



MÜHENDİSLER DERNEĞİ

Ekim 2025

Sayı: 06

**Mühendisler Derneği Adına
İmtiyaz Sahibi ve Genel Yayın Yönetmeni**
Yaşar YEKEBAĞCI

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Dr. Zekeriya Oral YAĞDIRAN

Tasarım
Fatih TAHA
Merve TURGUT

Yayın Kurulu
Prof.Dr. Mustafa İLBAŞ
Prof.Dr. İnan GÜLER
Prof.Dr. Ertuğrul KARAÇUHA
Prof.Dr. Mustafa ALKAN
Prof.Dr. Şeref SAĞIROĞLU
Prof.Dr. Yüksel KAPLAN
Prof.Dr. Hacı Mehmet ŞAHİN
Doç.Dr. Mustafa ULAŞ
Elektronik Müh. Mustafa AKYÜZ
Elektronik Müh. Ahmet Aşır GÜÇLÜ
Elk.-Elektronik Müh. Cevat AKTEPE
Yük. Çevre Müh. Hasan Onur TEMEL
Yük. İnşaat Müh. Yaşar AYDOĞDU

Hukuk Danışmanı
Av. Mehmet BIYIKLI

Sümer-1 Cadde Beyaz Apartmanı No: 12/6
06440 Kızılay Çankaya - Ankara

Basım Tarihi: 31.10.2025

Basım Yeri
Dinçler Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti.
Bayındır 1 Sk. 6/12 Adilhan İş Mrkz.
Kızılay / ANKARA
e-mail: info@dinclermatbaacilik.com

Bu dergideki yazılarda ifade edilen görüşler, Mühendis Medya dergisinin resmi görüşlerini yansıtmaz. Yazılarda yer alan bilgi, iddialar ve yorumların doğruluğundan tamamen yazar sorumludur. Mühendis Medya dergisi, yazılardaki herhangi bir içerikten ötürü sorumluluk kabul etmez. Dergimiz yerel süreli ve ücretsizdir. Üç ayda bir yayınlanır.

İçindekiler

02

Başlarken...
Yaşar YEKEBAĞCI

04

III. Türk Dünyası Uluslararası
Mühendislik Zirvesi

10

Türk Dünyası Yapay Zeka Çalıştayı
– 3 – KKTC
Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

12

Görüntü Önileme Tekniklerinin Yapay
Zekâ Uygulamalarına Etkileri
Prof. Dr. Kamil DİMİLİLER

16

Yeni Çağda Yapay Zeka, Mühendislik,
Bilim ve Felsefe
Yrd. Doç. Dr. Refet RAMİZ

34

Ses Tabanlı Yapay Zeka Uygulamaları ve
Geleceğimiz
Doç. Dr. Saadin OYUCU

45

Endüstriyel Simbiyoz Tematik Alanlı
Biyokütle Sistemleri ve Bölgesel
Kalkınmaya Etkisi
Doç.Dr. Murat ŞAHİN

51

Yapay Zekâ Çağında Blozincir
Teknolojileri ve Güvenlik: Türk Dünyası
İçin Stratejik Bir Perspektif
Doç. Dr. Muharrem Tuncay GENÇOĞLU

60

Mobil İletişim Teknolojileri: 4G'den
5G ve Ötesine Geçiş
Emin GÜNDOĞDU / Dr. Yasin GENÇ

72

Eğitimde Üretken Yapay Zeka ve
Gerçekler
Dr. Miraç ÖZAR

76

Türkiye'de Orman Yangınları: Yeni
Normalin Getirdiği Zorluklar ve
Teknolojik Çözümler
İlhami AYDIN

81

Modern Türkiye'nin İlk Kadın
Mimarlarından Leman Cevat Tomsu
Mimar Banu BAŞER

85

Mühendislik Dünyasından Haberler
Hasan Onur TEMEL

90

Excel'de Formüllerle Çalışmak
Yaşar AYDOĞDU

Mühendis Medya dergimiz yeni sayısıyla yayında



Görünmeyen Kahramanlar: Mühendisler: Ekonomi düzeliyor, enflasyon düşüyor deniyor ama mühendislerin sesi hâlâ duyulmuyor. Oysa kalkınmanın, üretimin ve değişimin temeli mühendisliktir.

Yeni bir sayıyla yine birlikteyiz... Türk Dünyası'nda Mühendislik Köprüsü: Lefkoşa Buluşması

Bu sayımızda, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde düzenlediğimiz III. Türk Dünyası Uluslararası Mühendislik Zirvesi'nin heyecanı ve gururuyla karşınızdayız.

Ankara'da başlattığımız Türk Dünyası Uluslararası Mühendislik Zirveleri serisini, ikinci durağımız olan Kazakistan Türkistan'da başarıyla sürdürdük. Türkistan'dan aldığımız ilham ve kardeşlik ruhunu bu kez Lefkoşa'ya taşıdık.

III. Türk Dünyası Uluslararası Mühendislik Zirvemiz, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde büyük bir başarıyla gerçekleştirildi. Zirvemize, KKTC Cumhurbaşkanı Sayın Ersin Tatar ve Türk Devletleri Teşkilatı Aksakallar Konseyi Başkanı Sayın Binali Yıldırım'ın yanı sıra, kamu kurumlarından üst düzey yöneticiler, bürokratlar,

üniversite rektörleri, akademisyenler ve çok sayıda değerli katılımcı iştirak etti.

Üç gün süren zirvede; teknoloji, mühendislik, yapay zekâ, enerji politikaları ve Türk Dünyasında mühendislik eğitimi gibi önemli konular ele alındı. Bilgi, tecrübe ve dostluğun paylaşıldığı bu büyük buluşma, Türk Dünyası'nın mühendislik alanındaki birlik ve iş birliğini bir kez daha güçlendirdi.

Türk Dünyasında gerçekleştirdiğimiz bu önemli etkinlik ile sesimizi Türk Dünyasında duyurmaya başladık. Ancak bu yeterli değil tabi ülkemizde de Mühendislerimiz için mücadelemizi sürdürüyoruz. Ancak "Mühendisler açısından değişen bir şey var mı?" dersiniz, maalesef yok.

Sayın Bakanımız Mehmet Şimşek "ekonomi düzeliyor, enflasyon düşüyor" diyor ama mühendislerden söz etmiyor. Oysa mühendislerin özlük haklarının acilen iyileştirilmesi gerekiyor. Bir mühendis kolay yetişmiyor.

Her ülke kendi mühendisine sahip çıkıyor; hatta başarılı mühendisleri başka ülkelere transfer etmek için çabalıyor. Biz de şunu bilmeliyiz ki eğer kalkınma istiyorsak, değişim istiyorsak, üretim istiyorsak mühendislerimize sahip çıkmalıyız.

Onlar görünmez kahramanlardır. Her yeniliğin, her teknolojik gelişmenin arka planında mühendisler vardır. Amerikalı astronot Neil Armstrong'un aya çıkışı "İlk adım" olarak manşetlere taşındı. Peki uzay mekiğini kim yaptı? Onu tasarlayan,

inşa eden mühendisleri kim tanıyor? Aslında o mühendisler olmasa uzay mekiği de olmayacaktı, uzaya adım atılamayacaktı.

Mühendislerin Gerçekliği şudur. Bugün birçok mühendis, aldığı maaşla geçim mücadelesi veriyor. Aynı sorumluluğu taşıyan farklı meslek gruplarıyla aramızdaki maaş farkı yıllardır kapanmıyor. Kamu kurumlarında çalışan mühendisler, görev tanımları dışında sorumluluklar üstlenirken hak ettikleri değeri göremiyor. Özel sektörde de durum çok farklılık arz etmiyor. Oysa mühendis, sadece bir görevli değil; üretimin, yeniliğin, kalkınmanın beyni ve omurgasıdır.

Genç mühendislerimiz umutsuz... Yetenekli gençlerimiz, daha iyi koşullar için yurt dışına gitmeyi düşünüyor. Bu sadece bireysel bir tercih değil, ülke için beyin göçüyle gelen büyük bir kayıptır. Bir ülkenin geleceğini, mühendislerinin ülkede kalma isteği belirler.

Mühendisliğin Gücü önemlidir. Bir mühendis, planlarıyla geleceği çizer. Bir mühendis, ülkesinin elektriğini, suyunu, yollarını, iletişimini, hatta savunmasını mümkün kılar. Bir köprüden geçtiğinizde, telefonunuzla dünyayla bağlantı kurduğunuzda ya da elektrik düğmesine bastığınızda aslında farkında olmadan mühendisliğin eserleriyle yaşıyorsunuz. Mühendislik, insanlığın "nasıl daha iyisini yaparız?" sorusuna verdiği cevaptır. Her yeni buluş, her çözüm, her yenilik; mühendislerin merakından, üretme tutkusundan ve karşılaştıkları sorunları aşma isteğinden doğar.

Bugün teknolojinin baş döndürücü bir hızla geliştiği bir çağda yaşıyoruz. Yapay zekâ, robotik sistemler, yenilenebilir enerji kaynakları, uzay teknolojileri... Tüm bu alanlar mühendisliğin yaratıcılığıyla

şekilleniyor. Artık mühendislik sadece makineleri tasarlamakla sınırlı değil; doğayı koruyan, sürdürülebilir çözümler üreten, hayatın her alanına dokunan bir düşünme biçimi haline geldi.

Ülkemizde de mühendislik, son yıllarda önemli bir dönüşüm sürecinden geçiyor. Üniversitelerden çıkan genç mühendisler, girişimcilik ekosisteminde yenilikçi projelere imza atıyor; yerli üretim, enerji, ulaşım ve savunma teknolojileri gibi alanlarda Türkiye'nin gücüne güç katıyor. Bugün savunma sanayisinden enerjiye, tarımdan bilişime kadar her alanda yerli üretimden söz ediyorsak, bu mühendislerin emeği sayesinde olmuştur/olacaktır. Ülkemiz İHA'larıyla, TOGG ile, savunma sanayisiyle, Türksat uydularıyla övünüyor, bu başarıların arkasında gece gündüz çalışan mühendisler vardır.

Bizler, sadece bugünü değil geleceği inşa ediyoruz. Ve inanıyoruz ki mühendisine değer veren bir ülke, geleceğini garanti altına alır.

Bizim çağrımız nettir. Öncelikle mühendislerin özlük hakları acil olarak iyileştirilmelidir. Mühendislerin emeğini, sorumluluğunu, yetkinliğini güvence altına alacak "Mühendislik Meslek Kanunu" ise bir an önce hayata geçirilmelidir.

Bu kanun hem mühendislerin özlük haklarını hem de kamuda teknik hizmetlerin kalitesini yükseltecektir. Derneğimiz bu konuda karardır. Mühendislerin sesini duyurmak, hak ettiği değeri kazanmasını sağlamak için mücadelemizi sürdürüyoruz. Biz inanıyoruz: Mühendisine değer veren Türkiye, güçlü Türkiye'dir.

Yaşar YEKEBAĞCI
Mühendisler Derneği
Genel Başkanı

III. Türk Dünyası Uluslararası Mühendislik Zirvesi

Teknoloji ve Mühendislik Konferansı

Lefkoşa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, 06-08/10/2025



III. Türk Dünyası Uluslararası Mühendislik Zirvesi, 06–08 Ekim 2025 tarihleri arasında “Teknoloji ve Mühendislik” temasıyla Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı yerleşkesinde başarıyla tamamlanmıştır.

Zirvemize KKTC Cumhurbaşkanı Sayın Ersin Tatar ve T.C. son Başbakanı, Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) Aksakallar Heyeti Başkanı Sayın Binali Yıldırım ve Türkiye Kamu-Sen Genel Başkanı Önder Kahveci katılarak kapanış konuşmalarını

gerçekleştirmiş ve zirvemizi onurlandırmışlardır.



Zirvenin açılış programı, Türk Mühendisleri Derneği Genel Başkanı Yaşar Yekebağcı, KKTC Memur Sen Genel Başkanı Göktürk Ötügen, Türkiye Kamu-Sen Genel Başkan Yardımcısı Yücel Kazancıoğlu, Memur-Sen Genel Başkan Yardımcısı Soner Can Tufanoğlu, Ak Parti Dış İlişkiler Başkan Yrd. Levent Ali Yıldız, KKTC Büyükelçisi Ali Murat Başçeri ve KKTC Cumhuriyet Meclisi Başkanı Ziya Öztürkler’in protokol konuşmalarıyla başlamıştır.



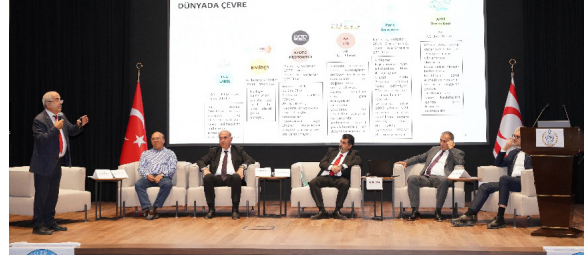


Birinci günün ilk oturumu “Türk Dünyasında Mühendislik Eğitimi” başlığıyla gerçekleştirilmiş olup, YÖK Üyesi Prof. Dr. Derviş Karaboğa’nın başkanlığında yürütülmüştür. Oturuma Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Adnan Sözen, KKTC Uluslararası Final Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Orhan Gemikonaklı, KKTC Yükseköğretim Denetleme ve Akreditasyon Kurumu (YÖDAK) Başkanı Prof. Dr. Aykut Hocanın, Kazakistan Zhanibekov Üniversitesi Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Yerzhan Kerimbekov ve KKTC Bahçeşehir Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Mehmet Toycan katılım sağlamıştır.

Oturumda, Türk dünyasındaki mühendislik eğitiminin mevcut durumu, yapısal farklılıkları ve işbirliği olanakları akademisyenlerimiz tarafından kapsamlı şekilde ele alınmıştır. Mühendislik eğitiminde kalite, akreditasyon süreçleri, öğrenci hareketliliği ve müfredat uyumu gibi konular üzerinde durulmuştur.

Birinci günün ikinci oturumu “Enerji Teknolojileri, Gelişmeler ve Uygulamalar” temasıyla gerçekleştirilmiş, oturuma Prof. Dr. Metin Gürü başkanlık etmiştir. Oturumda Kazakistan Al-Farabi Ulusal Üniversitesi’nden Prof. Dr. Murat Kunalbayev, TEİAŞ Daire Başkanı Serhat Metin, TEDAŞ Genel Müdür Yardımcısı Yakup Alan, KKTC ODTÜ den Öğretim Üyesi Prof. Dr. Murat Fahrioğlu ve KKTC Aksa Enerji Müdürü Şener Şentürk sunumlarını yapmışlardır.

Oturumda, enerji teknolojileri odağında oldukça zengin ve teknik içerikli sunumlar gerçekleştirilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım alanları, enerji piyasalarının dijitalleşmesi, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nin enerji yapısı ve geleceğe yönelik stratejiler detaylı bir





şekilde ele alınmıştır. Ayrıca, enerji teknolojilerinin sürdürülebilir kalkınmadaki rolü ve iklim değişikliği ile mücadelede enerji dönüşümünün önemi vurgulanmıştır. Bu bağlamda, kamu ve özel sektör temsilcilerinin katkıları da bizler için son derece kıymetli olmuştur.

İkinci günün ilk oturumu "Türk Dünyası Üretken Yapay Zekâ" başlığıyla düzenlenmiş, YÖK Üyesi Prof. Dr. Derviş Karaboğa'nın başkanlığında yürütülmüştür. Oturumda Kazakistan Zhanibekov Üniversitesi'nden Prof. Dr. Yerzhan Kerimbekov, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi'nden Prof. Dr. Mirbek Turdiev ve KKTC Yakın Doğu Üniversitesi'nden Prof. Dr. Kamil Dimililer sunum yapmıştır.

İkinci günün ikinci oturumu Gazi Üniversitesi Prof. Dr. Şeref Sağıroğlu'nun başkanlığında yürütülmüştür. Oturuma bağımsız stratejist ve güvenlik danışmanı Dr. Hüseyin Bayazıt, Gazi Üniversitesi'nden Doç. Dr. Saadin Oyucu, BK Mobil Kurucu CEO'su İsmail Dilmeç ve bağımsız eğitim danışmanı Dr. Miraç Özar katkı sunmuştur.

İkinci günün üçüncü oturumunda, Doğu Akdeniz Üniversitesi'nden Prof. Dr. Hasan Demirel' in oturum başkanlığında, KKTC 15 Kasım Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı Dr. Refet Ramiz, Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Hasan Bulut, Fırat Üniversitesi'nden Doç. Dr. M. Tuncay Gencoğlu ve Birleşmiş Milletler Orman Forumu Başkanı İsmail Belen yer almıştır.

İkinci günün dördüncü oturumunda Prof. Dr. Fatih Vehbi Çelebi' nin oturum başkanlığında, Dünya Bankası Uzmanı İlhami Aydın, Fırat Üniversitesi'nden Doç. Dr. Mustafa Ulaş ve Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi'nden Doç. Dr. Kamil Yurtkan sunumlarını gerçekleştirmişlerdir.

Oturumlarda, Yapay zekanın çeşitli alanlardaki uygulamaları, stratejik önemi ve bu teknolojinin etik, güvenlik ve toplumsal boyutları çok yönlü bir biçimde ele alınmıştır. Türk Dünyası'nın yapay zekada stratejik bir ortaklık geliştirmesi, etik ve güvenlik temelli teknolojik yaklaşımların yaygınlaştırılması ve geleceğin bilişim vizyonunun oluşturulması konularında önemli öneriler ortaya konulmuştur. Kamu, özel sektör ve sivil toplum temsilcileri, Türk Dünyası'nın ortak teknoloji politikaları geliştirmesi, nitelikli insan kaynağı yetiştirilmesi ve bölgesel yapay zeka iş birliklerinin teşvik edilmesi yönünde çağrıda bulunulmuştur.

Zirvemize ayrıca MHP Kütahya Milletvekili Ahmet Erbaş, EÜAŞ Genel Müd. Yrd. Ahmet Suat Üstün ve Daire Başkanı Zafer Çiçek, Türkiye Orman Mühendisleri Odası Genel Başkanı Hasan Türkyılmaz, EMO Ankara Şubesi Başkanı Cevdet Aslan, Ankara Sincan Organize Sanayi Bölgesi Yetkilileri, İş İnsanları, Sivil Toplum Kuruluşlarının Temsilcileri, Türk Mühendisleri Derneği Yönetim Kurulu Üyeleri ve İl Temsilcilerimiz ile geniş bir katılım sağlanmıştır.

III. Türk Dünyası Uluslararası Mühendislik Zirvesi, Türk dünyasında, mühendislik alanında iş birliği, bilgi paylaşımı ve ortak teknolojik vizyon oluşturma hedefiyle başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.

Zirvemiz, Türk Mühendisler Derneği Genel Başkanı Yaşar Yekebağcı Bey'in konuşmaları ile başlamış olup; Kıbrıs Türk Memur Sen Genel Başkanı Göktürk Ötügen, Kamu Sen Genel Başkan Yardımcısı Yücel Kazancıoğlu, Memur Sen Genel Başkan Yardımcısı Soner Can Tufanoğlu, T.C. Yükseköğretim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Erol Özvar, Ak Parti Genel Merkez Dış İlişkiler Genel Başkan Yardımcısı Levent Ali Yıldız, Türkiye Cumhuriyeti Büyükelçisi Ali Murat Başçeri ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Meclis Başkanı Ziya Öztürkler'in konuşmalarıyla devam etmiştir.

Kapanış töreninde Türk Mühendisler Derneği Genel Başkanı Yaşar Yekebağcı ;

"Ar-Ge merkezi kurarak mühendislik eğitiminde ortak hedefler ve akreditasyon sistemi geliştirip, sınırları aşan güçlü bir mühendislik havuzu ve kalıcı işbirliği inşaa etmeyi hedefliyoruz" dedi.

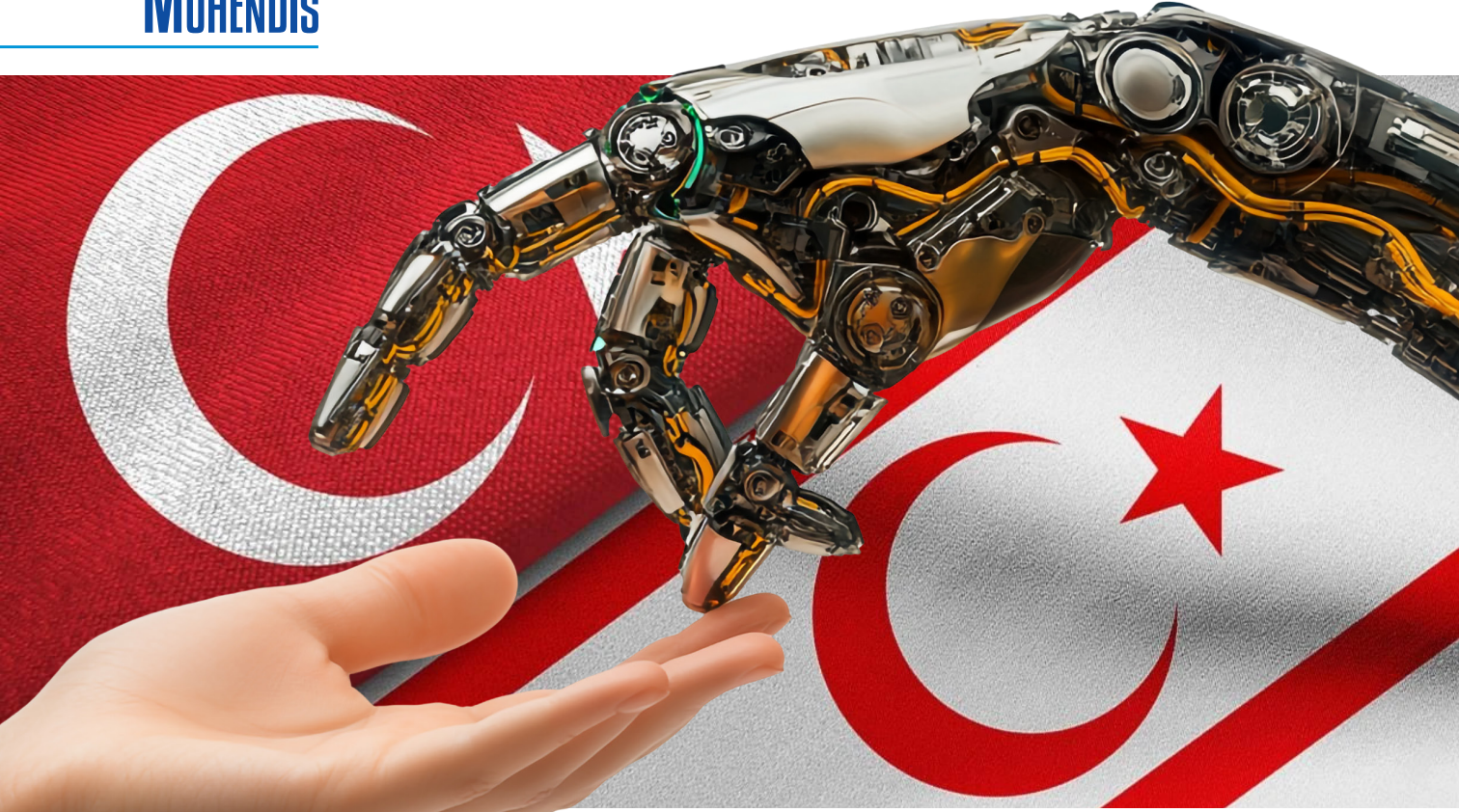


KKTC Meclis Başkanı Öztürkler;

KKTC'nin vizyon projeleri olan "Asrın Su Projesi, Cumhuriyet Yerleşkesi ve Ercan Havalimanı" gibi dev yatırımları anlattı. Bu projelerin mühendislik açısından taşıdığı stratejik önemi ve bölgesel kalkınmaya katkısını detaylı bir şekilde değerlendirdi. Federasyon defterinin kapandığını, Kuzey Kıbrıs Türk halkının egemenliğini ve eşitliğini koruyacak yolun iki devletli çözüm olduğunu vurguladı. Birlikte üretmek, birlikte büyümek ve birlikte ilerlemek için çalışmaya devam edeceğimizi belirtti.

Bu çalıştay, Türk Dünyası için ortak bir teknoloji vizyonunun temellerini atma yolunda atılmış stratejik bir adımdır.





Türk Dünyası Yapay Zeka Çalıştayı – 3 – KKTC

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

ÖZET

Özellikle Kasım 2022’den sonra “Üreten Yapay Zeka ve Geniş Dil Modellerinin Yükselişi” ile yapay zekayı sadece teknoloji meraklılarının değil, tüm dünyanın gündemine taşınmış, bunu öngören ve yatırım yapan ülkeler ise yapay zekayı stratejik bir teknoloji olarak ele alarak dünyada bu alanda öncü ülke olma hedeflerini stratejilerine yansıtmışlardır. Bunun haklı sebepleri vardır artık sadece metin değil, görsel oluşturan yapay zeka modelleri de büyük atılımların beklenenden daha hızlı yapılmasının da önünü açmıştır. Yapay zeka artık metinden video üreten, ses üreten, içerik üreten hatta müzik besteleyen modellerle kadar çok daha yaratıcı alanlara yayılım göstermektedir.

YZ’nın farklı alanlara entegrasyonu ile tıp ve biyoteknoloji alanlarında ilaç keşfi, protein katlanması ve hastalık teşhisi gibi alanlarda önemli bir yardımcı haline gelmiştir. Özellikle AlphaFold’un protein yapısını tahmin etme başarısı, biyoloji ve tıp alanında yeni kapılar açmıştır. Otonom sistemlerin son yıllarda yaygınlaşmaya başladığı günümüzde sürücüsüz araç teknolojileri olgunlaşmaya devam ederken, dronlar ve robotlar gibi otonom sistemler de lojistik, tarım ve güvenlik, otomotiv gibi sektörlerde daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle de eğitim bu alanların başında gelmektedir. Yapay zeka, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunan eğitim platformlarında giderek daha fazla yer bulmaktadır. Öğrencilerin ihtiyaçlarına göre içerik ve hız belirleyebilen bu sistemler, öğrenme süreçlerini

daha verimli hale getirmeye başladığına dair pek çok çalışma yapılmıştır.

Yapay zeka alanındaki bu hızlı ilerleme, beraberinde etik, güvenlik ve mahremiyet ihlalleri, ulusal riskler beraberinde ulusal düzenlemeleri ön plana çıkarmıştır. YZ'nin işsizliğe yol açma potansiyeli, insanı kandırabilecek teknolojiler (deepfake) ile yanlış, yanıltıcı veya yönlendirici bilgi yayma riskleri, yapay zeka modellerinin kişilerin duygularını suiistimal etme endişesi, kişisel verilerin kolaylıkla paylaşılması veya elde edilebilmesi gibi endişe verici konular, hükümetler, akademisyenler ve sivil toplum kuruluşları arasında yoğun tartışmalara ve farklı önlem alma ve toplumsal ve ulusal endişeleri ortadan kaldırma çabalarının artmasına da neden olmuştur.

Ulusal Yapay Zeka Stratejisi 2021-2025 Eylem Planı'nın yürürlüğe girmesiyle birlikte, bu alandaki eğitim, araştırma ve uygulama faaliyetleri daha sistemli bir şekilde ele alınmaya başlanmıştır. Bu kapsamlı değerlendirme, Türkiye'nin yapay zeka ekosistemindeki güncel durumu; üniversiteler, akademik çalışmalar, öğretim elemanları ve sektör uygulamaları başlıkları altında derinlemesine incelemektedir. Türkiye'deki üniversiteler, yapay zeka alanındaki dönüşüme hızla adapte olarak yeni programlar açmakta ve mevcut müfredatlarını güncellemektedir. 2025 yılı itibarıyla, dijital ve yapay zeka temelli programları bulunan üniversite sayısı hızla artarak 70'e ulaşmıştır. Bu durum, nitelikli insan kaynağı yetiştirme hedefinin ne kadar önemsendiğini göstermektedir.

Türkiye, yapay zeka alanında ulusal bir strateji belirleyerek ve bu stratejiye uygun adımlar atarak önemli bir yol kat etmiştir. Üniversiteler, yeni programlar ve araştırma merkezleri aracılığıyla nitelikli insan kaynağı yetiştirme konusunda

proaktif bir rol oynamaktadır. Akademik çalışmaların artması ve özel sektörle olan iş birliklerinin güçlenmesi, ekosistemin sağlam bir temel üzerine oturduğunu göstermektedir. Ancak, küresel rekabetin gerisinde kalmamak için bu ivmenin sürdürülmesi ve bazı alanlarda iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Özellikle, yapay zeka alanındaki öğretim elemanı sayısının artırılması, akademik çalışmaların nicelikten ziyade niteliğe odaklanması ve girişimcilik ekosisteminin finansal ve yapısal engellerinin kaldırılması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'nin yapay zeka potansiyeli, sadece teknolojik bir dönüşümden ibaret değildir; aynı zamanda ekonomik büyüme, kamu hizmetlerinde verimlilik artışı ve küresel rekabette üstünlük sağlama potansiyeli taşımaktadır. Ulusal Yapay Zeka Stratejisi'nin 2026 ve sonrası için güncellenmesi ve eylem planlarının somut çıktılar üretmeye devam etmesi, Türkiye'nin ulusal olduğu kadar uluslararası yapay zeka ekosistemine katkısı ve bu fırsatlardan daha çok yararlanması açısından önemli katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, son 3 yılda yapay zekanın laboratuvarlardan çıkarak gerçek dünya uygulamalarına dönüştüğü ve kullanımının yaygınlaştığı bir dönemde, üretken yapay zekanın, hem yaratıcılık hem de verimlilik anlamında büyük potansiyele sahip olmasından dolayı bu teknolojilerden daha çok faydalanılmasının yanında bu hızlı gelişimin beraberinde getirdiği sosyal, kültürel, ulusal veya kişisel gibi sorunlar ile etik zorluklar da küresel gündemin önemli bir parçası haline gelmesinden dolayı bu Türk Dünyası Yapay Zeka Çalıştayı yapılmaktadır. Bu sayede Türk Dünyasında karşılaşılan sorunlar ve zorlukların hep birlikte aşılmasına katkılar sağlanması amaçlanmaktadır. Bu konular çalıştayda detaylı tartışılacaktır.

Görüntü Önışleme Tekniklerinin Yapay Zekâ Uygulamalarına Etkileri

Prof. Dr. Kamil DİMİLİLER

Özet

Yapay Zeka (AI), günümüz bilgisayarlarında insanın biyolojik öğrenme mekanizmasını örnek olarak kullanma ve karar verme veya problem çözme gibi insan zihniyle benzeşen özel yetenekleri örnek alıp taklit etmesini sağlayan bir bilgisayar bilimidir. Yapay Zekanın insanların günlük kullanım alanları arasında sağlık, finans, otomotiv ve müşteri hizmetleri de yer almaktadır. Çok uzun yıllardır devam etmekte olan AI çalışmaları, var olan bilgisayar sistemlerinden dolayı hızlı gelişme gösterememekteydi fakat zaman içerisinde bilgisayarların daha yüksek frekansla çalışıp daha fazla iş yapabilme yeteneği arttıkça, bu alanda da çalışmalar aynı hızda artış göstermiştir. Her ne kadar mevcut bilgisayar sistemleri yeteri kadar hızlı görünse de, özellikle görüntüler ile yapılan çalışmalarda giriş verisine müdahale edip, sistemden en hızlı şekilde sonuç elde etmek farzdır. Bu bildiride,

AI öncesinde görüntülere nasıl müdahale edilebileceği ve sonuçlara olan etkileri farklı örneklerle tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Yapay Sinir Ağları, Görüntü İşleme, Görüntü Önışleme, Derin Öğrenme, Türk Dünyası

1. Giriş

Dijital çağ, toplanan verinin stratejik kaynak olarak çoğalması ve depolanmasıdır. Depolanan verinin güvenilirliği ve güvenilirliğe bağlı olarak dijital görüntü işleme yöntemleri için kullanılabilmesi de önemlidir [1]. Alan Turing, 1950 tarihli "Computing Machinery and Intelligence" adlı makalesinde makinelerin düşünüp düşünemeyeceğine değinmiştir. Yapay zeka terimini ilk kez Turing bu makalede ortaya attı ve bunu teorik ve felsefi bir kavram olarak sundu. Bununla birlikte yapay zeka, bugün bildiğimiz gibi birçok bilim insanının ve mühendisin

on yıllarca sürmüş kolektif faaliyetlerinin sonucudur. 1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts, yapay zekânın merkezindeki teknoloji olan sinir ağlarının temelini oluşturacak bir yapay nöronlar modeli önerdi. Hemen ardından 1950 yılında Alan Turing, makine zekasını değerlendirmek için Turing Testi kavramını tanıtan "Computing Machinery and Intelligence" adlı makaleyi yayınladı. Frank Rosenblatt, sinir ağının en eski modellerinden biri olan Perceptron'u geliştirdi ve Joseph Weizenbaum, 1951 ve 1969 yılları arasında birey merkezli bir psikoterapisti simüle eden ilk sohbet robotlarından biri olan ELIZA'yı oluşturdu. Marvin Minsky, sinir ağlarının sınırlamalarını göstererek 1969'dan 1979'a kadar sinir ağı araştırmalarında geçici bir düşüşe neden oldu. İlk "yapay zeka duraklama dönemi", azalan finansman, donanım ve bilgi işlem sınırlamaları nedeniyle meydana geldi [2].

Bilgisayarlı görüş, dijital video işleme, biyometrik doğrulama, optik karakter ve yüz tanıma, uzaktan algılama ve tıbbi görüntüleme büyük ölçüde görüntü işleme tekniklerine dayanmaktadır [3]. Görüntü işleme, bir grup görselden farklılıkları veya benzerlikleri çıkarmayı amaçlayan teknikler keşfetmeyi amaçlayan yapay zekânın önemli bir alt alanıdır. Bilgisayarlı görüş ve görüntü işleme sistemlerinin gelişmesi, herhangi bir teknisyenin görsel görüntüleme çıktılarından istatistiksel veri kümeleri toplamasının önünü açmıştır. Dijital görüntü işleme, günümüzde hemen hemen her alanda birçok bilim insanı tarafından kullanılan, etkili, düşük maliyetli ve hızlı bir yaklaşımdır. [4].

Ön işleme, birçok görüntü uygulamasının önemli bir parçasıdır. Gürültüyü gidermenin yanı sıra, ön işleme giriş görüntülerindeki bozulmaları da azaltır. Ana

analiz ve bilgi çıkarımından önce, genellikle ön işleme işleminin bir parçası olarak radyometrik ve geometrik düzeltmeler gerekir [5]. Aydınlatma, kamera yönü ve gürültü gibi farklı koşullar, fotoğraf edinme sisteminden alınan gerçek görüntüleri etkiler. Sonuç olarak, düzensiz algılama için gerçek görüntülerin hemen kullanılması verimsizdir. Sonuç olarak, gerçek görüntülerin görüntü işleme sürecinin başında ön işlenmesi gerekir [6]. Gürültü giderme, bulanıklık giderme ve kontrast iyileştirme, geleneksel ön işlemin bir parçasıdır. Ön işleme teknikleri, sonraki işlemeye yardımcı olan görüntü kalitesini iyileştirmeyi amaçlar [7]. Histogram eşitleme, kuvvet yasası filtresi, logaritmik filtre, medyan filtresi, ortalama filtresi ve Gauss filtresi mevcut diğer ön işleme tekniklerinden bazılarıdır [8].

2. Görüntü Ön İşleme

Görüntü işleme veya ön işleme, sınıflandırma doğruluğunu artırmaya yardımcı olmak için AI gibi daha ileri işlemlerden önce kullanılır. Görüntü gürültü giderme ve iyileştirme stratejileri, görüntü iyileştirme, görüntü uzunluğu normalizasyonu ve medyan filtreleme ile birlikte de kullanılır. Ayırık kosinüs dönüşümü, görüntüleri sıkıştırmak için bir tekniktir ve aynı zamanda sorunları sınıflandırmak için bir ön işleme yöntemi olarak da kullanılabilir. Sıkıştırma işlemi sırasında, görüntüdeki alakasız piksel sayısının en aza indirilmesi, etkili ve ilgili özellik çıkarımına odaklanır [9, 16].

Histogram Eşitleme: Histogram eşitleme, görüntülerin görünürlüğünü artırmak için popüler bir yaklaşımdır. Histogram eşitleme, genellikle görüntülerin genel kontrastını, özellikle de görüntünün kullanılabilir kayıtları yakın kontrast değerleri kullanılarak temsil edildiğinde iyileştirir [10].

Güç Yasası/Doğrusal/Log Dönüşümü: Bir kuvvet yasası, çeşitli görüntü yakalama, görüntüleme ve yazdırma cihazlarının davranışını yönetir. Kuvvet yasası modelindeki üs, gama olarak adlandırılır. Gama düzeltilmesi, bu kuvvet yasası tepki özelliklerini düzeltmek için kullanılan yöntemdir. Koyu piksel değerleri, koyu piksel değerlerine dönüştürülen açık piksel değerlerine dönüştürülür [11].

Ortalama/Medyan/Gauss Filtre: Filtreleme, pikseller arasındaki yoğunluk farkını en aza indirmek için özlü, kullanışlı ve mantıklı bir tekniktir. Bu, görüntü gürültüsünü azaltmak için yaygın bir tekniktir. Literatürde birçok çeşit filtreleme teknikleri bulunmaktadır.

Görüntü Sıkıştırma: Dijital veri iletişim sistemleri ve web işlemleri gibi karmaşık işler için görüntü sıkıştırma gereklidir. Ayrıca, her sıkıştırma tekniğinde iki temel faktör önemli bir rol oynar: sıkıştırma belirleyicisi ve sıkıştırılmış görüntünün standardı. Görüntü sıkıştırma, görüntü verisi miktarını azaltmak için kullanılan bir görüntü işleme teknolojisidir [12].

Görüntü Geliştirme: "Görüntü iyileştirme" terimi, belirli bir durumda belirli bir görüntünün özlü bir algısını elde etmek için görüntü piksellerini işleme yöntemini ifade eder. Bazen görüntü iyileştirme,

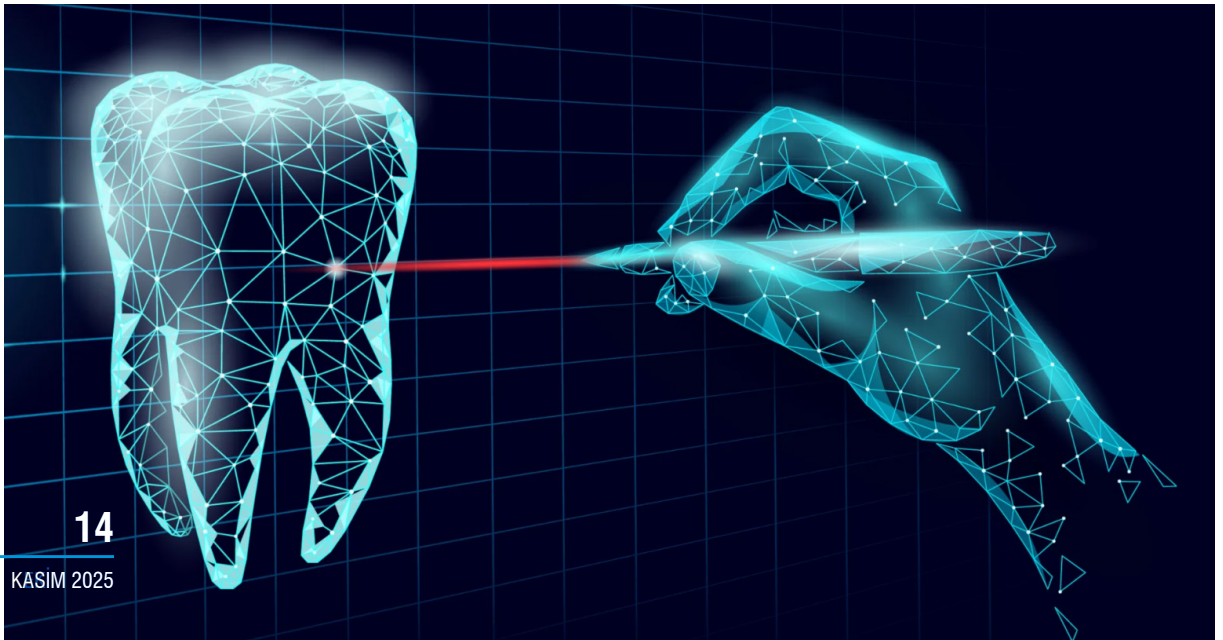
önemli ayrıntıları elde etmek için bir veya daha fazla görüntü işleme yönteminin uygulanmasını gerektirir. Görüntü iyileştirme zorlu bir işlem gibi görünse de, temel amacı, orijinallerinden önemli ölçüde daha kaliteli görüntüler üretmektir [4].

