yaygınlaşacak.
- Üretim tesisleri ve ürünlerin gerçek zamanlı olarak veri ve bilgi alışverişine başlaması mümkün olacak.
- Artan otomasyon seviyesi ve ürünlerin kendi kendilerini organize etmeye başlamasıyla klasik üretim dönemi kapanacak. Üretim için gerekli enerji miktarı azalacak.
- Ürün tasarımı, geliştirilmesi ile üretimi için gerekli veri ve bilgi miktarının çok büyük hacimlere ulaşması ile bulut çözümleri elzem hale gelecektir.
- Tasarımdan üretime geçiş için gerekli zamanın azalmasıyla birlikte ürün yaşam döngü süresi de kısalacak yenilikçi rekabetin yıkıcı hale dönüşme olasılığı artacak.

Endüstri 4.0'ın yukarıda sıralanan etkilerinin yanında tedarik zincirinden başlayarak satış ve teslimata kadar tüm üretim süreçlerinin, gömülü sistemleri kullanan siber fiziksel sistemler aracılığı ile internet üzerinden birbirleri ile haberleşerek faaliyetlerine devam etmeleri mümkün olacak.

7.4.3. Endüstri 4.0 Bileşenleri

Dördüncü endüstri devrimi toplumsal yaşamı, çalışma yöntemlerini ve bir bütün olarak endüstriyel operasyonları giderek dönüştüren yenilikçi teknolojileri de beraberinde getirdi. Endüstri 4.0'ın gerçekleşmesi üç kounda olacak gelişmelere dayanmaktadır. 1- Üretimin sayısallaşması (yönetim ve üretim planlama için enformasyon sistemleri), 2 -Otomasyon (üretim hatlarından ve kullanılan makinelerden veri toplama sistemleri), 3- Tüm tedarik zincirindeki üretim birimlerinin birbirine bağlanması (otomatik veri alışverişi). Sonuçta kendini yönetebilen üretim birimlerinin oluşturduğu akıllı fabrikaların hayata geçirilmesi hedeflenmektedir. Endüstri 4.0'ın bileşenlerini oluşturan başlıca teknolojiler Şekil 7.6'da gösterilmiş ve aşağıda kısaca özetlenmiştir.

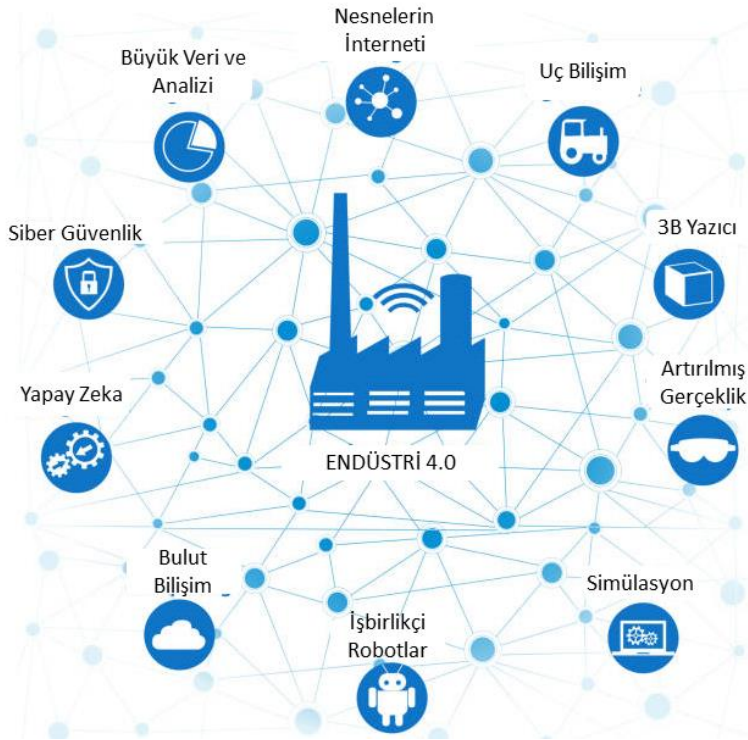
Yapay zeka ve makine öğrenimi: YZ ve makine öğrenimi işletmelerin elde edilen tüm verileri kullanmasını sağlayarak iş operasyonlarının öngörülebilirliğini, otomasyonunu ve görünürlüğünü geliştirmek için kullanılabilecek değerli bilgilerin seçilmesine katkıda bulunur. İşletmeler makine öğrenimi algoritmaları yardımıyla tahmine dayalı bakım gerçekleştirebilmektedir. Kestirimci bakım, kuruluşların genel verimlilik düzeylerini iyileştirmelerine daha da yardımcı olabilir. (Bkz. Kesim 4.2)

