

ÇALIŞMA GRUBU - 3

ULUSAL KALKINMADA YENİ NESİL DİJİTAL TEKNOLOJİLER

ÇALIŞMA GRUBU RAPORU

(Taslak)

ANKARA, Eylül 2024



www.bilisimsurasi.org.tr

YAYIN NO: TR3BLŞ: 2024 – ÇG03: Sürüm.2

Bu Çalışma Türkiye III. Bilisim Şûrası kapsamında hazırlanmıştır.
Rapor içeriği yapılan çalıştayların sonuçlarından ve belge / bilgi
araştırmalarından oluşturulmuştur.

Bu yayın ZZZ adet basılmıştır.

TEŞEKKÜR

Türkiye 3. Bilişim Şûrası'nın düzenlenmesi için girişimde bulunarak çalışmalara öncülük eden Türkiye Bilişim Derneği (TBD) Genel Başkanı Sayın **Rahmi AKTEPE**'ye ve TBD Yönetim Kurulu Üyelerine, Şûra İçerik Komitesi Başkanı Sayın **Dr. Aydın KOLAT**'a, Şûra Etkinlik Yürütme Kurulu Başkanı Sayın **Kenan N. ALTINSAAT**'a, Çalışma Grubu Yöneticisi, TBD İcra Kurulu Başkanı Sayın **Tolga T. TUNCER**'e ve çalıştayların gerçekleşmesinde her türlü katkıyı ve olanağı sağlayan T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkan Vekili Sayın **Yusuf TANCAN**'a, CBDDO Dijital Dönüşüm Koordinasyon Daire Başkanı Sayın **Furkan CİVELEK** ile başta **H. Gülin DİZER** ve **Hatice GÜNAY** olmak üzere CBDDO uzman ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

Masalardaki çalışmalarını titiz ve son derece etkin bir şekilde yönettikleri için, Birinci (1 Mart 2024) ve İkinci (26 Haziran 2024) Çalıştaylarda çalışma masalarında kolaylaştırıcı olarak görev alan TBD İcra Kurulu Başkan Yardımcısı Sayın Av. **Gülşah Deniz ATALAR** hanımefendi ile TBD İcra Kurulu Üyesi Sayın **Nazmi KARYAĞDI**, Şûra Raportörlerinden Sayın **Mehmet Ali İNCEEFE**, Linux Kullanıcıları Derneği (LKD) Başkanı Sayın **Türker GÜLÜM**, TMMOB Bilgisayar Mühendisleri Odası (BMO) Başkanı Sayın **Cem Nuri ALDAŞ**, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. **Ali BOZBEY**, TBD Üyesi Sayın **Ersin Tufan YALVAÇ**, Atılım Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Dr. **Altan ÖZKİL** ve TBD Ankara Şubesi Başkanı Sayın **Gökhan ERZURUMLUOĞLU** beyefendilere;

Çalıştaylarda masalarda yazman olarak görev alan Sayın **İlke YILMAZ**, Sayın **Aysena YEŞİLÖZ**, Sayın **Nursena ÇAKAN**, Sayın **Eda Feriha KODOLBAŞ**, Sayın **Döndü Gül SÜMER**, Sayın **Ceren TARIM**, Sayın **İlgaz ELİÇİN** ve Sayın **Nurcan MERT** hanımefendiler ile Sayın **Hasan Hüseyin AYGAR**, Sayın **Enes Can ÇULHALIK**, Sayın **Fikri Hakan TAŞ**, Sayın **Kaan BİRCAN**, Sayın **İlyas SEFERİNOĞLU** ve Sayın **Tunahan GÜLTEKİN** beyefendilere;

Şûra çalışmalarına özveri ile katılan ve aktif katkı sağlayan alanındaki uzmanlara, çalıştaylara katılarak değerli katkılarını esirgemeyen çalışma grubu üyelerine (EK-1) ve rapora katkıda bulunan Atılım Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği ve Bilişim

Sistemleri Mühendisliği 2023-2024 dönemi öğrencilerine¹ raportörler olarak içten ve sonsuz şükranlarımızı sunuyoruz.

Cumhuriyetimizin ikinci yüzüncü yılına girdiğimiz bugünlerde, Türkiye 3. Bilişim Şûrası hazırlığına katkı sağlamış olmanın gururla hatırlanacak bir ayrıcalık olduğu tüm Şûra Çalışma Grubu üyeleri adına öncelikle ifade edilmelidir.

Cumhuriyetimizin ikinci yüzyılının ilk yarısını (2030 ve sonrası) kapsayacak olan Türkiye 3. Bilişim Şûrası çalışmaları, Türkiye’nin daha iyi noktalara gelmesinin anahtarını oluşturması, kamu ve özel sektör için önümüzdeki 30 yılın yol haritasını belirlemesi bakımından önceki Şûra çalışmaları gibi çok önemlidir.

Çalışma Grubu üyelerinden ve sektörümüzden gelen görüşlerin yanı sıra, çalışmalara yol göstermesi için Çalışma Grubumuzun Başkanı Sayın Tolga Tuncer tarafından derlenerek diğer çalışma grupları ile de paylaşılan, yakın zamanda ortaya çıkmış ya da çıkmak üzere olan “Yeni Nesil Teknoloji” örneklerinden (EK-2) ve pek çok ulusal ve uluslararası belge ile istatistiksel bilgi ve araştırmalardan yararlanılarak hazırlanan bu raporun ülkemizin yeni nesil teknolojilerle daha hızlı kalkınmasına az da olsa fayda sağlamasını umut ediyoruz.

Türkiye 3. Bilişim Şûrası “*Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu*”² üyeleri olarak bilişim teknikbilimini ulusal kalkınma aracı olarak kullanma vizyonu kapsamında ülkemizin aydınlık geleceğine katkı vermiş olmanın haklı gururu ile görevimizi yapmış olmanın mutluluğunu duyacağız...

Raportörler

İ. İlker TABAK / Prof. Dr. H. Okan YELOĞLU

Eylül 2024, Ankara

¹ Aysena Yeşilöz, Batuhan Durucakoğlu, Berkin Koca, Bora Yılmaz, Burhan Keleş, Can Yazıcı, Canberk Ergün, Ceren Tarım, Çağhan Demirci, Defne Aydın, Deniz Yünsel, Eda Feriha Kodolbaş, Emine Nida Öner, Emre Ertuğ, Eray Bedir, Erkan Özcanoğlu, Erol Emre Akyıldız, Ferit Berkay Kuzucu, Furkan Babuccu, Gamze Güner, Hazar Kağan Elbeyli, İrmak Kılınç, İlke Yılmaz, Melihşah Yıldız, Melis Topçu, Muhlis Erdem Yıldız, Nejan Elber Keskin, Nursena Çakan, Saime İpek İşçelebi, Sevim Kaftelen, Şükrü Tolga Kara, Tolga Uğur

² Başlangıçta “*Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yeni Nesil Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu*” adıyla kurulan grubun adı 2. Çalıştay öncesinde “*Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler*” olarak değiştirilmiştir.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	1
ÇİZELGELER	5
ŞEKİLLER.....	5
GRAFİKLER	5
KISALTMALAR.....	5
ULUSAL KALKINMADA YENİ NESİL DİJİTAL TEKNOLOJİLER	8
ÖNSÖZ	8
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	9
FINANS, DİJİTAL VARLIK, KRIPTO VE AKILLI SÖZLEŞME TEKNOLOJİLERİ.....	9
ENERJİ, YEŞİL VE ÇEVRECİ TEKNOLOJİLER.....	11
TELEKOM VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ.....	13
UZAY VE HAVACILIK TEKNOLOJİLERİ	14
SAĞLIK VE YAŞAMBİLİMLERİ TEKNOLOJİLERİ	15
KUANTUM BİLGİSAYAR VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLER	18
YAPAY ZEKÂ VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLER	19
YAZILIM TEKNOLOJİLERİ, GİYİLEBİLİR BİLGİSAYARLAR VE ROBOTİK SİSTEMLER	20
DİĞER TEKNOLOJİ ALANLARINDAKİ DEĞERLENDİRMELER.....	23
1 GİRİŞ.....	25
2 YENİ NESİL TEKNOLOJİLER: DÜNYADAKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER.....	31
2.1 FINANS VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERDE DÜNYADAKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER.....	33
2.2 ENERJİ VE ÇEVRECİ TEKNOLOJİLERDE DÜNYADAKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER.....	35
2.3 SAĞLIK TEKNOLOJİLERİNDE DÜNYADAKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER	36
2.4 KUANTUM TEKNOLOJİLERİNDE DÜNYADAKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER.....	38
2.5 YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNDE DÜNYADAKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER VE BEKLENTİLER	41
3 YENİ NESİL TEKNOLOJİLER: TÜRKİYE’DEKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER	51
3.1 FINANS VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERDE TÜRKİYE’DEKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER.....	51