Görüntü Geri Yükleme: Rasti ve diğerlerine [13] göre, görüntü restorasyonu, bozulmuş, görünür bir görüntüden, orijinal, görünmeyen kısmın kurtarılmasıyla ilgilidir ve uzaktan algılamanın hızla gelişen bir alanıdır. Görüntü restorasyonu, bozuk bir kopyadan bir görüntüdeki eksik verileri kurtarmaktır.

Görüntü Bölümlendirme: Bir görüntünün çeşitli segmentlere sınıflandırılması ifade eder [14]. Bu yöntem genellikle belirli bir durum için görüntüdeki istenmeyen bölgeleri ayırmak amacıyla kullanılır [15].

Sonuç

Bu bölümde, farklı görüntü işleme teknikleri ve çeşitli uygulamadaki kullanımları ele alınmıştır. Yapay zekâ, bu uygulamaların başında gelmektedir. Görüntü işleme aşaması, görüntü işleme adımının da dahil edilmesiyle elde edilen sonuçların önemli ölçüde etkilendiği gözlemlendiğinden, çoğu uygulamada



görüntü ön işleme aşaması yer almaktadır. Genel veya Tıbbi görüntülemeyle ilgili sistemlerde, bilhassa sağlığın sözkonusu olduğu hassas bir alan olması nedeniyle daha doğru sonuçlar daha da önem kazanmaktadır. Bu bölümün alt başlıklarında incelendiği gibi, başarılı uygulamalarının yanı sıra, görüntü işleme ve yapay zekâ birlikte kullanıldığında çok güçlüdür ve insanlığa birçok farklı alanda katkı sağlayabilir.

Kaynakça:

1. Swan, M. (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy. " O'Reilly Media, Inc."
2. Alan Turing, (1950), "Computing Machinery and Intelligence"
3. Olawale, O. P., & Dimililer, K. (2020). Individual Eye Gaze Prediction with the Effect of Image Enhancement Using Deep Neural Networks. 2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), (pp. 1-7). doi:10.1109/ISMSIT50672.2020.9254786
4. Soosai, M. R., Joshya, Y. C., Kumar, R. S., Moorthy, I. G., Karthikumar, S., Chi, N. T., & Pugazhendhi, A. (2021). Versatile image processing technique for fuel science: A review. Science of The Total Environment, 780. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146469
5. Sann, S. S., Win, S. S., & Thant, Z. M. (2021). An analysis of various Image Pre-Processing techniques in Butterfly Image. International Journal for Advance Research and Development, 6(1), 1-4.
6. Yan, X., Wen, L., & Ga, L. (2019). A Fast and Effective Image Preprocessing Method for Hot Round Steel Surface. Open Access, 2019. doi:https://doi.org/10.1155/2019/9457826
7. Deepa, & Jyothi, K. (2017). A robust and efficient pre processing techniques for stereo images. 2017 International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer, and Optimization Techniques (ICEECOT) (pp. 89-92). Mysuru, India: IEEE. doi:10.1109/ICEECOT.2017.8284645
8. Kavipriya, K., & Hiremath, M. (2021). Analysis of Benchmark Image Pre-Processing Techniques for Coronary Angiogram Images. 2021 International Conference on Innovative Trends in Information Technology (ICITIIT), (pp. 1-5). doi:10.1109/ICITIIT51526.2021.9399602
9. Dimililer, K., & Sekeroglu, B. (2021). The Effect of Discrete Cosine Transform on COVID-19 Differentiation from Chest X-Ray Images: A Preliminary Study. 2021 International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA). Kocaeli, Turkey. doi:10.1109/INISTA52262.2021.9548637
10. Sann, S. S., Win, S. S., & Thant, Z. M. (2021). An analysis of various image pre-processing techniques in butterfly image. International Journal for Advance Research and Development, 6(1), 1-4..
11. Kavipriya, K., & Hiremath, M. (2021). Analysis of Benchmark Image Pre-Processing Techniques for Coronary Angiogram Images. 2021 International Conference on Innovative Trends in Information Technology (ICITIIT), (pp. 1-5). doi:10.1109/ICITIIT51526.2021.9399602
12. Khashman, A., & Dimililer, K. (2008). Image Compression using Neural Networks and Haar Wavelet. Image Compression using Neural Networks and Haar Wavelet," WSEAS Transactions on Image Processing, 4(5), 330-339.
13. Rasti, B., Chang, Y., Dalsasso, E., Denis, L., & Ghamisi, P. (2021). Image Restoration for Remote Sensing: Overview and Toolbox. in IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. doi:10.1109/MGRS.2021.3121761
14. Sowmya, B., Shetty, C., Seema, S., & Srinivasa, K. (2020). Chapter 7 - Utility system for premature plant disease detection using machine learning. Hybrid Computational Intelligence for Pattern Analysis and Understanding, 149-172. doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818699-2.00008-1
15. Wan, C., Ye, M., Yao, C., & Wu, C. (2017). Brain MR image segmentation based on Gaussian filtering and improved FCM clustering algorithm. 2017 10th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI), (pp. 1-5). doi:10.1109/CISP-BMEI.2017.8301978.
16. Khashman, A., & Dimililer, K. (2005, November). Comparison criteria for optimum image compression. In EUROCON 2005-The International Conference on "Computer as a Tool" (Vol. 2, pp. 935-938). IEEE.



Yeni Çağda Yapay Zeka, Mühendislik, Bilim ve Felsefe

[Artificial Intelligence, Engineering, Science and Philosophy in the New Era]

Yrd. Doç. Dr. Refet RAMİZ

ÖZET: Bu çalışmada, ilk olarak mühendisliğin tanımı, anlam ve önemi genel olarak ifade edilmiş, ve mühendisliğin ana dallarından kısaca bahsedilmiştir. Teknoloji kavramı irdelenmiş, mühendislik-teknoloji ilişkisi kısaca belirtilmiştir. Yapay zeka ve mühendislik ilişkisi genel ve özel olarak irdelenmiştir. Yapay zekanın bilim ile olan ilişkisi farklı yaklaşımlara göre değerlendirilmiştir. Felsefe ve bilim felsefesi genel yaklaşımı kısaca yorumlanmış, bazı özel bilim felsefecilerinin konulara bakış açısı karşılaştırılmıştır. Daha sonra mühendislik felsefesinin anlamı ve önemi genel yaklaşıma göre tanımlanmıştır. Bir sonraki bölümde ise Yapay Zeka'nın Felsefesi genel yaklaşıma göre

tanımlanmıştır. Daha sonra Yeni Felsefe Perspektifi tanımlanmış, bu bakış açısına göre dikkate alınması gereken sekiz Temel Felsefe Dalı ve Hibrid Felsefe ilgili teorilerle kısaca ifade edilmiştir. Temel Felsefe dallarından biri olan Bilim Felsefesi için yeni perspektif tanımlanmış, buna göre Felsefenin Yeni Temel Dalları için Ana Bilimler, bilim dalları ve Hibrid Bilimler genel olarak belirtilmiştir. Buna bağlı olarak, evrenin geniş bir ölçeğine göre Yeni Bilim Dalları ve ilgili bilim hiyerarşisi tanımlanmış, ve İdeal Bilimsel Sistem şekillerle ifade edilmiştir. Bu bölümde eski bilim dalları ile yeni bilim dalları arasındaki ilişkiler kısaca belirtilmiştir. Son olarak yeni felsefe perspektifine göre bazı

eski/yeni felsefe dallarının yapısı irdelenmiştir. Bilgisayar Bilimi Felsefesi, İstatistik Felsefesi, Parasal Değerler Felsefesi, Yapay Zeka Felsefesi, Mühendislik Felsefesi, Bilgi Teknolojileri Felsefesi, Bilişim Hukuğu Felsefesi, ve Dijital Teknoloji Felsefesi'nin, yeni felsefe perspektifine göre tanımlanmış temel felsefe dallarına göre olması gereken yeniden yapılandırılmış durumları belirtilmiştir. Yapay zeka felsefesinin bu felsefe dallarıyla olan etkileşimi genel olarak ifade edilmiştir.

ABSTRACT: In this work, a general definition, meaning, and importance of engineering are expressed generally, and the main branches of engineering are briefly discussed. The concept of technology is explored, and the relationship between engineering and technology is briefly outlined. The relationship between artificial intelligence and engineering is examined both generally and specifically. The place of artificial intelligence within science is evaluated according to different approaches. The general approach to philosophy and philosophy of science is briefly interpreted, and the perspectives of some specific philosophers of science are compared.. The meaning and importance of philosophy of engineering is defined according to the general approach. The next section articulates the Philosophy of Artificial Intelligence and also defines the philosophy of artificial intelligence according to this general approach. The New Philosophy Perspective is then defined by the author, and the eight Basic Branches of Philosophy and Hybrid Philosophy, along with their relevant theories, are briefly outlined. A new perspective has been defined for Philosophy of Science which is one of the basic branches of philosophy. Accordingly, the main sciences,

branches of science, and hybrid sciences for the new basic branches of philosophy have been outlined. The new branches of science and the corresponding hierarchy of sciences, based on the broader scale of the universe, have been defined, and the ideal scientific system has been illustrated. The next section briefly outlines the relationships between old and new branches of science. Finally, the structure of some old and new branches of philosophy is examined due to the new perspective of philosophy. The reconstructions of the Philosophy of Computer Science, Philosophy of Statistics, Philosophy of Monetary Values, Philosophy of Artificial Intelligence, Philosophy of Engineering, Philosophy of Information Technologies, Philosophy of Information Law, and Philosophy of Digital Technology, as defined by the new philosophical perspective, are outlined. The interaction of artificial intelligence philosophy with these branches of philosophy has been generally expressed.

Anahtar Kelimeler:Yapay Zeka, Mühendislik, Teknoloji, Bilim Felsefesi, Yapay Zeka Felsefesi, Mühendislik Felsefesi, Teknoloji Felsefesi, Bilgi Felsefesi, Yeni Çağ Felsefesi, Yapay Zeka ve Mühendislik, Yapay Zeka ve Bilim, Hibrid Felsefeler, Temel Felsefeler, İdeal Felsefe Sistemi, Temel Bilimler, Hibrid Bilimler, İdeal Bilimsel Sistem.

1.GİRİŞ (Introduction)

Yeni çağı etkileyen, bir diğer değişle insan hayatını 20inci yüzyılda değiştiren 20 mühendislik başarıları NAE (Amerika Ulusal Mühendislik Akademisi) tarafından 2003 yılında aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır: 1.elektrifikasyon, 2. Araba, 3.Uçak, 4.Su temini ve dağıtımı, 5.Elekttronik, 6. Radyo ve Televizyon, 7.Tarımsal



mekanizmalar, 8.Bilgisayarlar, 9.Telefon, 10. Havalandırma ve soğutma, 11.Çevre yolları, 12. Uzay aracı, 13.İnternet, 14.Görüntüleme, 15.Ev alateleri, 16.Sağlık teknolojileri, 17.Petrol ve petrokimya teknolojileri, 18.Lazer ve fiber optik, 19. Nükleer teknolojiler, 20. Yüksek performanslı malzemeler.

Yapay zeka alanı ile ilgili ilk çalışma ise 1956 da ABD de Dartmouth kolejindeki bir workshopta gündeme gelmiştir. Bu workshop un katılımcıları, onlarca yıl yapay zeka araştırmalarının liderleri olmuş, bir nesil içinde insanlar kadar zeki makinelerin var olacağını öngörmüştür, ABD hükümeti bu vizyonun gerçekleşmesi unudıyla yüksek miktarda maddi bağışta bulunmuştur. Daha sonra 1974, 1980ler, 1990lar, 2000ler, de çeşitli etkileşimler sözkonusu olmuş, yapay zekaya yapılan yatırım ise 2020’lerde hızla artmıştır.

Gelişen süreç içerisinde, bir taraftan yukarıda bahse konu 20 mühendislik uygulamasında bilgisayar, elektronik ve haberleşmenin etkinliği giderek artarken, buna bağlı olarak gerek bu alanlardaki yapay zeka uygulamaları gerekse diğer dallardaki uygulamalar bilim, mühendislik ve felsefik bakış açılarıyla yeniden yapılandırılmakta, gelişim göstermekte ve insan hayatını daha kolaylaştırmaktadır.

Bu çalışmada ise yeni çağda yapay zeka, mühendislik, bilim ve felsefe yönünden konuların irdelenmesi yapılmış, ve bu bakış açılarıyla yeni çağın şekillenmesinde etkin disiplinler hakkında temel bilgiler verilmiştir.

2.MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ (Engineering and Technology) (genel yaklaşım)

2.1. Mühendislik (Engineering)

Mühendislik; genel yaklaşıma göre teknolojiye sorunları çözmek, verimliliği ve üretkenliği artırmak ve sistemleri iyileştirmek için doğal bilimleri*, matematiği* ve mühendislik tasarım sürecini kullanma uygulamasıdır. Mühendislik disiplini, her biri matematik ve bilimin uygulamalarına daha özel bir vurgu yapan, daha uzmanlaşmış geniş bir mühendislik alanını kapsar.

American Engineers’ Council for Professional Development (AECPD)’ye göre mühendislik şu şekilde tanımlanmıştır:

Bilimsel prensiplerin, yapıları, makineleri, cihazları veya üretim süreçlerini veya bunları tek tek veya bir arada kullanan işleri tasarlamak veya geliştirmek için yaratıcı bir şekilde uygulanması; veya bunları tasarımlarının tam bilincinde olarak inşa etmek veya işletmek; veya belirli çalışma koşulları altında davranışlarını tahmin etmek; bunların hepsi için amaçlanan işlev, işletme ekonomisi ve can ve mal güvenliği açısından gereğini yapmak.

Literatürdeki diğer bir yaklaşıma göre ise;

Mühendislik, teknik gereksinimleri güvenlik, insan faktörleri, fiziksel sınırlar, düzenlemeler, pratiklik ve maliyetle ilgili endişeler veya kısıtlamalarla dengeleyerek, genellikle endüstriyel ölçekte, tek-

nolojik çözümler tasarlamak, oluşturmak ve analiz etmek için bilimsel teorileri, matematiksel yöntemleri ve deneysel kanıtları uygulayan disiplin ve meslektir.

Mühendisliğin temel yönleri bir bakış açısına göre aşağıdaki dört grupta ifade edilebilir:

- a. Problem çözme: Mühendisler sorunları tespit eder ve analiz eder, ardından teknik bilgi ve becerilerini kullanarak çözümler geliştirirler.
- b. Tasarım: Mühendisler, Yapılar, makineler ve sistemler için detaylı planlar ve özellikler oluştururlar.
- c. Yapım/Uygulama: Mühendisler, tasarımlarının inşasını ve montajını denetleyerek, bunların özelliklere uygun olarak inşa edilmesini sağlarlar.
- d. Bakım ve İyileştirme: Mühendisler, mevcut sistemlerin etkili ve verimli bir şekilde çalışmaya devam etmesini sağlamak için çalışırlar ve bu sistemlerin bakımını ve iyileştirilmesini sağlarlar.

Genel olarak, “mühendislik dalları”, “interdisipliner mühendislik”, “diğer disiplinlerle ilişkiler” dikkate alınan diğer hususlardır. Yine Mühendis, Bilim Adamı ve Teknisyen üçlüsünün çalışmaların yapılmasındaki işbirliği önem arzeder.

Mühendislik dalları eski genel yaklaşıma göre altı ana daldan oluşur; kimya mühendisliği (4 alt disiplin içerir), inşaat mühendisliği (6 alt disiplin içerir), elektrik mühendisliği (6 alt disiplin içerir), malzeme mühendisliği (12 alt disiplin içerir), endüstri/makine mühendisliği (9 alt disiplin içerir), havacılık mühendisliği. Bazı uzmanlar bu ana dallara bilgisayar mühendisliği ve biyomedikal

mühendisliği (10 alt disiplin içerir) dallarını da dahil eder, bazıları ise bu dalları yukarıdaki altı ana dalın alt disiplinleri olarak öngörür.

Interdisipliner mühendislik kapsamında ise bilgi mühendisliği, mekatronik mühendisliği, proje mühendisliği, yazılım mühendisliği, sistem mühendisliği dahil 23 mühendislik disiplini tanımlanmıştır. Literatürde genel olarak 16 dan fazla mühendislik tekniğinden bahsedilmektedir. Bununla birlikte diğer disiplinlerle ilişkileri içeren; mühendislik yönetimi, finans mühendisliği, siyasi mühendislik, satış mühendisliği, sosyal mühendislik, maliyet mühendisliği v.d. teknik olmayan mühendislik alanları da vardır. Bunalara ek olarak, mevcut teknolojilerle mümkün olmayan sistemlerin varsayımsal modellerinin tasarımı ve analizinin yapıldığı, astronomi mühendisliği, mega-ölçek mühendislik, gezegen mühendisliği ve yıldız mühendisliği disiplinleri de bulunmaktadır. Mühendislik ekonomisi, mühendislik etiği, mühendislik psikolojisi ve mühendislik felsefesi dikkat edilmesi gereken diğer anlamlı mühendislik çalışmalarıdır. Mühendislik felsefesi ve diğer bazı mühendislik disiplinlerine aşağıdaki bölümlerde ayrıca yer verilmiştir.

2.2.Teknoloji (Technology)

Teknoloji kısaca mühendislik ve bilimsel bilgiden, esasen bu bilginin pratik uygulamasından ortaya çıkan araçları, yöntemleri ve sistemleri ifade eder. Daha basit bir ifadeyle, mühendislik süreçtir, teknoloji ise sonuçtur.

Teknolojinin odaklandığı konuya örnek olarak, araç ve sistemler oluşturmak için bilginin pratik uygulaması verilebilir. Temel faaliyetlere örnek olarak ise teknolojilerin üretimi, uygulanması, işletilmesi ve bakımı verilebilir. Teknolojide temel

vurgu gerçek dünya bağlamlarında uygulamalı beceriler, pratik uygulama ve problem çözmedir. Teknolojinin mühendislikten olan farkına örnek olarak bilgisayar kullanma, araba kullanma, akıllı telefon kullanma, köprü inşa etme verilebilir.

Teknoloji ile Mühendislik arasındaki ilişki ise şu hususlarla tanımlanabilir; (i) Mühendislik genellikle yeni teknolojilerin yaratılmasını sağlar, (ii) Teknoloji, mühendislerin sorunları çözmek için kullandıkları araç ve sistemleri sağlar, (iii) Her iki alan da sürekli olarak gelişmekte ve birbirini etkilemektedir, (iv) diğer.

3.YAPAY ZEKA VE MÜHENDİSLİK (Artificial Intelligence and Engineering)

Yapay Zeka-Mühendislik ilişkisi farklı üniversiteler, kurumlar, şirketler ve bilim adamları tarafından yorumlanmaktadır.

Massachusetts Institute of Technology (MIT) Üniversitesi yetkililerinin yaklaşımına göre;

Yapay zeka mühendisliği, belirli görevleri tamamlayabilen veya belirli hedeflere ulaşabilen akıllı sistemler oluşturmak için sistem mühendisliği prensiplerini, yazılım mühendisliğini, bilgisayar bilimini ve insan merkezli tasarımı birleştirme sürecidir.

Yapay zeka mühendisliğini daha iyi açıklamak için, yapay zeka mühendislerinden veya akıllı makinelerin arkasındaki kişilerden bahsetmek önemlidir. Yapay zeka mühendisleri, akıllı makineler oluşturmak için büyük miktarda veriyle çalışır. Gelişmiş algoritmalar, bankacılık, ulaşım, sağlık ve eğlence dahil olmak üzere tüm sektörlerdeki işletmelere yardımcı olur. Yapay zeka, sanal asistanların, yayın hiz-

metlerinin, otonom sürüşün ve tıp merkezlerindeki kritik teşhislerin arkasındaki çığır açan teknolojidir.

Literatürdeki genel yaklaşıma göre ise, yapay zeka mühendisliği, yapay zeka sistemlerinin tasarımı, geliştirilmesi ve dağıtımına odaklanan teknik bir disiplindir. Yapay zeka mühendisliği, ölçeklenebilir, verimli ve güvenilir yapay zeka tabanlı çözümler oluşturmak için mühendislik prensip ve metodolojilerinin uygulanmasını içerir. Veri mühendisliği ve yazılım mühendisliğinin yönlerini birleştirerek sağlık, finans, otonom sistemler ve endüstriyel otomasyon gibi çeşitli alanlarda gerçek dünya uygulamaları oluşturur.

Yapay zeka uygulamaları genel olarak cep telefonları, arabalar, bilgisayarlar, televizyonlar ve hastaneler gösterilebilir. Yapay zeka mühendisleri, şirketleri başarıya götürebilecek değerli verilere sahip oldukları için endüstrilerde kilit bir rol oynarlar. Finans sektörü dolandırıcılığı tespit etmek için, sağlık sektörü ise ilaç keşfi için yapay zeka kullanmaktadır. Üretim sektörü tedarik zincirini yeniden şekillendirmek için yapay zekadan yararlanırken, işletmeler çevresel etkileri azaltmak ve daha iyi tahminler yapmak için yapay zekadan yararlanmaktadır. Yapay zeka mühendisleri temel çözümler sunabilmektedir. Yapay zekanın diğer bazı mühendislik uygulamaları: Yapay zeka, mühendislikte sistemleri optimize etmek, bakım tahminleri yapmak, tasarımları simüle etmek ve iş akışlarını otomatikleştirmek için kullanılmaktadır. Örnek olarak güç sistemlerinde arıza tespiti, üretimde gerçek zamanlı izleme ve ürün geliştirmede üretken tasarım verilebilir.

Yapay zeka mühendisliği ile ortaya çıkan, önem kazanan bazı dalları kısaca şöyle tanımlamak mümkün: Makine Dili

Mühendisi, Veri Bilimcisi, Robotik Uzmanı, Yapay Zeka Mimarı, Bilgi Sistemleri, Siber Güvenlik, Bilgisayar Bilimi. Bununla birlikte yapay zeka mühendisliği, ilgili diğer disiplinlerle söz konusu uygulamalar için disiplinler arası iş birliği yapmak durumundadır.

4. YAPAY ZEKA VE BİLİM (Artificial Intelligence and Science)

4.1. Genel Yaklaşımlar (General Approaches)

Farklı bilim adamları tarafından dile getirilen aşağıdaki yaklaşımlar da bulunmaktadır:

Yaklaşım-1: Bilgi Keşfi ve Hipotez Oluşturma: Gelişmiş yapay zeka modelleri, bilim insanlarının büyük veri kümelerindeki kalıpları, anomalileri ve daha önce gizli olan ilişkileri belirlemesine, yeni hipotezler üretmesine ve bilimsel yöntemi hızlandırmasına yardımcı oluyor.

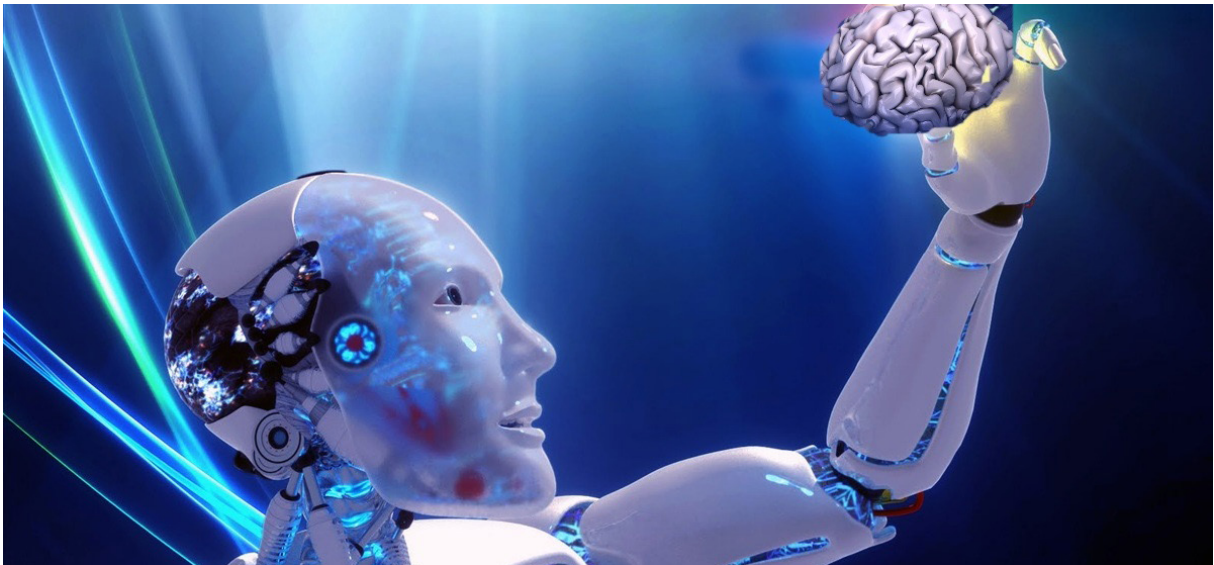
Yaklaşım-2: Veri Bilimi ve Yapay Zeka birbirine bağlıdır. Veri Bilimi, yapay zeka modellerinin öğrenmek ve karar vermek için kullandığı verileri toplamak ve analiz etmek için araçlar ve yöntemler sunar.

Yapay Zeka, veri analizini otomatikleştirerek, tahminlerde bulunarak ve gizli kalıpları bularak Veri Bilimini geliştirir.

Yaklaşım-3: Yapay zeka bilimde, bilimsel simülasyonların doğruluğunu ve etkinliğini artırmak için de kullanılır. Örneğin, hesaplamalı biyolojide, protein katlanması veya ilaç etkileşimi gibi karmaşık biyolojik süreçleri yapay zeka algoritmaları kullanarak son derece yüksek doğrulukla simüle etmek mümkündür.

Yaklaşım-4: Bilimsel Araştırmalar İçin Bir Güç Çarpanı Olarak Yapay Zeka; Bilimsel temel modeller - büyük dil modellerine benzer ancak alana özgü verilerle eğitilmiştir - artık araştırmacıların hipotezler oluşturmaya, deneyler tasarlamaya ve hatta laboratuvar çalışmalarının çeşitli yönlerini otomatikleştirmesine yardımcı oluyor.

Yaklaşım-5: Yapay zeka bilimi çözebilir mi? Hayır, yapay zeka, mevcut makine öğrenimi ve sinir ağları paradigmasında bilimi çözemez. Asıl engel, hesaplamalı indirgenemezliktir. Temel olarak, mevcut sınırları içinde hesaplamalı olarak sınırlı olduğu için indirgenebilirlik olduğu süreçte sorun olmaz.



Yaklaşım-6: Yapay zekanın modern bilimdeki rolü nedir? Yapay zeka, bilim insanları tarafından hipotezler üretmek, deneyler tasarlamak, verileri toplamak ve yorumlamak için geleneksel yöntemlerle daha önce mümkün olmayan şekillerde kullanılmaktadır. Fen eğitimi araştırmaları, yapay zekanın öğretim ve öğrenmedeki rolüne giderek daha fazla önem vermektedir.

4.2. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) Yaklaşımı (OECD Approach)

“Bilimde Yapay Zeka: Zorluklar, Fırsatlar ve Araştırmacının Geleceği” konu başlığı ile kitaplaştırılan bu yaklaşıma göre;

Yapay zekanın son yıllardaki hızlı ilerlemesi, bilimde çok sayıda yaratıcı uygulamaya yol açmıştır. Bilimin üretkenliğini artırmak, yapay zekanın tüm kullanım alanları arasında ekonomik ve sosyal açıdan en değerli olanı olabilir. Bilimsel üretkenliği artırmak için yapay zekadan yararlanmak, OECD ülkelerinin iklim değişikliğinden yeni bulaşıcı hastalıklara kadar küresel zorluklarla başa çıkma, yenilik yapma ve büyüme becerilerini destekleyecektir. Bu yayının, politika yapımcılar, kamuoyu ve bilimin tüm alanlarındaki paydaşlar dahil olmak üzere geniş bir okuyucu kitlesine yönelik olduğu belirtilmiştir. Teknik olmayan bir dille yazılmış olup, önde gelen araştırmacı ve uygulayıcıların bakış açılarını bir araya getirmektedir. Bu OECD yaklaşımını belirten kitap, yapay zekanın bilimde mevcut, ortaya çıkan ve potansiyel gelecekteki kullanımları, bilimsel gelişmelere daha iyi hizmet etmek için ilerlemenin gerekli olduğu durumlar ve bilimsel üretkenlikteki değişimler de dahil olmak üzere çeşitli konuları incelemektedir. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde yapay zeka-

nın araştırmalara entegrasyonunu hızlandırmak için alınabilecek önlemleri de ele almaktadır. Kitabın, bilimde yapay zeka politikalarını incelemesi, kitabın özgün bir katkısı olarak ifade edilmektedir. Araştırma sistemlerindeki politika yapımcılar ve aktörlerin, yapay zekanın bilimdeki kullanımını derinleştirmek, olumlu etkilerini artırmak ve aynı zamanda yapay zekanın araştırma yönetimi üzerindeki hızla değişen etkilerine uyum sağlamak için çok şey yapabilecekleri bu kaynakta belirtilmektedir.

4.3. NASA Yaklaşımı (NASA Approach)

Bilim İçin Yapay Zeka konu başlığı ile yaklaşımını belirten NASA Bilim Misyon Müdürlüğü (SMD) bünyesindeki Baş Bilim Veri Sorumlusu Ofisi (OCSDO), yapay zekanın insanların NASA’nın bilim verilerini daha etkili bir şekilde kullanmalarına nasıl yardımcı olabileceğini araştırıyor. Mevcut projeler arasında, büyük miktarda veri üzerinde eğitilen ve minimum kaynakla belirli bilim çalışmalarına uyarlanabilen yapay zeka temel modelleri ve araştırmacının farklı adımlarını ve veri yaşam döngülerini geliştirmek için kullanılan geniş dil modelleri yer alıyor.

4.4. Yapay Zeka ve Regülasyonlar (Artificial Intelligence and Regulations)

Yapay zekanın regülasyonu, yapay zekanın teşvik edilmesi ve düzenlenmesi için kamu sektörü politikalarının ve yasalarının geliştirilmesidir. Bu nedenle yapay zeka regülasyonu algoritmaların daha geniş bir şekilde düzenlenmesiyle ilişkilidir. Dünya genelinde ülkelerin 2016 yıllarından itibaren yapay zeka ile ilgili olarak her yıl artan oranda yasal düzenlemeler yaptığı gözlemlenmektedir. Yakın tarihlerde, Kasım 2023’te, yapay zekanın yakın ve uzak vadeli risklerini ve zorunlu

ve gönüllü düzenleyici çerçevelerin olasılığını görüşmek üzere Birleşik Krallık'taki Bletchley Park'ta ilk küresel Yapay Zeka Güvenlik Zirvesi düzenlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Avrupa Birliği dahil 28 ülke, zirvenin başında yapay zekanın zorluklarını ve risklerini yönetmek için uluslararası iş birliği çağrısında bulunan bir bildiri yayınlamıştır. Yine Mayıs 2024'te AI Seul Zirvesi'nde, 16 küresel yapay zeka teknoloji şirketi, yapay zekanın geliştirilmesine ilişkin güvenlik taahhütleri konusunda anlaşmıştır.

Türk Dünyası Devletlerinin de bir ortak Yapay Zeka Regülasyonu tanımlaması, yapay zeka ile ilgili çalışmalarda

Türkiye'nin de etkin tecrübesi ile ortak projelerin yürütülmesinde kolaylık sağlayacaktır.

5. FELSEFE VE BİLİM FELSEFESİ (General Philosophy and Philosophy of Science)

Yazar, bazı uzmanların ve filozofların felsefenin anlamı, tanımı ve genel/özel olarak dalları hakkındaki teorilerini/bakış açılarını değerlendirmiştir. (Refet Ramiz, June 2016; July 2016)

Tablo 1.Bazı Bilim Felsefecileri ve Onların Felsefik İlgi Alanları (doğum tarihine göre)

Felsefecilerin Felsefik İlgi Alanları (in alphabetic order)							
Öncü/Kurucu (Pioneer/Founder People)	Tarih Felsefesi (Philosophy of History*)	Siyaset Felsefesi (Philosophy of Politics*)	Din Felsefesi (Philosophy of Religion*)	Bilim Felsefesi (Philosophy of Science*)	Etik (Ethics*)	Diğer (Others)	Yaşam Süresi (Life Period)
Plato	X	X	X	X	X	E* , X	428BC-348BC
Aristotle		X	X	X	X	M, L, PoL, PoM, X	384BC-322BC
Alhazen				X		X	965-1040
Galileo Galilei				X		X	1564-1642
René Descartes				X		E*, M*, PoM*, X	1596-1650
Isaac Newton				X		X	1642-1726
David Hume		X	X	X	X	E, M, PoL, PoM, X	1711-1776
Immanuel Kant	X	X	X	X	X	E*, M*, PoL*, X	1724-1804
Auguste Comte	X			X		X	1798-1857
John Stuart Mill		X		X	X	PoL*, X	1806-1873
Albert Einstein				X		X	1879-1955
Ernest Nagel				X		PoM*, X	1901-1985
Sir Karl R. Popper	X	X		X		E*, M*, PoM*, X	1902-1994
Hilary W. Putnam				X		E*, PoM*, X	1926-2016

Not: İtalic kelimeler bu felsefecilerin aynı anda birden çok felsefe dalı* ile ilgilendiklerini belirtir; (*) bu felsefe dallarının geçmişteki felsefe perspektifine göre tanımlandığını ifade eder; Burada A*: Aesthetics, E*: Epistemology, L*: Logic, M*: Metaphysics, MP*: Meta-Philosophy, O*: Ontology, PoL*: Philosophy of Law, PoLi*: Philosophy of Literature, PoM*: Philosophy of Mind, PoT*: Philosophy of Technology, X: diğer bazı bilimleri ifade eder.

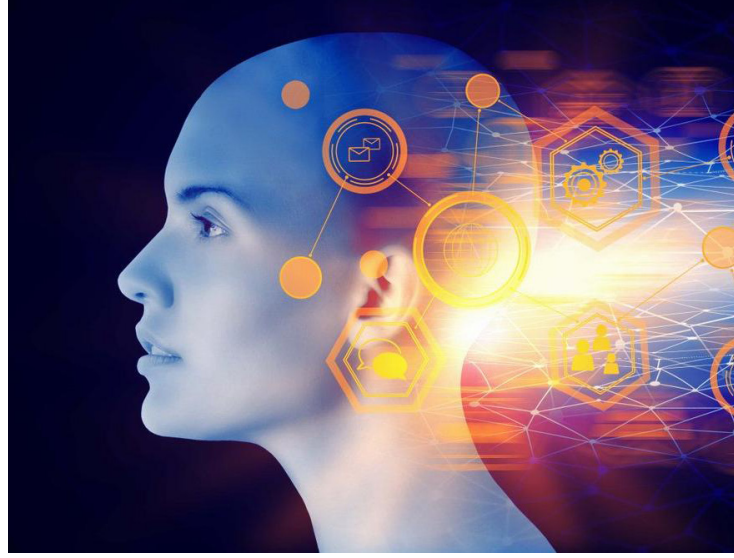
Bu bağlamda yapılan incelemeler ve değerlendirmeler şunları kapsamaktadır (Felsefeler Listesi, Mart 2016; diğerleri); (a) Tarihsel dönemlere göre felsefeler, (b) Dini perspektife göre felsefeler, (c) Kategorilerine, Dallarına veya Alanlarına göre Felsefeler. (Refet Ramiz, June 2016).

Buna göre geleneksel felsefe dalı olarak nitelendirilen beş genel felsefe dalı vardır: Estetik, Epistemoloji, Etik, Mantık, Metafizik. Yazar, bu beş felsefe dahil dünya genelinde 680 felsefeyi genel/özel olarak irdelemiştir. Bu felsefelerin ve ilgili felsefecilerin/düşünürlerin genel durumu diğer bir çalışmada belirtilmiştir (Refet Ramiz, June 2016; July 2016; December 2020). Burada ise bazı bilim felsefecileri ve onların felsefik ilgi alanları gerek bilim felsefesine verdikleri önemi ifade etmek bakımından, gerekse dikkate aldıkları ve almadıkları diğer konuları karşılaştırmak açısından yukarıda Tablo 1'de belirtilmiştir.

6. MÜHENDİSLİK FELSEFESİ (Philosophy of Engineering)

Mühendislik felsefesi, mühendisliğin ne olduğu, mühendislerin ne yaptığı ve çalışmalarının toplumu nasıl etkilediğini ele alan ve bu nedenle etik* ve estetik* yönlerinin yanı sıra ontoloji*, epistemoloji* vb. gibi bilim felsefesi* veya teknoloji felsefesinde* incelenebilecek alanları da içeren yeni bir disiplindir.

Mühendislik, yukarıdaki bölümde belirtilenlere ek olarak, eserlerin ve teknolojik sistemlerin tasarımı, üretimi ve bakımı yoluyla doğal çevreyi değiştirmeyi amaçlayan bir meslektir. Bu nedenle, amacı doğayı anlamak olan bilimle karşılaştırılabilir. Mühendislik özünde değişim neden olmakla ilgilidir ve bu nedenle değişimin yönetimi mühendislik pratiğinin merkezinde yer alır. Mühendislik fel-



sefesi ise, felsefi konuların mühendisliğe nasıl uygulandığını ele almaktır. Bu konular arasında deneylerin nesnelliği, iş yerinde ve toplumda mühendislik faaliyetlerinin etiği, tasarlanmış eserlerin estetiği vb. yer alabilir.

Mühendislik felsefesi, diğer bir ifadeyle mühendisliğin temel doğasını, toplumla ilişkisini ve dünya üzerindeki etkisini inceler. Mühendislerin ne yaptığını, nasıl düşündüklerini ve çalışmalarının etik, sosyal ve kültürel etkilerini inceler. Bu alan aynı zamanda mühendislik araştırmasının doğasını, mühendisliğin gerçeklik anlayışımızı şekillendirmedeki rolünü ve mühendislik ile bilim ve felsefe gibi diğer disiplinler arasındaki bağlantıyı da araştırır.

Mühendislik felsefesinin temel yönlerine daha detaylı bakacak olursak; Mühendislik felsefesi, tasarım düşüncesi, problem çözme stratejileri ve sezgisel yöntemlerin kullanımı gibi mühendislikte yer alan bilişsel süreçleri inceler. Mühendislerin nasıl karar aldıklarını, belirsizliği nasıl yönettiklerini ve deneyimlerden nasıl ders çıkardıklarını inceler. Mühendislik felsefesi, etik davranış, kamu güvenliği ve mükemmellik arayışı da dahil olmak

üzere mühendislerin mesleki sorumluluklarını inceler. Mühendislik uzmanlığının doğasını ve mühendislerin teknolojik gelişmeyi şekillendirmedeki rolünü araştırır. Ayrıca mühendislik ile bilim, yönetim ve hukuk gibi diğer meslekler arasındaki ilişkiyi de ele alır.

7. YAPAY ZEKA FELSEFESİ (Philosophy of Artificial Intelligence-General Approaches)

Yapay zeka felsefesi, bazı bilim adamlarına ve felsefecilere göre akıl felsefesinin ve bilgisayar bilimi felsefesinin bir dalıdır, ve yapay zekayı ve zeka, etik, bilinç, epistemoloji ve özgür iradenin anlaşılması ve bilgi edinilmesi üzerindeki etkilerini araştırır. Dahası, teknoloji yapay hayvanların veya yapay insanların (ya da en azından yapay yaratıkların) yaratılmasıyla ilgilidir, bu nedenle bu disiplin filozoflar için önemli bir ilgi konusudur. Bu etkenler yapay zeka felsefesinin ortaya çıkmasına katkıda bulunmuştur.

Yapay zeka felsefesi aşağıdaki türden sorulara cevap bulmaya çalışır:

Bir makine akıllıca davranabilir mi? Bir insanın düşünerek çözebileceği herhangi bir sorunu çözebilir mi?

İnsan zekası ile makine zekası aynı mıdır? İnsan beyni özünde bir bilgisayar mıdır?

Bir makine, tıpkı bir insan gibi bir akla, zihinsel durumlara ve bilince sahip olabilir mi? Nesnelerin nasıl olduğunu hissedebilir mi? (yani, niteliklere sahip midir?)