Bulut bilişim: Bulut bilişim ölçülebilir, gerçek zamanlı altyapı, servis ve uygulamaları dünyanın başka yerlerinde bulunan sunucular vasıtasıyla müşteri ihtiyaçlarına göre ölçekleyen, anında kullanıma hazır donanım ve yazılımı sunan ve kullandıkça öde modeline sahip bir bilgi ve iletişim teknolojisi anlamına gelmektedir. Endüstri 4.0'ın temeli olan bulut bilişim hizmet,

üretim, tedarik zinciri, dağıtım ve satışın entegrasyonuna yardımcı olmaktadır. Bilgiler her yerden erişilebilen ortak sunucularda saklanır. Böylece, artık fiziksel sunuculara, arşivlere ve depolara ihtiyacınız olmadığından altyapı ve depolama maliyetlerinin optimize edilmesine yardımcı olmanın yanı sıra uzaktan yönetime de olanak tanır.

Büyük veri ve analizi: Büyük veri, mevcut bilgi sistemlerinin işleyemeyeceği kadar büyük ve karmaşık veri kümelerini ifade etmektedir. Yani bilinen veri tabanı yönetim sistemleri ve yazılım araçlarının, verileri toplama, saklama, yönetme ve çözümleme yeteneklerini aşan büyüklükteki verilerdir. Büyük veri sayesinde karar vermede etkinlik, maliyetleri düşürme, ürün ve hizmetlerde iyileşme olmak üzere üç önemli değer elde edilmektedir. Böylesine büyük miktarda ki verinin güvenli bir sistemde saklanıp daha sonra analiz edilerek anlamlı bilgilere dönüştürülmesi ile özellikle işletmeler kayda değer bilgiler içgörüler elde etmektedir. Farklı kaynaklardan ulaşılan bu bilgilerin toplanması ve doğru analiz yöntemleriyle yorumlanması şirketlerin kendileri için önemli olan kararları doğru bir şekilde almalarına, risklerini daha iyi yönetmelerine ve ar-ge ile inovasyon faaliyetlerini yapmalarına imkan yarattığından firmalar için büyük bir öneme sahiptir.

Şekil 7.6 Endüstri 4.0 temel bileşenleri



Uç (edge) bilişim: Uzaktaki veri merkezlerine veya bulut kaynaklarına bağlı olmak yerine kaynağa yakın bilgilerle çalışma etrafında dönen bir veri işleme yöntemidir. Verilerin işlenmeden önce kat ettiği mesafeyi kısaltarak veri işleme verimliliğini artırmayı amaçlayan çeşitli teknoloji ve tasarımları içerir. Bu yaklaşım, veri ağırlıklı uygulamaların artan taleplerini karşılamayı amaçlar.

Nesnelerin interneti (IoT): Nesnelerin interneti temelde fiziksel nesnelerin birbiriyle ya da farklı sistemlerle haberleşebildiği iletişim ağı olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle nesnelerin interneti, ağ bağlantısı ile birbirine bağlanmış olan fiziksel cihazların yani donanımların birbirleriyle iletişim kurmasını ve bu sayede nesnelerin uzaktan kontrol edilebilmesini ifade etmektedir. Endüstri 4.0'ın önemli bileşenlerinden biri olan nesnelerin interneti, tüm endüstriyel ekipmanların çeşitli internete bağlanma özellikli cihazlarla sorunsuz bir şekilde iletişim kurmasına olanak tanır.