3.1.1	Finans ve İlişkili Teknolojilerin Türkiye’de Kısa Tarihi.....	51
3.1.2	Türkiye’de Finans ve İlişkili Teknolojilerdeki Gelişmeler, Bu Gelişmelerin Etkileri, Mevcut Kamu Politikaları ve Düzenlemeleri, Eğilimler, Beklentiler	52
3.2	ENERJİ VE ÇEVRECİ TEKNOLOJİLERDE TÜRKİYE’DEKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER.....	54
3.3	KUANTUM VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERDE TÜRKİYE’DEKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER.....	57
3.3.1	Türkiye’nin Kuantum Teknolojileri Alanında Dünyadaki Yeri	57
3.3.1	Kuantum Alanında Yerli Teknoloji Geliştirme Sürecindeki Zorluklar.....	58
3.4	YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNDE TÜRKİYE’DEKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER	59
4	YENİ NESİL TEKNOLOJİLER KONUSUNDA ATILMASI GEREKEN ORTA VE UZUN VADELİ ADIMLAR	66
4.1	FINANS VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERDE TÜRKİYE’DE ATILMASI GEREKEN ORTA VE UZUN VADELİ ADIMLAR VE YAPILMASI GEREKENLERE İLİŞKİN DEĞERLENDİRME	66
4.2	ENERJİ VE ÇEVRECİ TEKNOLOJİLERDE TÜRKİYE’DE ATILMASI GEREKEN ORTA VE UZUN VADELİ ADIMLAR VE YAPILMASI GEREKENLERE İLİŞKİN DEĞERLENDİRME	67
4.3	SAĞLIK TEKNOLOJİLERİ KONUSUNDA TÜRKİYE’DE ATILMASI GEREKEN ORTA VE UZUN VADELİ ADIMLAR VE YAPILMASI GEREKENLERE İLİŞKİN DEĞERLENDİRME	70
4.4	KUANTUM VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERDE TÜRKİYE’DE ATILMASI GEREKEN ORTA VE UZUN VADELİ ADIMLAR VE YAPILMASI GEREKENLERE İLİŞKİN DEĞERLENDİRME	74
4.5	YAPAY ZEKÂ VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERDE TÜRKİYE’DE ATILMASI GEREKEN ORTA VE UZUN VADELİ ADIMLAR VE YAPILMASI GEREKENLERE İLİŞKİN DEĞERLENDİRME	80
5	YENİ NESİL TEKNOLOJİLER KONUSUNDA GENEL DEĞERLENDİRME	82
5.1	FINANS VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ: 2030 VE SONRASI YAPILACAKLAR (HEDEFLER)	82
5.2	ENERJİ VE ÇEVRECİ TEKNOLOJİLERDE 2030’A KADAR YAPILMASI GEREKENLER (HEDEFLER)	87
5.3	TELEKOM VE İLETİŞİM İLE UZAY VE HAVACILIK TEKNOLOJİLERİ: 2030 VE SONRASI İÇİN DEĞERLENDİRMELER	90
5.4	SAĞLIK VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ: 2030 VE SONRASI YAPILACAKLAR (HEDEFLER) .	93
5.5	KUANTUM VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ: 2030 VE SONRASI YAPILACAKLAR (HEDEFLER)	94
5.6	YAPAY ZEKÂ VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ: 2030 VE SONRASI YAPILACAKLAR (HEDEFLER)	98
	KAYNAKÇA.....	101
	EKLER.....	105
	EK-1 : ÇALIŞMA GRUBU ÜYELERİ.....	105
	EK-2 : YENİ NESİL TEKNOLOJİLERDEN ÖRNEKLER	110
A)	FINANS, SAYISAL (DİJİTAL) VARLIK, KRIPTO VE AKILLI SÖZLEŞME TEKNOLOJİLERİ	112
1.	Sayısal (Dijital) Cüzdanlar	112

2.	<i>Halka Açık Blok Zincirler</i>	113
3.	<i>Bitcoin ve Dijital (Kripto) Para Birimleri</i>	114
4.	<i>Akıllı Sözleşmeler</i>	114
5.	<i>Kripto Para Birimlerine Yönelik Portföy Oluşturma</i>	115
B)	ENERJİ VE ÇEVRECİ TEKNOLOJİLER	115
1.	<i>Geleceği Şekillendirecek Batarya Teknolojileri</i>	115
2.	<i>Hidrojen Yakıt Hücreleri</i>	116
3.	<i>Küçük Modüler Reaktörler (SMR)</i>	116
4.	<i>Biresel Güneş Enerjisi Yatırımları</i>	117
5.	<i>Kendi Kendine Öğrenen Akıllı Binalar</i>	118
6.	<i>Akıllı Tarım ve Mahsul Yönetimi</i>	118
7.	<i>Mikromobilite</i>	119
8.	<i>Tarımsal Veri Analizi</i>	120
9.	<i>Afet Bilişimi ve Kent Yönetimi</i>	121
10.	<i>Akıllı İşletmeler ve Bina Teknolojileri</i>	121
C)	TELEKOM VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ.....	122
1.	<i>Terabyte Internet</i>	122
2.	<i>5G Teknolojisi, Düzenlemeleri ve Ülkeye Katkısı</i>	123
3.	<i>6'ncı Nesil Mobil İletişim Teknolojisi (6G)</i>	126
4.	<i>Kablosuz Güç Beslemeli IoT Cihazları</i>	127
5.	<i>Çoklu Bulut ve Bulut Sistemlerini Merkezileştirme</i>	129
6.	<i>Kablosuz İnternet Altyapı Uygulamaları</i>	129
D)	UZAY VE HAVACILIK TEKNOLOJİLERİ	130
1.	<i>Uzay ve Alt Uzay İletişim Teknolojileri</i>	130
2.	<i>Uzay Tabanlı Veri Merkezleri</i>	131
3.	<i>Düşük Maliyetli, Minyatür ve Küçük Uydu Sürüleri</i>	132
4.	<i>Drone Temelli Teknolojiler</i>	133
E)	SAĞLIK VE YAŞAM BİLİMLERİ TEKNOLOJİLERİ	134
1.	<i>Teknoloji Destekli İlaç Keşfi</i>	134
2.	<i>İyileştirici (Terapötik) Bilgisayar Oyunları</i>	134
3.	<i>Saklama Amaçlı DNA Kullanımı</i>	135
4.	<i>Elektrolit Kullanmayan Superkapasitörler</i>	136
5.	<i>Basılı ve Esnek Elektronik Teknolojileri</i>	136
6.	<i>Beyin-Bilgisayar Ara Yüzü Cihazları</i>	137
7.	<i>Xenobotlar</i>	138
8.	<i>Hasta ve Hastalıkla İlgili Teknolojiler</i>	139
9.	<i>Sağlıkta Eğitim Teknolojileri</i>	139
10.	<i>Yapay Zekâ Tabanlı Sağlık Teknolojileri</i>	141

F)	KUANTUM BILGISAYAR VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLER	143
1.	<i>Bir Milyon Kubitli Kuantum Bilgisayarlar</i>	143
2.	<i>Kuantum Hesaplama ile Güvenli İletişim Ağları</i>	144
3.	<i>Kuantum Algılayıcılar</i>	145
4.	<i>Kuantum Görüntüleme</i>	146
G)	YAPAY ZEKÂ (AI) VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLER.....	146
1.	<i>Yapay Zekâ Sanatçıları</i>	146
2.	<i>İnsan Benzeri Yapay Zekâ Gerçeği</i>	147
3.	<i>Sosyal ve Etik Tabanlı Yapay Zekâ</i>	148
4.	<i>Büyük Eylem Modeli (LAM) Yeteneğine Sahip Cihazlar</i>	148
5.	<i>Üretken Yapay Zekâ</i>	149
H)	YAZILIM TEKNOLOJİLERİ, GİYİLEBİLİR BILGISAYARLAR VE ROBOTİK SİSTEMLER	151
1.	<i>Az-Kodla ve Kodsuz Yazılım Geliştirme</i>	151
2.	<i>8K Sanal Gerçeklik Başlıkları</i>	152
3.	<i>Ambiyans Bilişim</i>	152
4.	<i>Duyusal İnternet (Sensory Internet)</i>	153
5.	<i>Yumuşak, Esnek Robotlar</i>	154
6.	<i>İnsansı Robotlar (Humanoid)</i>	154
EK-3 : ÇALIŞMA GRUBU DEĞERLENDİRMELERİ.....		156
FINANS, DİJİTAL VARLIK, KRIPTO VE AKILLI SÖZLEŞME TEKNOLOJİLERİ.....		156
ENERJİ, YEŞİL VE ÇEVRECİ TEKNOLOJİLER.....		159
TELEKOM VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ.....		163
UZAY VE HAVACILIK TEKNOLOJİLERİ		165
SAVUNMA TEKNOLOJİLERİ		166
SAĞLIK TEKNOLOJİLERİ.....		167
YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİ.....		172
KUANTUM TEKNOLOJİLERİ.....		178
YAZILIM VE DİĞER TEKNOLOJİLER		181
EK-4 : GELECEK KUŞAKLARIN GÖZÜNDEN YENİ NESİL TEKNOLOJİLER. 187		
EK-5 : YENİ NESİL TEKNOLOJİLER İLE ÇALIŞMA KONULARI İLİŞKİSİ		206

ÇİZELGELER

ÇİZELGE 1: WIFI6/6E VE WIFI7’NİN BAZI TEKNİK DEĞERLERİ	129
--	-----

ŞEKİLLER

ŞEKİL 1: 2023 YILI KÜRESEL BİT PAZAR BÜYÜKLÜĞÜ	29
ŞEKİL 2: ALMANYA’NIN YENİ 6G ÇALIŞMASI	127

GRAFİKLER

GRAFİK 1: 4G VE 5G’DE 2020 -2026 YILLARI ARASINDA MOBİL VERİ HACİM DEĞİŞİMİ (EXABYTE/AY)	124
GRAFİK 2: 4G VE 5G’NİN BAZI ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	125
GRAFİK 3: KÜRESEL ÖZEL LTE&5G ALTYAPI GELİRİ (MİLYAR ABD DOLARI) (2020-2025).....	126

KISALTMALAR

3B	Üç boyutlu (3D)
3G/4.5G/5G/6G	3. Nesil / 4.5 Nesil / 5. Nesil / 6. Nesil Mobil İletişim Sistemleri
3GPP	3. Nesil Ortaklık Projesi
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AGI	Genel Yapay Zekâ (Artificial General Intelligence)
ANI	Dar Yapa Zekâ (Artificial Narrow Intelligence)
ANTRAK	Ankara Telsiz ve Radyo Amatörleri Kulübü Derneği
AR / VR	Artırılmış Gerçeklik / Sanal Gerçeklik
ARGE	Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge)
ASI	Süper Yapay Zekâ (Artificial Super Intelligence)
BCI	Beyin-Bilgisayar Arayüzü
BDDK	Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BGD	Bilgi Güvenliği Derneği
BİT	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BM	Birleşmiş Milletler
BMO	Bilgisayar Mühendisleri Odası
BT	Bilişim / Bilgi Teknolojileri
BTk	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
BTYK	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
BTYPK	T.C. Cumhurbaşkanlığı Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Kurulu