Bu tür sorular sırasıyla yapay zeka araştırmacılarının, bilişsel bilimcilerin ve filozofların farklı ilgi alanlarını yansıtıyor. Bu soruların bilimsel yanıtları, "zeka" ve "bilinç" kavramlarının tanımına ve tam olarak hangi "makinelere" tartışıldığına

bağlıdır.

Yapay zeka felsefesindeki önemli önermeler arasında şunlar yer almaktadır:

Turing'in "kibarlık kuralı": Eğer bir makine bir insan kadar akıllı davranıyorsa, o zaman bir insan kadar akıllıdır.

Dartmouth önerisi: "Öğrenmenin her yönü veya zekânın herhangi bir diğer özelliği prensipte o kadar kesin bir şekilde tanımlanabilir ki, bir makine bunu simüle edebilir."

Allen Newell ve Herbert A. Simon'un fiziksel sembol sistemi hipotezi: "Fiziksel bir sembol sistemi, genel zeki eylemin gerekli ve yeterli araçlarına sahiptir."

John Searle'in güçlü yapay zeka hipotezi: "Doğru girdi ve çıktılara sahip, uygun şekilde programlanmış bir bilgisayar, tıpkı insanların zihinleri olduğu gibi bir zihne sahip olacaktır."

Hobbes'un mekanizması: "Çünkü 'akıl' ... düşüncelerimizin 'işaretlenmesi' ve 'anlamlandırılması' için üzerinde uzlaşılan genel adların sonuçlarının 'hesaplanmasından', yani toplanmasından ve çıkarılmasından başka bir şey değildir..."

8. YENİ FELSEFE PERSPEKTİFİ (New Perspective for Philosophy)

Yazar R-Sentez yaparak felsefe için yeni bir perspektif tanımlamıştır (R-Felsefe). (Refet Ramiz, June 2016). Bu sentezde dikkate alınan konuların kapsamı, periyodu ve içeriği şu şekilde özetlenebilir: geçmiş 12.000 yılı kapsayan yazılı kaynaklara göre, dünyadaki 1.600 etnik orijin, 27 federasyon, tüm ideolojiler, 130 mitoloji, dünyadaki organizasyonlar, 680 felsefe, 87 din felsefecisi, 48 siyaset felsefecisi, 55 bilim felsefecisi, 42 tarih



felsefecisi, 20 hukuk felsefecisi, 132 akıl felsefecisi, etik, epistemoloji, metafizik, mantık, ontoloji, 168 din-inanış, 703 bilim dalı, ve diğer konular. (Refet Ramiz, June 2016)

Temel Felsefeler şu şekilde tanımlanmıştır (Refet Ramiz, June 2016): (1) Yönetim Felsefesi®®, (2) Bilgi Felsefesi®®, (3) Adalet Felsefesi®®, (4) Siyaset Felsefesi®®, (5) Din Felsefesi®®, (6) Bilim Felsefesi®®, (7) Sosyal Bilim Felsefesi®®, (8) Sistem Felsefesi®®. Temel felsefelerin alt yapısal felsefeler ve üst yapısal felsefelerle ilişkili olduğu tanımlanmıştır.

Burada “®®” bunun yazar tarafından yeniden yapılandırılmış felsefe dalı olduğunu ifade eder, ve “®®” bunun yazar tarafından yeni tanımlanan felsefe dalı olduğunu ifade eder.

Temel Felsefelerin alt dalları genel olarak diğer bir çalışmada belirtilmekle birlikte (Ramiz, June 2016), burada ya-pay zeka ile değerlendirmelerde ilgili olabilecek bazı temel felsefeler için bu alt dallar aşağıda ilgili teorilerle birlikte kısaca açıklanmıştır;

9. BİLİM FELSEFESİ İÇİN YENİ PERSPEKTİF (New Perspective for Philosophy of Science)

Yazar, “bilim felsefesi için yeni perspektifi” ve “bilimler”, “bilim felsefesi” ve “felsefe dalları” arasındaki ilişkiyi belirtmek için şunları tanımlamış ve dikkate almıştır; (i) Yeni Felsefe perspektifi, (ii) Temel Felsefeler, (iii) Temel Felsefelere göre ana bilimler, (iv) yeni veya yeniden yapılandırılmış bilimler, (v) yeni veya yeniden yapılandırılmış bilim dalları, (vi) İdeal Bilimsel Sistem. (Ramiz, Temmuz 2016)

9.1. Bilim Felsefesi (Philosophy of Science®®) (yeni yaklaşım)

Burada, yeni felsefe perspektifine göre tanımlanmış bir temel felsefe olan bilim felsefesi dikkate alınmıştır. Bu felsefe dalının bilimlerle (bilim dallarıyla) ilişkisi aşağıda genel hatlarıyla açıklanmıştır.

Bilim felsefesi*, bilim felsefesinin dalları*, ve bilim dallarının içeriği, etkililiği, değeri, düzeyleri, önemi, anlamı ve/veya ağırlığı, R-Sentez’in 27 (+) kesin sonuç durumu nedeniyle yeniden yapılandırılmış/tanımlanmıştır. Bilim felsefesinin bazı yeni dalları ve bazı yeni bilim dalları ayrıca ortaya konmuştur.

Bilim felsefesi altında bilim ile ilgili teoriler dikkate alınmıştır. Bu teorilerin temel olarak şu konularda bilgi sunması öngörülmüştür; (a) bilimin varlığı, (b) bilimin bilgisi, (c) bilimin doğası, (d) bilimin amacı.

9.2. Felsefenin Yeni Temel Dallarına Göre Ana Bilimler (Major Sciences Due to New Basic Branches of Philosophy)

Yeni temel felsefe dalları için ana bilim dalları ve ilgili temel ilkeler aşağıda kısaca tanımlanmıştır:

(A) Yönetim Bilimi (Science of Administration®/Administration Science®) (*)

(B) Bilgi Bilimi (Science of Information®/Information Science®):

Bu bilimin temel prensipleri şu şekilde tanımlanmıştır; (i) Bilgi oluşturma, (ii) Bilgiyi koruma, (iii) Bilgi edinme, (iv) Bilgi sunma, (v) Bilginin yönetimi/yönlendirilmesi, (vi) Bilginin incelenmesi, (vii) Bilgiye ilişkin 8 temel anlayış, (viii) Bilginin dönüştürülmesi.

(C) Adalet Bilimi (Science of Justice®): (*)

(D) Siyaset Bilimi (Science of Politics®): (*)

(E) Din Bilimi (Science of Religion®): (*)

(F) Temel Bilimler (Basic Sciences®):

Bu bilimlerin temel prensipleri şu şekilde tanımlanmıştır; (i) bilimlerin oluşumu, (ii) bilimlerin korunması, (iii) bilimin edinilmesi/sahip olunması, (iv) bilimlerin sağlanması/hizmet edilmesi, (v) bilimlerin yönetimi, (vi) bilimlerin denetlenmesi, (vii) bilimler için 8 temel anlam, (viii) bilimlerde dönüşüm.

Temel Bilimler olarak; Biyolojik Bilimler, Kimya Bilimleri, Elektromagnetik Bilimler, Bilgi Bilimleri, Matematik Bilimleri ve Fizik Bilimleri tanımlanmıştır.(Bknz. Şekil-2)

(G) Sosyal Bilimler (Social Sciences):(*)

(H) Sistemler Bilimi (Science of Systems®/systems science):

Bu bilimin temel prensipleri şu şekilde tanımlanmıştır; (i) sistemin oluşturulması, (ii) sistemin korunması, (iii) sisteme sahip olmak/sistemi edinmek, (iv) sisteme hizmet etmek/tedarik etmek, (v) sistemin yönetimi, (vi) sistemin denetlenmesi, (vii) sistemler için 8 temel anlayış, (viii) sistemlerde dönüşüm.

(I) Hibrid Bilimler (Hybrid Sciences®):

Hibrid bilimler, aşağıdaki kategorilerle tanımlanmıştır;

Kategori-I; Kategori-A (yönetim, bilgi, adalet, siyaset, din, fen bilimleri, sosyal bilimler ve sistem) ile ilişkili disiplinler arasında,

Kategori-II; Kategori-B (Biyoloji, Kimya, Elektromagnetik, Bilgi, Matematik, Fizik) ile ilişkili temel bilim disiplinleri arasında,

(*) bu dallar diğer çalışmada daha detaylı tanımlanmıştır.

9.3. Bilim Felsefesinin Alt Dalları (Sub Branches of Philosophy of Science)

Bilim Felsefesinin alt dalları aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır; (1) Biyolojik Felsefe (philosophy of biology*), (2) Kimya Felsefesi (philosophy of chemistry*), (3) Elektromagnetik Felsefesi (philosophy of electromagnetics®), (4) Matematik Felsefesi (philosophy of mathematics*), (5) Fizik Felsefesi (philosophy of physics*), (6) Hibrid dallar (hybrid branches); (a) İlaç Felsefesi (philosophy of medicine), (b) Eczacılık Felsefesi (philosophy of pharmacy), (c) Diğerleri (hibrid bilimlere göre tanımlanmış)

9.4. Yeni Bilim Felsefesi Perspektifine Göre Bilim Dalları ve İdeal Bilimsel Sistem (Branches of Sciences due to New Perspective of Philosophy of Science and Ideal Scientific System)

Yazar yaptığı R-Sentez sonucunda, tanımladığı yeni bilim felsefesi perspektifine göre sentezin 27 (+) kesin sonuç durumunu bilim disiplinine ve eski bilim dallarına uygulamış, ve yeni ve/veya yeniden yapılandırılmış bilim dallarını, bilim hiyerarşisini, genel olarak R-Bilim perspektifi altında şu konuları sınıflandırmıştır; (1) yapısal kategorilere göre bilimler; (a) Temel Bilimler (biyoloji bilimleri, kimya bilimleri, elektromagnetik bilimler,

bilgi bilimleri, matematik bilimleri, fizik bilimleri), (b) hibrid bilimler (2D-6D Hibrid bilimler), (2) her bilim dalının temel bileşenleri, (3) büyüklük, içerik ve hassasiyete göre bilimler; (a) mikro bilimler, (b) fonksiyonel bilimler, (c) makro bilimler; (4) karakteristik yöntemlerine göre bilimler; teorik, deneysel, uygulamalı, hesaplamalı, analitik, karşılaştırmalı; (5) "karakteristik yöntemler" ve "büyüklüğe" göre bilim dalları (Tablo-2), (6) evrenin ölçeğine göre bilim hiyerarşisi (Şekil-1), (7) hizmet konularına göre bilimler; 39 hizmet konusuna göre bilimler (Refet Ramiz, September 2015), (8) İdeal Bilim Sistemi'ne göre bilimler.

Tablo 2. Karakteristik Yöntem ve Büyüklüğe Göre Bilim Dalları (Branches of Science due to Characteristic Methods and Size)

	Mikro Bilim (Micro science)	Fonksiyonel Bilim (Functional science)	Makro Bilim (Macro science)
Teorik (Theoretical)	Mikro/Teorik	Fonksiyonel/Teorik	Makro/Teorik
Deneysel (Experimental)	Mikro/Deneysel	Fonksiyonel/ Deneysel	Makro/Deneysel
Uygulamalı (Applied)	Mikro/Uygulamalı	Fonksiyonel/ Uygulamalı	Makro/Uygulamalı
Hesaplamalı (Computational)	Micro/ computational	Functional/ computational	Macro/ computational
Analitik (Analytical)	Mikro/Analitik	Fonksiyonel/ Analitik	Makro/Analitik
Karşılaştırmalı (Comparative)	Mikro/ Karşılaştırmalı	Fonksiyonel/ Karşılaştırmalı	Makro/Karşılaştırmalı

Evrenin Skalası

Çap (m)

10 ²⁷ m	Makro Sistemler	Makro Biyoloji	Makro Kimya	Makro Elektromagnetik	Makro Bilgi	Makro Matematik	Makro Fizik	Makro Bilimler
10 ⁰ m	Fonks. Sistemler	Fonks. Biyoloji	Fonks. Kimya	Fonksiyonel Elektromagnetik	Fonksiyonel Bilgi	Fonksiyonel Matematik	Fonks. Fizik	Fonks. Bilimler
10 ⁻³⁶ m	Mikro Sistemler	Mikro Biyoloji	Mikro Kimya	Mikro Elektromagnetik	Mikro Bilgi	Mikro Matematik	Mikro Fizik	Mikro Bilimler
	Temel Sistemler	Biyoloji	Kimya	Elektromagnetik	Bilgi	Matematik	Fizik	Temel Disiplin
	Sistem Bilimi	Biyolojik Bilimler	Kimya Bilimleri	Elektromagnetik Bilimler	Bilgi Bilimleri	Matematik Bilimleri	Fizik Bilimleri	Temel Bilimler

Şekil. 1. Evrenin skalasına göre Yeni Bilim Dalları ve ilgili bilim hiyerarşisi

Burada Biyoloji Bilimleri®©, Kimya Bilimleri®©, Elektromagnetik Bilimler®®, Matematik Bilimler®© ve Fizik Bilimleri®© diğer çalışmada tanımlanmıştır.

Akademik bir disiplin olarak Bilgi Bilimleri®© ise aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır; (1) Yönetim; (a) yönetim ve ideoloji, (b) yönetim ve siyaset, (c) yönetim ve din, (d) yönetim ve bilim; (e) işletme yönetimi, (f) sürdürülebilir yönetim, (g) kamu yönetimi, (h) sistem yönetimi, (i) diğerleri, (2) Arkeoloji, (3) Bankacılık, (4) İletişim; (a) kişisel iletişim, (b) sosyal iletişim, (c) iş iletişimi, (d) kamusal iletişim, (e) diller, (f) internet iletişimi, (g) medya iletişimi, (h) mobil iletişim, (5) Sürdürülebilir Kalkınma, (6) Kriminoloji, (7) Finans/Parasal Değerler; (8) Eğitim; (a) bilim eğitimi, (b) diğerleri, (9) Etik; (a) iş etiği, (b) tıp etiği, (c) siyasi etik, (d) bilimsel etik, (e) felsefi etik, (f) diğerleri, (10) Tarih; (11) Sosyal Bilimler®©, (12) Hukuk ve Adalet; (a) yönetim ve adalet, (b) bilgi ve adalet, (c) siyaset ve adalet, (d) din ve

adalet, (e) bilim ve adalet, (f) sistem ve adalet, (g) ideoloji ve adalet, (h) diğerleri, (13) Kütüphane Bilimi, (14) Siyaset Bilimi®©, (15) Felsefe®©; (16) İlişkiler; (a) uluslararası ilişkiler*, (b) endüstriyel ilişkiler, (c) halkla ilişkiler, (d) sosyal ilişkiler, (e) diğerleri (Ramiz, 2015), (17) Din ve İdeoloji, (18) Din ve Bilim; (a) Teoloji, (b) diğerleri, (19) Adalet ve Din, (20) İdeoloji ve Bilim, (21) İdeoloji ve Politika; (22) İstatistik, (23) Ekonomi, (24) İnformatik, (25) Muhasebe, (26) Arşiv Bilimi®©, (27) Veri Bilimi, (28) Diğer Hibrid Bilimler: (a) Veri Mühendisliği, (b) Bilgi Mühendisliği, (c) diğer

Burada önemli bir husus, mevcut literatürdeki eski tanımlarına göre bu bilimler, yeni tanımlanan 1D-6D hibrid bilimleri de alt dallar olarak göstermektedir

Yeni bilim felsefesine göre tüm bilinen ve bilinmeyen bilim dalları İdeal Bilimsel Sistem olarak isimlendirilen bir çatı altında ifade edilebilmektedir. (Şekil-2)

9.5. Eski Bilim Dalları İle Yeni Bilim Dalları Arasındaki İlişkiler (Relations between some old Branches and New Branches of Science)

Yazar, aşağıda bazı eski bilim dallarını yeniden yapılandırılmış bilimler olarak tanımlamıştır;

Mühendislik ana dalları, ve bu ana dallar altındaki bazı mühendislik disiplinleri, 1D Temel Bilimler, ve 2D-6D Hibrid Bilimler olarak tanımlanabilmektedir (alfabetik sırada): Bilgi Mühendisliği (4D

Hibrid Bilim); Bilgisayar Mühendisliği (3D Hibrid Bilim); Biyomedikal Mühendisliği (6D Hibrid Bilim); Elektrik Mühendisliği (5D Hibrid Bilim); Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği (5D Hibrid Bilim); Hava-cılık Mühendisliği (5D Hibrid Bilim); İnşaat Mühendisliği (4D Hibrid Bilim); Kimya Mühendisliği (3D Hibrid Bilim); Makina Mühendisliği (4D Hibrid Bilim); Malzeme Mühendisliği (4D Hibrid Bilim); Mekatronik Mühendisliği (3D Hibrid Bilim); Yapay Zeka Mühendisliği (4D Hibrid Bilim); Yazılım Mühendisliği (2D Hibrid Bilim);

Şekil. 2. İdeal Bilimsel Sistem, Hibrid Bilimlerin Ana Kategorileri (K-xD-yy) ve İlgili Bilim Hiyeraarşisi

6D Hibrid Bilim Kategorisi	Kategori-6D-01						Makro Bilimler/ Fonksiyonel Bilimler/ Mikro Bilimler
5D Hibrid Bilim Kategorisi	Kategori-5D-01				Kategori-5D-06		
4D Hibrid Bilim Kategorisi	Kategori-4D-01				Kategori-4D-15		
3D Hibrid Bilim Kategorisi	Kategori-3D-01				Kategori-3D-20		
2D Hibrid Bilim Kategorisi	Elektromagnetik VE Bilgi		Biyoloji VE Elektromagnetik				
	Elektromagnetik VE Fizik		Elektromagnetik VE Matematik				
	Bilgi VE Matematik		Kimya VE Elektromagnetik				
	Biyoloji VE Bilgi		Kimya VE Bilgi		Bilgi VE Fizik		
	Kimya VE Matematik		Kimye VE Fizik		Matematik VE Fizik		
	Biyoloji VE Kimya		Biyoloji VE Fizik		Biyoloji VE Matematik		
	Biyoloji	Kimya	Elektromagnetik	Bilgi	Matematik	Fizik	Temel Disiplinler
1D Hibrid Bilimler	Biyoloji Bilimleri	Kimya Bilimleri	Elektromagnetik Bilimler	Bilgi Bilimleri	Matematik Bilimleri	Fizik Bilimleri	Temel Bilimler

10. YENİ FELSEFE PERSPEKTİFİNE GÖRE ESKİ/YENİ FELSEFE DALLARI (Some Old/New Branches of Philosophy Due To New Philosophy Perspective)

İnsan yaşamıyla etkileşim halinde olan ve yönetim, adalet, siyaset, din, sosyal bilim disiplinlerini de bir şekilde etkileyen bazı mühendislik, teknolojik, bilimsel temeller/buluşlar olduğundan, yazar, bu temeller ile İdeal Felsefe Sistemi arasındaki etkileşimi/ilişkiyi ifade etmek ve ayrıca bu bilimsel temellerin ardındaki hibrid felsefe perspektiflerinin düzeyini belirtmek için felsefenin aşağıdaki dallarını tanımlamıştır (alfabetik sırada):

- a. Bilgi Teknolojileri Felsefesi (Philosophy of Information Technology): 4D Hibrid Felsefe olarak, Bilim Felsefesi, Bilgi Felsefesi, Sosyal Bilim Felsefesi ve Sistemler Felsefesi içerdiği öngörülmüştür.
- b. Bilgisayar Bilimi Felsefesi (Philosophy of Computer Science®): 3D Hibrid Felsefe olarak, Bilim Felsefesi, ®®, Bilgi Felsefesi®®, ve Sistemler Felsefesi®®, içerdiği öngörülmüştür.
- c. Bilişim Hukuğu Felsefesi (Philosophy of Information Technology Law): 5D Hibrid Felsefe olarak, Adalet Felsefesi, Bilim Felsefesi, Bilgi Felsefesi, Sosyal Bilim Felsefesi ve Sistemler Felsefesi içerdiği öngörülmüştür.
- d. Dijital Teknoloji Felsefesi (Philosophy of Digital Technology): 4D Hibrid Felsefe olarak, Bilim Felsefesi, Bilgi Felsefesi, Sosyal Bilim Felsefesi ve Sistemler Felsefesi içerdiği öngörülmüştür.

- e. İstatistik Felsefesi (Philosophy of Statistics®®), 2D Hibrid Felsefe olarak, Bilim Felsefesi ve Bilgi Felsefesi içerdiği öngörülmüştür.
- f. Mühendislik Felsefesi (Philosophy of Engineering): 3D Hibrid Felsefe olarak, Bilim Felsefesi, ®®, Bilgi Felsefesi®®, ve Sistemler Felsefesi içerdiği öngörülmüştür. Mühendisliğin sosyal değerlerle, yönetimle, hukukla, siyasetle olan ikili etkileşimleri, üst düzey hibrid felsefeler (4D Hibrid Felsefeler) bakış açılarıyla irdelenecek hususlardır. Yine dörtten çok disiplinin etkin olduğu durumlarda 5D, 6D, 7D Hibrid Felsefe ile mühendislikle alakalı konuların irdelenmesi sözkonusudur.
- g. Parasal Değerler Felsefesi (Philosophy of Monetary Values®®): 4D Hibrid Felsefe olarak, Bilim Felsefesi, Bilgi Felsefesi, Sosyal Bilim Felsefesi ve Sistem Felsefesi içerdiği öngörülmüştür.

Alt dalları ise: (i) digital para felsefesi®®, (ii) para felsefesi, (iii) finans felsefesi®®, (iv) bankacılık felsefesi®®, (v) ekonomi felsefesi®®, (vi) diğer.
- h. Yapay Zeka Felsefesi (Philosophy of Artificial Intelligence®®): 3D Hibrid Felsefe olarak, Bilim Felsefesi, Bilgi Felsefesi ve Sistem Felsefesi içerdiği öngörülmüştür.

Yapay Zeka'nın sosyal değerlerle, yönetimle, hukukla, siyasetle olan ikili etkileşimleri, hiç kuşkusuz üst düzey hibrid felsefeler (4D Hibrid Felsefeler) bakış açılarıyla irdelenecek hususlardır. Bu bağlamda;

(i)Yapay zeka-sosyal bilimler etkileşimi, Sosyal Bilim Felsefesini Yapay Zeka Felsefesi ile birlikte dikkate alan 4D Hibrid Felsefeye önem katacak, (ii) Yapay zeka-yönetim etkileşimi, Yönetim Felsefesini Yapay Zeka Felsefesi ile birlikte dikkate alan 4D Hibrid Felsefeye önem katacak, (iii) Yapay zeka-Hukuk etkileşimi, Adalet Felsefesini Yapay Zeka Felsefesi ile birlikte dikkate alan 4D Hibrid Felsefeye önem katacak, (iv) Yapay zeka-Siyaset etkileşimi, Siyaset Felsefesini Yapay Zeka Felsefesi ile birlikte dikkate alan 4D Hibrid Felsefeye önem katacaktır. Yönetim, Adalet, Siyaset, Bilim, Bilgi, Sosyal Bilim ve Sistemin tümünün dahil olduğu bir uç toplum hayatında, yapay zekanın etkin olduğu bir fütüristik toplum, ülke veya dünya yaşamında 4D-7D Hibrid Felsefe ile konuların irdelenmesi sözkonusu olabilecektir.

Bu şekliyle, eski/yeni felsefe dalları yeniden yapılandırılmış ve daha yüksek kavram, kapsam, değer ve önemde dikkate alınması gereken felsefe dalları olarak ifade edilmiştir.

11. SONUÇ (Conclusion)

Bu çalışmada, mühendislik, bilim ve yapay zeka disiplinlerinin anlam ve önemli ayrı ayrı ve birlikte irdelenmiştir. Bu disiplinlerin oluşumunda ve uygulanmasında dikkate alınan genel ve özel felsefe yaklaşımları tanımlanmıştır. İnsan hayatını ve dünya çehresini etkileyen ve değiştiren üç disiplinin birbiri ile olan vazgeçilmez ilişkisi ve etkileşimi hibrid bilimler, hibrid felsefeler yardımı ile yeni felsefe perspektifi ile ortaya konmuştur.

Kamu ve özel sektörde çalışan yöneticilerin ve görevli uzmanların mühendislik, bilim, yapay zeka konularında gerekli ve yeterli bilgi, eğitim sahibi olması, bu bağlamda yürütecekleri çalışmalarda

doğru bir bilim felsefesi bakış açısına sahip olması yeni çağda süreçlerin hızlı gelişiminde ve insan hayatının doğru şekillendirilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Yönetim, Adalet, Siyaset, Bilim, Bilgi, Sosyal Bilim ve Sistemin tümünün dahil olduğu bir uç toplum hayatında, yapay zekanın etkin olduğu bir fütüristik toplum, ülke veya dünya yaşamında 4D-7D Hibrid Felsefe ile konuların irdelenmesi önemlidir.

Yeni felsefe perspektifine göre tanımlanmış veya yeniden yapılandırılmış temel felsefeler dikkate alındığında, bunlarla ilgili teoriler, felsefe alt dalları ve hibrid felsefeler ışığında yapay zekanın uygulamadaki felsefesinin hiçbir zaman bu temel felsefelerin bazılarının yerini alamayacağı aşikardır, ancak burada sorulması gereken soru yapay zekanın her konuda insanın yerini almasının istenip istenmediğidir.

Bazı kaynaklar, 21inci yüzyılın efektif mühendislik uygulamaları olarak yapay zeka mühendisliği, yenilenebilir enerji mühendisliği, biyomedikal mühendisliği, siber güvenlik mühendisliği, robotik ve otomasyon mühendisliği, çevre mühendisliği, bilgisayar bilimi ve yazılım mühendisliği, makine mühendisliği, inşaat mühendisliği, elektrik-elektronik mühendisliği, elektronik ve haberleşme mühendisliği, kimya mühendisliği, ve uzay mühendisliğini öncelikli konular olarak göstermektedir.

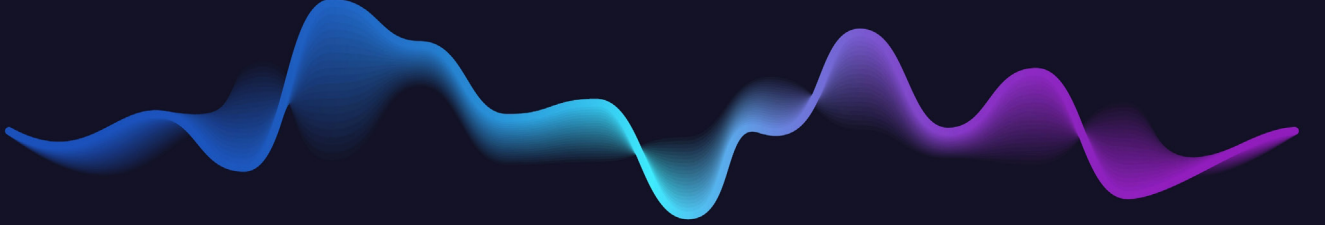
Bunlar, mühendisliğin 21. yüzyılı nasıl şekillendirdiğine dair bazı örnekler olarak dikkate alınabilir. Aşikardır ki teknoloji gelişmeye devam ettikçe, mühendisler küresel zorlukların üstesinden gelmede ve yaşam kalitesini iyileştirmede giderek daha önemli bir rol oynayacaklardır.

KAYNAKLAR

- Refet Ramiz, (July 2016), "New Perspective for the Philosophy of Science: Re-Construction and Definition of New Branches & Hierarchy of Sciences", David Publishing, Journal of Philosophy Study, July 2016, Vol. 6, No. 7, pp.377-416.
- Refet Ramiz, (June 2016), "New Perspective for the Philosophy: Re-Construction & Definition of the New Branches of Philosophy", David Publishing, Journal of Philosophy Study, June 2016, Vol. 6, No. 6, pp. 305-336.
- Refet Ramiz, (September 2015), "A continuable Political Administration System for World Countries-I", David Publishing, Journal of International Relations and Diplomacy, September 2015, Vol. 3, No. 9, pp.609-624.
- Refet Ramiz (Mayıs 2010), "Ülkeler Birliği, Türkiye ve Diğer Ülkeler İçin Sürdürülebilir Siyası Yönetim Sistemi: Sistemin Temelleri", Kitap, ISBN: 978-605-88423-0-4.
- Refet Ramiz, (December 2020), "New Perspective for the Philosophy of Religion: New Era Theory, Religion and Science", David Publishing, Journal of Philosophy Study, December 2020, Vol. 10, No. 12, 818-873.
- Donald Gillies, (March 2020), "Artificial Intelligence and Philosophy of Science from 1990s to 2020", (XXV Conference on Contemporary Philosophy and Methodology of Science), Ferrol, Spain. March 2020)
- Masahiro Matsuo, (2017), "AI and Philosophy of Science: Discussion over Causality", The Philosophy of Science Society, Japan, ISSN: 1883-6461, Invited paper, 2017, Vol 50, pp. 71-84.
- John McCarthy, (June 2006), "The Philosophy of AI and the AI of Philosophy",
<http://jmc.stanford.edu/articles/aiphil2>
- "Philosophy of Artificial Intelligence", Munich Center for Mathematical Philosophy (MCMP), <https://www.mcmp.philosophie.uni-muenchen.de/index.html>
- "Philosophy of Artificial Intelligence", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Philosophy_of_artificial_intelligence
- "Engineering", Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Engineering>
- "List of Engineering Branches", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_engineering_branches
- "AI Engineering", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence_engineering



- "Artificial Intelligence Engineering", Massachusetts Institute of Technology, [https:// professionalprograms.mit.edu/blog/technology/artificial-intelligence-engineering/](https://professionalprograms.mit.edu/blog/technology/artificial-intelligence-engineering/)
- "Artificial Intelligence in Science", EU Commission, https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/artificial-intelligence-ai-science_en
- "Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research", OECD, June 2023, https://www.oecd.org/en/publications/artificial-intelligence-in-science_a8d820bd-en.html
- "Artificial Intelligence for Science", NASA Science, <https://science.nasa.gov/artificial-intelligence-science/>
- "Philosophy of Science", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Philosophy_of_science
- "Philosophy of Engineering", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Philosophy_of_engineering
- "Philosophy of Technology", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Philosophy_of_technology
- "Philosophy of Technology", Stanford Encyclopedia of Philosophy, <https://plato.stanford.edu/index.html>
- "Philosophy of Technology", Internet Encyclopedia of Philosophy (IEP), <https://iep.utm.edu/techno-lo/>
- "Index of Branches of Science", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Index_of_branches_of_science
- "Artificial Intelligence", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence
- "History of Artificial Intelligence", Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence



Ses Tabanlı Yapay Zeka Uygulamaları ve Geleceğimiz

Doç. Dr. Saadin OYUCU

ÖZET

Ses tabanlı yapay zekâ (YZ) uygulamaları, insan konuşmasını anlama ve üretme yeteneği sayesinde günümüzün önemli teknoloji alanlarından biri haline gelmiştir. Bu bölümde otomatik konuşma tanıma (ASR: Automatic Speech Recognition), doğal dil işleme (NLP: Natural Language Processing) ve metinden konuşmaya dönüşüm (TTS: Text to Speech) gibi temel teknik bileşenler ele alınmıştır. Ses teknolojilerinin kişisel asistanlardan çağrı merkezlerine, sağlık hizmetlerinden eğitim ve finans sektörüne kadar çok çeşitli uygulama alanlarında kullanıldığı vurgulanmıştır. Türkiye’de yürütülen yerel projeler kapsamında Alzheimer hastalığının erken teşhisinde konuşma analizinin kullanılması, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) belirtilerinin sesten tespiti,

eğitimde dijital okuma klinikleri ve finans sektöründe ses biyometrisi gibi örnekler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca bu uygulamaların etik ve güvenlik boyutları (mahremiyet endişeleri ve ses klonlama suistimalleri) tartışılmış, Türkçeye özgü dil ve ses işleme zorlukları ile çözümlerine değinilmiştir. Son olarak geleceğe yönelik beklentiler ve stratejik yönelimler ele alınarak, ses tabanlı YZ alanında olası gelişmeler ve Türkiye açısından fırsatlar değerlendirilmiştir.

GİRİŞ

Ses tabanlı yapay zekâ, makinelerin insan sesini duyması, anlamlandırması ve yeniden üretebilmesi üzerine kurulu, farklı disiplinleri bir araya getiren bir alandır. Özellikle son on yılda derin öğrenmedeki ilerlemelerle birlikte, konuşma

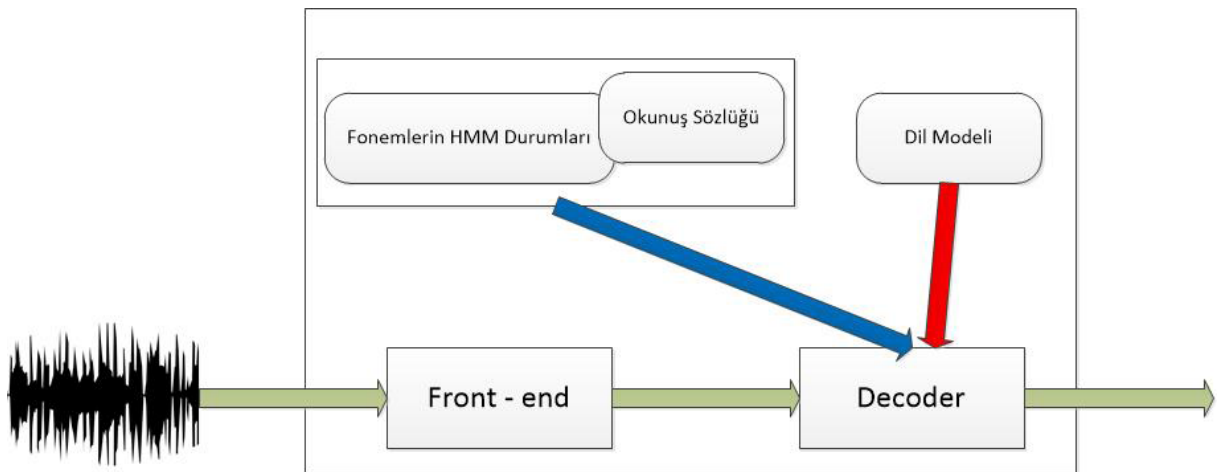
tanıma ve ses sentezi teknolojileri artık günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bugün akıllı telefonlarımızdaki asistanlardan akıllı hoparlörlere, araç içi sesli komut sistemlerinden çağrı merkezi otomasyonlarına kadar pek çok alanda, konuşmayı metne dönüştüren ya da metni insan benzeri doğal bir sesle aktaran yapay zekâ çözümleri kullanılmaktadır.

Ses tabanlı YZ uygulamalarının temelinde, insan konuşmasını dijital olarak işleyip anlamlandıran ve yine dijital ortamda doğal ses üretimi yapabilen bir dizi teknoloji bulunur. Bu teknolojilerin başlıcaları ASR, NLP uygulamaları ve TTS olarak sıralanabilir. ASR sistemleri, konuşulan dili çözümleyerek ses sinyalini metne çevirme işlemini gerçekleştirir. Bu sistemler, girdideki analog ses dalgalarını dijital sinyallere dönüştürüp üzerlerinde akustik ve dil modelleri yardımıyla olasılıksal çıkarımlar yaparak en olası kelime dizisini üretir. Geleneksel ASR yaklaşımları, Gizli Markov Modelleri (HMM: Hidden Markov Models) ve Dinamik Zaman Uyarımı (DTW: Dynamic Time Warping) gibi istatistiksel yöntemlere dayanıyordu. Bu yöntemler, konuşma sinyalinin za-

manla değişen yapısını modelleyerek ses ile metin arasındaki eşleştirmeyi olasılıksal olarak gerçekleştirdiler. Ancak son yıllarda derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar, özellikle derin sinir ağları, ASR alanında büyük bir performans sıçraması sağlamıştır. Derin öğrenme algoritmaları farklı aksanları, lehçeleri ve gürültülü ortamları istatistiksel yöntemlerden çok daha yüksek doğrulukla ele alabilmektedir [1].

TEMEL KAVRAMLAR VE TANIMLAR

Modern bir ASR sistemi tipik olarak (i) Ses sinyalini işleyerek frekans özelliklerini çıkaran bir özellik çıkarıcı (genellikle ham dalga formundan mel spektrogramı üreten bir modül), (ii) Bu özellikleri girdi kabul eden ve zaman içerisinde olası karakter veya kelime olasılıklarını çıkaran bir akustik model, (iii) Akustik model çıktılarını istatistiksel dil bilgisiyle birleştirip en olası metni üreten bir çözücü (decoder) ve isteğe bağlı olarak (iv) Sonuç metin üzerinde noktalama ve büyük/küçük harf düzeltmeleri yapan bir dil işleme modeli bileşenlerden oluşur. Şekil 1, derin öğrenme tabanlı bir konuşma tanıma sisteminin uçtan uca işlem hattını özetlemektedir.



Şekil 1. Konuşma tanıma sisteminin uçtan uca işlem hattı

Şekil 1’de verilen işlem hattında öncelikle ham ses verisi uygun şekilde kodlanır ve özellikler çıkarılır; ardından akustik model ile çeviri yapılır ve dil modeli yardımıyla anlamlı metin çıktı elde edilir. Son aşamada transkriptin okunabilirliğini artırmak amacıyla noktalama ve biçimlendirme uygulanır. Bu şekilde, bir mikrofon girişiyle başlayan süreç sonunda konuşmanın dijital ortama dökülmüş metin karşılığı elde edilir.

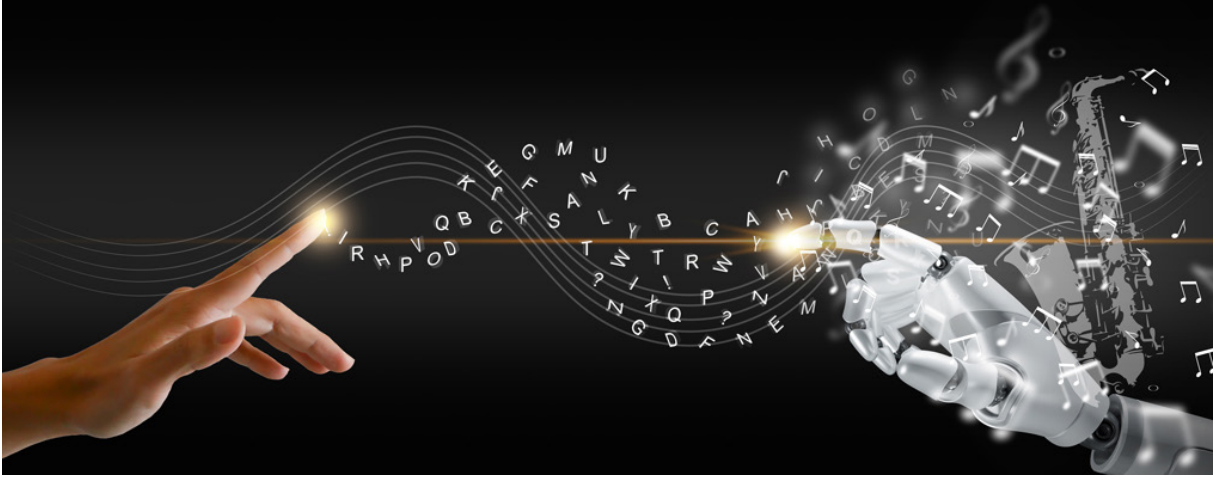
ASR sistemlerinin başarısı büyük ölçüde veri miktarına ve kalitesine bağlıdır. Derin öğrenme modelleri, insan beynine benzer biçimde, büyük veri üzerinde eğitildikçe performanslarını artırır (lardevelo-per.nvidia.com). Bu nedenle LibriSpeech, Common Voice gibi kapsamlı konuşma veri setleri ASR araştırmalarında kritik rol oynamaktadır. Konuşma tanıma modelleri eğitilirken veriyi zenginleştirmek için zaman ölçekleme, gürültü ekleme gibi veri artırma teknikleri de kullanılır.