Artırılmış gerçeklik: Artırılmış gerçeklik, sanal dünyadaki materyallerin içinde bulunduğumuz gerçek dünya ile adapte edilmesidir. Cihazların nesne tanıma özelliği sayesinde fotoğraf, ses, grafik, video ve GPS gibi nesnelerin 3 boyutlu olan gerçek görüntülerini canlandırarak, bu canlandırmaları duyularla algılanabilen veriler kullanarak gerçek dünya ile birleştiren ileri düzey bir teknolojidir. Bir başka deyişle cihazların nesne tanıma özelliği sayesinde, sanal nesnelerin gerçek görüntüler üzerine bindirilmesidir. Arttırılmış gerçeklik endüstriyel tasarım süreçlerinde bir ürünün tasarlanması aşamasında oluşturulan tasarımın gerçeğe dönüştüğü zaman ortaya çıkacak durumları tespit edebilmek için testlerinin yapılması için kullanılmaktadır.

Siber güvenlik: Siber güvenlik bilgisayarların yazılım, donanım ve ağlarını, yetkisiz erişimden, siber suçlulardan, terörist gruplar ve bilgisayar korsanlarından, internet ve bilgisayar üzerinde ortaya çıkabilecek güvenlik açıklarından korumak için ortaya çıkan teknolojiler ve süreçler olarak ifade edilmektedir. Tüm fiziksel ekipmanlarının birbirleri ve/veya dış cihazlar ile iletişim içinde olmaları üretim sistemini kötü amaçlı yazılımlara ve diğer kötü niyetli saldırılara karşı savunmasız hale getirir. Bu nedenle siber güvenlik önlemlerinin alınması amacıyla yazılımsal ve donanımsal teknolojik çözümler kullanılmalıdır.

İşbirlikçi robotlar: Cobot'lar işbirlikçi robotların adıdır. Bu, otomasyon için iş gücü ve insan kapasitesini birleştirmek amacıyla insanlarla birlikte çalıştıkları anlamına gelir. Bu, robotların tekrarlayan veya zor görevleri yerine getirmesine olanak tanır, böylece çalışanlar yaratıcılık, analiz ve muhakeme gibi insani nitelikler gerektiren faaliyetlere odaklanabilir.

3 Boyutlu yazıcılar: Üç boyutlu yazıcı sanal ortamda programlanmış üç boyutlu bir nesnenin katı şekilde basılması işlemlerinden oluşmakla birlikte, bilgisayar ortamında saklanan verinin fiziksel olarak gerçek nesnelere dönüştürülmesi işlemini gerçekleştiren cihazlara verilen isimdir. 3B yazıcılarla yapılan üretim 3B baskı olarak da adlandırılmaktadır. Eklemeli üretim adıyla da bilinen bu baskı yöntemi geleneksel üretim yönteminin tam tersi şeklinde çalışmakta olup temel çalışma standarttı bilgisayar ortamında hazırlanmış olan üç boyutlu nesnenin sanal olarak katmanlara bölünmesini sağlayarak, her katmana eritilen hammaddenin boşaltılıp üst üste gelecek biçimde basılması sürecini ifade etmektedir.

Simülasyon: Simülasyon ürünlerin, üretim süreçlerinin ve malzemelerin bilgisayarda üç boyutlu olarak ve gerçek zamanlı verileri kullanarak taklit edilmesidir. Gerçek hayattan elde edilen verilerden faydalanılarak hazırlanan sanal modellemelerde ürünler, makineler ve insanlar ile birlikte fiziksel dünyanın sanal gerçekliği oluşturulmaya çalışılmaktadır. Böylece hazırlanan sanal modeller verimliliği daha yüksek olan ürünlerin gerçek zamanlı üretime geçilmeden sanal dünyada test edilebilmesine fırsat sunacak ve en uygun kurulum ile kalitenin artmasıyla makine kurulum süresi kısılacaktır.