CAGR	Yıllık Bileşik Büyüme Oranı (Compound annual growth rate)
CBDC	Merkez Bankası Sayısal Paraları (e-para)
CBDDO	T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi
CI/CD	Continuous Integration (Sürekli Entegrasyon) / Continuous Delivery (Sürekli Teslimat)
COVID19	Korona Virüs Hastalığı (Coronavirus Disease 2019)
CPU	Ana İşlem Birimi (Central Processing Unit)
CSA	İklim Akıllı Tarım (Climate Smart Agriculture)
DASA	Savunma, Havacılık ve Uzay Enstitüsü Derneği
DMO	Devlet Malzeme Ofisi
DNA	Deoksiriboz Nükleik Asit
ECB	Avrupa Merkez Bankası
EEG	Elektroensefalografi veya beyin çizgesi yöntem
eIDAS	Avrupa Dijital Kimlik Yönetmeliği
e-RMB	Çin Dijital Yuanı (Renminbi)
EuroHPC JU	Avrupa Yüksek Performanslı Bilgi İşlem Ortak Girişimi
F/O	Fiber Optik
FDA	ABD Gıda ve İlaç Dairesi
FedRAMP	Federal Risk ve Yetkilendirme Yönetimi Programı
fMRI	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
fNIRS	Yakın Kızılötesi Spektroskopi
GDPR	Genel Veri Koruma Tüzüğü (General Data Protection Regulation)
GPS	Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
GPU	Grafik İşlemci Birimi (Graphics Processing Unit)
GSYH	Gayri Safı Yurtiçi/Milli Hasıla (GSMH)
GSYİH	Gayri Safı Yurtiçi Hasıla
HAI	Human-Centered AI Institute
HRI	İnsan-Robot Etkileşimi
IFE	Uçak İçi Eğlence Sistemi (In Flight Entertainment)
IoB	Internet of the Body
IoT	Nesnelerin İnterneti; Nesne Ağı (Internet of Things)
ISO	International Standardisation Organisation (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)
İHA	İnsansız Hava Aracı (dron)
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
KVKK	Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
LAM	Büyük Eylem Modeli (Large Action Model)
LKD	Linux Kullanıcıları Derneği
LLC	Limited Liability Company (Sınırlı Sorumlu Şirket-LTD)
M2M	Makineler Arası
MEG	Magnetoensefalografi
MÜDEK	Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği

NHS	Birleşik Krallık Ulusal Sağlık Servisi
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
OECD	Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OPV	Organik Fotovoltaik
ÖİK	Özel İhtisas Komisyonu
PQC	Post Kuantum Kriptografi
QKD	Kuantum Anahtar Dağıtımı
QUESS	Quantum Experiments at Space Scale
SBB	Strateji ve Bütçe Başkanlığı
SKA	Sürdürülebilir Kalkınma Amacı
SSB	Savunma Sanayi Başkanlığı
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
TBD	Türkiye Bilişim Derneği
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TBV	Türkiye Bilişim Vakfı
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TCCB	Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİSAD	Bilişim Sanayicileri Derneği
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UAB	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
UDY	Uluslararası Doğrudan Yatırım
VSAT	Küçük Antenli Uydu Sistemleri (Very Small Aperture Terminal)
YASAD	Yazılım Sanayicileri Derneği
YBBO	Yıllık Bileşik Büyüme Oranı (CAGR-Compound Annual Growth Rate)
YTE	Yazılım Teknolojileri Enstitüsü
YZ	Yapay Zekâ (AI-Artificial Intelligence)

TÜRKİYE 3. BİLİŞİM ŞÛRASI

ÇALIŞMA GRUBU - 3

ULUSAL KALKINMADA YENİ NESİL DİJİTAL TEKNOLOJİLER

ÖNSÖZ

...

Rahmi AKTEPE

Türkiye Bilişim Derneği

Genel Başkanı

Eylül 2024

YÖNETİCİ ÖZETİ

Türkiye 3. Bilişim Şûrası hazırlıkları kapsamında “Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu (ÇG-3)” katılımcıları tarafından yapılan değerlendirmeler özet olarak aşağıda yer almaktadır.

Değerlendirmeler:

1. Finans, Dijital Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri;
2. Enerji, Yeşil ve Çevreci Teknolojiler;
3. Telekom, İletişim ve Savunma Teknolojileri;
4. Uzay ve Havacılık Teknolojileri;
5. Sağlık ve Yaşam Bilimleri Teknolojileri;
6. Kuantum Bilgisayar ve İlişkili Teknolojiler;
7. Yapay Zekâ ve İlişkili Teknolojiler;
8. Yazılım Teknolojileri, Giyilebilir Bilgisayarlar ve Robotik Sistemler

ile diğer teknolojiler konularında yapılmıştır.

Finans, Dijital Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri

Bu bölümde finans, dijital varlık kripto ve akıllı sözleşme alanındaki teknolojik gelişmeler değerlendirilmektedir.

Finans alanında sayısallaşma denildiğinde ilk gündeme gelen konu “kripto paralar” olmaktadır. Yine finans sektöründe özellikle yapay zekânın dünya genelinde oldukça yaygın olarak kullanılmaya başladığını görmekteyiz.

Bir başka önemli konu ise “dijital paranın” (e-para) Merkez Bankaları aracılığıyla yaygınlaşmasıdır. Bu da yine finans alanındaki dijitalleşmede ön plana çıkan konulardan biridir.

Kripto varlıklarla ilgili olarak blokzincir ve teknolojisi alanında Türkiye'deki hukuki altyapı konusunda çok büyük sıkıntı olduğu değerlendirilmektedir. Çok yaygınlaşmış olan bu konuda Türkiye'de hem kara parayla mücadele açısından hem de iktisadi anlamda bir eksiklik olduğu için bu alanda düzenlemeye gidilmesine ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB), mevcut ödemeler altyapısını tamamlayıcı nitelikte bir dijital Türk lirasının tedavülünün fizibilitesi üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Merkez Bankası Dijital Türk Lirası Araştırma Geliştirme (Ar-Ge) Projesi ile dijital Türk lirasının sahip olabileceği özelliklerin belirlenmesi, farklı mimari kurguların ve

teknolojik alternatiflerin denenmesi ve pilot uygulama çalışmalarının yapılması hedeflenmektedir³.

Dünya ölçeğinde bazı ülkelerde, özellikle Amerika'da, kişisel para konusunda kişilerin özel hayatının takip edileceği yönünde bir kaygı bulunmaktadır. Kişisel verilerin korunması anlamında kişilerin her türlü finansal harcamasının devletler tarafından biliniyor olmasına itirazlar söz konusu olmaktadır. Bununla birlikte, kayıt dışılığının ya da yasa dışılığın yüksek olduğu alanlarda kağıt paranın yerine dijital paranın geçmesi ile bunun izlenmesinin çok olanaklı olacağı gözükmemektedir.

Bu durum birey ve devlet arasında kamu hukukunun çatışmasının yaşanacağı bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. “Dijital Para”nın kolaylaştırıcı bir çok yönü olmasına rağmen kişisel verilerin korunmasına aykırı bir yön de söz konusu olabilmektedir.

Merkez bankası dijital para sistemi, kağıt paranın yerini merkez bankası tarafından üretilen, yönetilen ve denetlenen dijital paranın aldığı sistemdir. Bu sistemin, kağıt para sistemine göre bazı avantaj ve dezavantajları olabilir. Sistemin belli başlı avantajları; senyoraj gelirlerinin artması, işlem maliyetlerinin düşmesi, işlem hızının artması, kayıt dışı ekonominin azalması, vergi kayıplarının azalması, reel faiz oranlarının düşmesi, ekonomik gelişmenin hızlanması ve salgınlara karşı koruma sağlaması olabilir. Buna karşın sistemin siber saldırı, spekülasyon atak, güven eksikliği, sisteme uyum sağlamada zorlananların olması, altyapı yetersizliği, düzenleme ve denetim eksikliği ve fiyat istikrarsızlığı ve para ikamesi gibi bazı dezavantajları da olabilir. Sistemin avantajlarının daha baskın olması ülkeleri dijital paraya geçişe zorlamaktadır. Çin, İsveç, Tayland, Ukrayna, Uruguay ve Güney Kore bu konuda pilot uygulama yapan ülkelerdir. Pilot uygulamaların başarılı olması halinde yakın gelecekte küresel ölçekte dijital paraya geçiş hızlanabilecektir⁴.

Türkiye özelinde, dijital teknolojilerdeki ve ekonomideki gelişmelere göre mevzuat alanındaki gelişmelerin çok yavaş olduğu ve geri kaldığı görülmektedir. Bunun hızlandırılması konusunda bir çalışmaya ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.

³ TCMB Dijital Türk Lirası Birinci Faz Değerlendirme Raporu 2023, (Ağustos 2024)

[https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Yayinlar/Raporlar/Dijital+Turk+Lirasi/\(Ağustos, 2024\)](https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Yayinlar/Raporlar/Dijital+Turk+Lirasi/(Ağustos, 2024))

⁴ MERKEZ BANKASI DİJİTAL PARA SİSTEMİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI NELER OLABİLİR? Osman Demir, Hatice Odabaşı, 2021 (<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1920428> (Ağustos, 2024))

Teknolojinin ve zamanın bu kadar hızlı aktığı bir ortamda bürokratik yapımızın daha önceki normal zamanlardaki refleksine göre hareket ettiği ifade edilerek çok geç kaldığımız ve özel sektör gibi kamunun da hızlı ve esnek olması gerektiği belirtilmiştir.⁵

Olası veri sızıntılarını önleyecek biçimde siber güvenlik konusunda çalışma yapılması gerektiği de ortadadır. Uluslararası aracı kuruluşlar ile sigorta şirketlerindeki siber güvenlik konusunun da dikkate alınması gerektiği vurgulanarak ulusal bilişim sistemlerinin geliştirilmesinin desteklenmesi konusu önemini korumaktadır.