ASR çıktısı, yani elde edilen metin, çoğu zaman ham haliyle son kullanıcıya sunulmaz. Metinden anlam çıkarılması veya sorulara cevap verilmesi gibi işlemler için doğal dil işleme (NLP) tekniklerine başvurulur. NLP, metin içindeki dilbilgisel yapıları ve anlamsal ilişkileri çözümleyerek bilgisayarların metni “anlamasına” olanak tanır. Ses tabanlı uygulamalarda NLP iki düzeyde rol oynar: Birincisi, ASR sisteminin parçası olarak dil modeli ve metin post-produksiyonu (noktalama ekleme) şeklindedir. ASR sonrası NLP düzeltmeleri, tanınan metindeki tümcecikleri insan okuyucular için anlaşılır hale getirir. İkincisi ise, elde edilen metin üzerinde anlamsal analizler yaparak niyet belirleme, anlamsal çerçeve çıkartma veya soru-cevaplama gibi daha ileri görevleri yerine getirmektir. Örneğin, bir akıllı asistana “Bugün hava nasıl

olacak?” diye sorulduğunda ASR sistemi bu soruyu metne çevirdikten sonra, NLP modülü bu cümlelerin bir hava durumu sorgusu olduğunu anlar ve uygun yanıtı (“Bugün İstanbul’da hava 18°C ve yağış beklenmiyor.”) oluşturur. Bu yanıt metin halinde üretildikten sonra, eğer uygulama sesli yanıt verecekse TTS modülüne iletilir. Bu şekilde ASR ve NLP birbiriyle entegre çalışarak konuşmadan anlama sürecini tamamlarlar [2].

Konuşma sentezleme, yazılı metnin yapay olarak üretilen konuşmaya dönüştürülmesi sürecidir. Erken dönem TTS sistemleri kural tabanlı veya birleştirici (konkatatif) yöntemlerle çalışıyordu; insan tarafından kaydedilmiş konuşma parçalarını birleştirerek cümleler oluşturma yoluna gidiliyordu. 2000’li yıllarda istatistiksel parametrik konuşma sentezi yöntemleri (gizli Markov modeline dayalı) öne çıkmış, ancak ses doğallığı sınırlı kalmıştı. 2010’ların ortasından itibaren derin öğrenme ile TTS alanında önemli gelişmeler yaşandı. WaveNet gibi derin sinir ağı tabanlı vokoderler ve Tacotron gibi uçtan uca TTS modelleri, sentezlenmiş sesin doğallığını insan sesine çok yakın hale getirdi.

Modern bir sinir ağı tabanlı TTS sisteminin işlem hattı üç ana bölümde özetlenebilir (researchgate.net): (i) Metin analizi (Ön-işleme): Girdi metni dil bilgisi yönünden analiz edilir, normalleştirilir ve sesbirimlerine (fonem) dönüştürülür. Bu aşamada metindeki kısaltmaların açılması, sayısal ifadelerin okunur forma getirilmesi ve sözcüklerin fonetik transkripsiyonunun çıkarılması gibi işlemler yapılır. Metinden vurgular, tonlama (prosodi) gibi özelliklerin tahmini de bu bölümde gerçekleşir. (ii) Akustik model: Elde edilen dil/fonetik özellikleri giriş olarak bunları ara temsil olan akustik özelliklerle-



re çevirir. Genellikle bu ara temsil, yapay bir mel spektrogram veya ses frekansı ile ilgili başka bir özellik kümesidir. Bu görev, derin bir sinir ağı (seq2seq mimarisi veya dönüştürücü tabanlı model) tarafından gerçekleştirilirresearchgate.net. (iii) Dalga formu üretimi (Vocoder): Son aşamada, akustik modelin ürettiği özellikleri gerçekçi bir ses dalga formuna dönüştüren bir ağı bulunur. WaveNet, WaveGlow veya HiFi-GAN gibi çeşitli sinir tabanlı vocoderlar bu amaçla kullanılır ve ara spektrogramları doğrudan ham ses sinyaline çevirir.

Belirtilen süreç sonunda sistem girdi metnini telaffuz edilmiş bir konuşma olarak çıktı verir. Gelişmiş TTS sistemleri, konuşmanın tonu, hızı ve duygusal ifadesi üzerinde de kontrol imkânı sunmaktadır. Örneğin, bir cümle soru mu yoksa düz bilgi cümlesi mi olduğuna göre ses tonlamasını ayarlayabilirler. Günümüzde doğal ve akıcı bir ses sentezi elde etmek mümkün oldukça mümkün hale gelmiştir. 2014'te ilk yapay sinir ağı tabanlı TTS sistemlerinin (Merlin sistemi) ortaya çıkmasından bu yana sentez kalitesinde hızlı bir yükseliş yaşanmış; 2018 yılı itibarıyla Google'ın Tacotron2 ve DeepMind'ın WaveNet gibi modelleri insan benzeri kalitede ses üretmeye başlamıştır. Hatta

2023 yılında tanıtılan VALL-E gibi bazı yeni sistemler, sadece birkaç saniyelik örnek sesten bir kişinin sesini klonlayarak herhangi bir metni o kişinin sesiyle okuyabilmektedir.

SES TABANLI YAPAY ZEKÂ SİSTEMLERİNİN DESTEKLEYİCİ BİLEŞENLERİ

Ses tabanlı yapay zekâ sistemlerinin başarısı için bir önceki başlıkta detaylı olarak açıklanan ana bileşenlerin yanı sıra birkaç önemli unsur daha bulunmaktadır. Bunlardan biri Veri ve Korpus hazırlığıdır. Gerek konuşma tanıma gerekse sentezleme modülleri, büyük ve çeşitli veri kümeleriyle eğitilmelidir. Özellikle derin öğrenme modelleri için farklı konuşmacılardan, farklı ortamlardan ve değişik aksanlardan derlenmiş geniş konuşma verileri kritik önemdedir. Konuşma verisinin etiketlenmesi (ASR için doğru transkriptler, TTS için temiz telaffuzlar) emek yoğun bir süreç olup, yüksek kaliteli veri setleri genellikle uluslararası iş birliğiyle veya büyük kurumların çabalarıyla oluşturulmaktadır [3]. Mozilla Common Voice projesi gönüllü katkılarla birçok dil için konuşma kayıtları toplamıştırdeveloper.nvidia.com. Türkçe için de son yıllarda çeşitli konuşma verisi koleksiyonları oluşturulmaya başlanmıştır [4].

Bir diğer önemli bileşen Konuşmacı Tanıma ve Ayrımı teknolojileridir. Özellikle çok kullanıcıli ortamlarda veya toplantı kayıtlarında, hangi sözün kime ait olduğunu belirlemek (speaker diarization) ve gerektiğinde konuşmacının kimliğini tanımak (speaker identification) gerekebilir. Bu, ses biyometrisi ile ilgili bir alt alandır ve sesin bireye has özelliklerini kullanır. Bankacılık gibi güvenlik önemli olan uygulamalarda, kullanıcının ses izine bakarak kimlik doğrulama yapılması gibi senaryolar söz konusudur.

Son olarak Gerçek Zamanlı İşleme gereksinimi, ses tabanlı YZ'nin pratik uygulamalarında göz önünde bulundurulmalıdır. Bir sanal asistana soru sorulduğunda cevabın insan tarafından anlaşılabilir bir gecikme süresi içinde gelmesi beklenir (genelde birkaç saniye). Bu nedenle, ASR ve TTS işlemlerinin hızlı ve optimize biçimde çalışması önemlidir. Gerçek zamanlılık için düşük gecikmeli modeller, hızlı donanımlar (GPU/TPU gibi) ve bazen kenar bilişim (edge computing) yaklaşımları kullanılmaktadır. Örneğin akıllı telefonlarda çalışan bir sesli asistan, temel ses tanıma işlemlerini cihaz üzerinde yaparak sunucuya minimum yük bindirir ve ağ gecikmesini azaltır. Bu tür mühendislik çözümleri, ses tabanlı YZ'nin günlük hayatta sorunsuz deneyim sunmasını sağlar.

UYGULAMA ALANLARI VE ÖRNEKLER

Konuşma ve dil işleme teknolojilerinin gelişimiyle birlikte, ses tabanlı yapay zekâ çözümleri pek çok sektörde yenilikçi uygulamaların ortaya çıkmasına imkân tanımıştır. Aşağıda farklı alanlarda öne çıkan uygulama kategorileri ve örnek kullanım senaryoları özetlenmiştir.

- Sesli Sanal Asistanlar ve Akıllı Hoparlörler: Siri, Google Asistan, Alexa gibi sesli asistanlar, kullanıcıların doğal dilde sorular sormasına veya komut vermesine imkân tanıyarak bilgi edinme, takvim yönetimi, müzik oynatma, akıllı ev cihazlarını kontrol etme gibi işlevleri yerine getirmektedir. Bu sistemler ASR ile kullanıcının söylediğini metne çevirip NLP ile anlam çıkarır, ardından uygun yanıtı TTS ile seslendirir. Milyonlarca kullanıcı tarafından günlük hayatın parçası haline gelen bu asistanlar, ses tabanlı YZ'nin en görünür başarılarından. Örneğin, araç kullanırken eller serbest şekilde navigasyon sormak veya evde pişirme yaparken sesli tarif almak mümkün olabilmektedir.

- Çağrı Merkezleri ve Müşteri Hizmetleri: Şirketler, telefon bankacılığı veya teknik destek hatlarında sesli yanıt sistemlerini ve chatbotları devreye almaktadır. Gelişmiş konuşma tabanlı (IVR: Interactive Voice Response) sistemleri, müşterinin söylediği doğal dil ifadeleri anlayıp ilgili menüye yönlendirme yapabilmektedir. Ayrıca çağrı merkezi görüşmelerinin otomatik olarak yazıya dökülmesi (transkripsiyon) ve duygu analizi, temsilci performansı değerlendirmesi gibi konuşma analitiği uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Türkiye'de de birçok kurum, Türkçe konuşmaları anlayabilen ve yanıt üretebilen yerli çözüm sağlayıcıların sistemlerini çağrı merkezlerine entegre etmektedir. Bu sayede müşteri temsilcisine bağlanmadan pek çok işlem sesli komutlarla halledilebilmektedir.

- Sağlık ve Tanı Uygulamaları: Ses tabanlı YZ, sağlık alanında hem hasta bakımı hem de hastalık teşhisi konularında yenilikçi çözümler sunmaktadır. Doktorlar için dikte sistemleri, klinik notların konuşmadan yazıya çevrilmesini kolaylaştırmakta, böylece doktorlar klavye



kullanmadan hasta bilgilerini sesle kaydedebilmektedir. Öte yandan, araştırmalar gösteriyor ki yapay zekâ destekli ses analizi, bazı nörolojik ve psikiyatrik rahatsızlıkların erken belirtilerini tespit etmede etkili olabilir. Örneğin, bilişsel bozukluğu olan hastaların konuşma dilindeki ince değişiklikler yapay öğrenme teknikleriyle analiz edilerek Alzheimer gibi nörodegeneratif hastalıkların erken evreleri yakalanabilmektedir. Benzer şekilde, travma yaşamış bireylerin ses tonlarındaki düzleşme veya duygusal ifadelerdeki değişim, TSSB tanısında bir biyometrik işaretçi (biomarker) olarak kullanılabilir. Bu alandaki uygulamalara ilişkin ayrıntılı örnekler, ilerleyen “Yerel Projeler” kısmında ele alınacaktır.

- Eğitim Teknolojileri: Ses teknolojileri eğitimde de geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Dil öğrenimi uygulamaları, telaffuz doğruluğunu değerlendirmek için öğrenenin sesini otomatik olarak tanıyıp

geri bildirim verebilmektedir. Örneğin, yabancı dil öğrenen bir öğrencinin telaffuzu, sistem tarafından anında puanlanıp yanlış telaffuzlar düzeltilmektedir. Okuma becerisi değerlendirmesinde de sesli yapay zekâ çözümleri kullanılmaktadır: Çocukların veya dil ve konuşma bozukluğu olan bireylerin yüksek sesle okuma performansı, ASR ve dil modelleri yardımıyla analiz edilerek akıcılık, doğru okuma ve anlama düzeyi ölçülebilmektedir. Bu tür dijital okuma değerlendirme sistemleri, geleneksel yöntemlere kıyasla daha objektif ve ölçeklenebilir bir değerlendirme imkânı sunar. Türkiye’de yakın dönemde başlatılan dijital okuma klinikleri projeleri, öğrencilerin düzenli okuma kayıtlarını analiz ederek okuma güçlüğü çekenleri erken tespit etmeyi amaçlamaktadır.

- FinTech ve Bankacılık: Finans sektöründe ses tabanlı YZ hem müşteri deneyimini iyileştirmek hem de güvenliği artırmak üzere kullanılmaktadır. Bankaların

çağrı merkezlerinde ses biyometrisiyle kimlik doğrulama yaygın hale gelmektedir: Müşteri telefonda konuşurken sistem arka planda kişinin sesini tanıyıp kimliğini doğrulayabilmektedir. Öte yandan bankacılıkta sesli asistanlar da kullanılmaktadır; mobil bankacılık uygulamalarında kullanıcıların "Faturamı öde" gibi komutlarını anlayıp işlemleri gerçekleştiren akıllı asistanlar mevcuttur.

- Akıllı Ev ve Nesnelerin İnterneti (IoT: Internet of Things): Sesli komutlar, ev otomasyonu ve IoT cihazlarında doğal bir arayüz haline gelmiştir. Kullanıcılar evlerindeki ışıkları, ısıtma sistemlerini veya internete bağlı herhangi bir cihazı sesli komutla yönetebilmektedir. Örneğin, "Alexa, salonun ışığını kıs" dediğinizde sistem bu komutu algılayıp ilgili akıllı ampülü kısmaktadır. Türkçe dilinde de çalışan yerli akıllı asistan platformları bu bağlamda önem kazanmaktadır.

- Otomotiv ve Ulaşım: Araç içi bilgi-eğlence sistemlerinde ve navigasyon cihazlarında sesli komut ve kontrol giderek standart hale gelmiştir. Sürücüler, ellerini direksiyondan ayırmadan sesle arama yapabilmekte, müzik çalabilmekte veya klima ayarlarını değiştirebilmektedir. Ayrıca otonom araç geliştiren şirketler, araç ile yolcular arasında iletişim için sesli arayüzler tasarlamaktadır.

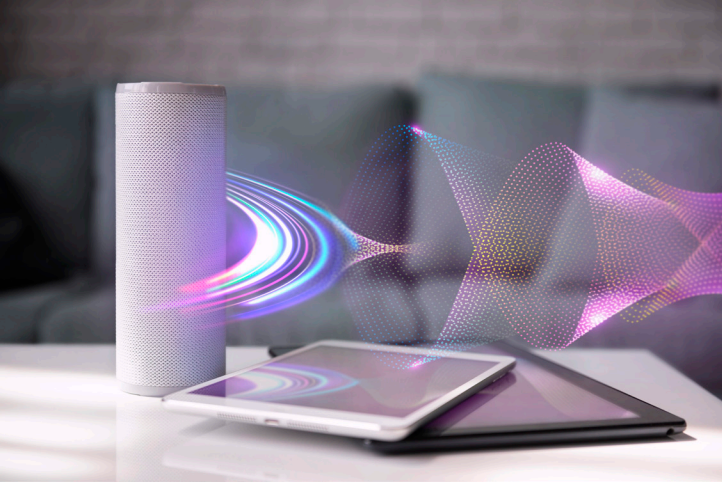
- Medya ve Eğlence: Oyunlarda ve interaktif medya uygulamalarında sesli komutlar kullanılarak oyuncu deneyimi artırılabilir. Örneğin bazı video oyunlarında oyuncular karakterleriyle mikrofon aracılığıyla konuşup oyun içinde aksiyon alabilmektedir. Dijital asistanların esprili yanıtlar vermesi veya hikâye anlatması gibi eğlence amaçlı özellikleri de yine bu kategoriye girmektedir.

ETİK VE GÜVENLİK SORUNLARI

Ses tabanlı yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması, yalnızca teknolojik bir dönüşümü değil, aynı zamanda etik, hukuki ve güvenlik alanlarında çeşitli endişeleri de beraberinde getirmektedir. Bu uygulamaların insan yaşamına nüfuz ettiği pek çok alanda, dikkatle ele alınması gereken bir dizi sorun alanı bulunmaktadır. Bu bağlamda kişisel gizlilik, sahtecilik riskleri, gözetim uygulamaları, sistemsel yanlışlıklar, toplumsal etkiler ve yasal düzenleme ihtiyacı öne çıkan başlıklar olarak değerlendirilebilir.

Ses, bireylerin kimlikleri, duygusal durumları veya sağlık bilgileri gibi hassas verileri barındırabilmektedir. Sesli asistanlar ve akıllı cihazların sürekli dinleme potansiyeline sahip olması, mahremiyet ihlali riskini gündeme taşımaktadır. Akıllı hoparlörlerin yalnızca tetikleyici kelimeyle kayıt yaptıkları iddia edilse de ev ortamındaki tüm konuşmaları bulut ortamına iletme olasılığı kamuoyunda sorgulanmaktadır. Ayrıca, büyük teknoloji şirketlerinin ses kayıtlarını kullanıcı onayı olmaksızın analiz amacıyla çalışanlarıyla paylaştığı vakalar da ortaya çıkmıştır. Bu durum, verilerin şeffaf biçimde kullanılması, kullanıcı rızasının açıkça alınması ve verilerin mümkünse cihaz üzerinde işlenerek dışarıya aktarılmaması gerektiğini göstermektedir. Türkiye'de Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) kapsamında ses verilerinin biyometrik ve özel nitelikli veri kabul edilmesi, bu alandaki yasal yükümlülükleri daha da artırmaktadır.

Son yıllarda ses klonlama ve yapay ses üretim tekniklerindeki ilerlemeler, kötü niyetli kullanımların artmasına zemin hazırlamıştır. Özellikle deepfake tabanlı sesli dolandırıcılık vakaları, bireylerin seslerinin kısa kayıtlarla taklit edilip sahte



içerikler üretilmesine imkân tanımaktadır. Türkiye’de raporlanan bazı örneklerde, ebeveynlere çocuklarının sesiyle acil para talep eden sahte mesajlar gönderildiği görülmüştür. Bu tür “voice phishing” saldırıları ciddi maddi ve manevi zararlara yol açabilmektedir. Güvenlik uzmanları, tanıdık gelen seslere rağmen kimlik doğrulamanın ek yöntemlerle yapılmasını önermektedir. Öte yandan, deepfake tespit algoritmaları ve dijital filigranlama gibi teknik önlemler üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Ses tabanlı YZ uygulamaları, aynı zamanda kitlesel gözetim pratiklerini de gündeme getirmektedir. Kamusal alanlarda konuşmaların güvenlik gerekçesiyle otomatik olarak izlenmesi, terörle mücadele veya suç önleme açısından fayda sağlasa da özel hayatın gizliliği açısından ciddi riskler taşımaktadır. Türkiye’de mevcut yasal çerçeve, karşı tarafın rızası olmadan ses kaydı almayı suç olarak tanımlamaktadır. Ancak yapay zekâ destekli geniş çaplı ses işleme kapasitesi, bu düzenlemelerin yeniden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

YZ modelleri, eğitildikleri verilerin yapısını doğrudan yansıtmaktadır. Bu nedenle, yalnızca belirli aksan veya lehçe-

lerden beslenen sistemler, farklı yöresel ağızları anlamada başarısız olabilmekte ve ayrımcılık yaratabilmektedir. Benzer şekilde, belirli cinsiyet veya tonalitelere dayalı eğitim, ses tanıma ve üretim süreçlerinde yanlılıklara yol açmaktadır. Türkçe özelinde, farklı bölgelerden ve demografik gruplardan dengeli veri toplanması, bu sorunların önlenmesi açısından kritik önemdedir. Ayrıca, özellikle sağlık ve otomotiv gibi kritik sektörlerde, sistem hatalarının doğurabileceği ciddi sonuçlar nedeniyle insan gözetiminin tamamen ortadan kaldırılmaması önerilmektedir.

Sesli asistanların günlük yaşamda giderek daha fazla yer bulması, bireylerin iletişim biçimlerinde de değişimlere yol açmaktadır. Özellikle çocukların bu sistemlere aşırı bağımlı hâle gelmesi, sosyal etkileşim becerilerinde zayıflamalara sebep olabilmektedir. Çocukların sürekli komut almaya alışması, gerçek yaşamda da benzer beklentilere veya sabırsız davranışlara neden olabilmektedir. Ayrıca her soruya anında yanıt alma alışkanlığı, bireylerin derinlemesine araştırma motivasyonunu azaltarak bilgiye yüzeysel yaklaşımlarına yol açabilmektedir. Bu noktada, eğitimciler ve ebeveynler için teknolojinin araç olarak kullanımını dengeleme sorumluluğu ortaya çıkmaktadır.

Belirtilen etik ve güvenlik sorunları, hukuki düzenlemelerin güncellenmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Avrupa Birliği’nin üzerinde çalıştığı Yapay Zekâ Yasası taslağı, ses biyometrisi ve gözetim konularına sınırlamalar getirmeyi amaçlamaktadır. Türkiye’de ise KVKK temel ilkeleri belirlese de biyometrik veriye dayalı YZ uygulamalarına yönelik daha kapsamlı ve özgül düzenlemeler gündeme gelebilir. Sesli asistanların çocuklar tarafından kullanımına yaş sınırlaması getirilmesi ya da yapay olarak üretilmiş ses içeriklerinin

zorunlu biçimde etiketlenmesi gibi konular, yakın gelecekte tartışma alanına girebilir.

Ses tabanlı yapay zekâ teknolojileri önemli fırsatlar sunmakla birlikte, beraberinde ciddi etik, hukuki ve güvenlik riskleri de getirmektedir. Bu teknolojilerin sürdürülebilirliği, söz konusu risklere yönelik geliştirilecek çözümlerle doğrudan bağlantılıdır. Teknoloji geliştiricilerinin, karar vericilerin ve kullanıcıların bilinçli ve sorumlu bir şekilde hareket etmesi; faydayı maksimize ederken zarar ihtimalini minimize etme hedefiyle ilerlemesi, kritik önem arz etmektedir.

GELECEĞE YÖNELİK BEKLENTİLER VE STRATEJİK YÖNELİMLER

Ses tabanlı yapay zekâ teknolojileri, hem küresel ölçekte hem de Türkiye özelinde hızlı bir dönüşüm süreci içerisinde dir. Önümüzdeki dönemde bu alanın yalnızca yeni fırsatlar değil, aynı zamanda çeşitli zorluklar ve riskler de barındıracağı öngörülmektedir. Dolayısıyla, stratejik açıdan geleceğe yönelik bazı temel beklenti ve yönelimlerin ele alınması önem arz etmektedir.

Geleceğin sesli yapay zekâ sistemlerinin, kullanıcılarla çok daha doğal ve bağlamsal diyaloglar kurabileceği beklenmektedir. Mevcut sistemler genellikle tek adımlı komutlar veya soru-cevap etkileşimleriyle sınırlıyken, gelişmiş sürümler çok adımlı konuşmaları sürdürebilecek, bağlamı hatırlayabilecek ve proaktif şekilde önerilerde bulunabilecektir. Bu tür işlevsellik, gelişmiş diyalog yönetimi ve anlamsal bellek mekanizmalarını gerektirmektedir. Büyük dil modellerinin (Large Language Models) ortaya çıkışı, bu dönüşümün en önemli tetikleyicilerinden biri olarak görülmektedir. Türkiye açısından da, Türkçe büyük ölçekli dil model-

lerinin geliştirilmesi stratejik bir hedef olmalıdır.

Yakın gelecekte ses tabanlı sistemlerin yalnızca tek bir dili değil, birden fazla dili aynı anda ve akıcı bir biçimde kullanabilmesi öngörülmektedir. Bunun yanı sıra, gerçek zamanlı çeviri yapabilen sistemlerin yaygınlaşması beklenmektedir. Ayrıca, sesin metin ve görsel verilerle birlikte işlendiği çok modlu yapay zekâ uygulamalarının da artış göstereceği tahmin edilmektedir. Örneğin, artırılmış gerçeklik gözlükleriyle entegre edilen sesli asistanların, hem görsel algılama hem de sesli iletişim yeteneklerini bir araya getirmesi mümkündür. Türkiye'deki teknoloji firmalarının da bu yönde Ar-Ge faaliyetlerine öncelik vermesi, ses teknolojilerinin diğer bilişsel sistemlerle bütünleşmesini sağlayacak çözümler geliştirmesi önemlidir.

Gelecekte, kullanıcıların bireysel ihtiyaçlarına göre uyarlanabilen sesli yapay zekâ sistemlerinin öne çıkacağı öngörülmektedir. Bu tür sistemler, kullanıcının konuşma biçimine ve tercihlerine adapte olarak daha kişisel bir deneyim sunacaktır. Gizlilik odaklı kişiselleştirme yöntemleri, özellikle cihaz üzerinde veri işleme yoluyla kullanıcı verilerinin korunmasını sağlayacaktır. Bu doğrultuda, Türkiye'de geliştirilecek yerli çözümlerin, gizliliği önceliklendiren ancak aynı zamanda kişiselleştirme düzeyi yüksek ürünler ortaya koyması, rekabet avantajı sağlayabilir.

Sesli yapay zekâ uygulamalarının toplumsal faydaya dönüşebilmesi için geniş kitleler tarafından erişilebilir olması gerekmektedir. Donanım teknolojilerindeki ilerlemeler, yüksek performanslı modellerin gömülü sistemlerde dahi çalışabilmesine olanak tanımaktadır. Böylelikle sesli arayüzlerin gündelik yaşamın birçok

alanına entegre olması beklenmektedir. Türkiye’de bu teknolojilerin yaygınlaştırılması için, yerli üretim cihazlarda Türkçe sesli kontrol yeteneklerinin standartlaştırılması stratejik bir gerekliliktir. Ayrıca, yaşlı ve engelli bireyler için erişilebilirlik odaklı projelerin desteklenmesi, toplumsal kapsayıcılığı güçlendirecektir.

Ses tabanlı yapay zekâ teknolojilerinin geleceği yalnızca teknik ilerlemelerle değil, aynı zamanda etik ve hukuki düzenlemelerle de şekillenecektir. Türkiye’nin uluslararası etik ilkeleri yerel mevzuata yansıtarak proaktif bir yaklaşım benimsemesi önem arz etmektedir. Bu doğrultuda, sesli yapay zekâyâ özgü bir “Etik Kılavuz” hazırlanması, geliştiricilerin ve kurumların sorumluluklarını netleştirebilir. Yapay ses kullanımının şeffaf biçimde belirtilmesi, veri sahiplerinin rızasının aranması ve ulusal güvenlik açısından kritik verilerin yurtiçinde tutulması gibi önlemler, düzenleyici çerçevenin temel taşlarını oluşturmaktadır.

Gelecekte insan-makine işbirliği, özellikle ses tabanlı yapay zekâ aracılığıyla daha derin bir boyut kazanacaktır. Çağrı merkezlerinde insan temsilcilerin yapay zekâ destekli asistanlarla birlikte çalışması veya eğitim ortamlarında öğretmenlerin ses tabanlı sistemlerden destek alması gibi örnekler, bu dönüşümün göstergeleridir. Türkiye açısından, iş gücünün bu dönüşüme hazırlanması ve yeni beceriler kazandıracak eğitim programlarının ge-

liştirilmesi stratejik bir öncelik olarak değerlendirilmelidir.

Ses tabanlı yapay zekânın geleceği dinamik, çok boyutlu ve hızla evrilen bir yapıya sahiptir. Teknik ilerlemeler, toplumsal kabul ve akıllı düzenlemeler birlikte değerlendirildiğinde, önümüzdeki on yıl içerisinde bugünün ötesinde çok daha gelişmiş insan-makine etkileşimlerine tanık olunacağı açıktır. Türkiye’nin bu süreçte yalnızca tüketici değil, aynı zamanda üretici ve yönlendirici bir aktör olabilmesi için Ar-Ge yatırımlarına ve insan kaynağına stratejik düzeyde yatırım yapması kritik önemdedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ses tabanlı yapay zekâ uygulamaları, teknolojinin insan yaşamıyla en doğal arayüz olan ses üzerinden etkileşim kurma imkânı sunması nedeniyle giderek artan bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, söz konusu teknolojinin kuramsal temellerinden başlayarak pratik uygulamalarına, Türkiye’deki örneklerden etik tartışmalara ve geleceğe yönelik beklentilere kadar kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır.

Sesli yapay zekâ sistemlerinin temel bileşenlerini otomatik konuşma tanıma, doğal dil işleme ve konuşma sentezleme teknolojileri oluşturmaktadır. Derin öğrenme yöntemlerindeki gelişmeler, bu bileşenlerde insan seviyesine yaklaşan başarılar elde edilmesini mümkün kılmıştır. Bununla birlikte, Türkçe gibi eklemeli



diller için morfolojik çeşitlilik ve yapısal zenginlik hâlen özgül çözümler gerektirmektedir. Ses tabanlı yapay zekâ, bireysel ve kurumsal yaşamda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kişisel asistanlardan sağlık hizmetlerine, eğitimden finansal uygulamalara, akıllı şehirlerden müşteri hizmetlerine kadar pek çok alanda verimlilik, erişilebilirlik ve kullanıcı deneyimi açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Yerel girişimler, Türkiye'nin bu küresel eğilime yalnızca tüketici olarak değil, üretici olarak da katkı sunduğunu göstermektedir. Sağlıkta ses analizi ile erken teşhis, eğitimde dijital okuma uygulamaları, bankacılıkta ses biyometrisi ve yerli dijital asistanlar, Türkiye'nin bu alandaki dinamizmini ortaya koymaktadır. Türkçeye özgü modellerin geliştirilmesi ve ulusal stratejilerin güçlendirilmesi, ülkenin bölgesel ölçekte bir merkez haline gelmesine katkı sağlayabilir. Ancak veri gizliliği, ses sahteciliği, yanlılık ve kitlesel gözetim gibi sorun alanları, ses tabanlı yapay zekânın beraberinde getirdiği etik ve hukuki sorumlulukları gözler önüne sermektedir. Bu teknolojilerin sürdürülebilir biçimde benimsenmesi, şeffaflık, adillik ve kullanıcı güvenine dayalı bir yaklaşımla mümkün olacaktır.

Ses tabanlı yapay zekânın geleceği, daha doğal, bağlamsal ve insana yakın etkileşim biçimleriyle şekillenecektir. Türkiye açısından, bu alanda söz sahibi olabilmek için araştırma-geliştirme faaliyetlerine yatırım yapılması, nitelikli insan kaynağının desteklenmesi ve uluslararası iş birliklerinin artırılması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, Türkçenin dijital ortamda güçlendirilmesi, hem kültürel hem de ekonomik açıdan stratejik bir değer taşımaktadır.

Sonuç olarak, ses tabanlı yapay zekâ insan-bilgisayar etkileşiminde yeni bir paradigma oluşturmıştır. Klavye ve ekran temelli geleneksel arayüzlerin ötesinde, ses tabanlı iletişim teknolojiyi daha erişilebilir ve kapsayıcı hale getirmektedir. Bu dönüşüm sürecinde akademik dünyanın kuramsal ve teknik katkıları kadar, sanayi sektörünün yenilikleri ürüne dönüştürme rolü de kritik önemdedir. Türkiye'de akademiden girişimcilere, kamu kurumlarından teknoloji şirketlerine kadar tüm paydaşların bu alana katkıda bulunması, ülkenin küresel rekabette güçlü bir konum elde etmesini sağlayacaktır. Gelecekte, ses tabanlı yapay zekânın olgunlaşmasıyla birlikte insan ve makine arasındaki sınırların giderek daha da belirsizleşmesi beklenmektedir. Makinelerin insanları anlayabildiği, insanların da makinelerle doğal biçimde iletişim kurabildiği bu vizyon, her yeni araştırma ve yenilikçi projeye daha da yakın bir gerçekliğe dönüşmektedir.

Kaynakça:

- [1]. Oyucu, S., Sever, H., Polat, H. (2019). Otomatik Konuşma Tanımaya Genel Bakış, Yaklaşımlar ve Zorluklar: Türkçe Konuşma Tanımının Gelecekteki Yolu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 7(4), 834-854. <https://doi.org/10.29109/gujsc.562111>
- [2]. Oyucu, S., Polat, H. (2023). A Language Model Optimization Method for Turkish Automatic Speech Recognition System. Politeknik Dergisi, 26(3), 1167-1178. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1085512>
- [3]. Cücen, M. S., Oyucu, S., Polat, H. (2023). Türkçe Konuşma Sentezleme Sistemlerinin Geliştirilmesi için Dengeli Bir Veri Kümesi Hazırlama. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 16(3), 237-249. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.1159289>
- [4]. Oyucu, S. (2022). Development of Test Corpus with Large Vocabulary for Turkish Speech Recognition System and A New Test Procedure. Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(16), 156-164. <https://doi.org/10.54365/adyumbd.1038766>

Endüstriyel Simbiyoz Tematik Alanlı Biyokütle Sistemleri ve Bölgesel Kalkınmaya Etkisi

Doç.Dr. Murat ŞAHİN

Yirmi birinci yüzyılın küresel gündemi, iklim değişikliği, kaynak kıtlığı, enerji arz güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma zorunluluğu gibi temel dinamikler tarafından şekillendirilmektedir. “Al-yap-tüket-at” yaklaşımına dayanan geleneksel doğrusal ekonomi modelinin, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği tehdit ettiği bilimsel kanıtlarla defalarca kanıtlanmıştır. Bu bağlamda, kaynakların sistem içinde mümkün olduğunca uzun süre kullanımda tutulduğu ve atıkların bir kaynak olarak yeniden kullanıldığı döngüsel ekonomi modellerine geçiş stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu paradigma değişiminin en somut uygulamalarından biri, endüstriyel ekosistemlerde kaynak verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı ve çevresel etkiyi en aza indirmeyi amaçlayan yenilikçi bir yaklaşım olan endüstriyel simbiyozdur.

Bu çalışmanın odak noktası olan endüstriyel simbiyozda dayalı biyokütle sistemleri, döngüsel ekonomi ilkelerini

enerji üretimi ve atık yönetimi eksenleriyle birleştiren entegre çerçevelerdir. Biyokütle, organik maddelerden elde edilen ve fotosentez yoluyla güneş enerjisini depolayan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır ve doğru yönetildiğinde sıfır karbon döngüsü prensibiyle çalışır. Bir işletmenin organik atıklarının veya yan ürünlerinin bir biyokütle enerji tesisinin hammaddesi haline geldiği simbiyotik ilişkiler, atık sorununa kalıcı bir çözüm sunmanın yanı sıra temiz enerji üretimini de kolaylaştırır. Bu sistemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, “Genetik Mühendisliği/Biyoteknoloji, Çevreye Duyarlı Teknolojiler, Temiz Enerji ve İklim Değişikliği” başlıkları altında belirlenen Türkiye’nin ulusal öncelikli teknoloji alanlarıyla doğrudan uyumludur.

Sanayileşme ve nüfus artışının yol açtığı artan atık hacmi, yetersiz depolama alanı, atıklardan kaynaklanan operasyonel verimlilik kayıpları ve çevre kirliliğiyle birleşince, kamu, akademi ve endüstriyel

sektörlerden paydaşları yenilikçi çözümler aramaya yöneltmiştir. Endüstriyel simbiyoz tabanlı biyokütle ve biyogaz sistemleri, bu çok yönlü zorluklara bütünsel bir yanıt sunma potansiyeline sahiptir. Bu çalışma, bu sistemlerin yalnızca teknik ve çevresel faydalarının değil, aynı zamanda bölgesel kalkınma üzerindeki sosyo-ekonomik etkilerinin de derinlemesine bir analizini yapmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, kırsal istihdamı artırma, göçü önleme, yerel ekonomiyi canlandırma ve tarımsal verimliliği artırma gibi çok yönlü etkileri analiz edilecektir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, endüstriyel simbiyoz ve biyomimikri kavramları ayrıntılı olarak ele alınacak, bu sistemlerin bölgesel kalkınma üzerindeki etkileri incelenecek ve TÜBİTAK projeleri kapsamında geliştirilen prototip uygulamalardan elde edilen somut çıktılar sunulacaktır.

Endüstriyel Simbiyoz ve Biyokütle Sistemlerinin Temelleri, Endüstriyel simbiyozu dayalı biyokütle sistemlerinin etkinliğini ve potansiyelini tam olarak anlamak için, bu çerçeveleri oluşturan temel kavram ve ilkelerin ayrıntılı bir incelemesi gereklidir. Bu bölümde, endüstriyel simbiyozun tanımı ve mekaniği, biyokütle enerjisinin kaynakları ve teknolojileri ve bu sistemlerin temelini oluşturan sıfır karbon döngüsü ilkesi ele alınacaktır.

Endüstriyel Simbiyoz: Tanım, İlkeler ve Uygulama Alanları

Endüstriyel simbiyoz, geleneksel olarak ayrı ve bağımsız endüstriyel işletmelerin kaynak verimliliğini artırmak ve çevresel etkileri azaltmak için malzeme, enerji ve su alışverişinde bulunduğu işbirlikçi bir modeldir. Temel ilkesi, atık kavramının mevcut olmadığı doğal ekosistemlerden esinlenmiştir; bir organizmanın çıktısı, bir diğeri için girdi görevi

görür. Bu bağlamda, endüstriyel simbiyoz, bir şirketin süreçlerinden elde edilen yan ürünlerin, kalıntıların, atık ısının veya suyun, coğrafi olarak yakın veya lojistik olarak erişilebilir başka bir işletme için hammadde veya enerji kaynağı olarak kullanılmasını kolaylaştırır. Bu yaklaşım, işletmeleri izole birimler olarak değil, kolektif bir "endüstriyel ekosistem" in ayrılmaz bileşenleri olarak görür. Danimarka'daki Kalundborg Simbiyozu, bu modelin dünya çapında en önemli ve başarılı örneği olarak kabul edilmektedir. Endüstriyel simbiyoz, doğası gereği, kaynak maliyetlerini düşürerek, atık bertaraf ücretlerini ortadan kaldırarak, yeni gelir akışları yaratarak ve çevre düzenlemelelerine uyumu kolaylaştırarak katılımcı firmalara rekabet avantajı sağlar.

Biyokütle Enerjisi: Kaynakları, Dönüşüm Yöntemleri ve Çevresel Faydaları

Biyokütle, canlı veya yakın zamanda yaşamış organizmalardan kaynaklanan tüm fosilleşmemiş organik maddeleri kapsayan genel bir terimdir. Bu yenilenebilir enerji kaynağı, tarımsal atıklar (örneğin saman, sap), orman ürünleri ve atıkları (örneğin dallar, kütükler, talaş), hayvan gübreleri, gıda endüstrisi yan ürünleri, özel enerji bitkileri ve katı belediye atıklarının organik kısmı gibi geniş bir hammadde yelpazesini içerir. Biyokütleden enerji, öncelikle iki kategori dönüşüm süreciyle elde edilir: termokimyasal ve biyokimyasal. Termokimyasal yöntemler arasında doğrudan yanma, gazlaştırma ve piroliz bulunur. Özellikle organik atık ve hayvan gübresinin değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan biyokimyasal yöntem anaerobik sindirimdir (fermentasyon). Bu işlem sonucu farklı oranlarda karbondioksit ve metan karışımı olan biyogaz üretimi sağlanır. Biyogaz, elektrik

ve ısı üretmek için kojenerasyon (Kombi- ne Isı ve Güç) ünitelerinde yakılabilir veya saflaştırılıp biyometana dönüştürülerek doğal gaz şebekesine enjekte edilebilir veya araç yakıtı olarak kullanılabilir.

Sıfır Karbon Döngüsü ve Sürdürülebilirlikle İlişkisi Biyokütle enerjisinin en önemli sürdürülebilirlik avantajlarından biri, "sıfır karbon döngüsü" veya "karbon nötrlüğü" olarak bilinen ilkeye dayanmasıdır. Bu ilke, biyokütlenin enerji dönüşümü sırasında atmosfere salınan karbondioksit (CO₂) miktarının, onu oluşturan bitkilerin yaşam döngüleri boyunca fotosentez yoluyla atmosferden emdikleri CO₂ miktarına kabaca eşit olduğu varsayımına dayanır. Fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğal gaz) milyonlarca yıl önce yeraltında tutulan karbonu serbest bırakarak atmosferik sera gazı konsantrasyonlarında net bir artışa neden olurken, sürdürülebilir şekilde yönetilen biyokütle mevcut biyosferik karbon döngüsü içinde çalışır. Bu özellik, biyokütle enerjisini iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir araç haline getirir. Ancak bu döngünün gerçek anlamda karbon-nötr olabilmesi için, biyokütlenin hasadı, taşınması, işlenmesi ve dönüştürülmesinde kullanılan fosil yakıt girdilerinin (yani dolaylı emisyonların) en aza indirilmesi ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmeleri (YDA) aracılığıyla bütüncül bir değerlendirme yapılması akademik bir zorunluluk olarak düşünülmektedir.