7.4.4. Endüstri 4.0 Geçiş Aşamaları

Endüstri 4.0'a geçiş süreçleri yukarıdan aşağıya olacak biçimde yönetilmelidir. Organizasyonel değişimlerin ortak hedefler doğrultusunda sırayla belirlenmesi ve uygulanması gereklidir. İşletme ve bilişim süreçlerinin birbirlerinden ayrılmasının uygulamada başarılı sonuçlar vermediği görülmektedir. Bunun yerine yönetimler teknoloji temelli değişimi gerçekleştirmek için işletme yönetimi ve bilişim konularını mutlaka birlikte değerlendirmek zorundadırlar. Bu amaçla farklı birimlerin dijital dönüşümlerini koordine etmek ve endüstri 4.0'a uyumlu hale getirmek için bir kişi atanmakta ya da bir birim kurulmaktadır. Firmaların endüstri 4.0' geçiş süreçlerinde vizyonlarının olması gereklidir. Ancak yöneticilerin belirledikleri hedeflere ulaşmak ve karlılıklarını arttırmak için aceleci olmamaları, küçük çaplı denemelerin yapılarak motivasyonu arttırmaları ve çalışanların da süreci desteklemesi sağlanmalıdır. Buna bağlı olarak çalışanlarında yeni yetenekler kazanmaları, kariyer planlamalarında esnek çalışma modeli ve sürekli öğrenme gibi konularında düzenlenmesi gerekli olmaktadır. Aşağıda firmaların endüstri 4.0'a geçişleri için temel adımlar verilmiştir.

1. Üretici firmalar öncelikle dijital olgunluk değerlendirmesi yapmalıdır. Kendilerinin güçlü ve zayıf yönlerini görmeleri önemlidir.
2. Endüstri 4.0'ın kendileri için sunduğu fırsat ve tehditleri belirlemeleri yerinde olacaktır. Müşteri taleplerinin yeniden şekilleneceği, rekabet dinamiklerinin değişeceği bilinmeli ve iyi uygulamalar incelenmelidir. Böylece gelecekte karşılaşılabilecekleri olası durumlar hakkında fikir sahibi olacaklardır.
3. Firmalar tarafından endüstri 4.0 vizyon ve stratejisinin tanımlanması gereklidir. Bu noktada firmaların kendilerine ait vizyonlarının ve hedeflerinin akılcı biçimde belirlenmiş olması önemlidir.
4. Endüstri 4.0'a geçiş için mevcut durumların ve süreçlerin önceliklendirilmesi yapılmalıdır. Önemli iş süreçleri ve sistemleri belirlenerek kritik noktalar üzerinde durulmalı, öncelik matrisi oluşturulmalıdır. Böylece hangi süreçlerin öncelikli olduğu ve başarılı/başarısız olduğunda diğer hangi süreçleri etkileyeceği bilinmelidir.
5. Endüstri 4.0'a geçiş için ayrıntılı bir yol haritası hazırlanmalıdır. Bu yol haritası yöneticiler ile çalışanların faaliyetlerinde yol gösterici olacağı gibi bilişim bölümü için de planlama ve yatırımları için belirleyici olacaktır.
6. Son aşamada hazırlanan yol haritasının uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması için süreç takip edilmeli, geri beslemeler ile zaman içinde değişiklikler hızlıca yapılmalıdır. Ayrıca elde edilen başarılar da firma bünyesindeki tüm çalışanlar ve tedarikçiler ile paylaşılmalıdır.

Endüstri 4.0'ın ilk çıkış noktası olan Almanya 2010 yılında ülke genelinde geçerli olacak bir strateji belirlemiştir. "Alman Yüksek Teknoloji Strateji Eylem Planı" adı verilen planda Almanya'da akıllı fabrikaların kurulması, buralarda gömülü sistemlerin geliştirilmesi, 10-15 yıllık bir dönemde sanayi sektörüne dijital teknolojilerin uyarlanması amacıyla kamu, özel sektör ve üniversitelerin katılımı ile faaliyetlerin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Endüstri 4.0'ın başarılı biçimde uygulanması için fabrikaların referans donanım mimarilerine sahip

olmaları ve ortak standartları oluşturmaları gereklidir. Bununla birlikte kapsamlı, kesintisiz ve yüksek hızlı internet altyapısının kurulması, bilgi ve iletişim sistemlerinin güvenliği ve korunması için gerekli önlemlerin alınmalıdır.