Yapay zekâ, siber güvenlik ve akıllı sözleşmeler konusunda da hukuki düzenlemelere öncelik verilmesi değerlendirilmektedir.

Enerji, Yeşil ve Çevreci Teknolojiler

Enerjinin önemi yalnızca sürdürülebilirlik, günlük yaşam ve üretim ile kısıtlı olarak değerlendirilmeyip siber güvenlik açısından da değerlendirilmektedir.

Bilişim sektörünün ve dijitalleşmenin enerji verimliliği açısından öncülüğü ve önderliği söz konusu olmakla birlikte aynı zamanda enerji tüketimini artıran bir yönü de bulunmaktadır. Dolayısıyla bilişim sektörü hem kendi enerji tüketimi alanında tasarrufu ve verimliliği sağlamaya çalışmalı hem de diğer sektörlerdeki enerji verimliliğini gündeme getirmelidir.

Akıllı Şebekeler

Dikkat edeceğimiz bir başka konu da akıllı şebeke teknolojisidir. Bu da yine bilişim sektörünün çok ciddi olarak üzerinde çalıştığı, çalışmasının gerektiği bir alan olup dünya çapında bu yönde çalışmaların olduğu unutulmamalıdır. Akıllı şebekeler alanında da Türkiye'nin çok ciddi bir çalışma yapması gerekmektedir. Bu çalışma enerjinin üretiminden dağıtımına, evlerdeki ya da fabrikalardaki bütün şebekelerin birbirleriyle olan bağlantısının iletişim teknolojisi ve bilgisayar teknolojisiyle sağlanmasını gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla bu alanda da çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Batarya Teknolojileri

Batarya teknolojileri, yeşil enerji, hidrojen teknolojileri, yeşil hidrojen, temiz enerji kaynakları konularının topluma daha iyi aktarılması sağlanmalıdır. Enerji Sistemleri

⁵ <https://www.tbd.org.tr/pdf/TBD-insan-ve-teknoloji-etkinlikleri-yeni-ekonomik-duzen-raporu.pdf>, 2021 (Ağustos, 2024)

Mühendisliği bölümleri tercih edilebilir yapıya kavuşturularak toplumsal bilinçlenme oluşturulmalıdır.

Bozuk para büyüklüğündeki nükleer santral özellikli piller ile enerji probleminin kalmayabileceği değerlendirildi.

Sürdürülebilir kalkınma üzerine haberleşme sistemlerinin gelişiyor olması ve bunun otonom araçlarla da birleştirildiğinde enerji ihtiyacının artması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla buna yönelik veri merkezlerini de düşünürsek sistemlerin konsolide edilmesi gerekmektedir. Çünkü enerjiyi verimli kullanabilmek için soğutma sistemlerinin başlangıçta daha verimli hale getirilmesi de önemlidir. Soğutmanın bir kritik yanı da su gibi giderek kıtlaşan kaynakların verimli kullanılması açısından da önemli olduğu, bu konuda çalışmalar ya da gerekli düzenlemelerin yapılması önerilmektedir.

Öncelikle akıllı şebekeler, blokzincir ve teknolojisi, batarya teknolojilerini geliştirme alanlarında enerji verimliliği açısından ve enerjinin sürekliliği açısından yatırım yapılması sağlanmalıdır.

Yine enerji ile ilgili saklama teknolojilerinin giderek çeşitlendiği, *Lithium Ion* (Li) yerine *Solid State* bataryaların geliştirilebileceğini; bu biraz uzun soluklu bir çalışma olmakla beraber 2030 sonrasında bu konuda geri kalmamak için bunun şimdiden ciddi bir şekilde ele alınması gerektiğini, hatta bu konuda geri dönüşümden kaynaklanacak malzemenin de kritik olduğu değerlendirilmektedir.

Elektronik atıkların geri dönüşümünde özlenen başarı düzeyi yakalanamamaktadır. Çünkü, her şeyden önce elektronik atıklar toplanamamaktadır. Eski cep telefonlarının toplanması için çalışma başlatılmakla birlikte, geri dönüşüme alınacak bu telefonların öngörülen miktarda toplanmasının başılamadığı görülmüştür. Bu nedenle özellikle devletin elindeki elektronik atıkların DMO üzerinden daha rahat toplanabileceği ve bu konuda çalışma yapılması değerlendirilmektedir. Bunu yaparken de basit bir onarımla yeniden kullanıma sokulabilecek bilgisayar, tablet ve telefon gibi elektronik aygıtlar onarım seçeneği göz ardı edilerek hurdaya çıkarılmak yerine onarımları yapılarak kullanılmaları sağlanmalıdır.

Mikromobilité olarak adlandırılan bisikletten küçük “skuter” gibi cihazların da yeni bir düzenlemeyle yaşamımızda daha çok yer almasının sağlanabileceği değerlendirilmektedir. Bu araçların da yollarının tıpkı bisiklet yolları gibi ayrılabilmesi sağlanmalıdır.

Burada söz konusu olan her şeyin yalnızca teknolojik bir yenilik, değişim ve dönüşümden öte kültürel dönüşümü de gerektirdiği değerlendirilmektedir.

Kent yönetiminde teknoloji kullanımının, özellikle afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde önemli bir rol oynadığını Notre Dame Katedrali'nin⁶ yeniden yapılmasında oyun yazılımlarındaki görsellerden yararlanılması bir kez daha kanıtlamıştır.

Müze uygulamaları ve kültür-turizm uygulamalarında da teknoloji kullanımı artmaktadır. Özellikle artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) teknolojileri, tıpkı Efes Deneyim Müzesi'nde⁷ olduğu gibi ziyaretçilere daha etkileyici ve etkileşimli deneyimler sunmaktadır.

Akıllı binalar ve akıllı işletmelerde kullanılan teknolojilerle aydınlatmada, ısıtmada, soğutmada maliyetleri düşürmek, enerji tasarrufu sağlamak ve binalardaki konforu artırmak için yapay zekâ destekli sistemlerin kullanılması değerlendirilmektedir.

Binaların yapım aşamalarından itibaren çevresel faktörlerin de dikkate alınarak yapılaşmanın sağlanması çevre, ekonomi ve sağlık kategorilerine göre oluşturulmuş sertifikasyonlara dayalı izinlerin verilmesi sağlanmalıdır⁸.

Binalara elektrik, su, hava gazı, doğal gaz gibi internet bağlantısının da artık vazgeçilmez unsur olarak ele alınması ve internet bağlantısı olmayan binaya da ruhsat, oturma izni verilmemesi konusu ele alınmalıdır⁹.

Telekom ve İletişim Teknolojileri

Haberleşme ve iletişimin kesintisiz sürmesi yaşamsal öneme sahip olarak değerlendirilmektedir. Zaman zaman haberleşmenin kesintiye uğramasının olumsuz sonuçları yaşanarak görülmüştür. Bu kesintiler insan eliyle yapılabildiği gibi doğa kaynaklı da olabilmektedir. Güneşte her zaman patlamalar olmaktadır. Belli dönemlerde bu patlamalar daha etkili olmaktadır. Ancak bu patlamalardan kaynaklı jeomanyetik fırtınaların çok küçük bir bölümü dünyaya ulaşabilmektedir. Yaklaşık 100 yılda bir de şiddetli patlamalar olmaktadır. Bu şiddetli patlamalar sonunda dünyaya gelen radyasyon kullandığımız elektronik aygıtların

⁶ https://tr.wikipedia.org/wiki/Notre_Dame_Katedrali (Ağustos, 2024)

⁷ Efes Deneyim Müzesi (<https://www.demmuseums.com/tr/muzeler/efes-deneyim-muzesi/>) (Ağustos, 2024))

⁸ <https://seedconsortium.pbworks.com/f/LEED.pdf> - LEED, Leadership in Energy and Environmental Design (Yeşil Bina Sertifikası)

⁹ <https://www.sozcu.com.tr/internet-baglantis-i-olmayan-binaya-ruhsat-verilmesin-wp1238938>

bozulmasına neden olmakta, kalp pillerini etkilemekte ve GPS sistemini de işlevsiz kılabilmektedir.

Bu nedenle Faraday Kafesi gibi, topraklama gibi önlemler alınmaz ise iletişim teknolojileri başta olmak üzere elektrikle çalışan her şeyin, özellikle bir takım temel hizmetlerin, doğrudan doğruya tahrip olabileceği öngörülmektedir. Dolayısıyla yakın gelecekte böyle bir felaketten kurtulmak için bir takım önlemlerin alınmasının çok yaşamsal olduğu değerlendirilmektedir.

Bir diğeri, karasal ve uzaydaki haberleşme sistemlerinin çok yetkinleşmesine rağmen kaynakların artık deniz altından sağlanmaya başladığı görülmektedir¹⁰. Denizden karaya, denizden uzaya haberleşme ve iletişim sistemlerinin mutlaka çalışması ve geliştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Özellikle ülkemizin 3 tarafı deniz olup ülkemiz denizle yakından ilgilidir.

Diğer bir konu internet altyapısıdır. Yakın gelecekte 5G ya da 6G'den sonra internet altyapısının daha sağlıklı sağlanabilmesi için bir takım yatırımların ve önlemlerin alınması üzerinde durulmaktadır.