Biyomimikri Yaklaşımı ve İnovasyon Potansiyeli

Endüstriyel simbiyoz ve biyokütle sistemlerinin tasarımı ve optimizasyonunda, geleneksel mühendislik yaklaşımlarının ötesine geçerek daha verimli, dayanıklı ve sürdürülebilir çözümler geliştirmek mümkündür. Bu noktada, doğanın mil-

yonlarca yıllık evrimi boyunca geliştirdiği stratejilerden ilham alan biyomimikri disiplini, yenilikçi bir paradigma sunmaktadır.

Biyomimikri Kavramı ve Mühendislikteki Yeri

Bilim insanı ve yazar Janine Benyus tarafından popülerleştirilen bir terim olan biyomimikri, doğanın zaman içinde test edilmiş kalıplarını, sistemlerini ve süreçlerini taklit ederek karmaşık insan sorunlarına sürdürülebilir çözümler arayan bir inovasyon metodolojisidir. Bu yaklaşım, basit bir taklidin ötesine geçer; doğanın temel işleyiş prensiplerini anlamayı ve bunları insan tasarımı zorluklarına uyarlamayı amaçlar. Bu süreci atlatan her organizma ve ekosistem, enerji ve malzeme verimliliği için optimize edilmiş, atık üretmeyen ve çevresiyle uyum içinde çalışan bir mühendislik harikasıdır. Dolayısıyla, mühendislik, mimarlık, malzeme bilimi ve enerji sistemleri gibi alanlar için biyomimikri, hazır, test edilmiş ve kanıtlanmış bir ilham kaynağı kütüphanesi sunar. Nitekim, endüstriyel simbiyoz kavramının kendisi, atık kavramının bulunmadığı ve her çıktının başka bir organizma için girdi görevi gördüğü doğal ekosistemleri taklit eden makro düzeyde bir biyomimetik uygulama olarak görülebilir.

Termodinamik yasaları çerçevesinde, her enerji dönüşüm süreci, enerjinin bir kısmının kullanılamaz (düşük kaliteli) ısıya dönüşmesini ve böylece sistemin düzensizliğini (entropi) artırmasını içerir. Sürdürülebilir sistemlerin temel amacı, mevcut kaynaklardan maksimum faydalı iş (ekserji) elde ederken entropi artışını, yani israfı ve kayıpları en aza indirmektir. Doğal sistemler bu konuda insan yapımı sistemlere kıyasla çok daha başarılıdır. Örneğin, fotosentez süreci, güneş ener-

jisini minimum kayıpla kimyasal enerjiye dönüştüren dikkate değer bir ekserji verimliliği örneğidir. Benzer şekilde, bir orman ekosisteminde, düşen yapraklar veya ölen organizmalar "atık" olarak kalmaz; ayrıştırıcılar tarafından hızla döngüye yeniden entegre edilir ve sistemin genel entropisi düşük tutulur. Bu nedenle, biyokütle enerji sistemlerinin tasarımında biyomimetik bir bakış açısı benimsemek, reaktör verimliliğini artırmak, ısı kayıplarını azaltmak ve proses çıktılarının (fermente edilmiş sindirim suyu gibi) değerini en üst düzeye çıkarmak için kritik öneme sahiptir. Bu, azalan doğal kaynaklardan mümkün olan en yüksek verimi elde etme zorunluluğu karşısında stratejik bir avantaj sağlar.

Bölgesel Kalkınma ve Sosyo-Ekonomik Boyutlar Üzerindeki Etkiler

Endüstriyel simbiyoz tabanlı biyokütle sistemlerinin önemi, mühendislik verimlilikleri ve çevresel faydalarının çok ötesine uzanır. Uygulandıklarında, bu sistemler derin sosyo-ekonomik dönüşümleri hızlandırarak yerel ve bölgesel kalkınmanın güçlü motorları olarak hareket etme potansiyeline sahiptir. Bu bölümde, bu tür sistemlerin kırsal ekonomileri canlandırma, istihdam yaratma, enerji bağımsızlığını teşvik etme ve tarımsal katma değeri artırmadaki rolleri de dahil olmak üzere çok yönlü etkileri analiz edilecektir.

Kırsal Ekonominin Çeşitlendirilmesi ve Kentsel Göçün Önlenmesi

Gelişmekte olan ülkelerdeki en kalıcı zorluklardan biri, kırsal kesimdeki sınırlı ekonomik fırsatların tetiklediği ve sosyo-ekonomik dengesizlikleri daha da kötüleştiren kırsaldan kente göç olgusudur. Endüstriyel simbiyoz tabanlı biyokütle tesisleri, bu eğilime karşı koymak için

stratejik bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Tarım ve hayvancılıkla uğraşan yerel halk için biyokütle (örneğin tarımsal atıklar, gübre) satışı, geleneksel gelir kaynaklarını tamamlayarak yeni ve düzenli bir gelir akışı yaratır. Bu, çiftçilerin ekonomik dayanıklılığını artırır ve tarımsal faaliyetleri daha kârlı hale getirir. Bunun sonucunda ortaya çıkan ekonomik faaliyet çeşitlenmesi ve "yerinde kalkınma"nın teşvik edilmesi, genç nüfusun kırsal alanlarda kalması için gerekli ekonomik teşvikleri sağlar. Bu, göçün plansız kentleşme, altyapı sıkıntısı ve metropol merkezlerindeki sosyal sorunlar gibi olumsuz sonuçlarına karşı proaktif bir önlem görevi görür.

İstihdam Yaratımı ve Yerel Ekonomiye Katkı

Biyokütle tesislerinin kurulması ve işletilmesi, çeşitli niteliklere sahip bir iş gücü için önemli istihdam fırsatları yaratır. Bu istihdam iki ana kategoriye ayrılabilir:

Doğrudan İstihdam: İnşaat aşamasında mühendisler, teknisyenler ve inşaat işçileri için iş olanakları yaratılır. İşletme aşamasında ise tesis operatörleri, bakım personeli, laboratuvar teknisyenleri ve idari personel için kalıcı pozisyonlar açılır.

Dolaylı İstihdam: Tesisin faaliyetleri yerel ekonomide önemli bir çarpan etkisi yaratmaktadır. Biyokütlenin toplanması, depolanması ve taşınması için lojistik ve taşımacılık sektörlerinde; üretilen gübrenin paketlenmesi ve pazarlanmasında, ve bakım, onarım ve yedek parça tedariği için hizmet sektöründe yeni iş fırsatları ortaya çıkmaktadır. Bu ekonomik canlanma, restoranlar, konaklama ve perakende sektörü de dahil olmak üzere diğer yerel işletmeler üzerinde olumlu bir yayılma etkisine sahiptir.

Yerel Enerji Bağımsızlığı ve Arz Güvenliği

Büyük ve merkezi enerji santrallerine dayanan geleneksel enerji sistemleri, iletim kayıplarına ve hizmet kesintilerine karşı hassastır. Yerel biyokütle santralleri gibi dağıtık üretim modelleri, enerjiyi tüketim noktasına yakın bir yerde üreterek bölgesel enerji güvenliğini artırır. Yerel kaynaklardan (yani atıklardan) üretilen elektrik ve ısı, bölgesel endüstriyel tesislerin, tarımsal işletmelerin ve yerleşim alanlarının enerji taleplerini karşılayabilir.

Bu durum, bölgeyi ulusal şebekedeki dalgalanmalara ve fiyat artışlarına karşı daha dirençli hale getirir. Ayrıca, yerel sanayilere öngörülebilir ve potansiyel olarak daha düşük maliyetli bir enerji arzı sağlayarak rekabet avantajlarını artırır.

Tarımsal Sürdürülebilirlik ve Katma Değer

Bu sistemlerin en somut çıktılarından biri, anaerobik sindirim sürecinden elde edilen ve "sindirim artığı" olarak bilinen besin açısından zengin organik gübredir. Bu yan ürün, tarımsal açıdan bölgesel kalkınmaya önemli katkılar sağlar:

Maliyet Azaltma ve Verim Artışı: Çiftçilerin pahalı sentetik gübrelere olan bağımlılığını azaltarak girdi maliyetlerini düşürür. Buna ilaveten, tarımsal verimlilik, toprak içeriğini iyileştirme ve su tutma kapasitesini artırma gibi birçok çarpma etkisi sağlamaktadır.

Çevresel ve Halk Sağlığı Faydaları: Ham gübrenin doğrudan toprağa uygulanmasının aksine, sindirim süreci insan ve hayvan sağlığını tehdit eden patojenleri (örneğin E. coli, Salmonella) büyük ölçüde ortadan kaldırır ve ürün büyümesini engelleyebilecek yabancı ot tohumlarını

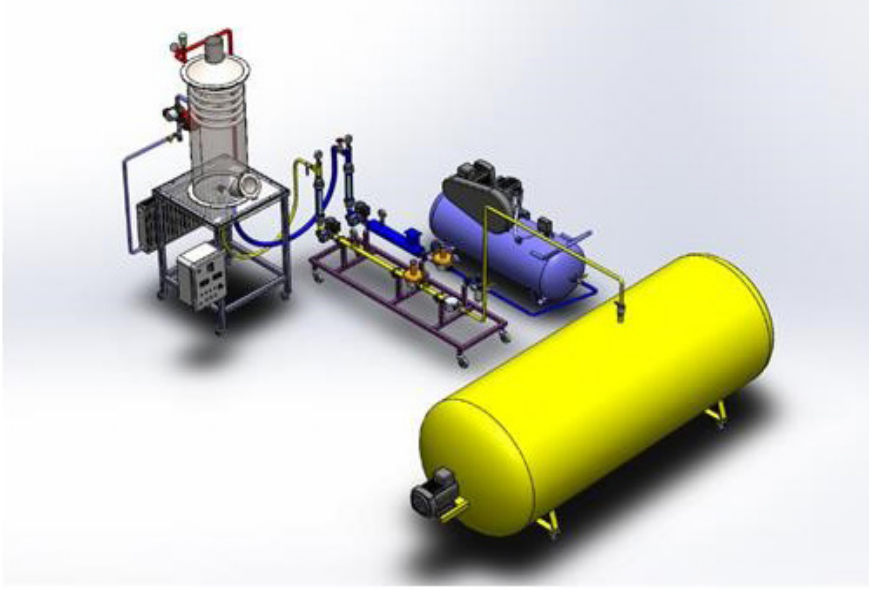
etkisiz hale getirir. Bu, halk sağlığının ve yeraltı su kaynaklarının korunmasına doğrudan katkıda bulunur. Ayrıca, süreç ham gübreyle ilişkili zararlı kokuları ve sera gazı emisyonlarını ortadan kaldırarak kırsal yaşam kalitesini önemli ölçüde iyileştirir.

Yeni Bir Değer Zinciri Oluşturma: Sindirim sonrası atık malzeme, bir yük olmaktan çıkıp hijyenik, kokusuz ve pazarlanabilir, yüksek katma değerli bir ürüne dönüşür. Bu, atık yönetimi paradigmasını bir bertaraf sorunundan bir kaynak yaratma fırsatına dönüştürerek temelden değiştirir.

Sonuç olarak, endüstriyel simbiyoz tabanlı biyokütle sistemleri yalnızca teknolojik bir çözüm değil, aynı zamanda daha sürdürülebilir, dayanıklı ve eşitlikçi bir geleceğe giden stratejik bir yoldur. Başarılı bir şekilde uygulanmaları, endüstriyel faaliyetlerin ekolojik ilkelerle uyumlu hale getirilmesinde somut bir adım teşkil ederek, bölgesel kalkınma ve çevre yönetiminin el ele ilerlemesini sağlayacaktır.

Endüstriyel simbiyoz tematik alanlı biyogaz sistemleri konusu, amacı ve çıktıları "Gen Mühendisliği/Biyoteknoloji, Çevreye Duyarlı Teknolojiler, Temiz Enerji, İklim Değişikliği" başlığı altında ülkemizin öncelikli teknoloji alanlarında yer almaktadır. Biyokütle ve biyogaz tesisleri içeriği açısından incelendiğinde üretilen enerji sıfır karbon çevrimi esasına dayanmaktadır.

Endüstriyel Simbiyoz bir kurumun atık/artıklarının diğer bir kurumun hammaddesi olacak bir şekilde üretim ekosisteminin kurulmasını ifade eder. Biyokütle Enerji Santrallerinde Yenilikçi, Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmalarında «Biyomimikri» ba-



ATIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMLERİ İÇİN HAZIRLANMIŞ SIFIR ATIK- TEMİZ ENERJİ PROTOTİPİ

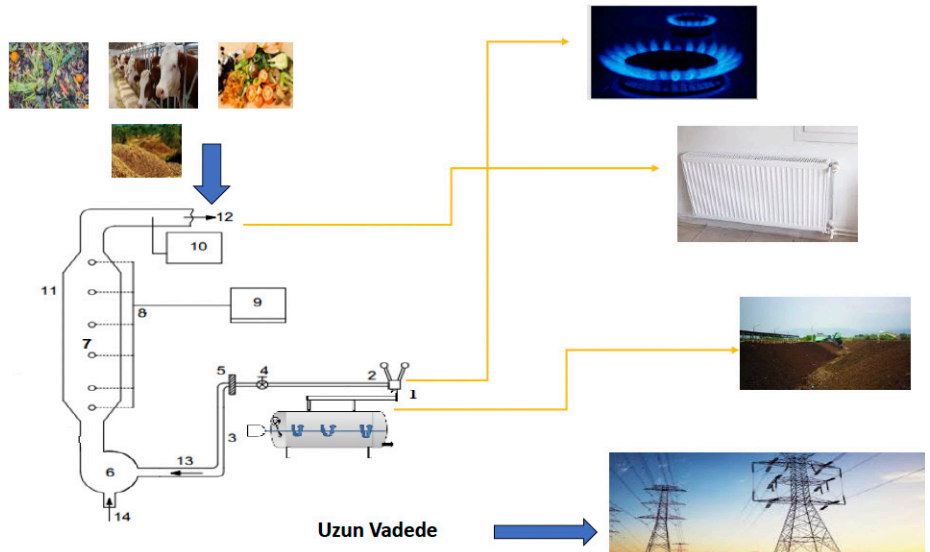
kış açısıyla yaklaşımlar günümüzde önemi gittikçe artmakta olduğu gözlenmektedir. Mühendislik alanında yoğun bir şekilde karşımıza çıkan biyomimikri; karşılaşılan problemlerin çözümünde doğayı taklit etmek ya da ilha almak olduğunu söyleyebiliriz. Yenilikçi, Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmalarında yanlış kullanımlardan dolayı azalan doğal kaynaklardan azami ekserji verimliliği ve asgari Entropi elde etmek için Biyomimikrinin günümüzde her zamankinden daha fazla önem kazanmış olması endüstriyel simbiyoz odaklı yatırımları gelecekte çok daha görünür olacağı düşünülmektedir.

Atık ve artıkların günden güne artması, tesislerin atık kayıpları ve atıklardan kaynaklı işletme verim dü-

şüklüğü, kamu, üniversite ve sanayideki birçok araştırmacıyı endüstriyel simbiyoz tematik alanlı biyogaz sistemlerine yönlendirmiştir. Endüstriyel simbiyoz tematik alanlı biyogaz sistemlerinin bölgesel kalkınmaya başlıca etkilerini kırsaldan şehirlere göçlerin azalmasına katkı sağlayarak, bu göçlerin şehirlerdeki olumsuz etkilerine karşı proaktif önlem alınmasını sağlar. Biyogaz tek-

nolojisi organik kökenli atık maddelerden hem enerji eldesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkân vermektedir.

Endüstriyel simbiyoz tematik alanlı biyokütle sistemlerini geliştirmek için yapmış olduğum TÜBİTAK projelerinden elde edilen prototip ve bilgilendirme akış şematik görselleri siz değerli okurlarımızla paylaşmak isterim.





Yapay Zekâ Çağında Blokzincir Teknolojileri ve Güvenlik: Türk Dünyası İçin Stratejik Bir Perspektif

Doç. Dr. Muharrem Tuncay GENÇOĞLU

ÖZET

Yapay zekâ (YZ) ve blokzincir, dijital ekosistemlerin temellerini yeniden tanımlayan yıkıcı teknolojiler olarak öne çıkmaktadır. YZ, büyük veri analitiği, öngörüselsel modelleme ve özerk mekanizmalar aracılığıyla yüksek hızlı karar alma imkânı sağlarken; blokzincir, güven, değiştirilemezlik ve merkezsizlik ilkelerini garanti altına almaktadır. Bu çalışma, YZ ve blokzincirin kesişim noktasını incelemekte; siber saldırılar, deepfake uygulamaları ve veri zehirlleme gibi küresel siber güvenlik tehditlerini ele almakta ve Türk Dünyası için stratejik öneriler sunmaktadır. Çalışma, 2015–2024 yılları arasında YZ, blokzincir ve siber güvenlik kesişimini konu alan kapsamlı bir literatür incelemesine dayanmaktadır. Bulgular, Türk Blokzincir Konsorsiyumu, kuantum dirençli protokoller, YZ tabanlı test laboratuvarları ve akademik kapasite geliştirme faaliyetlerinin kritik olduğunu göstermektedir. Ayrıca, 2030–2050 yıllarını kapsayan bir yol haritası sunulurken dijital kimlik, kuantum direnci ve “Siber Vatan” kavramları vurgulanmaktadır.

1. GİRİŞ

Dijital çağın en belirgin özelliği, verinin yeni bir stratejik kaynak olarak yükselmesidir. Veriye sahip olmak kadar, bu verinin güvenilirliği ve işlenebilirliği de kritik önem taşımaktadır [1]. Yapay zekâ (YZ), verinin analizinde, öngörü sistemlerinde ve özerk karar mekanizmalarında devrim yaratmış; blokzincir ise güven, şeffaflık ve değiştirilemezlik unsurlarını merkeze alan yeni bir paradigma sunmuştur [2], [3]. Bu iki teknolojinin kesişimi, yalnızca teknik bir entegrasyon değil, aynı zamanda güven temelli yeni bir dijital uygarlığın inşası anlamına gelmektedir.

Tarihsel bağlamda, İpek Yolu asırlar boyunca yalnızca ticaret değil, aynı zamanda bilgi, kültür ve teknolojinin de taşındığı bir ağ olmuştur [4]. Türk Dünyası bu süreçte, doğu ile batı arasındaki köprü rolünü üstlenmiştir. Günümüzde ise, “Dijital İpek Yolu” kavramı benzer bir işlevi üstlenmektedir: verinin, bilginin ve dijital güvenliğin küresel dolaşımını sağlamak. Ancak bu kez yollar kervanlarla değil; yapay zekâ algoritmaları ve blokzincir protokolleriyle örülmektedir.



YZ ve blokzincirin birleşimi, küresel ölçekte çeşitli kritik sektörlerde dönüşüm yaratmaktadır. Örneğin, sağlık sektöründe yapay zekâ kanser teşhisinde doğruluk oranlarını artırırken, blokzincir hasta verilerinin bütünlüğünü ve gizliliğini garanti etmektedir [5]. Finans alanında, algoritmik ticaret yapay zekâ ile güçlenirken, blokzincir tabanlı akıllı kontratlar işlemlerde şeffaflığı ve geri döndürülemezliği sağlamaktadır [6]. Savunma ve güvenlik boyutunda ise, yapay zekâ destekli otonom sistemler karar alma hızını artırmakta, blokzincir ise bu karar süreçlerinin doğruluğunu ve izlenebilirliğini güvence altına almaktadır [7].

Öte yandan, dijital çağın tehditleri de çeşitlenmektedir. Siber saldırılar enerji şebekelerinden seçim sistemlerine kadar kritik altyapıları hedef almakta, deepfake teknolojileri demokratik süreçleri zayıflatmakta, veri zehirlenme saldırıları ise yapay zekânın güvenilirliğini riske atmaktadır [8], [9]. Bu bağlamda blokzincirin sunduğu dağıtık güven mimarisi, YZ

tabanlı saldırılara karşı önemli bir direnç hattı oluşturmaktadır.

Türk Dünyası için bu teknolojiler yalnızca teknik araçlar değil, aynı zamanda stratejik bir varoluş meselesidir. Kültürel mirasın korunması, ortak siber altyapıların kurulması, güvenli veri paylaşımı ve kuantum sonrası güvenlik protokollerinin geliştirilmesi, bölgenin dijital geleceğini şekillendirecek anahtar unsurlardır. Bu makalenin amacı, YZ ve blokzincirin kesişiminden doğan fırsat ve tehditleri tartışmak, küresel güvenlik bağlamında değerlendirmek ve Türk Dünyası için stratejik bir gelecek vizyonu önermektir.

2. YAPAY ZEKÂ VE BLOKZİNCİRİN KESİŞİM NOKTASI

Yapay zekâ (YZ), dijitalleşmenin temel itici güçlerinden biridir. Büyük veri analitiği, öngörüselleştirme ve özerk karar mekanizmaları sayesinde YZ hem kamu hem de özel sektörde daha önce mümkün olmayan hızla ve doğrulukta karar alma imkânı sunmaktadır [3]. Örne-

ğin finans sektöründe algoritmik ticaret, milisaniyeler içerisinde binlerce işlem gerçekleştirebilirken; sağlık sektöründe derin öğrenme tabanlı modeller kanser teşhisinde uzman hekimlere kıyasla daha yüksek doğruluk oranlarına ulaşabilmektedir [5]. Ancak YZ'nin bu potansiyeli, verinin bütünlüğü ve güvenilirliği ile sınırlıdır. Veri manipülasyonu, önyargılı veri kümeleri veya data poisoning saldırıları, algoritmaların karar mekanizmalarını doğrudan zayıflatabilmektedir [9].

Blokzincir teknolojisi ise, merkeziyet-siz, değiştirilemez ve şeffaf yapısıyla bu boşluğu doldurabilecek güçlü bir güven katmanı sunmaktadır [4]. Blokzincir, dağıtık defter yapısı sayesinde, sisteme dahil edilen her verinin doğrulanabilir, geriye dönük değiştirilemez ve tüm paydaşlar tarafından erişilebilir olmasını garanti eder. Böylece YZ sistemlerinin beslendiği veri setlerinin güvenilirliği, blokzincir aracılığıyla korunabilmektedir.

Bu iki teknolojinin birleşimi, dijital ekosistemlerde yeni bir güven-zekâ dengesi ortaya koymaktadır. YZ, veriyi işleyen akıl iken; blokzincir, bu aklın etik çerçevede çalışmasını garanti eden vicdan rolünü üstlenmektedir. Başka bir deyişle, YZ geleceği öngörür, blokzincir ise bu geleceğin doğrulanabilir temeller üzerine inşa edilmesini sağlar.

2.1. Örnek Uygulama: Sağlık Alanı

Sağlık sektöründe YZ, radyolojik görüntülerin analiziyle erken teşhisi mümkün kılmakta, hasta verilerindeki anomalileri tespit ederek tedavi planlarının daha doğru oluşturulmasına katkı sağlamaktadır [6]. Ancak hasta verilerinin manipüle edilmesi veya üçüncü taraflarca izinsiz değiştirilmesi, bu sürecin güvenilirliğini tehdit etmektedir. Blokzincir burada kritik bir rol oynar: verilerin kaynağını doğrular, erişim izinlerini yönetir ve kayıtlarda geriye dönük herhangi bir oynama yapılmasını engeller [7]. Bu entegrasyon sayesinde, hasta güvenliği artar, tıbbi hatalar azalır ve sağlık ekosisteminde güvenilir bir yapay zekâ altyapısı kurulmuş olur.

2.2. Diğer Uygulama Alanları

- Finans: YZ, piyasa trendlerini öngörürken; blokzincir tabanlı akıllı sözleşmeler, işlemlerin doğruluğunu ve değişmezliğini garanti eder.
- Lojistik: YZ, tedarik zinciri optimizasyonunu sağlar; blokzincir ise ürünün kaynağından tüketiciye kadar olan yolculuğunu şeffaf biçimde doğrular.
- Savunma ve Güvenlik: YZ, tehdit algılama ve öngörüsül güvenlik analizlerinde kullanılırken; blokzincir, bu verilerin sahte olmadığını ve manipüle edilmediğini garanti eder.





Sonuç olarak, YZ ve blokzincirin kesişim noktası, yalnızca teknik bir entegrasyon değil; aynı zamanda güvenli, doğrulanabilir ve etik temelli bir dijital ekosistemin inşasıdır. “Yapay zekâ akıldır, blokzincir vicdandır” metaforu, bu birlikteliğin özünü yansıtmaktadır: biri geleceği görür, diğeri bu geleceğin güven içinde yaşanmasını sağlar.

3. KÜRESEL GÜVENLİK PERSPEKTİFİ

Dijital çağ, yalnızca fırsatlar değil, aynı zamanda çok boyutlu güvenlik tehditleri de doğurmaktadır. Bu tehditler, ulusal güvenlikten ekonomik istikrara, bireysel mahremiyetten demokratik süreçlere kadar geniş bir yelpazeyi etkilemektedir. Yapay zekâ ve blokzincirin kesişim noktasında geliştirilen çözümler, bu tehditlerin bertaraf edilmesinde kritik rol oynayabilir.

3.1. Siber Saldırılar

Enerji şebekeleri, finans sistemleri ve seçim altyapıları, devlet destekli saldırıların ve organize siber suç gruplarının öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır [8].

Örneğin, enerji dağıtım ağlarına yönelik saldırılar, yalnızca ekonomik kayıplara değil, aynı zamanda toplumsal düzenin bozulmasına da yol açabilmektedir. Bankacılık sistemlerinde gerçekleşen saldırılar, milyarlarca dolarlık kayıplara ve küresel finansal istikrarsızlığa neden olabilmektedir. Bu tür tehditler, merkezsiz güvenlik mimarileri ve blokzincir tabanlı doğrulama mekanizmalarıyla azaltılabilir.

3.2. Deepfake ve Dezenformasyon

Yapay zekâ tabanlı içerik üretim teknikleri, özellikle deepfake teknolojileri, kamuoyunu yanıltma potansiyeliyle demokratik süreçler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır [5]. Siyasi liderlerin sahte konuşmaları, seçim dönemlerinde yayılan manipülatif içerikler ve sosyal medyadaki dezenformasyon kampanyaları, toplumların kutuplaşmasını hızlandırmaktadır. Blokzincir, bu noktada dijital içeriklerin kaynağını doğrulamak ve sahte içerikleri ifşa etmek için kullanılabilir. Örneğin,

medya kuruluşları blokzincir tabanlı “içerik damgalama” sistemleri ile haberlerin orijinalliğini kanıtlayabilir.

3.3. Veri Zehirleme (Data Poisoning)

YZ sistemleri, karar alma süreçlerini eğitildikleri verilere dayandırır. Ancak bu verilerin kasıtlı olarak manipüle edilmesi, yani veri zehirleme saldırıları, YZ’nin yanlış kararlar almasına yol açabilir [6, 9]. Örneğin, otonom araçların trafik işaretlerini yanlış algılamasına neden olacak bir veri zehirleme saldırısı, doğrudan insan hayatını tehlikeye sokabilir. Aynı şekilde, sağlık verilerinin manipülasyonu, hatalı teşhis ve tedavi süreçlerini beraberinde getirebilir. Bu tehditlere karşı, blokzincirin sunduğu veri bütünlüğü ve değiştirilemezlik özellikleri kritik bir savunma hattı sağlamaktadır.

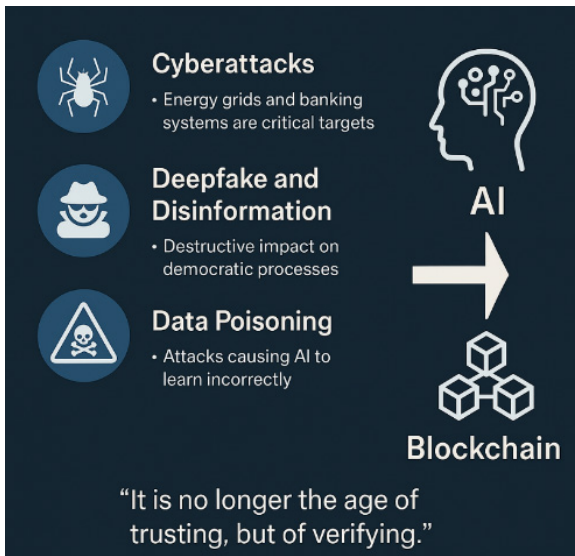
3.4. Güven Çağının Dönüşümü

Geleneksel güvenlik anlayışında sistemler, merkezi otoritelerin güvenilirliğine dayanmaktaydı. Ancak günümüzde “Artık güvenmek değil, doğrulamak çağı başladı.” sloganı, dijital güvenliğin yeni felsefesini yansıtmaktadır. Merkez-siz blokzincir protokolleri, her bir işlemi tüm ağın onayıyla doğruladığı için, tekil bir otoriteye duyulan güvenin yerini, şeffaf ve kolektif doğrulama mekanizmaları almıştır. Bu paradigma değişimi, dijital güvenliğin geleceğini şekillendiren en temel unsurlardan biridir.

Tablo 1’de görüldüğü üzere, blokzincir bu tehditlere karşı üç temel çözüm sunar: veri bütünlüğü, kimlik doğrulama ve merkezsiz güvenlik.

Tehdit	Blokzincir Çözümü
Siber saldırılar	Dağıtık defter ile merkeziyet azaltımı
Deepfake & dezenformasyon	Doğrulanabilir kimlik kayıtları
Veri zehirleme	Kaynak izleme ve bütünlük doğrulaması

Tablo 1: Küresel Tehditler ve Blokzincir Çözümleri



Şekil 1. Blokzincir Çözümleri

Şekil 1’de Küresel Tehditler ve Blokzincir Çözümleri slogan ile görülmektedir.

4. TÜRK DÜNYASI İÇİN STRATEJİK ÖNERİLER

YZ ve blokzincirin kesişiminden doğan fırsatların etkin kullanımı için Türk Dünyası’na özgü stratejik bir yol haritası gerekmektedir. Bu bağlamda aşağıda dört temel öneri sunulmaktadır:

4.1. Türk Dünyası Blokzincir Konsorsiyumu

Türk Devletleri Teşkilatı çatısı altında kurulacak bir Blokzincir Konsorsiyumu, bölgesel dijital güvenliğin omurgasını oluşturabilir.

- **Ortak Siber Altyapı:** Enerji, finans, ulaşım ve sağlık gibi kritik sektörlerde ortak blokzincir tabanlı altyapı geliştirilmeli. Bu altyapı, saldırılara dayanıklı ve bütün üye devletler tarafından paylaşılan bir güven katmanı sağlayacaktır.
- **Devletler Arası Veri Paylaşımı:** Geleneksel ikili anlaşmalar yerine, dağıtık defter teknolojisi sayesinde gerçek zamanlı ve doğrulanabilir veri paylaşımı mümkün hale gelecektir.
- **Stratejik Siber İttifak:** NATO benzeri bir güvenlik mimarisi, siber dünyaya uyarlanarak Türk Dünyası ülkeleri

arasında siber saldırılara karşı kolektif savunma mekanizması kurulabilir.

4.2. Kuantum Dirençli Blokzincir

Kuantum bilgisayarların 2030 sonrasında klasik kriptografiyi kırabileceği öngörülmektedir [8]. Bu durum, mevcut blokzincir sistemlerini zayıflatacaktır.

- **Kuantum Sonrası Kriptografi:** Türk Dünyası, kuantum dirençli algoritmalar (örn. lattice-based, hash-based, code-based) üzerine ortak Ar-Ge yatırımları yapmalıdır.
- **Öncü Bölgesel Liderlik:** ABD ve AB'nin ötesinde, Türk Dünyası bu alanda erken davranarak "kuantum sonrası güvenliğin mimarı" olabilir.
- **Siber Egemenlik:** Kuantum dirençli blokzincir altyapısı, yalnızca ekonomik işlemleri değil, seçim sistemleri ve askeri haberleşme gibi stratejik alanları da güvence altına alacaktır.



4.3. Mühendislik ve Savunma Odaklı Laboratuvarlar

YZ destekli blokzincir uygulamalarının test edilmesi için ortak mühendislik laboratuvarları kurulmalıdır.

- **Test ve Simülasyon Merkezleri:** Yapay zekâ destekli blokzincir algoritmaları, olası siber saldırı senaryolarına karşı test edilmelidir.
- **Savunma Uygulamaları:** Otonom insansız hava araçları (İHA) ve savunma ağlarında, blokzincir tabanlı iletişim protokolleri ile güvenlik sağlanabilir.
- **Ortak Proje Konsorsiyumları:** Türk mühendisleri tarafından geliştirilecek savunma teknolojileri, yalnızca ulusal değil, bölgesel güvenlik kapasitesini de artıracaktır.

4.4. Eğitim ve Kapasite Geliştirme

Dijital dönüşümün kalıcı ve sürdürülebilir olması için **insan kaynağı** temel faktördür.

- **Ortak Akademik Programlar:** Türk Dünyası üniversiteleri arasında çift diploma programlarıyla “YZ ve Blokzincir” yüksek lisans ve doktora programları başlatılmalıdır.
- **Müfredat Birliği:** Blokzincir mühendisliği, yapay zekâ etiği, kuantum güvenlik gibi derslerin ortak müfredata entegrasyonu sağlanmalıdır.
- **Ortak Ders Kitapları:** Türk Dünyası için hazırlanacak ortak ders kitapları ve çevrimiçi eğitim platformları, bilgi paylaşımını hızlandıracaktır.
- **Genç Mühendisler Ağı:** Türk Dünyası genç mühendisleri arasında bir “dijital inovasyon ağı” kurularak ortak projeler teşvik edilmelidir.

5. GELECEK VİZYONU

Dijital dönüşüm yalnızca bugünün teknolojik ihtiyaçlarını karşılamayı değil, aynı zamanda geleceğe dair uzun vadeli bir vizyon geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Türk Dünyası için yapay zekâ ve blokzincir tabanlı stratejilerin, küresel ölçekte etkili olabilmesi adına 2030–2050 dönemini kapsayan bir yol haritası kritik önem taşımaktadır.

5.1. 2030: Blokzincir Tabanlı Dijital Kimlik Sistemi

2030 yılına gelindiğinde, Türk Dünyası ülkeleri arasında ortak **blokzincir tabanlı dijital kimlik** altyapısı kurulabilir. Bu sistem, vatandaşların ve kurumların kimlik doğrulamasını merkezi otoritelere ihtiyaç duymadan güvenli biçimde gerçekleştirecektir.

- **Pratik etkiler:** Bankacılık, sağlık hizmetleri ve e-devlet uygulamalarında sahtecilik azalacak; vatandaşlık işlemleri hızlanacaktır.
- **Jeopolitik boyut:** Türk Dünyası, dijital kimlik güvenliği alanında bölgesel liderliğe yükselebilir.

5.2. 2040: Kuantum Dirençli Blokzincir Ağı

2040 sonrasında kuantum bilgisayarların klasik kriptografiyi kıracağı öngörülmektedir [8]. Bu dönemde, Türk Dünyası için kuantum dirençli blokzincir altyapısının kurulması bir zorunluluk haline gelecektir.

- **Teknik boyut:** Lattice-based, hash-based ve code-based kriptografi algoritmalarının uygulandığı dağıtık defter sistemleri geliştirilecektir.
- **Stratejik fayda:** Türk Dünyası, yalnızca bölgesel değil, küresel ölçekte

“kuantum sonrası güvenlik çözümleri” üreten bir merkez haline gelecektir.

5.3. 2050: Siber Vatan ve Dijital Güvenliğin Küresel Merkezi

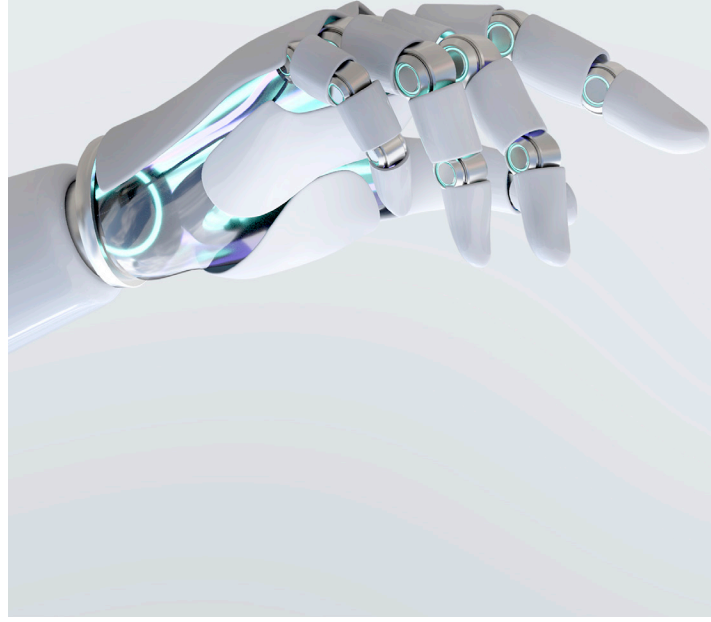
2050 vizyonu, **“Türk Dünyası Siber Vatan”** konseptinin hayata geçirilmesini öngörmektedir. Bu aşamada:

- **Kavramsal düzey:** Siber vatan, yalnızca fiziksel sınırları değil, dijital ağların da bir güvenlik alanı olduğunu kabul eden bütüncül bir yaklaşımdır.
- **Uygulama düzeyi:** Türk Dünyası, yapay zekâ ve blokzincir tabanlı siber güvenlik çözümlerini hem bölgesel altyapılarda hem de küresel platformlarda sağlayan bir dijital güvenlik merkezi konumuna yükselebilir.
- **Politik etki:** Küresel teknoloji ekosisteminde Batı veya Uzak Doğu merkezli paradigmaların yanında üçüncü bir kutup olarak Türk Dünyası dijital güvenlik vizyonunu ihraç edebilir.

“Türk Dünyası, yapay zekânın zekâsını ve blokzincirin güvenliğini birleştirdiğinde, dijital geleceğin yalnızca takipçisi değil, kurucusu olacaktır.” Bu cümle, yalnızca teknolojik bir öngörü değil, aynı zamanda bir medeniyet vizyonunu ifade etmektedir: Bilgiye dayalı güven, güvene dayalı gelecek.

6. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) ve blokzincir teknolojilerinin entegrasyonunun, Türk Dünyası için yalnızca teknik bir yenilik değil, aynı zamanda stratejik bir zorunluluk olduğunu ortaya koymaktadır. Küresel ölçekte artan siber tehditler, manipüle edilmiş veriler ve kuantum sonrası



dönemin güvenlik riskleri, bu teknolojilerin birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Türk Dünyası’nın tarihsel olarak İpek Yolu aracılığıyla ticaret ve bilginin merkezi rolünü üstlenmiş olması, günümüzde “Dijital İpek Yolu” inşasında da öncü olabileceğini göstermektedir.

Bu bağlamda gelecekte yapılması gereken çalışmalar aşağıdaki başlıklarda yoğunlaşmalıdır:

6.1. Kuantum Dirençli Blokzincir Algoritmalarının Geliştirilmesi

2040 sonrası kuantum bilgisayarların klasik kriptografiyi kıracağı öngörülmektedir [8]. Bu nedenle, Türk Dünyası üniversiteleri ve araştırma merkezleri, kuantum sonrası kriptografi (lattice-based, hash-based, code-based) alanında ortak araştırma programları başlatmalıdır. Ayrıca, bu algoritmaların blokzincir ağlarında gerçek zamanlı uygulanabilirliğini test eden pilot projeler hayata geçirilmelidir.

6.2. YZ-Blokzincir Hibrit Siber Güvenlik Laboratuvarlarının Kurulması

YZ tabanlı tehdit algılama ve blokzincir tabanlı veri doğrulama mekanizmalarını birleştiren hibrit güvenlik laboratuvarları,



Türk Dünyası için kritik bir Ar-Ge altyapısı sağlayacaktır. Bu laboratuvarlarda:

- Siber saldırı senaryoları test edilebilir,
- Veri zehirlenme ve deepfake saldırılarına karşı çözüm protokolleri geliştirilebilir,
- Savunma sanayii uygulamalarına yönelik blokzincir tabanlı güvenlik protokolleri denenebilir.

6.3. Türk Dünyası için Ortak Bir “Dijital Anayasa”nın Hazırlanması

Teknolojinin yalnızca teknik değil, hukuki ve etik boyutları da vardır. Türk Dünyası ülkeleri, ortak bir “Dijital Anayasa” çerçevesinde şu konularda iş birliği yapılmalıdır:

- Dijital kimliklerin güvenliği ve mahremiyetin korunması,
- Yapay zekâ etiği ve algoritmik şeffaflık,
- Siber saldırılara karşı kolektif savunma ilkeleri,
- Ortak veri paylaşımı standartları.
- Böylesi bir anayasa, Türk Dünyası’nı

yalnızca teknoloji üreten değil, aynı zamanda dijitalleşmenin etik ve hukuki kurallarını belirleyen norm koyucu aktör haline getirecektir.