Kaynaklar

- Boden, M. A. (2018). *Artificial Intelligence: A Very Short Introduction*. Oxford University Press.
- Brynjolfsson, E. ve McAfee, A. (2017). *Artificial Intelligence, for Real*. Harvard Business Review.
- Bryson, J. J. ve Theodorou, A. (2019). "How Society Can Maintain Human-Centric Artificial Intelligence". *IEEE Computer*, 52(2), 30-36.
- Castro, P., Göbel, F., Loiseau, P., Renault, J. (2019). "Interactive Tutorials for Artificial Intelligence: An Approach to Enhancing AI Literacy." *Proceedings of the 2019 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*, 436-441.
- Cimino C., Negri E., Fumagalli L., (2019). "Review of digital twin applications in manufacturing", *Computers in Industry*, 113,1-13.
- Corea, F. (2019). "AI Knowledge Map: How to Classify AI Technologies. In: *An Introduction to Data*". *Studies in Big Data*, vol 50. Springer, Cham.
- Craig, Alan B., Sherman, W.R., Will, J. D., (2009). *Developing Virtual Reality Applications*. Morgan Kaufmann.
- Çelikyürek, M. (2020). "Derin Öğrenme Yöntemleri ve Uygulamaları.", *Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 10(2), 45-60.
- Doğan, A. (2002). *Yapay Zeka*. Kariyer Yayıncılık.
- Dörfler V., Çev. Cihan Altay, (2023). *Yöneticiler İçin Yapay Zeka*, İş Bankası Kültür Yayınları.
- Elmas, Ç. (2010), *Yapay Zeka Uygulamaları*, Seçkin Yayınevi.
- Ercan, H. (2019). "Yapay Zeka ve NLP Uygulamaları: Türkçe Metinler Üzerine Bir İnceleme." *Doğal Dil İşleme Dergisi*, 5(1), 32-45.
- Ertel, W. (2017), *Introduction to Artificial Intelligence*, Springer International Publishing.
- Frankish, K. ve Ramsey, W. (2018). *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*. Cambridge University Press.
- Goodfellow I. ve Bengio Y., Courville, A., (2018). *Derin Öğrenme*, Buzdağı Yayınevi.
- Görz G. ve Nebel, B., (2005) *Yapay Zeka*, İnkilap Yayınları.
- Harvard Business Review, Çev. Levent Göktem, (2020), *Yapay Zeka: Dijital Dönüşüm*, Harvard Business Review Press.
- Howard, J. (2020). *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*. Cambridge University Press.