Bir de Yüksek Başarımlı Bilişim (High Performance Computing) kavramı var. Bununla ilgili olarak ülkemizde bu sistemler kurulmalı ve var olanların desteklenmesi gerektiği değerlendirilmelidir¹¹. Bununla ilgili yine bu altyapıdan yararlanarak özellikle CPU ve GPU destekli çalışmaların desteklenmesi gerekmektedir.

Haberleşme, telekomünikasyon, uzay ve savunma teknolojileri arasında doğal bir etkileşim bulunduğu unutulmamalıdır.

Uzay ve Havacılık Teknolojileri

TV ve radyo yayınlarının iletimi, internet, veri gönderimi, telefon, konum belirleme, askeri güvenlik, çevre koruma, arkeoloji, tarım, meteoroloji gibi birçok alanda yoğun şekilde uydulardan yararlanılmaktadır. Bugün yaklaşık 2.100 aktif uydu 23 bin yörünge nesnesinden (etkin olmayan uydular, roket aşamaları, uzay enkazı ve diğerleri) Dünya yörüngesinde dönmektedir.¹² Mevcut durumda Dünya yörüngesinde sadece Starlink'in 2023 Mart itibarıyla

¹⁰ <https://www.submarineablemap.com/> (Ağustos, 2024)

¹¹ <https://indico.truba.gov.tr/event/140/attachments/310/642/BASARIM2024-BildiriKitabi.pdf> (Ağustos, 2024)

12 <https://planetariodevitoria.org/tr/estrelas/quantos-satelites-e-orbitas-tem-ao-redor-da-terra.html> (Ağustos, 2024)

toplam uydu sayısı 4 binin¹³ üzerinde olup uydu konuşlandırılması ve uydu sayısının 42 bine¹⁴ çıkarılması planlamaktadır. Halen yörüngedeki uydu ve yörünge nesnelerinin yaklaşık %60'ının ABD menşeli olduğu düşünülmektedir.

Uydu sektörü ile ilgili olarak aşağıdaki gelişmelerin olacağı tahmin edilmektedir:

- M2M, IoT, IFE gibi yeni hizmetlerin ortaya çıkması,
- Hava ulaşımı ve denizcilik sektörlerinin gelişmesi,
- Son kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda genişbant bağlantısının ana odağı olması,
- Yönetilen hizmetler; iş ağları, VSAT, devlet hizmetlerinin hızlı gelişen pazarlar olması,
- Karasal iletişim sistemleri ile rekabet edebilecek büyüklükteki uydu şebekelerinin sağlayacağı genişbant şebekelerinin gelişiminin devam etmesi,
- 5G hizmetlerinin tamamlayıcısı olması,
- Yukarıda sayılan hizmetlere uygun tüketici ürünlerinde büyük bir Pazar oluşması.

Sağlık ve Yaşambilimleri Teknolojileri

Sağlık sektörü kapsamında mahremiyetin ve ulaşılabilirliğin önemli olduğu, aynı şekilde teknolojinin de insan sağlığına ve bedenine olan etkilerinin önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Bu alandaki mevzuat uyumluluklarının da güncellemesinin gerektiği belirtilerek konunun dikkatlice incelemesinde yarar olduğu vurgulanmaktadır. Hekimlerin tanı ve tedavi süreçlerinde karar vermelerine yardımcı olacak şekilde Yapay Zekâ teknolojilerinden yararlanması değerlendirilmektedir. Bunun sağlık sektörü açısından daha anlaşılabilir bir şekilde ortaya konması ve tartışılması gerekmektedir. Doktorların kullanmakta oldukları Latince terimler toplum tarafından tam olarak anlaşılamamakta olup anlamak için ayrıca internetten yararlanılmaktadır.

Yapay zekâ günümüzde tedavi süreçlerinde kullanılmaya başlandı. Cerrahide yapay zekânın ilk örneklerinden biri beyin çipi “Neuralink” yakın zaman önce ilk kez bir insana

13 <https://spaceflightnow.com/2023/05/04/falcon-9-starlink-5-6-coverage/#:~:text=SpaceX%20currently%20has%20more%20than,the%20Harvard-Smithsonian%20Center%20for> (Ağustos, 2024)

14 <https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Starlink> (Ağustos, 2024)

takıldı.¹⁵ Bununla birlikte cerrahide henüz yapay zekâ uygulamalarının örneklerine sık rastlanmamaktadır.

Yapay zekâ için gereken veriler yeterli büyüklüğe ulaştıktan sonra, 50-100 yıl sonra belki, bademcik ameliyatlarının ya da daha basit ameliyatların ya da tam tersi daha zor ameliyatların bazı kararlarının -belki hekimlerle birlikte- yapay zekâ tarafından alınması gündeme gelebilecektir.

Tanı, tedavi ve cerrahi olarak her üç alanda yapay zekânın küresel etkisinin çok olumlu sonuçlar doğuracağı değerlendirilmektedir. Henüz ülkemizde bu teknolojinin kullanılması ve geliştirilmesi yeterli olgunluğa ulaşmış durumda değildir. Ancak, ülke olarak çok büyük bir avantajımız bulunmaktadır: Elimizde çok fazla veri var. Ne kadar çok veri varsa yapay zekâ da o verilerle daha doğruya yakın işlem yapabilmektedir. Bizde bu verinin fazla olması, 85-86 milyon kişinin verisinin olmasından kaynaklanmaktadır. Bu verileri gerektiği zaman anonimleştirip, kişisellikten arındırıp ARGE amaçlı kullanacak olanlara sağlamamız, açık veri olarak kullandırtmamız gerekebilir. Bununla ilgili düzenlemeler de ele alınmalıdır.

Beden içi görüntüleme teknolojilerinin kullanımı gündemdedir. İlk olarak hayvanlarda kullanılmaya başlanan bu teknoloji, insanlarda da kullanılmaya başlamıştır. Görüntüleme teknolojileri kullanılmakla birlikte örnekleme konusunda henüz yeterli ilerleme sağlanmamış olup önümüzdeki yıllarda, 2030'a kadar bu ilerlemenin olacağı değerlendirilmektedir.

Böyle bir teknolojinin gelişmesi ile MR cihazları ya da farklı bir takım cihazları taşıyamayacağınız noktalarda **beden içi görüntülemenin** kişilere ulaştırılabilmesinin olanaklı olacağı değerlendirilmektedir. Coğrafi nedenlerle gidilemeyen yerlere gönderilecek yutulabilir görüntüleme cihazları ile verilerin elde edilmesi sonucunda önleyici sağlık hizmetinin yaygınlaşmasını sağlayacağı öngörülmektedir.

Bu konuda diğer ülkelerin gerisinde olmadığımız görülmektedir. Bu konuda fikir düzeyinden başlayarak **sürdürülebilir ARGE desteklerinin** sağlanmasının ülkemizin teknoloji ilişkileri ve girişimciliği konusunda olumlu etki yapacağı değerlendirilmektedir.

¹⁵ <https://neuralink.com/> (Ağustos, 2024)

Ayrıca, ticarileştirme desteğinin de olması gerektiği unutulmamalıdır. Destek verilen projelerle elde edilen ürünlerin başka bir ülkede değil Türkiye'de üretilmesini sağlayacak şekilde ticarileştirme desteğinin de sağlanması gerektiği değerlendirilmektedir.

Sağlık teknolojisi konusunda çalışan kurum ve kuruluşların bir **kümelenme modelinde** bir araya gelmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Arttırılmış sanal gerçekliğin sağlık teknolojilerinde kullanımıyla ilgili değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu çok kritik bir konu olup yeni çıkan ürünlerle birlikte birçok kişinin, kurumun ve ülkenin bu alana ilgisinin arttığı görülmektedir. Sağlık alanındaki **AR/VR teknolojilerinin** yaşamın her noktasında da büyük bir dönüşüme yol açacağı tahmin edilmektedir.

Yaratıcı ve uygulanabilir çözümleri üretebileceğimiz nitelikli insan gücümüz ve rekabetçi olabileceğimiz bir bilgi birikimimiz olduğu değerlendirilmektedir. Özellikle demans ve benzeri hastalıklarda bu teknolojinin uygulanmasının getireceği bir takım yararlar sağlanacağı öngörülmektedir. Bu durumda tıp eğitiminde de yeniliklerin uygulanması gerektiği değerlendirilmektedir. Hekimlerimizi de aynı hukukçularımız gibi bilişimle tanıştırmamızın gerektiği, **tıp bilişimi** eğitiminin kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmaktadır.

Sağlık hizmetleri ve **önleyici tıp**, yani teşhis anlamında kişilerin sağlık verisine uzaktan erişmek gerektiği önem kazanmıştır. Kişisel sağlık verilerinin uzaktan izlenmesi konusunda da çok sayıda üretici ve teknoloji bulunmaktadır. Özellikle pazar Amerika Birleşik Devletleri ile Çin arasında paylaşılmış durumdadır.

Kişisel verilerin hastalık önleyici olarak ele alınması konusundaki mevzuat düzenlemelerinin önemi değerlendirilmektedir. Bu verilerin merkezi ya da dağıtık yapılarda izlenmesine karar verilmelidir.

Türkiye olarak bu konudaki teknolojilerde **tüketici konumundan üretici konumuna** geçmek için adımlar atılması önemlidir. Donanım konusundaki dışa bağımlılığı kısa sürede gidermek olanaksız olmakla birlikte yazılım konusunda böyle bir sorun ve sıkıntı yaşanmayacağı değerlendirilmektedir.

Sağlık alanındaki bazı algılayıcıların (sensörlerin) yerli olarak üretilmelerinin önemi ortadadır. Yerli algılayıcıların geliştirilerek yaygınlaştırılması önemlidir. Bu bağlamda yapay zekâ modelleriyle desteklenen uygulamaların kullanılması da söz konusudur. **E-Nabız** uygulamasının kritik bir öneme sahip olduğu unutulmamalıdır.