6.4. Bölgesel Liderlik ve Küresel Entegrasyon

Gelecekte yapılacak bu çalışmalar, Türk Dünyası’nı dijital çağda yalnızca teknoloji kullanıcısı değil, aynı zamanda lider ve kural koyucu bir aktör haline getirebilir. Bu vizyon, bölgesel iş birliklerini güçlendirirken, küresel ölçekte üçüncü bir dijital güç merkezi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynakça:

- [1] Swan, M. (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy. “ O’Reilly Media, Inc.”.
- [2] Tapscott, D., Tapscott, A. (2016). Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. Penguin.
- [3] Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., & Bengio, Y. (2016). Deep learning (Vol. 1, No. 2). Cambridge: MIT press.
- [4] Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction. Princeton University Press.
- [5] Chesney, R., & Citron, D. (2019). Deepfakes and the new disinformation war: The coming age of post-truth geopolitics. Foreign Aff., 98, 147.
- [6] Biggio, B., Roli, F. (2018, October). Wild patterns: Ten years after the rise of adversarial machine learning. In Proceedings of the 2018 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (pp. 2154-2156).
- [7] Dwivedi, A. D., Srivastava, G., Dhar, S., & Singh, R. (2019). A decentralized privacy-preserving healthcare blockchain for IoT. Sensors, 19(2), 326.
- [8] Arute, F., Arya, K., Babbush, R. et al. Quantum supremacy using a programmable superconducting processor. Nature 574, 505–510 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1666-5>
- [9] Biggio, B., Roli, F. (2018, October). Wild patterns: Ten years after the rise of adversarial machine learning. In Proceedings of the 2018 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (pp. 2154-2156).

Mobil İletişim Teknolojileri: 4G'den 5G ve Ötesine Geçiş

Emin GÜNDOĞDU

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu

Dr. Yasin GENÇ

Adli Tıp Kurumu Samsun Grup Başkanlığı

Bu çalışma Dördüncü Nesil (Dördüncü Nesil (Fourth Generation - 4G) Uzun Süreli Gelişim (Long Term Evolution – LTE) mobil iletişim teknolojilerinden başlayarak Beşinci Nesil (Fifth Generation - 5G) teknolojisine geçişi, temel yenilikleri ve ülkemizdeki mevcut durumu incelemektedir. LTE teknolojisi, yüksek Bant Genişliği (Bandwidth-BW) gerektiren uygulamaları mümkün kılmış olsa da Spektral Verimlilik (Spectral Efficiency - SE) ve gecikme süresi gibi alanlarda sınırlamalara sahiptir. Bu durum, daha yüksek performans sunan 5G teknolojisine geçişi zorunlu kılmıştır. 5G, LTE'ye kıyasla daha düşük gecikme süresi, daha yüksek veri hızları ve artırılmış bağlantı yoğunluğu gibi önemli avantajlar sunmaktadır.

5G'nin temel vizyonu, Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union - ITU) tarafından Uluslararası Mobil Telekomünikasyon 2020 (International Mobile Telecommunications 2020 - IMT-2020) adı altında tanımlanmıştır. Bu vizyon; yüksek hızlı internet için Gelişmiş Mobil Geniş Bant (Enhanced Mobile Broadband - eMBB), çok sayıda cihazın bağlanması için Masif Makine Tipi İletişim (Massive Machine Type Communications - mMTC) ve kritik uygulamalar için ultra güvenilir ve düşük gecikmeli bağlantı sağlayan Ultra Güvenilir ve Düşük Gecikmeli İletişim (Ultra Reliable Low Latency Communications - uRLLC) olmak üzere üç ana kullanım alanını kapsamaktadır. 5G teknolojisinin

temel bileşenleri arasında ise; özelleştirilmiş sanal ağlar sunan Ağ Dilimleme, daha fazla verinin eş zamanlı gönderilip alınmasına olanak tanıyan Masif MIMO ve 24 GHz ile 100 GHz arasındaki frekanslara erişim sağlayan Milimetre Dalga (Millimeter Wave - mmWave) bantlarının kullanımı yer almaktadır. 5G'nin standardizasyon süreci, 3. Nesil Ortaklık Projesi (3rd Generation Partnership Project - 3GPP) tarafından Sürüm 15 ile başlamış ve Sürüm 18 ile "5G-Advanced" (5G-A) dönemine geçilerek, Sürüm 20 ile 6G'ye zemin hazırlayan çalışmalar başlatılmıştır.

5G haberleşme teknolojisi; endüstriyel otomasyon, otonom araçlar, akıllı şehirler, Nesnelerin İnterneti (Internet of Things – IoT) ve uzaktan eğitim gibi birçok dikey sektörün dönüşümünü hızlandırmaktadır. Küresel olarak 5G abone sayısı hızla artmakta olup, 2025 yılının ilk çeyreğinde 2,4 milyarı aşmıştır. Türkiye'de ise yerli ve milli üretimi teşvik etmek amacıyla 5G Vadisi Açık Test Sahası (5GVATS) Projesi hayata geçirilmiştir. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından 16 Ekim 2025 tarihinde gerçekleştirilen 5G ihalesi ile spektrum tahsisi yapılmış olup operatörlerin 5G hizmetlerini Türkiye genelinde 1 Nisan 2026 itibarıyla sunmaya başlayacağı öngörülmektedir.

Kısaltmalar: 4G, LTE, IMT-2020, SE, 5G, ITU, eMBB, mMTC, uRLLC, mmWave, 3GPP, 5G-A, IoT, 5GVATS, BTK, EE, NSA, SA, MNOs, NR, EPC, RAN, BM, SDO, V2X, NTN, AI, ML, SDN, NFV, QoS, DSS, IMT-2030

5G Mobil İletişim Teknolojisine Geçişle Birlikte Görülen Hız, Gecikme Süresi ve Altyapıya İlişkin Farklılıklar

Mobil iletişim teknolojilerinin her nesli, kendinden önceki nesillerin en güçlü yönlerini geliştirerek yeni yetenekler

sunmayı hedeflemektedir. LTE, 4G mobil iletişim teknolojisi olarak 100 Mbps'ye kadar veri hızı sağlayarak yüksek çözünürlüklü video akışı, görüntülü konferans ve uzaktan çalışma gibi yüksek BW gerektiren uygulamaların gerçekleştirilmesini mümkün kılmıştır.

LTE mobil iletişim teknolojileri; SE, gecikme süresi, veri aktarım hızları, ağ kapasitesi, Enerji Verimliliği (Energy Efficiency - EE), güvenilirlik ve kapsama alanı, girişim yönetimi ile esneklik ve ölçeklenebilirlik gibi alanlarda belirli sınırlamalara sahiptir. Bu sınırlamalar, daha yüksek performans ve gelişmiş uygulama desteği sağlayan yeni nesil mobil iletişim teknolojilerine geçiş ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. 5G teknolojisi; hız, gecikme süresi ve ağ yoğunluğu bakımından 4G'ye kıyasla önemli avantajları ile ileri seviye yeni nesil bir iletişim altyapısı sunmaktadır.

5G'nin sağladığı temel avantajlar arasında daha düşük enerji tüketimi, artırılmış bağlantı yoğunluğu, daha yüksek veri hızı ve gerçek zamanlı iletişim yetenekleri bulunmaktadır. Teknik açıdan bakıldığında 4G'de gecikme süresi 20–40 milisaniye aralığındayken, 5G bu değeri 5 milisaniyenin altına düşürmektedir. 4G'nin 20–100 Mbps aralığındaki indirme hızlarına karşılık, 5G'nin 1–3 Gbps'ye kadar ulaşabilen pratik hızları, mmWave koşullarında ise 10–20 Gbps seviyelerine çıkabilmektedir. Ayrıca 5G, hücre yoğunluğunu artırarak çok daha fazla cihazın aynı anda bağlanmasına olanak tanımaktadır.

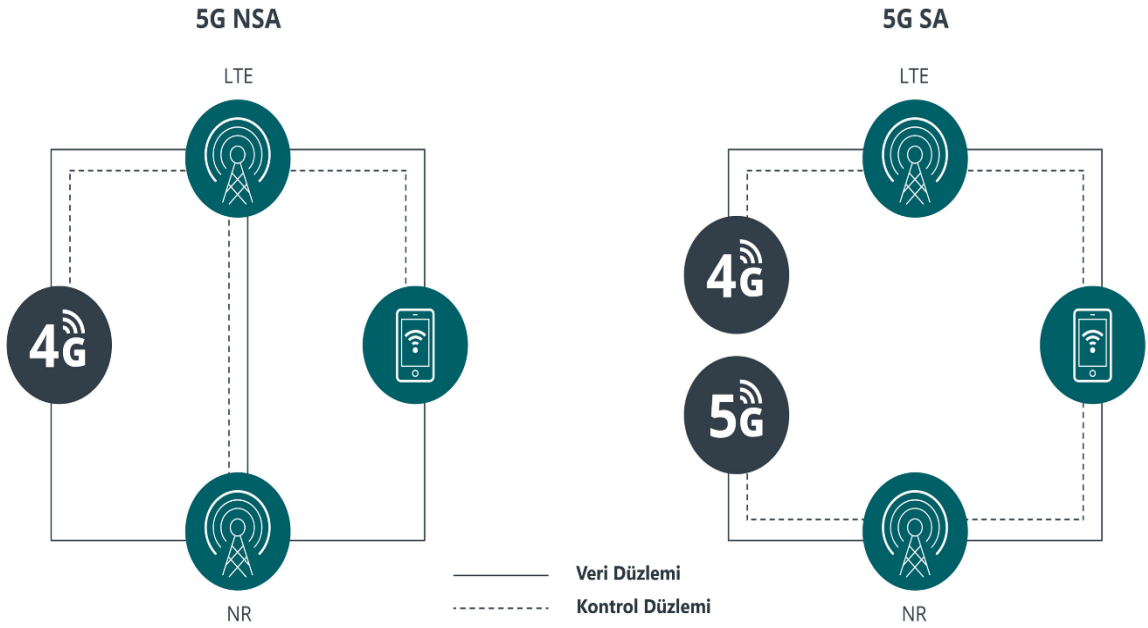
5G'nin temel bileşenleri arasında ağ dilimleme, Dikgen Frekans Bölmeli Çokgüllama (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing - OFDM) ve Massive MIMO teknolojileri yer almaktadır. Bu bileşenler

sayesinde ağ performansı ve bağlantı kalitesi büyük ölçüde artmaktadır.

5G Bağımsız (SA) ve Bağımsız Olmayan (NSA) Mimarileri

5G ağları, dağıtım yöntemine göre Şekil 1’de belirtildiği gibi Bağımsız Olmayan (Non-Standalone - NSA) ve Bağımsız (Standalone - SA) olmak üzere iki ana yaklaşımla kurulabilmektedir. Her iki

yaklaşım da 5G ağı kurmak için geçerli yöntemler olmakla birlikte, tercih edilen dağıtım modeli ağın verimliliği üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Mobil ağ operatörlerinin (Mobile Network Operators - MNOs) mevcut altyapılarını kullanarak hızlı bir şekilde 5G ağı kurabilmelerine olanak sağladığı için tercih edilen NSA mimarisi, günümüzde yerini giderek yaygınlaşan SA 5G dağıtımlarına bırakmaktadır.



Şekil 1: 5G NSA ve SA Mimarisi

Hem NSA hem de SA, 3GPP tarafından tanımlanan standartlara dayalı özellikler ve yetenekler sunmalarını sağlayan 5G Yeni Radyo (New Radio–NR) kullanılmaktadır. Çok sayıda kullanım senaryosu barındırmasıyla öne çıkan 5G NR, en temel özelliklerinden biri olarak 4G LTE’den 5G’ye geçişi mümkün kılan bir köprü işlevi görmektedir. 5G NR, LTE’ye kıyasla daha yüksek EE sunmasına rağmen, iki farklı hücreli teknoloji türünün eşzamanlı kullanımı ağdaki toplam güç tüketimini önemli ölçüde artırmaktadır.

NSA, Gelişmiş Paket Çekirdeği (Evolved Packet Core - EPC) olarak bilinen eski bir 4G LTE çekirdeği üzerinde çalışan ve kontrol düzlemi işlevlerini yöneten bir 5G Radyo Erişim Ağı (Radio Access Network – RAN)’dır. NSA mimarisi hem 4G LTE hem de 5G Baz İstasyonları (Base Station – BS)’ni içeren bir yapı sunmakla birlikte, ağ trafiğinin yönlendirilmesinde öncelikli olarak 4G BS kullanılmaktadır.

4G LTE ağlarına sahip operatörler, mevcut mimarilerinde bir 5G RAN

uygulayabilirler. NSA 5G, 4G LTE ağlarından 5G ağlarına geçiş yaparken yüklü bir yatırım yapmaya hazır olmayan operatörler için öncelik olmuştur. NSA 5G'nin düşük maliyet, kolay ve hızlı dağıtım gibi avantajları bulunmaktadır. MNO'lar, yeni ve maliyetli bir 5G çekirdek altyapısına yatırım yapmak yerine, mevcut 4G LTE altyapıları üzerine 5G ağı kurarak yapılandırma ve güncelleme süreçlerini basitleştirmiştir. Ancak NSA, 4G LTE altyapısına sahip 5G ağlarını çalıştırmak için daha fazla enerji gerektirmektedir.

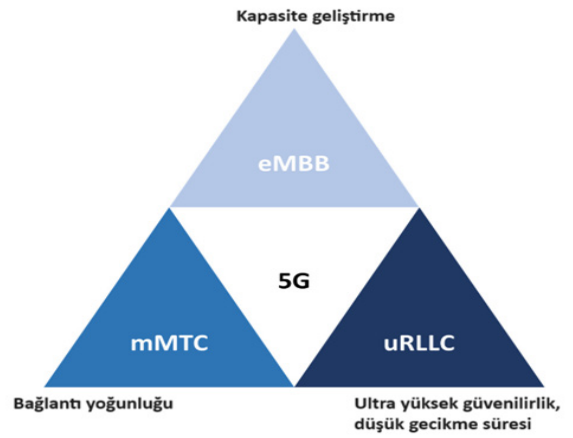
SA ağlar, bir 5G RAN ile birlikte bulut tabanlı bir 5G çekirdeğini içerirken; NSA mimarisinde ise 5G RAN, 4G LTE çekirdeğiyle entegre çalışmakta, dolayısıyla 5G çekirdeği bulunmamaktadır. SA ağları, 5G çekirdek mimarisine sahip olmaları sayesinde temel 5G işlevlerini gerçekleştirebilmekte; düşük gecikme süresi, gelişmiş ağ performansı ve ağ yönetim gibi işlevlerini merkezi bir denetleyiciyle kontrol etme olanağı gibi avantajlar sunabilmektedir. SA, 4G LTE'ye ihtiyaç duymadan yalnızca tek bir hücreli bağlantı yöntemiyle çalıştığı için ağ desteği sağlarken daha az güç tüketir.

SA, MNO'ların tamamen yeni bir mimariyi yapılandırmasını ve öğrenmesini gerektirmektedir. Operatörler SA teknolojisinin olgunlaşmasını beklerken, çoğu operatör daha ucuz ve daha kullanışlı olduğu için 4G LTE ağlarını 5G'yi destekleyecek şekilde yeniden yapılandırmayı tercih etmiştir. Ancak yerleşik 4G çekirdek ağları olmayan yeni sağlayıcılar ise 4G çekirdeğine güvenemedikleri için 5G altyapılarını sıfırdan kurmalarına ilişkin strateji geliştirmişlerdir. SA'nın en önemli dezavantajı, uygulamasının maliyetli olması ve ağ profesyonellerinin yeni 5G temel altyapısını öğrenmesinin zaman almasıdır. Her ne kadar NSA mimarisi 5G

ağlarına geçiş sürecinde bir ara çözüm olarak hizmet etse de 4G LTE altyapısına olan bağımlılığı nedeniyle gerçek bir 5G teknolojisi olarak kabul edilmemektedir.

IMT-2020 Temel Gereksinimleri ve 5G Özellikleri

IMT-2020 vizyonu, Şekil 2'de belirtildiği gibi 5G'nin üç ana kullanım alanını tanımlamakta ve bu alanlar için performans hedefleri belirlemektedir.



Şekil 2: 5G Kullanım Senaryoları

eMBB: 5G teknolojisi kapsamında, yüksek hızlı, yüksek kapasiteli ve güvenilir mobil internet bağlantısı sağlamaya odaklanan belirli bir hizmet kategorisini ifade etmektedir. 10 Gbps tepe veri hızları, 100 Mbps her zaman kullanılabilir hız ve 4G'den 10000 kat daha fazla trafik kapasitesi gibi gereksinimleri bulunmaktadır.

mMTC: Çok sayıda cihazın bağlanmasını hedeflemektedir. Kilometrekare başına 1.000.000 cihaz, ultra düşük maliyet, düşük enerji tüketimi ve 10+ yıl pil ömrü gibi gereksinimleri bulunmaktadır.

uRLLC: Kritik uygulamalar için gereklidir. Radyo ara yüzünde <1 ms düşük gecikme, çok düşük paket kaybı ve

ultra güvenilirlik (99.999% veya daha fazla) gibi gereksinimleri bulunmaktadır.

Bununla birlikte, bu üç ana senaryonun dışında kalan ve birden fazla kullanım konsepti kapsamında değerlendirilebilecek senaryolar da 5G altyapısı aracılığıyla desteklenebilmektedir.

5G Standardizasyonu

5G teknolojisinin geliştirilmesi ve standardizasyonu küresel kuruluşlar tarafından yönetilmektedir. ITU, Birleşmiş Milletler (BM)'e bağlı uzmanlaşmış bir birlik olup küresel bilgi ve iletişim teknolojilerinin düzenlenmesinden sorumludur. ITU, 5G teknolojisinin temel vizyonunu ve gereksinimlerini IMT-2020 adı altında tanımlamıştır. 3GPP ise ITU'nun belirlediği IMT-2020 vizyonunu teknik olarak hayata geçiren Standart Geliştirme Kuruluşu (Standards Developing Organizations - SDO)'dur. 3GPP, 5G'nin hava arayüzü olan 5G NR başta olmak üzere, ağ mimarisi, protokoller ve servis yönetimi gibi tüm teknik detayları tanımlamaktadır.

Sürüm 15, 3GPP'nin yayınladığı 5G standartlarının ilk sürümüdür. Önceki sürümlerde yalnızca LTE altyapısına entegre NSA yapı desteklenirken, bu sürümle birlikte SA mimari ve yeni nesil çekirdek ağı tanımlanmıştır. Ayrıca LTE ve EPC üzerinde çeşitli iyileştirmeler de gerçekleştirilmiştir. Sürüm 15, 2018 yılının Haziran ayında işlevsel olarak dondurularak 2019 yılının Eylül ayında tamamen belirlenmiştir.

Sürüm 16, "5G Faz 2" olarak anılan ve IMT-2020 başvurusunu tamamlayan sürümdür. Bu sürümde Araçtan Her Şeye İletişim (Vehicle to Everything - V2X), ağ dilimleme, IoT, uydu erişimi ve dikey sektörler için gelişmiş hizmetler gibi birçok yeni özellik tanımlanmıştır. Sürüm 16,

2020 yılının Haziran ayında işlevsel olarak dondurulmuştur.

Sürüm 17, 5G sistemini daha da olgunlaştırmıştır. Yan Bağlantı (Sidelink) geliştirmeleri, NR için MIMO'da daha fazla iyileştirme, 71 GHz'e kadar NR genişletmeleri, NR'nin Karasal Olmayan Ağlar (Non-Terrestrial Networks - NTN)'da kullanımı, NTN üzerinden IoT'nin çalışması, kapsama alanı ve konumlandırma iyileştirmeleri gibi yenilikler bu sürümde yer almıştır. Sürüm 17, 2022 yılında işlevsel olarak dondurulmuştur.

Sürüm 18, "5G-A" döneminin başlangıcıdır. Bu sürüm, önceki sürümlerde tanıtılan kavram ve özelliklerin iyileştirilmesinin yanı sıra, yeni teknolojik alanların entegrasyonunu da kapsamaktadır. Özellikle NTN'nin 5G sistemine daha ileri düzeyde entegrasyonu, konumlandırma ve yan bağlantı (sidelink) yeteneklerinin güçlendirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, endüstriyel dikey uygulamalar, ağ dilimleme ve İnsansız Hava Araçları (İHA) için gelişmiş destekler sunulmaktadır. Bunun yanında, EE, Yapay zeka (Artificial Intelligence - AI) ve Makine Öğrenimi (Machine Learning - ML) uygulamaları ile Genişletilmiş Gerçeklik (Extended Reality - XR) gibi yeni konular da bu sürümün temel yenilik alanlarını oluşturmaktadır.

Sürüm 19, 5G-A evrimini sürdürürken ticari 5G uygulamalarının kritik ihtiyaçlarına yanıt verecek şekilde performans artışı sağlamayı hedeflemektedir. Bu sürüm kapsamında Masif MIMO, AI/ML destekli hareketlilik ve Dinamik Spektrum Paylaşımı (Dynamic Spectrum Sharing - DSS) gibi teknolojilerle birlikte yüksek performanslı 5G ağları öne çıkmaktadır. Ayrıca Sürüm 19'un, 5G-A'dan 6G'ye geçiş için köprü işlevi görmesi; EE, ağ otomasyonu ve yeni kullanım senaryoları alanlarında temel oluşturması beklenmektedir.

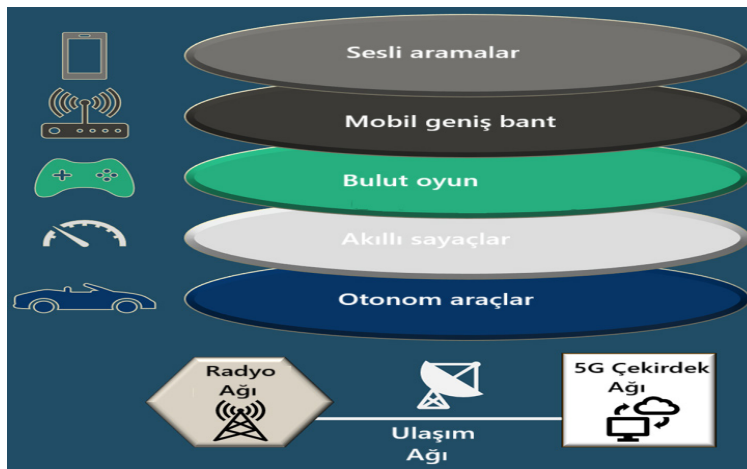
Sürüm 20, 5G-A sisteminin sürekli iyileştirmelerini sürdürmeyi ve 6G standardizasyonu için zemin hazırlamayı amaçlayan bir geçiş aşamasıdır. 5G-A için uydu erişimi ve EE gibi konulara odaklanan 18 aylık bir yol haritası belirlemiştir. En önemlisi Sürüm 20, 6G'ye ayrılan ilk sürüm olup, radyo arayüzü ve çekirdek ağ mimarisi üzerine teknik çalışmaların başlayacağı bir "Çalışmalar" sürümü olarak konumlandırılmıştır. Bu çalışmalar, 6G'nin resmi normatif teknik şartnamelerinin başlayacağı Sürüm 21'e öncülük ederek ITU'nun Uluslararası Mobil Telekomünikasyon 2030 (International Mobile Telecommunications 2030 - IMT-2030) hedeflerini desteklemektedir.

5G Teknolojileri

5G'nin temelini oluşturan teknolojiler arasında; hizmete özel sanal ağlar oluşturan Ağ Dilimleme, eş zamanlı veri iletimini ve spektral verimliliği artıran Masif MIMO anten sistemleri, daha geniş bant genişliği sağlayan mmWave frekans bantlarının kullanımı ve 5G-A dönemiyle birlikte ağ zekasını artıran AI entegrasyonu yer almaktadır. Aşağıdaki bölümlerde, 5G'nin bu dönüştürücü yeteneklerini sağlayan anahtar teknolojiler detaylı olarak incelenmektedir.

Ağ Dilimleme: Sağlık hizmetleri, mobil geniş bant, bağlantılı araçlar ve akıllı şehirler gibi uygulama alanları; hareketlilik, veri aktarım hızı, gecikme süresi ve güvenilirlik açısından birbirinden farklı ihtiyaçlar doğurmaktadır. Ağ dilimleme teknolojisi, bu farklılıkları karşılayacak şekilde özelleştirilmiş sanal ağlar sunarak, her hizmet türüne uygun altyapı ve işlevsellik sağlamaktadır. Bu yapı, Yazılım Tanımlı Ağlar (Software-Defined Networks - SDN) ve Ağ Fonksiyonlarının Sanallaştırılması (Network Function Virtualisation - NFV) prensiplerine dayanarak ağ kaynaklarının yazılım aracılığıyla esnek ve verimli bir şekilde yönetilmesini sağlar.

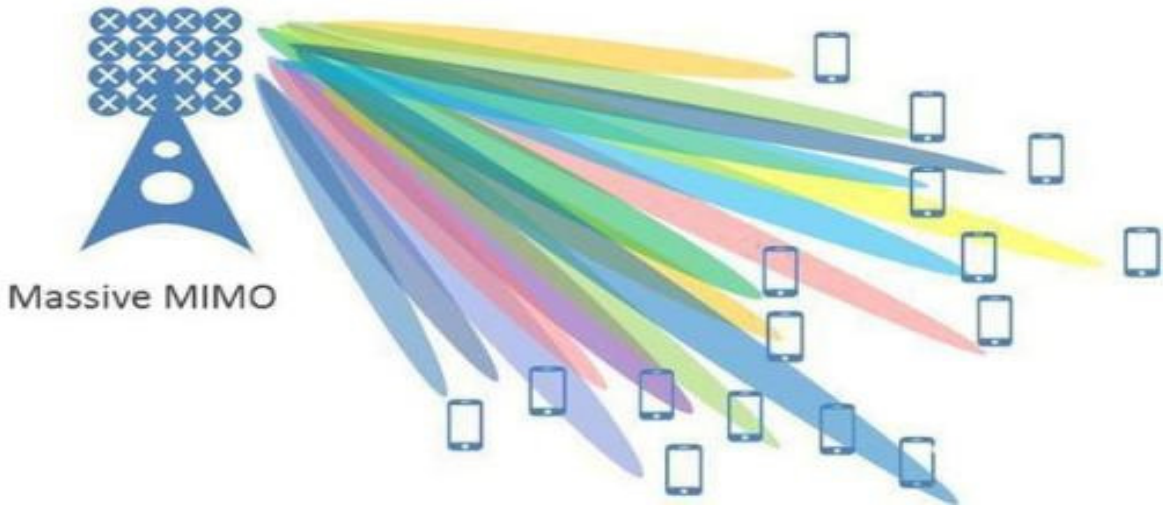
5G çekirdek ağı, farklı hizmet türleri ve kullanım senaryolarının çeşitli ağ ve Hizmet Kalitesi (Quality of Service - QoS) gereksinimlerini karşılamak amacıyla birden fazla ağ dilimi oluşturma kapasitesine sahiptir. Bu sayede farklı işletmelere özel hizmet seviyeleri sunularak kaynaklar daha verimli kullanılır ve uygulamalar yalnızca ihtiyaç duydukları işlevlerle çalışarak gereksiz yüklerden arındırılmış olur. Örneğin, Şekil 3'de belirtildiği gibi beş farklı hizmet türünü temsil eden beş ayrı ağ dilimiyle yapılandırılmış bir mobil ağ, her bir dilimi ilgili uygulama gereksinimlerine göre optimize ederek QoS'yi artırabilir.



Şekil 3: 5G Ağ Dilimleme Örneği

Masif MIMO: 5G teknolojisinde daha fazla verinin eş zamanlı olarak gönderilip alınmasına olanak tanıyan Masif MIMO antenler kullanılır, bu da daha fazla kullanıcının aynı kaynakları kullanabilmesi anlamına gelir (Şekil 4). Masif MIMO antenler, gücü yalnızca gerektiği yöne yönlendirerek, diğer yönlerde iletilen gücü

en aza indirir. Geniş alanlarda kapsama alanını genişletmek veya özel ağlar oluşturmak için Küçük Hücreler (Small Cells) kullanılır. Masif MIMO teknolojinin avantajları arasında SE'nin artırılması, ağ kapasitesinin genişletilmesi ve girişimlere karşı dayanıklılığın güçlendirilmesi yer almaktadır.



Şekil 4: Masif MIMO Teknolojisi

Milimetre Dalga: 5G teknolojisi, DSS ve mmWave bantlarının kullanımı gibi gelişmiş spektrum yönetim teknikleri ile daha yüksek ağ kapasitesi sunmaktadır. Ayrıca 5G teknolojisi yalnızca 4G LTE ağlarında kullanılan 6 GHz altı bantlarla sınırlı kalmayıp, mobil iletişimde daha önce kullanılmamış olan çok daha yüksek frekanslara da erişim sağlamaktadır. Özellikle 24 GHz ile 100 GHz arasındaki frekanslar, dalga boylarının milimetre düzeyinde olması nedeniyle "mmWave" olarak adlandırılmakta ve bu bantlar 5G ağları için hem yeni fırsatlar hem de

teknik zorluklar sunmaktadır (Şekil 5).

6 GHz altı frekans bantlarının büyük bölümü halihazırda kullanıldığından, bu alandaki kullanılabilir spektrum oldukça sınırlı hale gelmiştir. Hatta bazı ülkeler, doyumluğa yaklaşan 6 GHz altı bantlarını tamamen terk ederek 5G geliştirme sürecinde mmWave frekans bantlarına yönelmiştir. Ancak mmWave teknolojinin uygulama maliyetleri daha yüksek olduğundan, 5G'nin başlangıç aşamalarında 6 GHz altı bantlar hâlâ temel tercih olarak kullanılmaya devam etmektedir.



Şekil 5: mmWave Teknolojisi

Mobil kullanıcıların artan veri talepleri ve gelişen dijital deneyimleri, BW ihtiyacını önemli ölçüde artırmıştır. Bu durum, hücresel iletişim sektörünü mevcut spektrumun ötesine geçerek 5G kablo-suz teknolojiler için yeni frekans bantlarını araştırmaya yönlendirmiştir.

Yapay Zeka: Açık kaynaklı temel AI modellerindeki ilerlemeler, topluma AI hizmetlerine erişimi kolaylaştırmakta ve insanlığı daha akıllı bir dünyaya doğru yönlendirmektedir. Mobil AI çağı, 5G'den 5G-A teknolojisine geçişle birlikte ağ yeteneklerinde on katlık bir iyileşme sunmaktadır. Bu evrim; 10 Gbps indirme, 1 Gbps yükleme hızları ve 100 milyar bağlantı kapasitesiyle insanlara, evlere, araçlara, nesnelere ve endüstrilere kesintisiz bağlantı sağlamaktadır. Mobil AI çağıyla birlikte 5G-A bağlantıları AI ile birleştirerek yeni senaryoların, uygulamaların ve iş modellerinin ortaya çıkmasını tetikleyecek; böylece mobil endüstri alanını genişleterek önemli sosyal ve ekonomik değerler oluşturacaktır. Bu birleşimle birlikte, insanlar, evler, araçlar ve nesneler arasında akıllı bağlantıların sağlanması beklenmektedir.

5G Uygulama Alanları

5G teknolojisi, farklı sektörlerdeki paydaşları bir araya getirerek özel gereksinimlere uygun bağlantı çözümleri sunan bir iletişim altyapısı olarak endüstriyel dönüşümü hızlandırmaktadır. Dikey sektörler, üretimden son kullanıcıya kadar ürün ve hizmet akışını optimize etmek için kendi standartlarını kullanırken, 5G'nin gelişmiş teknik kapasitesi ve entegrasyon yetenekleri sayesinde yeni nesil ürün ve hizmetler geliştirme imkanına sahip olacaklardır. 5G'nin başarılı bir şekilde yaygınlaşması; ulaşım, enerji, sağlık ve tarım gibi çeşitli dikey sektörlerle

etkin bir entegrasyonun sağlanmasına bağlıdır. Bu etkinin en üst düzeye çıkarılabilmesi için kullanım senaryosu geliştiricileri, dikey sektör temsilcileri ve sistem tasarımcıları arasında yakın bir iş birliği gerekmektedir.

Akıllı Şehirler: 5G teknolojisi, düşük gecikme süresi, yüksek hız ve kapsamlı cihaz bağlantısı özellikleri sayesinde akıllı şehir fonksiyonlarını önemli ölçüde geliştirmiştir. Bu ilerleme, özellikle akıllı ulaşım ağları, şehir gözetimi ve kamu güvenliği sistemleri için IoT gibi uygulamaların işlevselliğini artırmıştır. 5G öncesinde, bu sistemler ağ tıkanıklığı, sınırlı cihaz bağlantısı ve gerçek zamanlı veri iletimindeki gecikmeler gibi zorluklarla karşılaşarak kaynak yönetiminde ve acil durum müdahalesinde verimsizliklere yol açmaktaydı. Ancak 5G teknolojisiyle birlikte, özellikle çevresel sensörlerden gerçek zamanlı veri toplama ve analizini mümkün kılarak kentsel IoT ağlarının kapasitesini artırmakta ve veri odaklı karar alma süreçlerini güçlendirmektedir. Bu sayede trafik yönetimi, enerji optimizasyonu, akıllı aydınlatma ve çevresel izleme sistemleri daha kolay entegre edilebilmekte; şehirler daha sürdürülebilir, güvenli ve yaşanabilir hâle gelmektedir.

IoT: 5G, milyarlarca cihazın aynı anda iletişim kurabilmesini sağlamaktadır. Bu durum, akıllı ev sistemlerinden sanayi otomasyonuna kadar birçok alanda gerçek zamanlı veri toplama, kontrol ve optimizasyon imkanı sağlamaktadır.

Otonom Araçlar: URLLC özelliği sayesinde otonom araçlar, çevreleriyle ve trafik altyapısıyla gerçek zamanlı veri alış-verişi yaparak güvenli ve verimli ulaşımı mümkün kılmaktadır.

Endüstriyel Otomasyon: 5G, akıllı fabrikalarda robotlar, sensörler ve üretim

hatları arasında kesintisiz iletişim sağlayarak üretim verimliliğini artırmakta, arıza tahmini ve bakım süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Çin'deki Yimin açık ocak madeninde, 5G-A ağıyla desteklenen 100 otonom maden kamyonundan oluşan dünyanın ilk filosu faaliyete geçmiştir. Bu durum maden sahasında büyük ölçekli araç-bulut-ağ sinerjisi sağlayarak iş yeri güvenliğini önemli ölçüde artırmıştır. Ağ, 500 Mbps yükleme hızı ve %99,99 güvenilirlikle 20 ms'ye kadar düşük gecikme sunmaktadır.

China Unicom Beijing, Pekin Metro Hattı 3'te dünyanın ilk ticari 300 MHz 5G-A ağını (2,4 Gbps tepe indirme hızı) ve Çin Seddi'nin popüler turistik bölümlerinde sektörün ilk 5G-A 10 Gbps entegre ağını hizmete sokmuştur. Bu durum kalabalık alanlarda ve yeraltında kesintisiz yüksek hızlı bağlantı sağlamıştır.

Çin Unicom, Gree ve Huawei iş birliğiyle Gree'nin Gaolan fabrikası, dünyanın en büyük tamamen otomatik 5G-A fabrikasına dönüştürülmüştür. Bu durum üretim verimliliğini %86 artırmış ve sıfır kalite hatasıyla yıllık 12 milyon klima üretilmesini sağlamıştır.

Eğlence ve Oyun Sektörü: 5G'nin sunduğu düşük gecikme süresi, bulut tabanlı oyunların ve VR tabanlı eğlencenin yaygınlaşmasını sağlamaktadır.

Akıllı Tarım: 5G destekli sensörler ve drone'lar sayesinde toprak nemi, ürün sağlığı ve hava koşulları gerçek zamanlı izlenmekte; bu da hassas tarım uygulamalarıyla verimliliği artırmaktadır.

Kamu Güvenliği ve Afet Yönetimi: 5G, acil durum ekipleri arasında anlık iletişim ve koordinasyon sağlayarak afet müdahalesini hızlandırmaktadır. Drone tabanlı gözlem sistemleri ve sensör ağları afet yönetiminde etkin rol oynamaktadır.

Uzaktan Çalışma ve Eğitim: Pandemi sonrası dönemde öne çıkan uzaktan çalışma ve sanal eğitim uygulamaları, 5G'nin sağladığı yüksek BW sayesinde daha kararlı hale gelmiştir.

5G teknolojisinin uygulamalara sağladığı pozitif etkiler arasında daha hızlı internet erişimi, gelişmiş kullanıcı deneyimi, gerçek zamanlı veri ile otomasyon ve verimlilik artışı, sağlık hizmetlerine erişimde iyileşme ve üretim süreçlerinde maliyet düşüşü ile bakım kolaylığı yer almaktadır. Öte yandan, 5G teknolojisinin uygulamalara yönelik bazı negatif etkileri de bulunmaktadır. Bunlar arasında yüksek altyapı maliyetleri, siber güvenlik ve gizlilik riskleri, sağlık ve çevreye ilişkin tartışmalar, dijital uçurumun derinleşmesi ile cihaz uyumluluğu ve geçiş sürecindeki zorluklar sayılabilir.

5G'nin toplumsal etkileri ekonomik büyüme, yeni istihdam alanları ve dijital kapsayıcılık açısından olumlu olmakla birlikte; veri gizliliği, enerji tüketimi ve eşitsiz erişim gibi alanlarda yeni düzenleyici çerçevelerin gerekliliğini doğurmuştur. Akıllı şehirler, sağlık sistemleri ve ulaşım altyapısında 5G'nin yaygınlaşması, sürdürülebilir şehir planlaması ve güvenli dijital dönüşüm politikaları ile desteklenmelidir.

Mobil Abone Sayısının Teknolojilere Göre Dağılımı

2025 yılının ilk çeyreğinde, dünya genelinde 145 milyon yeni 5G aboneliği eklenmiş ve toplam 5G abone sayısı 2,4 milyarı aşmıştır. Bu artış, 5G'nin hızlı benimsenme sürecinin sürdüğünü göstermektedir. Yıl sonuna kadar abone sayısının 2,9 milyara ulaşması ve bu sayının tüm mobil aboneliklerin yaklaşık üçte birini oluşturması beklenmektedir. Aynı dönemde, 4G aboneliklerinde dü-

şüş eğilimi gözlemlenmiştir. 2025'in ilk çeyreğinde 4G abone sayısı 55 milyon azalarak 4,9 milyarın altına gerilemiştir. 3G ve 2G teknolojilerinde de benzer şekilde sırasıyla 19 milyon ve 30 milyon abone kaybı yaşanmıştır. Bu durum, dünya genelinde 2G ve 3G ağlarının kademeli olarak kapatılmasının devam ettiğini göstermektedir. Özellikle 3G ağlarının kapatılma sürecinin, 2G'ye göre daha hızlı ilerlemesi öngörülmektedir.

2024 yılı sonu itibarıyla 5G abone sayısı küresel ölçekte 2,3 milyara ulaşmış ve bu sayı yaklaşık %27'lik bir penetrasyon oranına denk gelmiştir. Bölgesel karşılaştırmalarda ise Kuzey Amerika %71 ile en yüksek 5G yayılım oranına sahiptir. Bu bölgeyi %52 ile Doğu Asya, %45 ile Körfez İşbirliği Konseyi ülkeleri ve %41 ile Batı Avrupa takip etmektedir. 5G'nin, 2027 yılı itibarıyla 4G'yi geride bırakarak en baskın mobil erişim teknolojisi olması beklenmektedir. Dünya genelinde hâlihazırda 340'tan fazla operatör ticari 5G hizmeti sunmakta olup, bunlardan yaklaşık 70'i SA 5G ağlarını devreye almış durumdadır.

Küresel 5G aboneliklerinin 2030 yılında 6,3 milyara ulaşacağı ve tüm mobil

aboneliklerin üçte ikisini oluşturacağı tahmin edilmektedir. Önde gelen servis sağlayıcılar SA ağlarını konuşlandırmaya devam ederken, 5G SA aboneliklerinin 2030 yılında yaklaşık 3,7 milyara ulaşacağı öngörülmektedir.