- İlhan, İ., (2019). “Tekstil üretim süreçleri açısından endüstri 4.0 kavramı”, Pamukkale Univ Muh Bilim Dergisi, 25(7), 810-823.
- Jones, P., Osborne, T., Sullivan-Drage, C., Keen, N., Gadsby, E. (2022). *Virtual Reality Methods*. Bristol, UK: Policy Press.
- Karaarslan, E., Aydın, Ö., Cali, Ü., Challenger, M., (2023), *Digital Twin Driven Intelligent Systems and Emerging Metaverse*, Springer Singapore.
- Karaarslan, F. ve Ertaş, İ. H. (2018). “Yapay Zeka ve Elektronik Endüstri: Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları.” Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Dergisi, 6(3), 120-135.
- Kılıç, M. ve Aydın, S. (2021). “Yapay Zeka ve Nesnelerin İnterneti (IoT): Güvenlik ve Veri Analizi.” Bilgisayar Ağları ve İletişim Dergisi, 15(3), 210-225.
- Klingenberg, C. (2017), *Industry 4.0: what makes it a revolution?*. EurOMA 2017.
- Marcus, G. (2020). “The Next Decade in AI: Four Steps Towards Robust Artificial Intelligence.” *arXiv preprint arXiv:2002.06177*.
- Mehan, J.E., (2022). *Artificial Intelligence: Ethical, Social and Security Impacts for the Present and the Future*, Cambridgeshire : IT Governance Publishing Ltd.
- Melih Bulut vd, (2019), *Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka*, Çağlayan Kitabevi.
- Miller, T. (2019). *Artificial Intelligence: The Basics*. Routledge.
- Moor, J. H. (2020). “The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years.” *AI Magazine*, 41(1), 5-14.
- Nilsson, N.,J. (2019). *Yapay Zeka Geçmişi ve Geleceği*, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
- OECD, (2023), *Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research*, OECD Publishing, Paris.
- Öztemel, E. (2003), *Yapay Sinir Ağları*, Papatya Yayıncılık.
- Reiner, A. (2015). “Industrie 4.0 – technological approaches, use cases, and implementation” at - Automatisierungstechnik, vol. 63, no. 10, 753-765.
- Renganayagalu, S.K. (2019). “Virtual Reality as a future training medium for seafarers:potential and challenges”. In: Proceedings of Ergoship 2019: Haugesund, p. 79-86.
- Russell, S. (2019). *Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*, Viking.
- Russell, S. J. ve Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th Edition). Pearson.
- Sanal Gerçeklik Teknolojisi ve Gelecek Öngörülerı Araştırma Raporu, Bilgi Teknolojileri Ve İletişim Kurumu Ankara – 2022
- Say, C. (2018). *50 Soruda Yapay Zeka*, 7 Renk Basım Yayım.
- Soori, M., Arezoo, B., Dastres, R. (2023). “Digital twin for smart manufacturing, A review”, Sustainable Manufacturing and Service Economics, 2, 100017.
- Stark, R. (2022). *Virtual Product Creation in Industry*, Springer-Verlag.

- Şen, H. ve Öztürk, O. (2021). “Yapay Zeka ve Robotik: Endüstri 4.0 Dönüşümünde Yenilikçi Uygulamalar.” *Makine Mühendisliği Dergisi*, 15(2), 112-128.
- Taha, W., M., Taha, E. M., Thunberg, J. (2021), *Cyber-Physical Systems: A Model-Based Approach*, Springer Nature Switzerland AG.
- Taşkın Ç. ve Emel, G.G., (2009). *Sayısal Yöntemlerde Genetik Algoritmalar*, Alfa Aktüel.
- Tekin, A. ve Yıldırım, B. (2018). “Yapay Zeka ve Endüstri 4.0: Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Uygulamalar.” *Makina Mühendisliği ve Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 78-92.
- Tonga, M.Y. ve Tonga M., (2022), “Endüstri 4.0’a Genel Bir Bakış: Sanayinin Geleceği”, G. Ü. İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi, 6(6), 40-60.
- Walsh, T. (2018). *Machines That Think: The Future of Artificial Intelligence*. Prometheus Books.
- Warke V, Kumar S, Bongale A, Kotecha K. (2021). “Sustainable Development of Smart Manufacturing Driven by the Digital Twin Framework: A Statistical Analysis”. *Sustainability*, 13(18):10139.
- Wooldridge, M. (2018). *Artificial Intelligence: Everything you need to know about the coming AI. A Ladybird Expert Book*, Penguin UK.
- Yardımcı, A. (2013), “Yapay Zeka”, *Ekonomik Forum*, 30-32.
- Zhong, R., Y., Xu, X., Klotz, E., Newman, S.,T. (2017). “Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review”, *Engineering* 3, 616–630.



TOBB İkiz Kuleleri C Kule 16. Kat, Mustafa Kemal Paşa Mah.
Eskişehir Yolu 9. km No: 252 (Dumlupınar Bulvarı) Çankaya/ANKARA
Tel: 0312 419 18 00 - Fax: 0312 419 27 00



OSBustkurulusu



Osbuk_org



osbuk_org



osbukorg