Vücuttan aldığı enerji ile işlevini sürdüren yapay organ ya da yapay doku olan “**organoid**” kullanımı da yeni nesil sağlık teknolojileri arasında değerlendirilmektedir.

Uzun süredir yaşamımızda olan protezler, sadece kırılan bir kemiğe vida yerleştirmenin ya da dişlere bir eklenti (implant) yapmanın ötesine geçmiştir. Yapay kulak ya da yapay pankreas gibi yapay organları da yakında duymaya başlayacağız. Sağlık Bakanlığı’nda organ nakli ya da doku nakli gibi konuların çalışıldığı bir daire başkanlığının¹⁶ olması bu alanda geleceğe umutla bakmayı sağlamaktadır.

2030 yılında “yapay organ” (organoid) teriminin sıklıkla gündeme geleceği değerlendirilmektedir. AR-GE ve sağlık alanındaki destek ve teşviklerin önemi unutulmamalıdır.

Bunların hepsinin yanında başta sağlık personeli olmak üzere bu alanda çalışanların teknoloji konusunda evrilmesi ve dönüşmesi gerektiği konusunda da bir uzlaşma olduğu değerlendirilmektedir.

Kuantum Bilgisayar ve İlişkili Teknolojiler

Kuantum bilgisayar donanım algoritmalarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasıyla ilgili bir değerlendirme ortamı bulunmaktadır. Kuantum algılayıcıların geliştirilmesi ve şu anda algılanması mümkün olmayan bazı sinyallerin algılanabilir hale gelmesine yeni çığır açıcı uygulamaların gündeme gelebileceği görülmüştür.

Kuantum bilişimi ve yapay zekânın önümüzdeki birkaç yıl içinde birlikte ele alınmaya başlanacağı değerlendirilmektedir. Bu yakınsamanın da fazla geç kalınmadan gündeme alınması düşünülmelidir.

5G ve 6G haberleşme teknolojileri de yapay zekâ ve büyük veriden ayrı düşünülemeyeceğinden dolayı güvenilir bir kara, hava ve uydu üzerinden, belki kuantuma dayanıklı güvenli haberleşme ile de yapılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Yerli kuantum teknolojilerine yatırım yapılması gerektiği; yapay zekâ ve kuantumun entegrasyonunun yapılmasının gerektiği; yapay zekâ politikaları ve yönetiminin, veri toplama ve işlem altyapısının da geliştirilmesinin gerektiği görülmüştür. Türkiye’de aslında veri sıkıntısı

¹⁶ <https://shgmorgandb.saglik.gov.tr/> (Ağustos, 2024)

bulunmadığı, çok fazla veri bulunduğu; ancak, bu verinin ya toplanamadığı ya da toplanan verinin işlenemediği ya da anlamlı şekilde yorumlanamadığı değerlendirilmektedir.

Yapay Zekâ ve İlişkili Teknolojiler

Yapay zekânın farklı alanlardaki kullanımı, özellikle sanat, robotik ve etik boyutlarıyla ele alınmaktadır. Yapay zekâ, günümüzde hızla gelişen bir teknoloji olarak, farklı disiplinlerde yeni olanaklar sunmakta ve bu alanlardaki çalışmalara derinlemesine katkılar sağlamaktadır. Ancak, bu hızlı gelişim beraberinde bazı etik ve sosyal sorunları da getirmektedir.

Yapay zekâ, **sanatın çeşitli dallarında** yaratıcı süreçlerin bir parçası haline gelmiştir. Görsel sanatlarda yapay zekâ, yeni resim ve heykel tarzlarının ortaya çıkmasını sağlamış, müzik alanında ise benzersiz kompozisyonlar üretmek için kullanılmaya başlanmıştır. Edebiyat dünyasında yapay zekâ, yeni öyküler ve şiirler oluşturmak için bir araç olarak görülmektedir. Video üretiminde ise, film yapımı ve içerik oluşturma süreçlerinde otomasyon sağlayarak, yaratıcı kontrolü genişletmekte ve üretim süreçlerini hızlandırmaktadır.

Robotik teknolojilerindeki gelişmeler, robotların fiziksel dünyayı algılama ve ona uyum sağlama yeteneklerini büyük ölçüde artırmıştır. Basınç hassasiyeti, robotların bir nesneyi kavrama ya da manipüle etme sırasında uygulanan kuvveti hassas bir şekilde kontrol etmelerine olanak tanımaktadır. Motor becerilerdeki gelişmeler, robotların daha karmaşık ve hassas görevleri yerine getirebilmesini sağlamaktadır. Bu teknolojiler, özellikle tıp, üretim ve hizmet sektörlerinde büyük başarılar elde edilmesini olanaklı kılmıştır.

Bilgisayarla görme teknolojilerinin gelişimi, yapay zekânın **nesne tanıma**, sınıflandırma ve belirli bölgeleri ayırma yeteneklerini büyük ölçüde geliştirmiştir. Bu yetenekler, güvenlik sistemleri, otonom araçlar ve sağlık hizmetleri gibi birçok alanda uygulanmaktadır. Nesne tanıma, bir görüntüdeki belirli öğeleri tanımlamayı ve ayırmayı içerirken, bölgesel ayırma, bu öğelerin bir bütün olarak anlaşılmasını sağlamaktadır.

Yapay zekâ araştırmalarında, **insan benzeri** duygusal ve bilinçaltı işlevlerin taklit edilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar, yapay zekânın insan sorunlarını çözme hızını artırmayı hedeflemektedir. Ancak, yapay zekânın insanlaştırılması yerine, insani problemlerin çözüm hızının artırılması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu yaklaşım, yapay zekânın daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

Yapay zekâ teknolojilerinin gelişimi, birçok **ahlaki ve etik sorunu** da beraberinde getirmektedir. 'Ne, Kime Aittir?' gibi sorular, yapay zekâ tarafından üretilen içeriklerin sahipliği

ve bu içeriklerin kullanımına dair etik meseleleri gündeme getirmektedir. Ayrıca, yapay zekâ algoritmalarının eğitiminde kullanılan verilerin etik değerlere uygun olup olmadığı, bu teknolojilerin adil ve tarafsız sonuçlar üretip üretemeyeceği tartışılmaktadır.

Sosyal bilimler ve yapay zekâ arasındaki etkileşim, bu teknolojilerin topluma daha duyarlı ve uygun hale getirilmesi amacıyla önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Sosyoloji ve psikoloji uzmanlarının katkılarıyla geliştirilen yapay zekâ modelleri, toplumsal normları ve insan davranışlarını daha iyi yansıtabilmektedir. Ancak, bu modellerde ortaya çıkan önyargılar, yapay zekânın tarafsızlık iddiasını sorgulamaktadır. Yapay zekâ modellerinin etik değerlere uygun şekilde düzenlenmesi gerekliliği, bu tartışmaların önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Büyük Eylem Modelleri (LAM), metin tabanlı komutları ve aksiyonları bir araya getirerek, daha karmaşık görevleri yerine getirebilen yapay zekâ sistemleridir. Bu modeller, dil girdilerini kullanarak sıralı aksiyonlarla sonuca ulaşabilmekte ve karmaşık problemleri çözebilmektedir. LAM teknolojisi, özellikle otonom sistemler, robotik süreçler ve karar destek sistemlerinde önemli uygulamalara sahiptir.

Yapay zekânın sanat, robotik ve etik boyutlarındaki uygulamalarını ve bu alanlardaki gelişmeleri değerlendirilmektedir. Yapay zekâ, modern toplumlarda giderek artan bir öneme sahip olmaktadır ve bu teknolojiye ilişkin etik ve sosyal sorumlulukları da beraberinde getirmektedir. Gelecekte, yapay zekânın insan yaşamına olan etkileri üzerine daha derinlemesine çalışmalar yapılması ve bu teknolojinin daha bilinçli bir şekilde kullanılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Yazılım Teknolojileri, Giyilebilir Bilgisayarlar ve Robotik Sistemler

Yazılım teknolojileri, modern dünyada iş süreçlerinden kişisel yaşama kadar her alanı dönüştüren temel unsurlardan biridir. Bulut bilişim, yapay zekâ, veri analitiği ve mikroservis mimarileri, yazılım geliştirmenin olmazsa olmazı haline gelirken, DevOps ve CI/CD yaklaşımları, yazılım yaşam döngüsünü daha hızlı ve verimli hale getirmiştir. Günümüzde yazılım, her zamankinden daha entegre ve otonom sistemlerle donatılmıştır; örneğin, yapay zekâ entegrasyonları ile daha akıllı ve özelleştirilmiş çözümler sunulmaktadır. Gelecekte, kuantum bilişim gibi ileri teknolojilerin yazılım geliştirme süreçlerine entegre edilmesi beklenmektedir; bu da işlem hızını ve veri işleme kapasitelerini dramatik bir şekilde artıracaktır. Bu hızlı evrim, yazılımın sadece teknoloji sektöründe değil, aynı zamanda sağlık, eğitim, finans ve diğer birçok sektörde derin etkiler yaratmaya devam edeceğini göstermektedir.

Giyilebilir bilgisayarlar, kullanıcının vücudu üzerinde taşıyabileceği teknoloji cihazlarını ifade eder ve bu alan son yıllarda önemli bir ilerleme kaydetmiştir. Akıllı saatler, fitness takip cihazları ve artırılmış gerçeklik (AR) gözlükleri gibi ürünler, giyilebilir teknolojilerin yaygın örneklerindendir. Bu cihazlar, sağlık takibi, kişisel asistanlık ve eğlence gibi birçok alanda kullanıcıların hayatını kolaylaştırmaktadır. Özellikle tıbbi giyilebilir cihazlar, hastaların sağlık durumlarının sürekli izlenmesini sağlayarak önleyici sağlık hizmetlerinde devrim yaratmaktadır. Gelecekte, beyin-bilgisayar arayüzleri gibi yenilikçi teknolojilerin devreye girmesiyle giyilebilir bilgisayarların, insan-makine etkileşiminde yeni bir dönemin kapılarını açacağı değerlendirilmektedir. Ancak bu teknolojilerin yaygınlaşması, kişisel veri güvenliği ve gizliliği gibi kritik sorunları da beraberinde getireceği unutulmamalıdır.