Ülkemizde 5G Çalışmaları

Türkiye, mobil iletişim teknolojilerinde küresel rekabetteki gücünü artırmak ve yerli-milli üretimi teşvik etmek amacıyla 5GVATS Projesi'ni hayata geçirmiştir. 5GVATS'ın temel hedefi, üreticiler, girişimci teknoloji firmaları, mobil işletmeciler, akademisyenler ve araştırmacılar dahil olmak üzere 5G ve ötesi konulara yönelik çalışma yürüten tüm tarafların ücretsiz faydalanabileceği açık bir test-deneme alanı oluşturmaktır. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ile BTK koordinasyonunda yürütülen bu proje, 5G ve ötesi teknolojilere yönelik Ar-Ge, test ve deneme çalışmalarının gerçekleştirilmesi için benzersiz bir platform sunmaktadır.

5GVATS'ın temelleri, 15 Ağustos 2017'de imzalanan İşbirliği Protokolü ile atılmıştır. Bu protokole, BTK'nın yanı sıra Türkiye'nin üç mobil işletmecisi olan Turkcell, Türk Telekom ve Vodafone



ile Hacettepe, Bilkent ve ODTÜ olmak üzere üç üniversite dahildir. Ayrıca, test altyapılarının kurulması sürecine katkı sağlamak amacıyla 24 Temmuz 2018 tarihinde ULAK, İZİ Bilişim, Netaş, Spark ve Huawei ile de ayrı ayrı mutabakat zaptları imzalanmıştır. Bu iş birlikleri neticesinde kurulan test şebeke altyapıları, 8 Kasım 2018'deki açılış etkinliğiyle tüm paydaşların kullanımına sunulmuştur.

Proje, Ankara'da Hacettepe Üniversitesi Beytepe, Bilkent ve ODTÜ yerleşkeleri ve BTK Merkez Binası arasındaki geniş bir bölgeyi kapsamaktadır. Bu coğrafi alan, gerçek bir şehir ortamında laboratuvar düzeyindeki teknolojileri test etme imkânı sağlamaktadır.

Türkiye'deki 5G altyapı projeleri kapsamında, OSTİM'de kurulan ilk yerli endüstriyel 5G şebekesi; üretim süreçlerinde verimlilik ve esneklik sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Ayrıca, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından yürütülen "5G Mobil Haberleşme Altyapısının Geliştirilmesi Projesi" kapsamında, 14 firmanın yerli ve milli yazılım ile donanım geliştirmesi hedeflenmiştir.

5G teknolojisinin yaygınlaşması ve dijital altyapının güçlendirilmesi amacıyla BTK tarafından 16 Ekim 2025 tarihinde 5G ihalesi gerçekleştirilmiştir. İhale kapsamında toplam 11 frekans paketi satışa sunulmuş, 700 MHz ve 3.5 GHz bantlarında toplam 400 MHz'lik spektrum tahsisi yapılmıştır. 700 MHz bandında A1, A2 ve A3 paketleri sırasıyla Turkcell, Vodafone Türkiye ve Türk Telekom tarafından alınırken, 3.5 GHz bandında operatörler arasında paketler farklı sayılarda dağılmıştır. Operatörler, söz konusu frekans tahsisleri doğrultusunda, 5G hizmetlerini Türkiye genelinde 1 Nisan 2026 itibarıyla sunmaya başlayacaklardır. Hizmetin ilk etapta

büyük şehirlerde hizmetin devreye alınması öngörülmekte, ardından kapsama alanının ülke genelinde genişletilmesi amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR:

- 3GPP, 2019, Release 15, <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-15>
- 3GPP, 2020, Release 16 Description; Summary of Rel-16 Work Items, <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3493>
- 3GPP, 2022, Release 17, <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-17>
- 3GPP, 2024, Release 18 Description; Summary of Rel-18 Work Items, <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=4229>
- 3GPP, 2025, Release 20, <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-20>
- 5GTR Forumu, 2025, 5G Vadisi Altyapıları ve Faydalanıcılar, <https://5gtrforum.org.tr/faydalanicilar>
- AA, 2025, 5G ihalesinde en yüksek tekliflerin toplam tutarı 3 milyar 534 milyon dolar oldu, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/5g-ihalesinde-en-yuksek-tekliflerin-toplam-tutari-3-milyar-534-milyon-dolar-oldu/3718486>
- Aselsan, 2022, 5G NEDİR?, <https://www.aselsan.com/tr/blog/detay/332/5g-nedir>
- BRITO Jorge A. vd., 2023, Programmable data plane applications in 5G and beyond architectures: A systematic review, *Sensors*, 23(15), 6955
- Cavli Wireless, 2024, An Overview of MIMO Technology, <https://www.cavliwireless.com/blog/wireless-by-design/an-overview-of-mimo-technology.html>
- ERGİN Mehmet Şevket vd., 2022, DİKEY SEKTÖRLERDE 5G, *Aselsan Dergi*, Sayı 111, s.76–80
- Ericsson, 2023, The next wave of 5G – 3GPP Release 19, <https://www.ericsson.com/en/blog/2023/12/3gpp-release-19>
- Ericsson, 2025, Ericsson Mobility Report June 2025, <https://www.ericsson.com/49e9b6/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2025/ericsson-mobility-report-june-2025.pdf>
- Netscout, 2024, What is the difference between 5G Standalone and 5G Non-Standalone?, <https://www.netscout.com/what-is/5g-sa-vs-nsa>
- TechTarget, 2025, 5G NSA vs. SA: How do the deployment modes differ?, <https://www.techtarget.com/searchnetworking/feature/5G-NSA-vs-SA-How-does-each-deployment-mode-differ>



HAKLI DAVA **GÜÇLÜ** **SENDİKA**

kamusen.org.tr

Eğitimde Üretken Yapay Zeka ve Gerçekler

Dr. Miraç ÖZAR

ÖZET

Öğrenme olgusu birçok farklı şekilde tanımlanabilir. Modern yaklaşımlara dayanarak bu tanımlardan bir tanesi de beyin hücreleri arasında bir otoban oluşturmak ve belirli nöronları birlikte ateşlemek olarak karşımıza çıkıyor. Bir dil konuşurken, bir müzik enstrümanı çalarken, hesap yaparken vb. süreçlerde yapılan işe özgü kullanılan nöronlar birlikte ateşlenir. Bu nöronlar arası otoban ne kadar sık kullanılırsa, bahsi geçen otoban o kadar pekişir ve daha kalıcı hale gelir. Öğrenme ve zihinsel süreçlerle (düşünme becerileri) ilgili literatürde birçok model ve teori vardır ve bu süreçlerle ilgili taksonomilerinden (sınıflandırma/kategorizasyon) söz edilir. Bloom'a göre insanın zihinsel süreçlerinin ele alındığı bilişsel alan 6 basamaktan oluşmaktadır.

- Bilgi
- Kavrama
- Uygulama
- Analiz
- Sentez
- Değerlendirme

Bloom esas hedefin, herhangi bir olgu ile ilgili "bilgi" düzeyinde (hatırlama) başlayan zihinsel sürecimizin, artarak

"değerlendirme" (bir olguya ait tüm değişkenleri ayrı ayrı ve bütün olarak değerlendirme) basamağına ulaşmak olduğunu savunmuştur.

Öğrenmenin öğrenende gerçekleştiğini söyleyebilmek için, konuyla ilgili öğrenenin seçilen konuyla ilgili kişisel yorum yapabilmesi, değerlendirmesi, bilgiden öz-bilgiye ulaşması beklenir. Bu süreçte öğrenene açık uçlu sorular sormak, düşünmesine fırsat vermek, yaratıcılığını ortaya koyması için gerekli öğrenme ortamını hazırlamak çok önemlidir. Bu sebeple "ezberlemek" ve bir konuyu bilgi düzeyinde bilmek öğrenmek demek değildir. Öğrenme sürecinde öğrenene birçok kaynak, araç ve kişiler destek olabilir. "Öğrenme öğrenende gerçekleştiği" için bu kaynak ve araçlar öğrenenin önüne geçmemelidir. Esas hedef öğrenenin kapasitesini, kazanımlarını artırmak ve geliştirmek olmalıdır. Bu bağlamda YZ'da dahil herhangi bir araç, öğrenme sürecinde öğrenenin önüne geçmemelidir. Hedef insan gelişimi olmalıdır ve bu odak hiçbir zaman unutulmamalıdır.

Kullanılan teknoloji, insanı insan yapan ve doğasında var olan kabiliyet ve yetilere ket vuruyorsa bu durumda "neyi neye tercih ettiğimizi" derinlemesine irdelemek lazım. Başka bir deyişle, "araç

amaç” oluyorsa ve kullanılan teknoloji insanı kendi doğasından uzaklaştırıyorsa bu olguyu ve süreci sorgulamak gerekir. Örneğin;

- İki kişi yüz yüze konuşurken onlardan 1000 sayısından 3 er 3 er düşmesini isteyin ve bu süreci bir kronometre ile ölçün. Aynı işlemi bu kişilerin duvara bakarak yapmasını isteyin. Yüz yüze bakarken bu işlemin daha uzun zaman aldığını göreceksiniz. Sebebi ise; başkasının yüzüne bakarken insan karşı tarafın ister istemez niyetini ve duygularını okumaya çalışır. Bunun esas sebebi “benim için bir tehlike var mı? Her şey yolunda mı?” sorularına yanıt aramaktır. Karşı tarafın duygularını okuyan herhangi bir cihazın (gözlük, kamera, göz için implantlar vb.) sürekli kullanımı insanın doğasında var olan bu “yüz okuma/niyet okuma kabiliyetini köreltir mi? Bu bir sorun mu?
- Yön bulmak için kullandığımız mekanik veya elektronik cihazlar doğa ile kurduğumuz ilişkiyi olumsuz etkiliyor mu? Bu bir sorun mu?

YZ ve/veya buna bağlı teknolojik gelişmeler/araç-gereçler insan iradesinin ve hedeflerinin önüne geçtiği zaman tehlike çanları çalıyor demektir!

ÜYZ olanaklarının insan gelişimi için planlanan eğitim-öğretim süreçlerindeki yerinin iyi tanımlanması, “neyi neden” yaptığımızla ilgili sürece ışık tutacaktır.

Üretken Yapay Zekâ ve Eğitim

Üretkenyapay zekâ araçları, bazı yazılı görevleri daha hızlı ve kolay hâle getirebilir, ancak bir insan uzmanın muhakeme gücünün ve derin konu bilgisinin yerini şu an için alamıyor.

Üretken yapay zekâ şu alanlarda kullanılabilir:

- Eğitsel kaynaklar oluşturmak
- Ders ve müfredat planlaması yapmak
- Bireysel geribildirim ve tekrar etkinlikleri hazırlamak
- İdari görevleri yerine getirmek
- Kişiselleştirilmiş öğrenmeyi desteklemek

Uygun şekilde kullanıldığında üretkenyapay zekâ:

- Eğitim sektöründeki iş yükünü azaltma potansiyeline sahiptir
- Öğretmenlerin zamanını daha verimli kullanmalarına ve kaliteli öğretime odaklanmalarına imkân tanır

Ancak, YZ tarafından üretilen içerik:

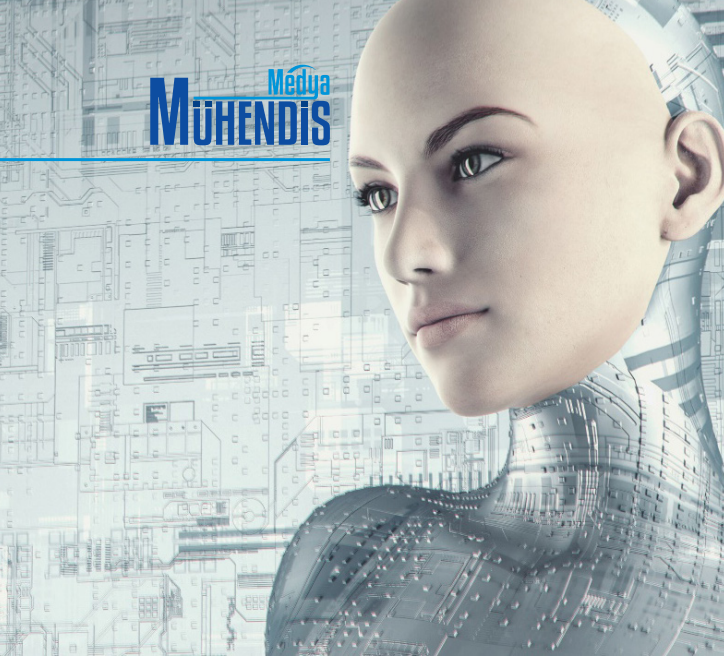
- Gerçeklerle ne kadar örtüşüyor?
- Uygunluk derecesi nedir?
- Taraflı olabilir
- Bağlamından koparılmış olabilir
- İçerikte kullanılan bilgiler izinsiz alınmış olabilir (fıkrî mülkiyet ihlali)
- Güncel olmayabilir veya güvenilirlikten yoksun olabilir
- Düşük kalitede olabilir

Öğretim programları ve idari işler dışında YZ gerçek hayatla ilgili sorunların çözümünde de kullanılabilir. Bu konularda projeler geliştirilmelidir. Örneğin;

- Doğal afetler
- Yaygın virüsler
- Kuraklık
- Herkes için yetersiz gıda temini

ÜYZ ile İlgili Son Gelişmeler

2024 ve 2025 yıllarında eğitimde üretken yapay zekâ (ÜYZ) uygulamaları hızlı bir şekilde yaygınlaştı. Özellikle OpenAI’nin GPT-4 ve Claude 3 gibi büyük



dil modelleri, eğitim içeriklerinin hazırlanmasından bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimlerine kadar birçok alanda kullanılmaya başlandı. UNESCO, 2024 yılında yayımladığı “Yapay Zeka ve Eğitimde Etik” raporunda, eğitimde üretken yapay zekanın potansiyelini vurgularken; bu teknolojilerin güvenli, şeffaf ve etik kullanımına dair rehber ilkeler sunmuştur.

Yapay zekâ destekli öğretmen yardımcıları, özelleştirilmiş ödev kontrol araçları ve öğrencinin bireysel öğrenme hızına göre içerik sunan platformlar, bugün birçok ülkede aktif olarak kullanılmaktadır. Bu gelişmeler, eğitim sistemlerinde dönüşümün sadece teorik bir tartışma değil, artık pratik bir zorunluluk olduğunu ortaya koymaktadır.

Başarılı Uygulama Örnekleri

1. Singapur - Sınıf Temelli Yapay Zeka Uygulamaları:

Singapur Eğitim Bakanlığı, “AI for Education” projesiyle ortaokul seviyesindeki öğrencilere bireysel destek sağlayan ÜYZ destekli dijital öğretmenleri test etmektedir. Öğrencilerin performansına göre anlık geri bildirim veren bu sistemler, öğrenme kayıplarını azaltmakta önemli rol oynamaktadır.

2. ABD - Khanmigo Projesi (Khan Academy):

Khan Academy’nin OpenAI ile ortak geliştirdiği “Khanmigo” adlı yapay zekâ aracı, öğrencilere birebir asistanlık hizmeti vermekte ve öğretmenlere sınıf içi değerlendirme desteği sağlamaktadır. Bu sayede öğretmenler öğrencilerin düşünme sürecini daha iyi analiz edebilmektedir.

3. Estonya - Dijital Eğitim Stratejisi:

Estonya, eğitim sisteminde dijitalleşmeyi erken benimseyen ülkelerden biridir. Üretken yapay zeka ile öğrenci raporlarının otomatik oluşturulması, verilere düzenli ve kapsamlı bilgilendirme sağlamakta; öğretmenlerin idari yükünü azaltmaktadır.

Kısa, Orta ve Uzun Vadede Üretken Yapay Zekânın Eğitim Sistemine Etkisi

- Kısa Vadede (1–2 yıl):

Eğitim içeriklerinin üretimi, değerlendirme süreçleri ve bireysel öğrenme planlarının hazırlanması gibi alanlarda ÜYZ destekli otomasyon hız kazanacak. Öğretmenler, daha çok rehberlik ve öğrenci takibi rolünü üstlenecek.

- Orta Vadede (3–5 yıl):

Müfredatlar, yapay zekânın sunduğu öğrenme verilerine göre yeniden şekillenecek. Öğrencilerin öğrenme yolları kişiselleşecek; “herkese aynı içerik” anlayışı yerini “bireyselleştirilmiş öğrenme yolları”na bırakacak. Yeni öğretmen profili, pedagojik uzmanlığa ek olarak dijital okuryazarlığı da kapsayacak.

- Uzun Vadede (5 yıl ve sonrası):

Eğitim sistemleri, klasik sınıf temelli yapının dışına çıkarak karma (hibrit) öğ-

renme modeline kalıcı biçimde geçebilir. Öğrenci kendi öğrenmesini yönlendirebilen aktif bir özne haline gelirken, eğitimciler bu süreci yöneten mentorlara dönüşecek. Yükseköğretimde tez yazımı, araştırma, veri analizi gibi süreçler, ÜYZ destekli araçlarla entegre çalışacak.

Eğitim Kurumları Üretken Yapay Zekâyı Nasıl Entegre Edebilir?

1. K12 Düzeyinde:

- Müfredat içine dijital okuryazarlık ve yapay zeka okuryazarlığı dersleri eklenmeli.
- Öğrencilere yapay zekâ araçlarını nasıl etik ve verimli kullanabilecekleri öğretilmeli.
- Öğretmenler için sürekli mesleki gelişim programları oluşturularak ÜYZ araçlarını sınıf içinde nasıl uygulayabilecekleri öğretilmeli.
- Sınıf içi uygulamalarda örneğin yazma becerileri için ChatGPT benzeri araçlar rehberli şekilde kullanılabilir.

2. Üniversite Düzeyinde:

- Akademik yazım, veri analizi, literatür tarama gibi alanlarda ÜYZ araçlarının destekleyici rolü açıkça tanımlanmalı.
- Etik kullanıma ilişkin net kurallar oluşturulmalı; intihal ve otomatik içerik üretiminin sınırları belirlenmeli.
- Üniversiteler kendi iç yapay zeka platformlarını geliştirerek öğrencilerine özel ve güvenli bir kullanım ortamı sunabilir.
- Fakülteler arası işbirliğiyle disiplinlerarası ÜYZ odaklı programlar açılabilir (örneğin, "Yapay Zeka ve Eğitim", "Etik ve Teknoloji", "Eğitimde Dijital Dönüşüm").

Sonuç

Üretken yapay zekâ, eğitim sistemleri için bir tehdit değil; doğru kullanıldığında büyük bir fırsattır. Ancak bu dönüşüm, sadece teknolojik değil, pedagojik ve etik bir hazırlık da gerektirir. Eğitim kurumları, bu yeni döneme ayak uydurmak için sadece teknoloji yatırımı değil; öğretmenlerin eğitimi, müfredatın güncellenmesi ve politika düzeyinde düzenlemeler yapmalıdır. Unutulmamalıdır ki, yapay zekâ bir araçtır; asıl olan insanın ve eğitimin değeridir.

Kaynakça:

- Bloom, B. S. (1984). Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. New York: Longman.
- UNESCO. (2024). AI and Education: Guidance for Policy-makers on Ethical and Effective Use of Generative AI in Education. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Boston: Center for Curriculum Redesign.
- OECD. (2023). AI and the Future of Skills, Volume 1: Capabilities and Assessments. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/92e270f4-en>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2022). Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. Pearson Education.
- Khan Academy. (2023). Khanmigo: A Pilot AI Learning Guide. Retrieved from <https://www.khanacademy.org>
- Singapur Ministry of Education. (2024). AI in Education Strategy 2024–2028. Retrieved from <https://www.moe.gov.sg>
- Estonian Education and Youth Board. (2023). Digital Transformation of Education in Estonia. Tallinn: Government of Estonia.
- Selwyn, N. (2023). Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education. British Journal of Educational Technology, 54(1), 1-15 <https://doi.org/10.1111/bjet.13201>

Türkiye’de Orman Yangınları: Yeni Normalin Getirdiği Zorluklar ve Teknolojik Çözümler

İlhami AYDIN

Dünya Bankası Teknoloji Uzmanı

Giriş

İklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkisiyle, orman yangınları artık geçmişte alışık olduğumuz özelliklerden çok farklı bir karakter sergilemeye başlamıştır. Türkiye’de 2020 yılından itibaren mega yangınlar ve ekstrem yangınlarla tanışmaya başladık. Bu durum sadece ülkemize özgü olmayıp, Dünya Bankası, Amerikan Okyanus Araştırma İdaresi ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü gibi kurumların verilerine göre, 2100 yılına kadar tüm dünyada kuraklık ve iklim değişikliğine bağlı olarak yangınların sayısı ve şiddeti artacağı öngörülmektedir.

2021: Türkiye İçin Bir Milat

2021 yılı, Türkiye’deki orman yangınları açısından bir dönüm noktası olmuştur. Bu yıl Manavgat ve Taşagöl’de toplam 65 bin hektar alan yanmıştır. Bu rakam, o güne kadar yıllık ortalamamızın 20-25 bin hektar olduğu düşünüldüğünde oldukça yüksektir. Daha da çarpıcı olan, 139 bin hektarlık toplam zarar alanının 133 bin hektarının sadece 10 günde meydana gelmiş olmasıdır. Geçmişte yangınları tepe ve örtü yangınları olarak basit bir şekilde ayırırken, son yıllarda yangınlar 7 farklı kategoriye ayrılmıştır: İlk 4 kategori: kontrol edilebilir yangınlar ve son 3 kategori ise kontrol edilmesi çok zor olan yangınlardır.

Ekstrem Orman Yangını Olaylarının Detaylı Sınıflandırması:

Kategori	FLI (kW/m ²)	ROS (m/dk)	FL (m)	Düşey Rüzgarlar	Spotlama Aktivitesi	Yangın Tipi ve Kontrol Kapasitesi
1	≤500	<5	<1.5	Yok	Yok (0 m)	Yüzey yangını. Kolayca kontrol edilebilir.
2	500-2000	<15 (a)	<3	Yok	Düşük (<100 m)	Yüzey yangını. Kontrol edilebilir.
3	2000-4000	<20 (a)	2.5-3.5	Yok	Yüksek (<500 m)	Yüzey yangını, alev sıçraması mümkün. Kontrol etmek çok zor.
4	4000-10000	<50 (c)	<10	Yerel vakalarda mümkün	Yangın (500-1000 m)	Yüzey yangını, bitki örtüsü ve yapı durumuna bağlı olarak taç yangını mümkün. Kontrol etmek son derece zor.
5	10.000-30.000	<150 (c)	<25	Mevcut	Yangın (>1000 m)	Taç yangını, rüzgar veya duman kolonu yönlendirilmiş, kaotik ve tahmin edilemez. Kontrol etmek neredeyse imkansız.
6	30.000-100.000	<300	50-100	Mevcut	Yoğun Spotlama (>2000 m)	Kaotik. Son derece türbülanslı taç yangını, uzun mesafeli spotlama. Kontrol edilemez.
7	>100.000	>300	>100	Mevcut	Yoğun Spotlama (>5000 m)	Duman kolonu yönlendirilmiş, aşırı türbülans ve yoğun spotlama nedeniyle kontrol etmek imkansız.

Bu tabloda özellikle önemli olan noktalar: FLI (Yangın Hattı Yoğunluğu) değerleri ile yangının şiddetini ölçme ; ROS (Yayılma Hızı) ile yangının ne kadar hızlı büyüdüğünü gösterme; FL (Alev Boyu) ile yangının fiziksel boyutlarını belirleme; Spotlama mesafeleri ile yangının nasıl sıçradığını açıklama; Kontrol kapasitesi açıklamaları ile müdahale imkanlarını değerlendirme [https://www.researchgate.net/publication/323389135_Defining_Extreme_Wildfire_Events_Difficulties_Challenges_and_Impacts].

Tablo, özellikle kategori 4'ten sonraki yangınların neden "kontrol etmek son derece zor" veya "imkansız" olarak sınıflandırıldığını çok net göstermektedir. Makalede bahsedilen 10 bin kW/h sınırının da bu tabloda kategori 5'e denk geldiği görülmektedir.

Bir yangının hat şiddeti anlık olarak 10 bin kW/h'i geçtiğinde, bu yangın artık söndürülmesi mümkün olmayan yangınlar sınıfına girmektedir. Bu durumda yangını söndürmek için yanıcı maddenin azalması, hava şartlarının değişmesi ya da yakıtın bitmesi gerekmektedir.



Küresel Perspektif ve Karşılaştırma

Dünya genelinde 2021 yılında zarar gören orman miktarı 82 milyon hektara ulaşmıştır. 2025 yılında ülkelere bakıldığında:

- Amerika: 1 milyon 700 bin hektar
- Kanada: 8 milyon hektar
- İspanya 380 bin hektar
- Portekiz 263 bin hektar
- İtalya 68 bin hektar
- Türkiye: 78 bin hektar

olarak verilmektedir. Türkiye yılbaşından itibaren ülke ormanlarının binde 25'ini kaybetmiştir. Bu oran akdeniz ülkeleri arasında diğer ülkelerle karşılaştırıldığında, oldukça iyi durumda olduğu görülmektedir.

Teknolojik Çözümler ve İnovasyonlar

2021 yangınlarından sonra özel sektörün desteğiyle, geçmiş yangınlar ve meteorolojik şartlara dayanarak gelecekteki yangın risklerini tahmin eden bir sistem geliştirilmiştir. Koç Holding'in öncülüğündeki bu proje:

- 400 farklı değişken kullanarak çalışmaktadır

- 3 günlük tahminler yapabilmektedir
- Fransa'da yapılan Dünya Yapay Zeka Zirvesi'nde 800 proje arasında ilk 20'ye girmiştir
- Dünya Ekonomik Forumu ve Birleşmiş Milletler'de sunulmuştur

Türkiye, yangınları İHA'larla gözetleyen ilk ülke konumundadır. Bu sistem:

- Günde 10-12 saat gözetleme yapmaktadır
- 100 kilometre uzaklıktan yarım metrelik yangını tespit edebilmektedir
- Yangınların çok erken aşamada tespit edilmesini sağlamaktadır
- Baykar ile geliştirilen özel yazılımlar kullanmaktadır

776 kuleden yaklaşık 200'ünde 400 kamera kurulmuştur. Bu sistem:

- Yapay zeka ile duman algılama yapmaktadır
- Dumanın koordinatlarını otomatik olarak ilgili birimlere göndermektedir
- 2029 yılına kadar 450 kule tamamen insansız hale getirilecektir

2007 yılından beri kullanılan sistem:

- Tüm araçların konumunu anlık takip etmektedir
- Kıbrıs dahil tüm araçları kapsamaktadır
- Yangın sırasında kaynak dağılımının optimize edilmesini sağlamaktadır

Gönüllülük ve Toplumsal Katılım

Şu anda 130 bine yakın gönüllü bulunmaktadır. Bunların 60 bini fiili olarak aktif gönüllüdür. YÖK ile yapılan protokol çerçevesinde üniversite öğrencilerinin bu sisteme katılımı teşvik edilmektedir. Yaklaşık 10 milyon üniversite çağındaki öğrencinin %10'unun sisteme dahil edilmesi hedeflenmektedir.

Yangın Sonrası Analiz ve Gelecek Planları

Avrupa Uzay Ajansı ve Avrupa Meteoroloji Ajansı ile işbirliği halinde, üçüncü nesil meteorolojik uyduların yangın gözetlemesinde kullanılması üzerine çalışmalar yürütülmektedir.

Geleneksel söndürme yöntemlerinin yetersizliği nedeniyle:

- Yangın bombası teknolojisi üzerine çalışmalar yapılmaktadır
- Radyo frekansı ile yangın söndürme araştırmaları sürdürülmektedir
- Drone destekli hortum sistemleri geliştirilmektedir

Deprem ve Diğer Afetlerde Kullanım

Orman yangını teknolojileri deprem gibi diğer afetlerde de kullanılmaktadır:

- GSM baz istasyonu taşıyan İHA'lar geliştirilmiştir

- Hasar tespiti ve koordinasyon için kullanılmaktadır
- Baraj güvenliği gibi kritik altyapı kontrolü yapılmaktadır

Kuraklık ve İklim Değişikliğinin Etkileri

İklim değişikliği ve kuraklık, yangın riskini önemli ölçüde artıran temel faktörlerdir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün ürettiği kuraklık raporları, yangın çıkış noktaları ile kuraklık bölgeleri arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermektedir. 3 aylık, 6 aylık, 9 aylık ve 12 aylık kuraklık haritaları incelendiğinde, 2024 yılında meydana gelen bin hektarın üstündeki büyük yangınların tamamının kuraklık haritasında işaretlenen bölgelerde çıktığı tespit edilmiştir.

Özellikle Karabük, Bursa, Bilecik ve Tekirdağ gibi bölgelerde çıkan yangınlar, kuraklığa bağlı olarak hızla büyüyen yangınlara örnek teşkil etmektedir. Avrupa Yangın Bilgi Bankası'nın hazırladığı risk haritaları da Türkiye'nin içinde bulunduğu tüm Akdeniz bölgesinde yüksek yangın riskinin varlığını doğrulamaktadır.

Yenilikçi Projeler ve Özel Sektör İşbirlikleri

Amazon ile geliştirilen proje, çalışanların güvenliğini, sağlık durumunu, moral durumunu ve performansını uzaktan algılayabilmeyi hedeflemektedir. Bu sistemle yangın ve deprem gibi zorlu koşullarda çalışan personelin yorgunluk seviyelerinin tespit edilmesi ve dinlenme ihtiyaçlarının belirlenmesi mümkün hale gelmiştir. Proje pilotu 3 farklı bölgede 6 ekiple uygulanmakta olup, alınacak sonuçlara göre ülke genelinde yaygınlaştırılması planlanmaktadır.

Baykar ile yürütülen haritalandırma projesinde, bir günde 400 bin hektarlık alan görüntülenebilmektedir. Bu teknoloji ile:

- Ağaç sayımı ve tür tespiti
- Maden sahası izin kontrolü
- Su kaynakları doluluk seviyesi ölçümü
- Yaban hayvanı yaşam alanı tespiti
- Araç ve makine sayımı
- İki boyutlu görüntülerden üç boyutlu modelleme

1958 yılından beri telsiz kullanan Orman Genel Müdürlüğü, teknolojik gelişmelere paralel olarak 4 bölgede tamamen sayısal haberleşme sistemine geçmiştir. Bu sistem, karasal hatlara çıkmadan tamamen kendi hatları üzerinden her türlü haberleşmeyi sağlamaktadır.

Gelecek Teknolojileri ve Araştırma Alanları

Yanmanın frekansının tespit edilmesi ve bu frekansın başka bir radyo frekansıyla söndürülmesi üzerine araştırmalar sürdürülmektedir. Geleneksel söndürme yöntemlerinin yetersiz kaldığı yüksek enerjili yangınlar için alternatif çözümler aranmaktadır. Kontrollü karşı yangın uygulamaları, büyük yangınları durdurmak için kullanılan tekniklerden biridir. Bu yöntemin etkinliğini artırmak ve risklerini minimize etmek üzere yapay zeka destekli eğitim sistemleri geliştirilmektedir.

Uluslararası İşbirliği ve Tanınma

Koç Holding ile geliştirilen yapay zeka projesi:

- 2025 yılında Fransa'daki Dünya Yapay Zeka Zirvesi'nde 800 proje arasından ilk 20'ye girmiştir
- Dünya Ekonomik Forumu'nda sunulmuştur

- Birleşmiş Milletlerde tanıtılmıştır
- Barcelona Belediyesi'nin davetlisi olarak İspanya'da sunulmuştur

Sonuç ve Değerlendirme

İklim değişikliği ile birlikte orman yangınlarının karakteri köklü bir şekilde değişmiştir. 2021 yılının Türkiye için bir dönüm noktası olmasının ardından, geleneksel yöntemlerin yetersiz kaldığı bu yeni dönemde teknoloji destekli çözümler hayati önem kazanmıştır.

Türkiye'nin bu alanda geliştirdiği entegre sistemler dünya çapında örnek teşkil etmekte olup; yapay zeka destekli yangın tahmin sistemleri; İHA teknolojisi ile erken tespit; insansız gözetleme kuleleri; entegre araç takip ve koordinasyon sistemleri; ve uydu teknolojisi ile anlık izleme olarak özetlenebilir. Ancak teknolojik çözümler tek başına yeterli değildir. 130 bin gönüllü ile oluşturulan toplumsal katılım, kurumlar arası işbirliği ve sürekli araştırma geliştirme faaliyetleri bu mücadelenin vazgeçilmez unsurlarıdır.

Gelecekte daha etkili yangın yönetimi için bilim insanları ve teknoloji şirketlerinin işbirliği; özel sektörün sosyal sorumluluk projeleri; uluslararası deneyim paylaşımı ve sürekli öğrenme ve adaptasyon gibi konulara daha çok odaklanılmalıdır. Bu yeni normal ile başa çıkabilmek için yangınları artık sadece söndürmeye çalıştığımız bir afet olarak değil, önceden tahmin etmemiz, hazırlık yapmamız ve akıllı stratejiler geliştirmemiz gereken bir gerçeklik olarak kabul etmeliyiz. Türkiye'nin bu alanda elde ettiği başarılar, benzer coğrafyalardaki ülkeler için de örnek teşkil etmekte ve küresel yangın yönetimi stratejilerine katkı sağlamaktadır.

Modern Türkiye'nin İlk Kadın Mimarlarından Leman Cevat Tomsu

Mimar Banu BAŞER

Leman Cevat Tomsu, Kayseri Tavlusun kökenli bir ailenin çocuğu olarak 7 Haziran 1913'te doğmuş; ilkokul sonrası eğitimini Erenköy Kız Lisesi'nde sürdürmüş ve 1929'da Güzel Sanatlar Akademisi Mimarlık Bölümü'ne kabul edilmiştir. Aynı dönemde Münevver Belen de Akademi'ye kabul edilen ilk kadınlardan biri olarak Tomsu ile yol arkadaşı olmuş, bu iki isim erken Cumhuriyet döneminde kadınların mesleki görünürlüğü açısından sembolik bir eşlik oluşturmuştur, "ilk kadın mimarlar" denildiğinde Tomsu ile Belen çoğunlukla birlikte anılmaktadır. [1]



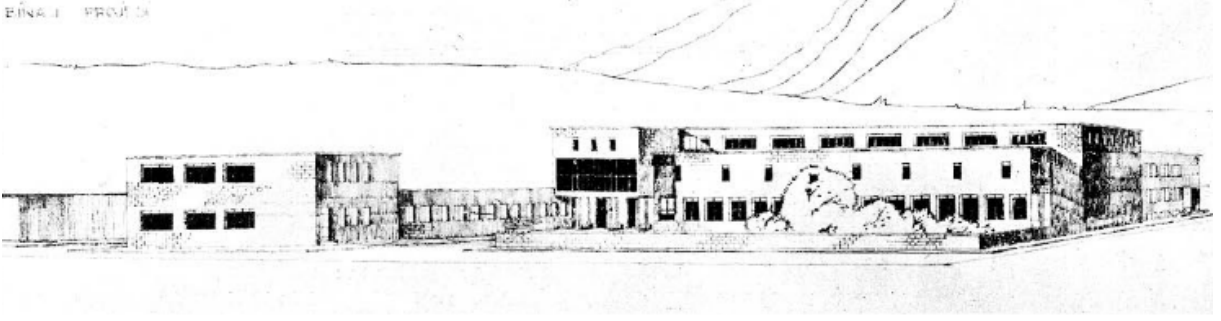
Şekil 1: Leman Tomsu ve Münevver Belen [2]

Mimarlık gibi disiplinli eğitim ve uygulama gerektiren mesleklerde kadınların yer alması, Cumhuriyet'in "modern birey" tahayyülünün mekânsal izdüşümle-



rinden biri olarak önem taşımaktadır. Bu çerçevede, Leman Cevat Tomsu (1913–1988) yalnızca Türkiye'nin ilk kuşak kadın mimarlarından biri olmakla kalmamış, kamusal mekân üretiminde kadın varlığını somutlaştıran bir örnek olarak da dikkat çekmiştir. [3]

1934 mezuniyeti sonrasında Tomsu, İstanbul Belediyesi İmar Müdürlüğü'nde görev almış; bu dönemde kamusal projelerde pratik deneyim kazanmıştır. Kısa süreli bir Almanya ziyareti sonrasında Türkiye'ye dönen Tomsu, mimari yarışmalara katılmış ve bazı ödüller elde etmiştir. Tomsu'nun erken dönem projeleri (örneğin Gerede ve Kayseri Halkevleri, Şehremini Halkevi, Cerrahpaşa Poliklinik gibi) işlevselliği öne çıkaran modernist eğilimleri taşımakta; aynı zamanda kamusal hizmete dönük bir mimari dil geliştirmeye dönük çabaları yansıtmaktadır. Şehremini Halkevi örneğinde, mekân organizasyonunda eğitim ve toplumsal etkileşimi kolaylaştıran çözümler, cephe dilinde ise sade modernist yaklaşımlar gözlemlenmektedir. [4] [5]



Şekil 2: Kayseri Halkevi, Leman Tomsu ve Münevver Belen, 1937. [3]



Şekil 3: Şehremini Halkevi, Leman Tomsu, 1938. [4]

1940'lı yıllar, Leman Cevat Tomsu'nun mesleki pratiğinde kurumsal sorumluluk ile mimari üretimin bir arada yürütüldüğü olgunluk döneminin başlangıcıdır. Bu dönemde özellikle İstanbul Teknik Üniversitesi çatısı altında Emin Onat ile aynı akademik ortamı paylaşması, yalnızca mesleki üretimini değil, mimarlık düşüncesini de şekillendirmiştir. İTÜ'nün savaş sonrası yeniden yapılandırılma sürecinde mimarlık eğitiminin kuramsal çerçevesini oluşturmada rol alan Tomsu, eğitimcilik kimliğini mimari tasarım anlayışıyla ilişkilendirerek geliştirmiştir. Erken dönem yapılarında gözlemlenen işlevsel modernizmin yanı sıra, 1940'lı yıllarda tasarım yaklaşımının yerel mimari değerleri araştırmaya yöneldiği, fakat bu ilgiyi biçimsel bir folklorizm seviyesine indirgemedenele aldığı görülmektedir. Bu tutum, Onat ile aynı akademik ortamda gelişen düşünsel etkileşimin de izlerini taşır; Tomsu, modern mimarlığın uluslararası ilkelerini

benimserken, Türkiye'nin geleneksel yerleşim dokularını ve mekânsal kültürünü özgün bir kaynak olarak değerlendirmiştir. Bu yaklaşım, onun özellikle "Bursa Evleri" üzerine yürüttüğü akademik çalışmada belirginleşmiş, mekân kurgusunda yalınlık, plan organizasyonunda işlevsel süreklilik ve yapı ölçeğinde insan ile çevre arasındaki uyum arayışı temel tasarım ilkeleri olarak ortaya çıkmıştır. [3]



Şekil 4: Akademi yıllarında stüdyoda Leman Tomsu. [6]

Tomsu'nun mesleki yolculuğu ne yazık ki yalnızca başarı ve üretimlerle sınırlı kalmamış, dönemin kurumsal işleyişine özgü bazı sınırlayıcı koşulların şekillendirdiği bir süreç olmuştur. Kaynaklarda, akademik atama ve terfi süreçlerinin yanı sıra proje sorumluluklarının dağılımında, meslek içi ilişkilerin belirleyici rol oynadığı belirtilmektedir. Bu yapısal koşullar, Tomsu'nun mesleki ilerleyişinde zaman zaman gecikmelere ve idari süreçlerde güçlüklerle karşılaşmasına yol açmıştır. Meslek çevrelerinde yoğun rekabetin yanı sıra hiyerarşik otorite ilişkilerinin belirginliği, dönemin akademik ortamının karakteristik bir niteliği olarak ortaya çıkmaktadır. Tomsu'nun titizliği, mesleki özerklik arayışı ve yüksek standartlardan taviz vermeyen çalışma disiplini, hakkında yapılan tanıklıklarda sıklıkla anılmakta; ancak aynı özelliklerinin, bazı meslektaşları tarafından "mesafeli" ya da "katı" olarak yorumlandığı da görülmektedir. Bununla birlikte, bağımsız çalışma anlayışı ve mesleki kararlılığı, onun mimarlık eğitimindeki uzun soluklu etkisini açıklayan başlıca unsurlar arasında yer almaktadır. Ayrıca Tomsu'nun yaşama tercihlerinin aile kurma yönündeki geleneksel beklentilerle örtüşmemesi kişisel bir fedakârlık ve farklılaşma niteliği taşımış; bu tercih, dönemin toplumsal normları bağlamında ek bir baskı unsuru olmuştur. [3]

Mimarlığın devlet politikaları doğrultusunda yönlendirildiği bir dönemde çalışmasına rağmen, Tomsu'nun mimari üretiminde profesyonel bir yaklaşım benimsediği görülür. Akademik çevrede yer alan bazı mimarların aksine belirli bir estetik akıma dogmatik bağlılık göstermemiş, her projeyi bulunduğu bağlam ve işlev üzerinden değerlendirmiştir. Yapı ölçeğinde insan deneyimine verdiği önem ile mekânın sosyolojik boyutunu

gözetken yaklaşımı, onu düşünce üreten bir mimar olarak tanımlar. Bu yıllardaki pratiği, ilerleyen dönemlerde akademik camiada giderek güçlenecek olan bilimsel mimarlık yaklaşımının yerleşmesine katkı sağlamış, tasarım ile teori arasında ki iletişimi kurma başarısıyla dikkat çekmiştir. Böylece 1940'lar Tomsu'nun mesleki görünürlüğünün arttığı, mimarlığa dair entelektüel tavrının belirginleştiği bir dönem olarak değerlendirilmelidir. [3]

Bu dönemde Tomsu'nun etkisi, mimari uygulamalarla sınırlı kalmamış; mimarlık eğitimi alanında da belirginleşmeye başlamıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde akademik çalışmalarını sürdüren Tomsu; 1943'te doçentlik, 1954'te ise profesörlük unvanını almıştır. Bu dönemde hem eğitici kimliği hem de mimari üretimleriyle öne çıkmış, Türkiye'de mimarlık eğitiminin kurumsallaşmasına katkıda bulunan isimlerden biri hâline gelmiştir. Tomsu, derslerinde yapısal mantık, işlevsellik ve toplumsal fayda kavramlarını öne çıkararak birçok mimarın yetişmesinde etkili olmuştur. 6 Nisan 1981 tarihinde emeklilik dilekçesini vererek akademik görevinden ayrılmış, ancak mesleki ve düşünsel etkisini sürdürmeye devam etmiştir. 29 Nisan 1988 tarihinde İstanbul'da vefat etmiştir. Yaşamı boyunca sürdürdüğü üretkenlik ve mimarlığa getirdiği akademik yaklaşım, onu Türkiye mimarlık tarihinin öncü figürlerinden biri olarak konumlandırmıştır. [3]

Tomsu, Cumhuriyet'in kadınlara tanıdığı, eğitilmiş kamusal rolü mimarlık üzerinden temsil etmiş; eğitimin, kamusal görevlerin ve akademik üretimin alanlarında bir örnek teşkil etmiştir. Ancak Tomsu'nun ismi ve üretimi, yaşamı ve eserleriyle ilgili birincil kaynakların sınırlılığı, bazı yapılarının yıkılmış olması ve dönemin mesleki ortamının zorlukları

nedeniyle uzun süre mimarlık tarihi yazımında yeterince görünür olamamıştır. Bugün onu hatırlamak ve çalışmalarını yeniden değerlendirmek, mimarlık tarihini daha kapsayıcı ve ilham verici bir şekilde okumamıza olanak sunmaktadır.