Robotik sistemler, üretimden sağlık hizmetlerine kadar birçok alanda otomasyonu ve verimliliği artırmaktadır. Otonom robotlar ve sanayi robotları, karmaşık görevleri hızlı ve hatasız bir şekilde yerine getirebilme yetenekleriyle öne çıkmaktadır.

Az kodlu (low-code) ya da Kodsuz (no-code) yazılım geliştirme platformları, yazılım geliştirme sürecini hızlandırarak, teknik olmayan sıradan kullanıcıların (citizen developer) bile yazılım çözümleri oluşturmasını olanaklı kılmaktadır.

Bu iki alanın kesişimi, robotik sistemlerin az kodlu platformlarla entegrasyonunu sağlayarak, daha esnek ve özelleştirilebilir robotik çözümler geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Gelecekte, yapay zekâ destekli robotik sistemlerin az kodlu platformlarla birleşmesi, işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerinde büyük bir itici güç olacaktır. Bu gelişmelerin, robotik sistemlerin daha geniş bir yelpazede uygulanabilirliğini artıracak ve daha düşük maliyetlerle daha fazla yenilik sunacağını gündeme getirmektedir.

8K sanal gerçeklik (VR) başlıkları, görsel gerçekçiliği en üst düzeye çıkararak kullanıcıların tamamen içine çekildiği bir sanal dünya deneyimi sunmaktadır. 8K çözünürlük, sanal dünyaların detaylarını inanılmaz bir netlikle sunarken, baş dönmesi ve göz yorgunluğu gibi VR kullanımına bağlı sorunları da azaltmaktadır. Günümüzde, bu tür başlıklar özellikle oyun, eğitim ve sağlık sektörlerinde kullanılmaktadır; örneğin, cerrahi simülasyonlar ve etkileşimli eğitim programları, yüksek çözünürlüklü VR başlıkları sayesinde daha etkili hale gelmektedir. Gelecekte, 8K ve üzeri çözünürlüklere sahip VR başlıklarının yaygınlaşmasının, sanal toplantılar, uzaktan çalışma ve eğlence sektörlerinde devrim niteliğinde değişikliklere yol açacağı değerlendirilmektedir. Bu başlıkların daha çok kullanım alanı bulmasıyla birlikte, sanal

ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının günlük yaşama entegrasyonunun hızlanacağı öngörülmektedir.

Ambiyans (ortam / çevresel) bilişim, çevredeki nesneler ve cihazlar arasında sürekli veri alışverişi yaparak kullanıcıların yaşamını kolaylaştıran bir teknoloji alanıdır. Bu kavram, Nesnelerin İnterneti (IoT), akıllı ev sistemleri ve çevresel algılayıcılar (sensörler) gibi teknolojileri kapsamaktadır. Ambiyans bilişim, kullanıcıların farkında olmadan etkileşimde bulunabileceği bir bilgi işlem ortamı yaratmayı hedefler; örneğin, bir akıllı ev sistemi, kullanıcının günlük alışkanlıklarına göre ışıkları ve ısıtmayı otomatik olarak ayarlayabilmektedir. Gelecekte, bu tür sistemlerin daha da gelişmesi ve yaygınlaşması beklenmektedir; bu durum, kullanıcı deneyimini eniyilerken veri gizliliği ve güvenliği konusunda yeni zorlukları da beraberinde getirebilecektir. Bu teknolojilerin topluma tam olarak entegre edilmesi, yaşam kalitesini artırırken aynı zamanda çevresel etkileri de en aza indirmeye potansiyeline sahip olacağı değerlendirilmektedir.

Duyusal internet, fiziksel dünyadaki duysal deneyimlerin dijital ortamda simüle edilmesini ya da iletilmesini sağlayan yenilikçi bir teknolojidir. Bu kavram, dokunmalı (haptik) geri bildirim teknolojileri, koku ve tat iletimi gibi alanları içermektedir. Günümüzde, özellikle dokunmalı teknolojiler sayesinde, kullanıcılar sanal ortamlarda dokunma hissini deneyimleyebilmektedir.

Duyusal internetin daha da gelişmesiyle birlikte, tam anlamıyla duysal bir sanal gerçeklik deneyimi yaşamak mümkün olacaktır; bu durum, özellikle eğlence, sağlık ve eğitim sektörlerinde devrim niteliğinde değişikliklere yol açabilecektir. Bununla birlikte, duysal verilerin iletimi ve algılanmasının, veri güvenliği ve etik konularında yeni tartışmalara neden olacağı değerlendirilmektedir. Bu teknolojinin tam potansiyeline ulaşması, sadece teknik değil, aynı zamanda toplumsal kabul açısından da önemli adımlar atılmasını gerektirecektir.

İnsansı robotlar, insan benzeri özelliklere ve davranışlara sahip robotlar olarak tanımlanır ve bu alan, robotik ve yapay zekâ teknolojilerinin birleştiği en ileri noktalardan birini temsil eder. Bu robotlar, üretimden sağlık hizmetlerine, eğlence sektöründen yaşlı bakımına kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde, insansı robotlar giderek daha karmaşık görevleri yerine getirebilmekte ve insanlarla doğal bir şekilde etkileşime geçebilmektedir. Yapay zekâ ile desteklenen bu robotlar, öğrenme ve uyum sağlama yetenekleri sayesinde, çeşitli sektörlerde insan iş gücüne tamamlayıcı ya da seçenek olarak konumlanmaktadır. İnsansı robotların daha da gelişmesi ve yaygınlaşması beklenmektedir; bu durum, iş gücünün yapısında

köklü değişiklikler, etik tartışmalar ve yeni yasal düzenlemeler gerektirebilecektir. İnsansı robotların toplumdaki rolünün insan-robot etkileşiminin evrimiyle şekilleneceği ve bu alandaki ilerlemelerin hem fırsatlar hem de zorluklar getireceği düşünülmektedir.

Diğer Teknoloji Alanlarındaki Değerlendirmeler

Savunma Teknolojileri

Bir diğer değerlendirme alanı savunma sektörüyle ilgili olup özellikle elektronik harp sürecinin siber dünyada giderek yaygınlaştığı, buna karşı önlemlerin alınması, yani bundan sonra bu yönde ciddi bir çalışma yapılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Ayrıca, algılayıcıların (sensörlerin) geliştiği ortamda, güvenliğin öncelikli olarak en temel sorunlardan biri olduğu, dolayısıyla bu sistemlerin korunabilmesi için siber güvenliğe önem verilmesinin gerektiği, özellikle yapay zekânın gelişmesi ile bunun kritikleştiği görülmektedir. Alınan birçok önleme ve mevzuat oluşturulmasına rağmen, BTK başta olmak üzere bu konuda hukuki altyapıya ilişkin çalışmaların yapılması gerektiği değerlendirilmektedir.

İnsansız Hava Araçları

Savunma alanı başta olmak üzere birçok alanda sürü yönetimli teknolojilerin, insansız araçlar ve algılayıcıların (sensörler) yapay zekâyla birlikte giderek kritikleşeceğini ve bunlara yönelik verilerin toplanıp derlenmesi ve bu konuda çalışmalara başlanması önerilmektedir.

İHA'lar (dronelar) konusundaki önerilerin başında İHA'ların özellikle savunma sektöründe ve ulaşım lojistik sektöründe ciddi bir şekilde kullanımının artacağı; bu nedenle yapay zekâ, algılayıcı teknolojileri gibi alanlarda ivedilikle çalışılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Bulut Bilişim

Bulut bilişimin giderek yaygınlaştığını, özellikle bilişim KOBİ'leri konusunda kaynakların kısıtlı ve sınırlı olmasından ötürü bulut bilişim üzerinden sağlanacak altyapıların çok önemli olduğu ve bu konuda hem düzenleme hem de teşvik ve destek verilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

AR/VR/MR

Müze uygulamaları, kültür turizm uygulamaları, özellikle Arttırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR) ile ikisinin karışımı olan Karma Gerçeklik (MR) teknolojileri şehirlerin,

binaların bir takım sanal ortamlarda yaşatılmasını ve afet sonrası yeniden yapılanmasında kullanılabilirliğini gündeme getirmektedir.

1 GİRİŞ

Türkiye'nin **sürdürülebilir kalkınmasında** önemli yeri olan Bilişim Sektörünün paydaşlarını; bilişim odaklı sektörleri, iş dünyasını, kamu kurum ve kuruluşlarını, sivil toplum kuruluşlarını ve üniversiteleri bir araya getirerek; bilişimle dönüşüm, bilgi paylaşımı, işbirliği ve politika geliştirme konularında karar vericilere katkıda bulunmak, başarıları paylaşmak ve sorunlara çözüm üretmek uluslararası alanda **teknoloji üreten** bir bilişim toplumu olmak amacıyla Türkiye 3. Bilişim Şûrası düzenlenmesine karar verilmiştir.

Türkiye 3. Bilişim Şûrası (kısaca Şûra) çalışmaları Türkiye Bilişim Derneği'nin (TBD) başlatmış olduğu ve T.C. Cumhurbaşkanlığı tarafından desteklenen, ülkemizin önde gelen Sivil Toplum Kuruluşları'nın (STK) sorumluluk üstlendiği bir çalışma olarak gerçekleştirilmektedir.