Bu sene, “Güç için Tasarım” temasıyla kutlanan Dünya Mimarlık Günü [7], Tomsu’nun temsil ettiği değerleri hatırlamak, mekân üretiminde sorumluluk ve etkiyi yeniden düşünmek için bir fırsattır. Tasarımın yalnızca estetik veya teknik boyutla sınırlı olmadığını, insan yaşamını şekillendiren bir araç olduğunu hatırlamak, her mimarın günlük pratiğinde ve geleceğe dair vizyonunda rehber olmalıdır. Tomsu’nun mirası, bu gücü kullanma potansiyelini bize gösterirken, mimarlık alanında üretkenliği ve kapsayıcılığı teşvik eden bir ilham kaynağı olarak önemini korumaktadır.

Her yıl Ekim ayının ilk Pazartesi günü kutlanmakta olan Dünya Mimarlık Günü vesilesiyle Tomsu’yu anıyor, Dünya Mimarlık Günü’nü kutluyoruz.

Kaynakça:

- [1] Wikipedia, «Wikipedia,» [Çevrimiçi]. Available: https://tr.wikipedia.org/wiki/Leman_Cevat_Tomsu?utm_source=chatgpt.com. [Erişildi: 12 10 2025].
- [2] Bercis Levend Aile Arşivi.
- [3] Ö. E. E. Neslihan Türkün Dostoglu, Leman Cevat Tomsu Türk Mimarlığında Bir Öncü- 1913-1988, Ankara: Mimarlar Odası Yayınları, 2013.
- [4] L. C. Tomsu, «Şehremini Halkevi Projesi İzah Notu,» ARKİTEKT, cilt 1938, no. 1938-09 (93), pp. 253-256, 1938.
- [5] D. M. Ekincioğlu, «Archnet,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.archnet.org/authorities/3387>. [Erişildi: 12 10 2025].
- [6] Tomsu ve Akgerman Aileleri Arşivi.
- [7] «Arkitera,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.arkitera.com/haber/2025-dunya-mimarlik-gununun-temasi-design-for-strength/>. [Erişildi: 12 10 2025].



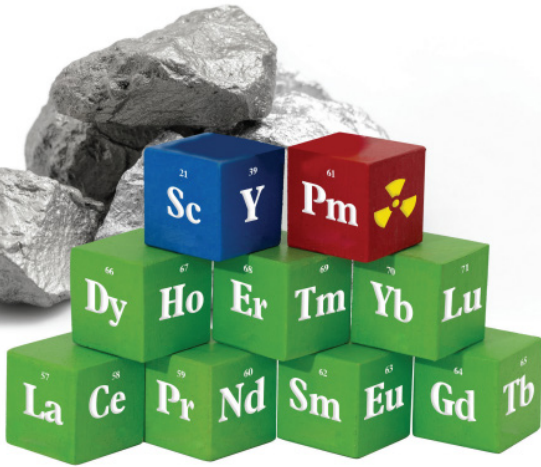
Şekil 5: Leman Tomsu Doçentlik cübbesi ile. [6]

Kısaca Nadir Toprak Elementleri (NTE) ve Türkiye

Son zamanlarda televizyonlarda ismini sıkça duyduğumuz nadir toprak elementleri (NTE) nelerdir? Ne işe yararlar? Bu elementleri kısaca tanıyalım.

Öncelikle bu elementlerin isimlerinden dolayı doğada nadir bulundukları düşüncesinin kısmen yanlış olduğundan bahsederek başlayalım. Bazı NTE'lerin doğada bulunma sıklıkları krom, nikel, kurşun ve bakır gibi metallerden daha yüksektir ama bazıları ise gerçekten çok nadir bulunurlar.

Toplamda 17 elementten oluşan nadir toprak elementleri kendi içlerinde ağır (Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb ve Lu) ve hafif (Sc, La, Ce, Pr, Nd, Pm ve Sm) nadir toprak elementleri olarak gruplandırılır. Bu gruplandırma elementlerin atom numaraları ile doğada bulunma sıklıklarına göre yapılmıştır. Hafif nadir toprak elementlerinin doğada bulunma sıklığı daha yüksektir. [1]

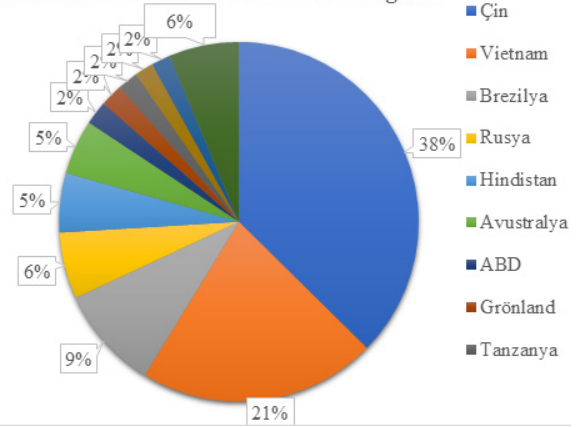


Bu elementler; akıllı telefonlardan rüzgâr türbinlerine, elektrikli araçlardan savunma sistemlerine kadar pek çok kritik teknolojinin üretiminde vazgeçilmez

bileşenlerdir. Dolayısıyla stratejik ham maddeler üzerindeki kontrol, küresel güç dengelerini etkileme potansiyeline sahiptir. Artan talep ve sınırlı arz, jeopolitik rekabetin odağına NTE'yi yerleştirirken bu elementleri üreten veya işleyebilen ülkeler, ciddi bir avantaj elde etmektedir. Örneğin Fransa ve Japonya hiçbir NTE hammadde kaynağına sahip olmamakla birlikte işlenmiş NTE ürünlerinin önde gelen üreticilerindendir. [6]

Bu elementlerin değerini artıran bir diğer faktör, kolayca çıkarılabilir formlarda bulunmamaları ve çıkarma ile işleme süreçlerinin çevresel ve teknik zorluklar yaratmasıdır. [2]

NTE Rezervlerinin Ülkelere Göre Dağılımı



Malzeme üretiminde ağırlıkça kullanım miktarlarının az olmasına karşın malzemeye kazandırdığı üst düzey mekanik, manyetik, elektrik ve optik özellikler nedeniyle nadir toprak elementleri malzemenin vitamini ve malzemenin tohumu olarak nitelendirilmektedir. [1] Ayrıca NTE'ler birçok yeşil enerji teknolojilerinde gerekli olmalarından dolayı "yeşil elementler" olarak da bilinmektedir.

Bu elementler dünyada özellikle yapay zeka çalışmalarında, uzay teknolojilerinde ve savunma sanayinde avantaj sağlamak isteyen ülkeler NTE'lere bağımlı haldelerdir. Örneğin bir cep telefonunda sekiz adet nadir toprak element kullanılmaktadır. [3] Bu sebepten özellikle son yıllarda ülkeler arasında NTE'ler politik bir tehdit olarak bile kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin 4 Nisan 2025 tari-

hinde ABD ve Çin arasındaki ticaret savaşları sonucunda Çin bazı NTE'lere satış yasağı getirmiştir.

Çin'in NTE alanındaki ticari ve politik kısıtlamaları ve NTE'lerin kullanım alanlarının önemi nedeniyle NTE'ler, ABD Enerji Bakanlığı (DOE) ve Avrupa Komisyonu (European Commission) tarafından stratejik ham maddeler kategorisine alınmıştır.



BİR MADEN MÜHENDİSİ GÖZÜNDEN NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN JEOLJİSİ

Nadir toprak element cevherleşmeleri esas olarak, alkalin kayalar ve karbonatitler olarak adlandırılan özel magmatik kayalar ile ilişkilidir. Bunun dışında, plaser yataklarda da NTE içeren mineral konsantrasyonlarına ekonomik olarak rastlanılmaktadır. Ayrıca, magmatik kayaların derinlerde bozunmasıyla oluşan artık yataklarda (residual deposit), pegmatitlerde, Fe-oksit Cu-Au yataklarında (Olympic dam) ve denizel fosfatlarda da NTE cevherleşmelerine rastlanılmaktadır.

Alkali Magmatizmaya Bağlı NTE Mineralizasyonu

Alkali magmatik kayalar manto malzemesinin düşük dereceli kısmi ergimesi ile türeyen magmalardan itibaren oluşmaktadır. Kuvvetli alkali kayaların oluşumu karmaşık bir süreçtir ve halen tartışmalıdır. Ancak, NTE'ler gibi uyumsuz/mobil elementlerin yoğunlaştığı jeolojik bir süreç olarak düşünülmektedir. Bu şekilde oluşan alkalin magmalar çok yaygın değildir ve Zr, Nb, Sr, Ba, Rb, Li ve NTE gibi elementler bakımından da oldukça zenginleşmiştir. Bu tür magmalar yeryüzüne doğru yükseldiğinde, basınç, sıcak-

lık ve çevre kayaçların bileşimi nedeniyle bazı değişikliklere uğrarlar. Sonuç olarak oluşan kayaçlar da bazı ekonomik mineral bakımından (NTE gibi) zenginleşmiş olabilir. Bu nedenle, bu yatakların kendine özgü özelliklerinden dolayı, bu tür kayaçlarla ilişkili mineral yataklarını sınıflamak da zordur. Alkalın kayaçlarla ilişkili cevher sınıflaması halen tartışmalıdır. Alkali magmatizmaya bağlı cevher sınıflamasında karbonatit yatakları ile peralkalin kayaçlarla ilişkili NTE yatakları ekonomik önem arz etmektedir. NTE cevherleri ile ilişkili veya NTE içeren alkalın magmatik kayaçlar, birincil karbonat ve fosfat mineralleri içeren karbonatit ve foskoritlerdir. Karbonatitler ve özellikle foskoritler dünyada çok yaygın değildir. Dünyada bilinen sadece 527 adet karbonatit bulunmaktadır. Karbonatit yatakları alkalın kompleksler ile ilişkilidir ve genellikle rift zonlarında oluşur. Magmatik kökenli kalsit ve dolomit içerirler. NTE bakımından zenginleşmişlerdir. Karbonatitler 70 km den daha fazla derinliklerde küçük kısmi ergimeler sonucu oluşurlar. Peralkalın kayaçlar ise, karbonatitlere göre daha yüksek kısmi ergimeler ile daha sığ derinliklerde oluşurlar. Karbonatit yataklarının esas cevher mineralleri bastnazit ve monazittir. Peralkalın kayaçlarla ilişkili REE yataklarının esas cevher minerali ise loparit, apatit ve eudialittir. Hidrotermal alterasyon ürünü yataklardır. Karbonatitler ile ilişkili NTE cevherleşmeleri rezerv bakımından en büyük yataklardır.

NTE Plaser Yatakları

Her çeşit kayacın bozunmasıyla sedimanlar oluşmaktadır. Aşınma süreci ağır minerallerin konsantre olmasına-özellikle plaserlerdeki altın gibi-neden olur. Aşınma ürünlerinin kaynağına bağlı olarak, monazit, ksenotim gibi NTE içeren mineraller, diğer ağır minerallerle birlikte

konsantre olur. Kaynağın alkali magmatik kayaç veya onlarla ilişkili NTE yatağı olması gerekmemektedir. Bazı magmatik, metamorfik ve eski sedimanter kayaçlar da monazit içeren plaser oluşturmak için yeteri kadar monazit içermektedir. Sonuç olarak, monazit, plaserlerde bulunabilir. Buna karşın, yüksek oranda monazit içeren plaser tipleri genellikle ilmenit-ağır mineral plaserleridir.

Hidrotermal-Fe-oksit Yatakları

1980'lerde Güney Avustralya'da Olympic Dam yatağının keşfi ile Fe-oksit, Cu-Au tip yatakları farklı yatak tipi olarak değerlendirilmektedir. Olympic Dam yatağı sıra dışı bir yataktır çünkü büyük miktarlarda NTE ve U içermektedir. Ancak, bu tür yataklardan NTE elde etme yöntemleri halen bilinmemektedir. Dünyada bu tip çeşitli yataklar bulunmaktadır ancak, NTE içerikleri ile ilgili bilgiler eksiktir.

Diğer NTE Yatakları

Tropik ortamlarda, kayaçların derinlerde bozunmasıyla Fe-Al'ce zengin toprak ve laterit içeren toprak profilleri oluşur. Toprak oluşum süreci genellikle ağır mineralleri zenginleştirir. Bu gibi ortamlarda, NTE bakımından zengin granitik kayacın yıkanmasıyla iyon adsorbsiyon tipi NTE yatakları gelişebilir. Magmatik kayaktan yıkanma yoluyla ayrılan NT elementleri kil minerallerinde (kaolin) adsorbe olur. Bu tip yatakların hafif nadir toprak element tenörleri düşüktür fakat bazıları ağır nadir toprak element tenörü bakımından zengindir. İyon adsorbsiyon türü yataklarda radyoaktif elementler yoktur ve bu yataklardan NTE'leri çıkarmak diğerlerine göre oldukça kolaydır. Bu tür yatağa verilecek tek örnek, Güney Çin ve Kazakistan'dır ve bunların oluşumu da tam olarak anlaşılmış değildir. Bir diğer NTE içeren yatak tipi ise pegmatitlerle

ilişkili NTE cevherleşmesidir. Pegmatitler, çok iri taneli intrüzif magmatik kayalar olup, Nb-Y-F ailesi olarak da adlandırılır. Farklı jeolojik ortamlarda oluşmuş birçok çeşit alt tipler içermektedir. Bu alt tipler granitik bileşimlidir ve genellikle büyük granitik intrüzyonların çevresinde bulunur. NTE içeren pegmatitler genellikle küçüktür.

Bastnazit [(Ce,La,Y)CO₃F].- NTE içeren florokarbonat minerali olup, karbonatit kayalarda, metamorfik zonlarda ve pegmatitlerde bulunur. Karstik boksit yataklarında residual mineral olarak gözlenebilir. Bastnazit, allanit, serit, tisonit gibi NTE içeren mineraller ile birlikte bulunabilir. Hafif oranda radyoaktif bir elementtir (Th içeriğinden dolayı).

Monazit [(Ce, La, Y, Th)PO₄].- NTE ve Th içeren fosfat minerali olup, % 60-62 nadir toprak element oksitleri içerir. Monazit kimyasal bozunmaya karşı dirençli

olması ve yüksek gravitesi nedeniyle ilmenit, manyetit, rutil ve zirkon gibi diğer dirençli mineraller ile birlikte bulunabilir. Monazit radyoaktif bir mineral olduğundan, radyoaktif parçalanmadan dolayı kristal yapısını kaybedebilir.

Ksenotim (YPO₄).- Y içeren fosfat mineralidir. Asidik ve alkalın kayalarda genellikle aksesuar minerali olarak bulunur. Mika-şist ve kuvars bakımından zengin gnayslarda da gözlenmektedir. Ksenotim minerali çoğunlukla zirkon minerali ile karıştırılabilir ancak zirkondan daha serttir.

Allanit [Ca(Ce,La,Y,Ca)Al₂(Fe+2, Fe+3) SiO₄](Si₂O₇)O(OH)].- Epidot grubu bir mineral olup, magmatik kayalardaki en yaygın NTE içeren mineraldir. Genellikle, granit, siyenit, diyorit ve bunlarla ilişkili pegmatitlerde aksesuar mineral olarak bulunur. [4]

Mineral	Kimyasal Formül	% ağı. NTO	% ağı. ThO ₂	% ağı. UO ₂	Yatak türü
Bastnazit	(REE)(CO ₃)F	70-74	0-0.3	0.09	Karbonatit
Monazit	(REE)PO ₄	35-71	0-20	0-16	karbonatit hidrotermal, alkalın plaser
Ksenotim	YPO ₄	52-67	-	0-5	Plaser alkalın
Fergusonit	(REE)(Nb,Ti)O ₄	47	-	-	Alkalın artık (residual)
Loparit	(Ce,Na,Ca)(Ti,Nb)O ₃	32-34	-	-	Alkalın
Apatit	Ca ₄ (PO ₄) ₃ (F,Cl,OH)	0-21	0-0.01	-	Karbonatit, hidrotermal, alkalın
Kaolinit	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	<1	-	-	İyon adsorbsiyon

Bazı cevher minerallerinin NTO, ThO₂ ve UO₂ içerikleri

ÜLKEMİZDE NTE MADENLERİ

Ülkemizde NTE alanında yapılan araştırmaları izlemek ve teşvik etmek amacıyla Nadir Toprak Elementleri Araştırma Enstitüsü (NATEN) kurulmuştur. 28 Mart 2020 tarihli Resmî Gazete 'de yayımlanan 57 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararna-

mesine göre NATEN, yeni kurulan Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) bünyesinde faaliyetlerini sürdürecektir.

Dünyada 121 milyon ton NTE rezervi bulunmaktadır. Ülkemizde Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından

yapılan aramalar sonucunda Eskişehir-Kızılcäören, Malatya-Kuluncak, Sivas ve Burdur'da NTE yatakları tespit edilmiştir.

Türkiye, dünya çapında büyük bir NTE potansiyeline sahiptir. Eskişehir/Beylikova bölgesinde bulunan 694 milyon tonluk rezerv, Çin'in ardından dünyanın en büyük ikinci rezervi konumundadır. Beylikova'da Eti Maden tarafından kurulmakta olan pilot tesis, yıllık 10 bin ton NTO üretme kapasitesine sahiptir [2] Kompleks bir mineralizasyona sahip olan cevher yatağı değerli mineraller olarak florit, barit ve bastnazit içermektedir. Nadir toprakların bir çoğu vardır ve bastnazit bünyesinde-dir. Fakat başlıca lantanyum, seryum ve neodyum bastnaziti oluşturmaktadır. Kızılcäören (Eskişehir) florit-barit ve nadir toprak element yatağı Triyas yaşlı altere metakumtaşları ve alkali trakit ve fonolitlerin yakınlarındaki Oligosen-Miyosen piroklastik kayaçlarında epitermal damarlar ve breş dolguları şeklinde gelişmiştir. Bu yatak, Türkiye'deki tek ekonomik NTE ve toryum kaynağıdır. [4]

Ayrıca Malatya-Kuluncak yöresi önemli bir kaynak olarak görülmektedir. Bu yörede 1000 ton, %24 tenörlü britolit cevherleşmesi tahmin edilmektedir. Yukarıda sayılan önemli yatlardan başka, Isparta, Sofular ve Kayseri İncesu bölgelerinde de potansiyel NTE rezervleri tespit edilmiştir. NTE'nin kömür rezervlerinden ve küllerinden, cevher hazırlama tesislerinden çıkan atıklar ile elektronik

atıklar gibi ikincil kaynaklardan elde edilmesi de mümkündür.[5]

SONUÇ

Dünyada NTE'lerin önemli bir bölümünün 2030 yılına kadar tükeneyeceği tahmin edilmektedir. Örneğin 2006 yılında güneş panellerinin yapımında kullanılan galyumun yüzde 83'ü Çin'de kullanılmıştır.[3]

Bu sebepten NTE'nin çıkarılması ve işlenmesi büyük önem arz etmesinin yanında bundan daha da önemlisi söz konusu NTE'nin kullanıldığı alanları oluşturan temel sektörlerdeki ürünlerin üretimi çok daha stratejik bir hedef olduğu düşünülmelidir. Bir diğer deyişle, NTE'lerin katma değeri yüksek olarak ülkemiz ekonomisine katılması gerekmektedir. Bor, çinko ve krom yatakları iyi durumda olan ülkemizin bu madenleri işlenmeden satması yerine nihai ürün bazında satması gibi NTE'lerin bu şekilde satılması ekonomik açıdan önem arz etmektedir.

Kaynakça:

- [1] <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiikaynaklar-nadir-toprakelementleri>
- [2] https://mia.edu.tr/uploads/f/30052025_1.pdf
- [3] https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2019/05/dunyada_ve_turkiyede_nadir-toprak_elementleri.pdf
- [4] https://bulten.mta.gov.tr/dosyalar/makaleler/190/tr_20221011143451_190_4_03e87bce.pdf
- [5] <https://imib.org.tr/wp-content/uploads/nte.pdf>
- [6] <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/NadirToprakElementleriSektorRaporu.pdf>



Teknik Eğitim Sayfası

Merhaba, bu yazımızda Excel’de çok fazla veriyi işleyebilmemize, analiz, istatistik, başvuru, tarih, finans formülleri ile karmaşık işlemler ve tablolar oluşturmamıza olanak sağlayan formüllere giriş yapacağız. Yazılarımızda tablolardan veri çekmeye, tarih işlemleri yapmaya, verileri işlemeye, değerleri biçimlendirmeye

olanak sağlayan en çok kullanılan belli başlı formülleri işleyeceğiz ve püf noktalarına değineceğiz.

Bu yazımızdaki çalışma tablomuza www.tmdweb.org/cms-uploads/Egitim-Dosyaları/FormullereGiris.xlsx linkinden indirerek çalışmalarınızda kullanabilirsiniz.

Excel’de Formüllerle Çalışmak

Yaşar AYDOĞDU

Yüksek İnşaat Mühendisi

Excel’de basit matematiksel işlemlerle formüller yazılabildiği gibi, kategorilere ayrılmış ileri seviye finansal ve matematiksel formüller de kullanılabilir. Matema-

tiksel ifadelerde de diğer hesaplama ve metin işleme formüllerinde de Excel şu sıralamaya göre işlemleri yapmaktadır.

1- Parantez içindeki işlemler

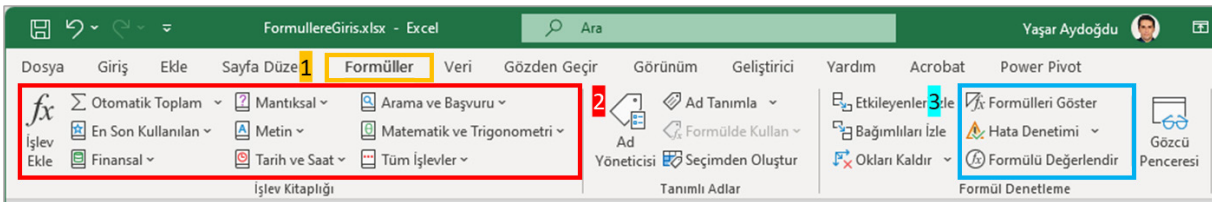
3- Çarpma ve Bölme

2- Üstel İşlemler
(Kare ve küp alma vb)

4- Toplama ve Çıkarma

Formüllerle işlem yaparken işlerimizi kolaylaştıran “Formüller” ana menüsü altında, “İşlev Kitaplığı”, “Hata Denetimi”, “Formülü Değerlendir” menüleri altındaki bir çok özelliikle karmaşık formülleri oluşturmada ve kontrol etmede kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlamakta-

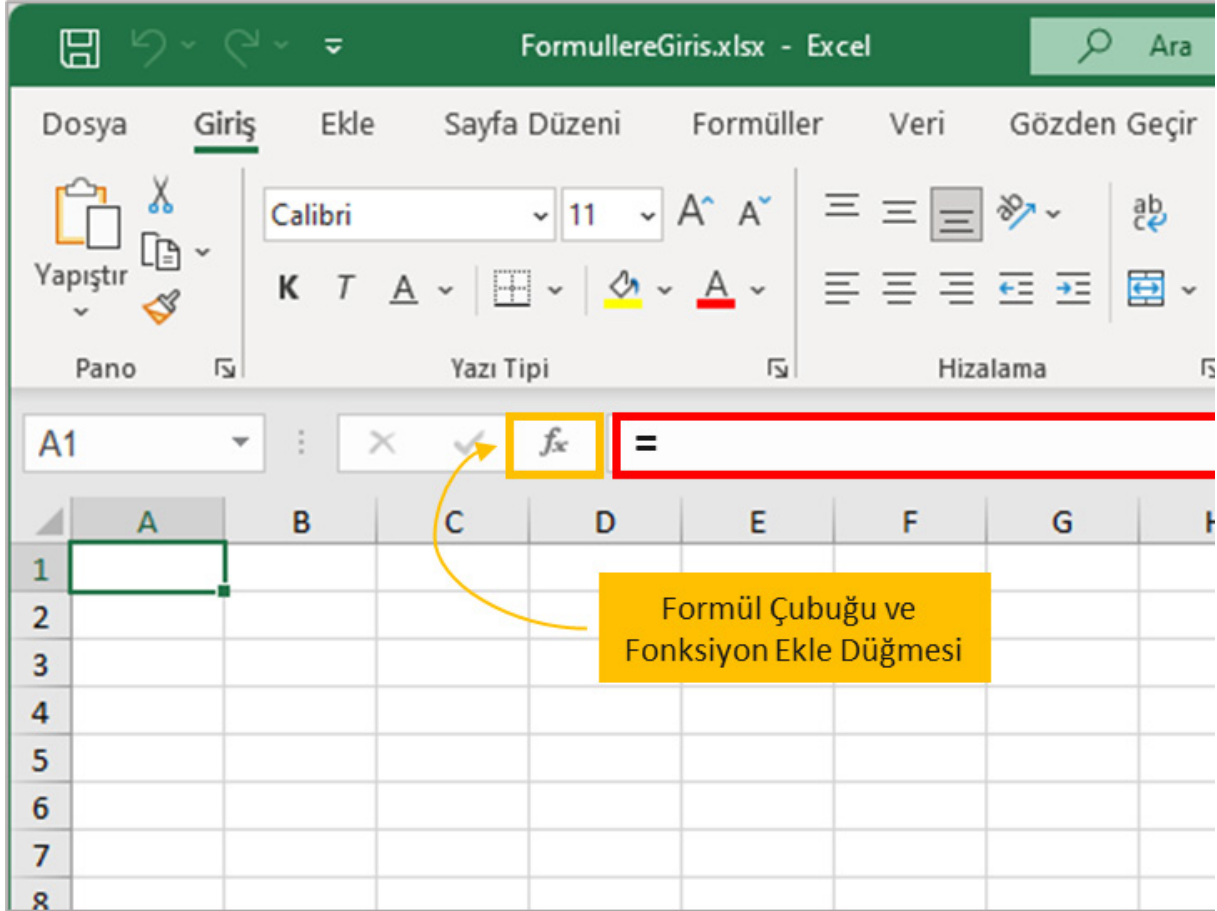
dır. Excel’de formüllerde iç içe formüller ekleme, fonksiyonları birleştirme, sonuç parametrelerini yeni formüllerle işleme gibi birçok özelliğin ve işlevin kontrolünde bu menüler büyük kolaylıklar sağlamaktadır.



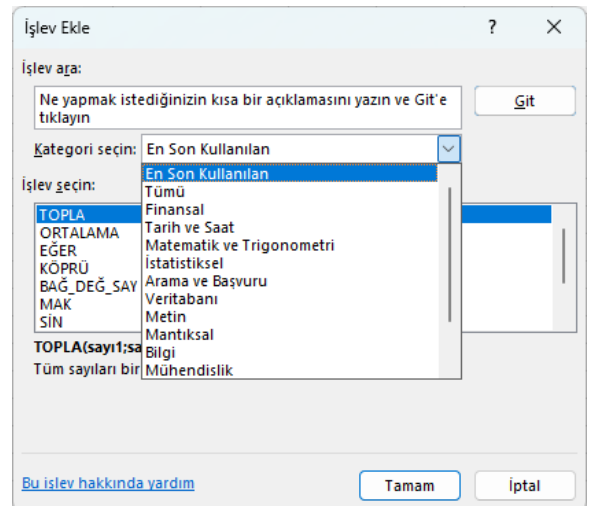
Formüllerin Tabloya Eklenmesi

Excel’de formüllere ulaşmanın ve formül yazmanın 2 farklı yolu vardır. Birincisi, “Formül Çubuğu” kısmına = yazarak ma-

tematiksel işlemi ya da bildiğimiz formülü direkt yazmak, ikincisi ise “Fonksiyon Ekle ()” düğmesine tıklayarak Excel’de kullanılan tüm formüllere ulaşan menüyü açmak.



“Fonksiyon Ekle” düğmesi ile açılan İşlev Ekle menüsünde kullanıma sunulan tüm formülleri kategoriler şeklinde gruplandığını görebilirsiniz. Formüller; Finansal, Tarih ve Saat, Matematik ve Trigonometri, İstatistiksel, Arama ve Başvuru, Veritabanı, Metin, Mantıksal, Bilgi ve Mühendislik olmak üzere 10 ana kategoride toplanmıştır. Kategori seçildikten sonra aşağıda İşlev seçin menüsünden kullanmak istediğimiz formülü seçerek, formülü direkt açabilir ve ilgili parametreleri girerek formülünüzü çalıştırabilirsiniz.



İsterseniz en altta “Bu işlev hakkında yardım” linkine tıklayarak support.microsoft.

com web sitesi üzerinde uygulamalı, video lu ve açıklamalı örneklere ulaşabilirsiniz.

TOPLA işlevi

Excel ile çalışmaya başlama

Başlangıç yapma

İşbirliği yapma

Formüller ve işlevler

İki tarih arasında gün sayısı hesaplama

Formüller ve işlevler

TOPLA işlevi

ĞER işlevi

ÇAPRAZARA işlevi

Sıfır değerlerini görüntüleme veya gizleme

Verileri içeri aktarma ve çözümü

Verileri biçimlendirme

TOPLA işlevi değeri. Aynı değerler, hücre başlıkları, aralıklar veya bunların üçünü birlikte kullanabilirsiniz.

Örneğin:

- =TOPLA(A2:A10) A2:10 hücrelerindeki değerleri ekler.
- =TOPLA(A2:A10, C2:C10) A2:10 ve C2:C10 hücrelerindeki değerleri ekler.

number

bytes

Week (Monday): 04/21/2018

Type =SUM(

Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Total
4	7	9	7	8	35
5	1	0	2	0	8

=SUM(Total

Sum(number1, [number2], ...)

Şimdi isterseniz basit örnek bir tablo oluşturarak, tablo üzerinde basit matematiksel işlemler yapmaya, istatistik verileri çıkartmaya çalışalım.

Formüllerle Çalışmada Basit Kullanım Örnekleri

Örneğin aşağıdaki örneğimizde, 2025 Yılı'nın aylarına göre Hakediş Toplamlarını gösteren tablomuzda 2025 Dönemi Hakedişler Toplamını hesaplamak için, D2 hücresine =TOPLA(B2:B10) formülünü yazmamız yeterli olacaktır. Burada

toplamını bulmak istediğimiz başvuru hücrelerinin aralığını aralarına iki nokta üst üste (:) işareti ekleyerek yazmamız yeterlidir. Bu formülümüzde B2 ve B10 hücreleri arasında yazılı tüm hücrelerin yani B2+B3+B4+.....+B9+B10 toplam 9 hücrede yazılı tüm sayıları toplayarak gösterecektir. Bu formülümüzün değeri olan 14.546.000 değerine formülü yazdıktan sonra “Enter” tuşuna basarak D2 hücresine yazdırabiliriz. B sütununda yazılı hakediş değerleri değişse bile formülümüzün sonucu da otomatik güncellenecektir.

Dosya	Giriş	Ekle	Sayfa Düzeni	Formüller	Veri	Gözden Geçir	Görünüm	Geliştirici	Yardım	Acrobat
Yapıştır	Yazı Tipi	Hizalama	Sayı	Stiller	Hücre					
MIN										
	A	B	C	D	E	F	G			
1	Hakediş Dönemi	Hakedişler Toplamı (TL)		2025 Dönemi Hakedişler Toplamı	2025 Dönemi Hakedişler Ortalaması	2025 Dönemi En Yüksek Hakediş	2025 Dönemi En Düşük Hakediş			
2	Oca.25	2.205.000		=TOPLA(B2:B10)						
3	Şub.25	1.103.000								

İsterseniz =TOPLA(yazdıktan sonra fare ile ilgili hücreleri seçerek ya da klavyemizde Shift düğmesine basarak hücreleri seçerek formül aralığını belirleyebilir-

siniz. Fare ile ya da klavye ile seçtiğinizde seçili hücreler aşağıdaki gibi kesikli çizgili ve mavi çerçeveli görüntülenecek ve formüle doğrudan eklenecektir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Hakediş Dönemi	Hakedişler Toplamı (TL)		2025 Dönemi Hakedişler Toplamı	2025 Dönemi Hakedişler Ortalaması	2025 Dönemi En Yüksek Hakedişi	2025 Dönemi En Düşük Hakedişi					
2	Oca.25	2.205.000		=TOPLA(B2:B10)	1.616.222	2.205.000	1.070.000					
3	Şub.25	1.103.000		TOPLA(sayı1; [sayı2]; ...)								
4	Mar.25	1.357.000										
5	Nis.25	2.120.000										
6	May.25	1.834.000										
7	Haz.25	1.533.000										
8	Tem.25	1.998.000										
9	Ağu.25	1.070.000										
10	Eyl.25	1.326.000										

İsterseniz diğer formülleri de ilgili başlıkların altına yazarak tablomuzdaki değerlerini bulalım ya da Excel'e hesaplatalım. (Not: Aşağıdaki örnek ekranda formüllerin hepsi toplu olarak göster-

ilmiştir. Ancak gerçekte her formül tek tek gösterilir ve işlem yapılır. Bu görsel 3 farklı formül işlem görüntüsünün birleştirilmiş halidir.)

	A	B	C	D	E	F	G
1	Hakediş Dönemi	Hakedişler Toplamı (TL)		2025 Dönemi Hakedişler Toplamı	2025 Dönemi Hakedişler Ortalaması	2025 Dönemi En Yüksek Hakedişi	2025 Dönemi En Düşük Hakedişi
2	Oca.25	2.205.000		14.546.000	=ORTALAMA(B2:B10)	=MAK(B2:B10)	=MIN(B2:B10)
3	Şub.25	1.103.000			ORTALAMA(sayı1; [sayı2]; ...)	MAK(sayı1; [sayı2]; ...)	MIN(sayı1; [sayı2]; ...)
4	Mar.25	1.357.000					
5	Nis.25	2.120.000					
6	May.25	1.834.000					
7	Haz.25	1.533.000					
8	Tem.25	1.998.000					
9	Ağu.25	1.070.000					
10	Eyl.25	1.326.000					
11							
12							

Burada sırasıyla;

E2 hücresine $=ORTALAMA(B2:B10)$ yazarak 2025 yılı hakedişlerinin ortalamasını hesaplayabiliriz,

F2 hücresine $=MAK(B2:B10)$ yazarak yapılan en yüksek hakediş miktarını,

G2 hücresine ise $=MIN(B2:B10)$ yazarak yapılan en düşük hakediş miktarını yazdırabiliriz.

Bütün formüllerin hesaplanmış hali şu şekilde görüntülenecektir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Hakediş Dönemi	Hakedişler Toplamı (TL)		2025 Dönemi Hakedişler Toplamı	2025 Dönemi Hakedişler Ortalaması	2025 Dönemi En Yüksek Hakediş	2025 Dönemi En Düşük Hakediş					
2	Oca.25	2.205.000		14.546.000	1.616.222	2.205.000	1.070.000					
3	Şub.25	1.103.000										
4	Mar.25	1.357.000										
5	Nis.25	2.120.000										
6	May.25	1.834.000										
7	Haz.25	1.533.000										
8	Tem.25	1.998.000										
9	Ağu.25	1.070.000										
10	Eyl.25	1.326.000										

H sütununa ise Temmuz-Ağustos-Eylül dönemi hakedişlerinin toplamını $=B8+B9+B10$ formülü ile yazdırabiliriz. Bu formülümüzün sonucu da yine otomatik olarak H2 hücresine yazdırılacak

ve ana tablodaki veriler değişse bile formül sonucu olan toplam otomatik olarak güncellenecektir. Bu formülümüzün sonucu da Enter düğmesine bastığımızda 4.394.000 olarak görüntülenecektir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Hakediş Dönemi	Hakedişler Toplamı (TL)		2025 Dönemi Hakedişler Toplamı	2025 Dönemi Hakedişler Ortalaması	2025 Dönemi En Yüksek Hakediş	2025 Dönemi En Düşük Hakediş	Temmuz-Eylül Dönemi Hakedişleri		
2	Oca.25	2.205.000		14.546.000	1.616.222	2.205.000	1.070.000	$=B8+B9+B10$		
3	Şub.25	1.103.000								
4	Mar.25	1.357.000								
5	Nis.25	2.120.000								
6	May.25	1.834.000								
7	Haz.25	1.533.000								
8	Tem.25	1.998.000								
9	Ağu.25	1.070.000								
10	Eyl.25	1.326.000								

Bir sonraki sayımızda formüllerle çalışmalarımıza devam ederek, metin, tarih-saat, başvuru ve arama formüllerini

işleyerek Excel'de Formüllerle Çalışmak konusunu tamamlamış olacağız. Tekrar görüşmek üzere, hoşça kalın...



TÜRK EĞİTİM-SEN

Türkiye'nin Sendikası



Türk Eğitim Sen



turkegitimsen



/turkegitimsen



/turkegitimsen



turkegitimsen.org.tr
/rss_servis.php



iletisim@turkegitimsen.org.tr

www.turkegitimsen.org.tr



— Akıllı Şebeke Sistemleri —

**%100
YERLİ ve
MİLLİ**
Mühendislik
ve Tasarım

Enerji Yönetiminde Çözüm Adresiniz!



Elektrik

Otomatik Sayaç Okuma
Sistemleri

Santral Portföy Yönetimi
Sayaç Veri Yönetimi
MDM Yazılımı



Su ve Atıksu

Elektronik Veri Kaydedici
Basınç Yönetimi
Atıksu İzleme Sistemi



Doğalgaz

Hacim Düzeltici Korrektör
Ölçüm Yönetimi
Sevkiyat Kontrol Merkezi
ve DCS Çözümleri



Endüstri

Enerji Yönetimi
SCADA Uygulamaları



Faturalandırma

ERP Entegrasyonu
Toplayıcılık Çözümleri

İvedik Teknopark E Blok, Kat:2, E213 Yenimahalle/Ankara

(0312) 502 40 55 - info@akses.com.tr

www.akses.com.tr