İlki 2002 yılında, ikincisi 2004 yılında yapılan Türkiye Bilişim Şûraları'nın sonuç raporları bugün de önemli bir başvuru kaynağı ve ana rehber olarak kamu yönetimine, özel sektöre ve akademik dünyaya yol göstermeyi sürdürmektedir.

Cumhuriyetimizin ikinci yüzyılına adım attığımız bugünlerde, 20. Yüzyılın ikinci yarısında başlayan bilişim devrimine sürdürülebilir kalkınma amaçlarıyla uyumlu teknik ve yönetsel adımların atılması kaçınılmazdır. İlk çeyreğini geride bırakmakta olduğumuz 21. Yüzyılın en önemli aktörleri olan; çağdaş, teknolojiyle ve bilişimle iç içe geçmiş kuşakların yeni nesil teknolojilerle örülmüş yaşam biçimlerine uyumlu olarak yetişmesi, üretimde ve kalkınmada bu bilinçle yer alması ülkenin ve toplumun gönenç düzeyini artıracaktır.

Türkiye Bilişim Şûrası'nın tüm paydaşların üstün nitelikli katkı ve katılımları ile özlenen bu sonuçlara ulaşması beklenmektedir.

Çalışma Amaçları

On İkinci Kalkınma Planı ülkemizin 2024-2028 dönemine ilişkin kalkınma adımlarını ve hedeflerini belirlemiş durumdadır. Özel İhtisas Komisyonu (ÖİK) ve Çalışma Grubu Raporları TCCB Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından kamuoyu ile paylaşılmamış olsa bile¹⁷, TBMM tarafından kabul edilerek yürürlüğe konan “On İkinci Kalkınma Planı”nın ayrılmaz parçası olan seksenin üzerindeki ÖİK ve çalışma grubunun ayrıntılı olarak hazırlamış olduğu raporlarda yer alan hedeflerin 2030 yılına kadar gerçekleştirilmesi öngörülmektedir. Bu nedenle Türkiye 3.

¹⁷ 11.09.2024 tarihi itibarıyla ÖİK Raporları paylaşılmamıştır (<https://www.sbb.gov.tr/ozel-ihisas-komisyonu-raporlari/>) (Eylül, 2024)

Bilişim Şûrası çalışmalarının da 2030 yılı ve sonrasına ilişkin dönemi hedeflemesi öngörülmüştür.

Türkiye Uluslararası Doğrudan Yatırım (UDY) Stratejisi¹⁸ raporunda küresel ortamdaki uluslararası yatırımlar ve bu alandaki eğilimler incelenmiş olup Türkiye'nin nitelikli UDY tanımına uygun yedi nitelikli UDY profili ve dört yatay eksen belirlenmiştir.

- 1) Sektöründen bağımsız tüm Ar-Ge, tasarım ve inovasyon merkezi yatırımları
- 2) Sanayi ve hizmetlerin dijital dönüşümünü sağlayan teknolojileri geliştiren/ yaygınlaştıran yatırımlar
- 3) Tedarikçi geliştiren, ileri-geri bağlantısı güçlü, teknoloji yoğun, yüksek katma değerli üretim yatırımları
- 4) Katma değerli, yüksek teknolojili hizmet sektörü ve iş hizmetleri yatırımları
- 5) Kalkınmada öncelikli bölgelerde yer seçen, sektöründen bağımsız yüksek istihdam yaratan yatırımlar
- 6) İhracat odaklı üretim yatırımları
- 7) Ara malı ithalatının yüksek olduğu sektör/ürün gruplarında ithalat bağımlılığını azaltıcı yatırımlar.

Sayısallaşma ve iklim değişikliğinin küresel UDY projelerini etkileyen en önemli eğilimler olduğu belirlenmiştir. Bu alanda yatırımların çekilebilmesi için e-mobilité ekosistemine yönelik yatırımlar, çevre teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması, atık geri dönüşümü ve enerji verimliliğini artırıcı teknolojilerin geliştirilmesine odaklanmalıdır. Bu yatırımların 2028'e kadar önceliklendirilmesi gerekmektedir.

Bilişim sektöründe yaşanan hızlı büyüme ve geleneksel sektörlerdeki sayısal dönüşüm eğilimleri, **küresel UDY akımlarını** etkileyen önemli bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yazılım ve oyun gelişimi, geleneksel teknolojilerin sayısallaştırılmasını destekleyen yatırımların örnekleri arasında 3B yazıcılar, büyük veri analitiği, nesnelerin interneti gibi alanlar bulunmaktadır. Ayrıca, ülkenin bilgi iletişim ve internet alanındaki fiziksel altyapısını destekleyen yatırımlar ile yarı iletken, elektronik parça ve bileşenlerinin yanı sıra bilgi iletişim sektörlerine yapılan yatırımlar da dikkat çekmektedir.

¹⁸ <https://www.invest.gov.tr/tr/sayfalar/turkey-fdi-strategy.aspx> (Ağustos, 2024)

Bundan önceki çalışmalardan da görüleceği üzere, sürdürülebilir ulusal kalkınma için yeniliklerin, özellikle de yeni nesil teknolojilerin izlenmesi, etki analizlerinin yapılması ve gereken önlemlerin alınması her zaman için önemini korumuştur. TCCB Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından 2019 yılında yayımlanan “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) Değerlendirme Raporu”nda¹⁹ da yer alan;

“SKA 8: İnsana Yakışır İşler ve Ekonomik Büyüme başlığında Türkiye, GSYH gelişim hızı, tarım dışı istihdam artışı, finansmana erişim gibi başlıklarda önemli bir iyileşme sağlamıştır. Ancak sanayi üretimin GSYH içindeki payı, yüksek katma değerli üretim ve verimlilik artışı gibi başlıklarda gelişim ihtiyacı devam etmektedir. Kadın ve genç istihdamının artırılması, Türkiye’de işsizlik oranının kalıcı olarak azaltılabilmesi için ekonomik büyümenin istihdam yaratan bir yapıya kavuşturulması ve işgücü niteliğinin yükseltilmesi gerekmektedir. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme, kalkınmayı doğrudan etkileyen bir başlık olarak bütün SKA’larla birlikte ele alınması gereken bir konudur. Türkiye özelinde ekonomide yenilikçilik ve teknolojik uygulamalara dayalı bir dönüşümün sağlanması, beşeri sermayenin geliştirilmesi bağlamında SKA 8’in yoksulluğa son, nitelikli eğitim, sanayi, yenilikçilik ve altyapı, sürdürülebilir üretim ve tüketim ve uygulama araçları ile birlikte ele alınması gerekmektedir.”

ifadesi bile tek başına yeniliklerin izlenmesinin ve hatta öncüsü olmanın bir devlet politikası olarak benimsenmesini ortaya koymaktadır.

Değişmeyen tek şey değişimdir. Değişim sizi yönetmeden değişimi yönetmek esastır. Bu bağlamda dünyadaki hızlı değişime ayak uydurmak için çevik, hızlı ve doğru karar alma mekanizmalarının ülkelerin geleceği açısından önemi giderek artmaktadır. Hızlı bir şekilde yaşamın her alanına giren yeni nesil teknolojilerin getirdiği ya da getireceği olanakları yalnızca tüketici olarak değil, teknolojiyi üreten olarak da karşılamamız gerekmektedir. Unutmayalım ki, bu hızlı değişim ve dönüşüm ortamında durmak geri kalmak demektir.

Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu’nun amacı, kalkınmadaki sürdürülebilirliği bireyden başlayarak, kurum ve kuruluşlara uygulayarak topyekün ülke kalkınması için kullanma ana fikrinin her zaman devlet yönetimlerinin

¹⁹ https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Değerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf (Sf. 281) (Ağustos, 2024)

vazgeçilmez öncelikleri arasında olmasını sağlayacak vizyonu sunmak; yol, yordam ve yöntemleri önermek, alınacak önlemleri belirtmektir.

Bu kapsamda yapılan öneriler ve sunulan çözümler yalnızca güncel ve bilinen yeni nesil teknolojiler için olmayıp henüz adı konmamış yeni nesil teknolojiler için de hazırlıklı olunmasını sağlamayı amaçlamıştır.

Şûra kapsamındaki diğer çalışma gruplarınca ele alınan konuların tümüne az ya da çok temas eden bu çalışma ile politika belirleyicilerin hukuktan üretime, eğitimden turizme, sağlıktan finansa, savunma sanayinden uzay teknolojilerine kadar; akıllara gelebilecek birçok konudaki olası yenilikler için düşünsel dirençlerden arınmış, akıl ve bilime dayalı çözümlerin önünü açacak düzenlemelere hazır olmalarını sağlayacak değerlendirmelere yer verilmiştir.

Çalışma Kapsamı

Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu kapsamında Kuantum Teknolojileri, Yazılım Teknolojileri, Yapay Zekâ Teknolojileri, Donanım ve Yonga (Çip) Teknolojileri, Robotik, Nesne Ağı (IoT), Artırılmış Gerçeklik / Sanal Gerçeklik / Karma Gerçeklik, Eklemeli Üretim, Blokzinciri, Sağlık Teknolojileri, Yeni Nesil İletişim Teknolojileri, Bulut Bilişimde Yeni Yaklaşımlar, Sayısal (Dijital) Finans ve Ödeme Sistemleri (FinTekler), Uzay ve Havacılık Teknolojileri, Karma Teknolojiler gibi Yeni Nesil Teknolojiler ile Tarımda, Sağlıkta, Eğitimde, Turizmde, Ulaştırımda, Enerjide, Otomotivde, Sanatta, İnşaatda, Hukukta ve Adalette, Savunmada, Haberleşmede, Gıda ve Hayvancılıkta ve diğer sektörlerde Yeni Nesil Teknolojilerin (EK-2) Sektörel Uygulamalarının Ulusal Kalkınmaya Etkileri değerlendirilmiştir (EK-3).

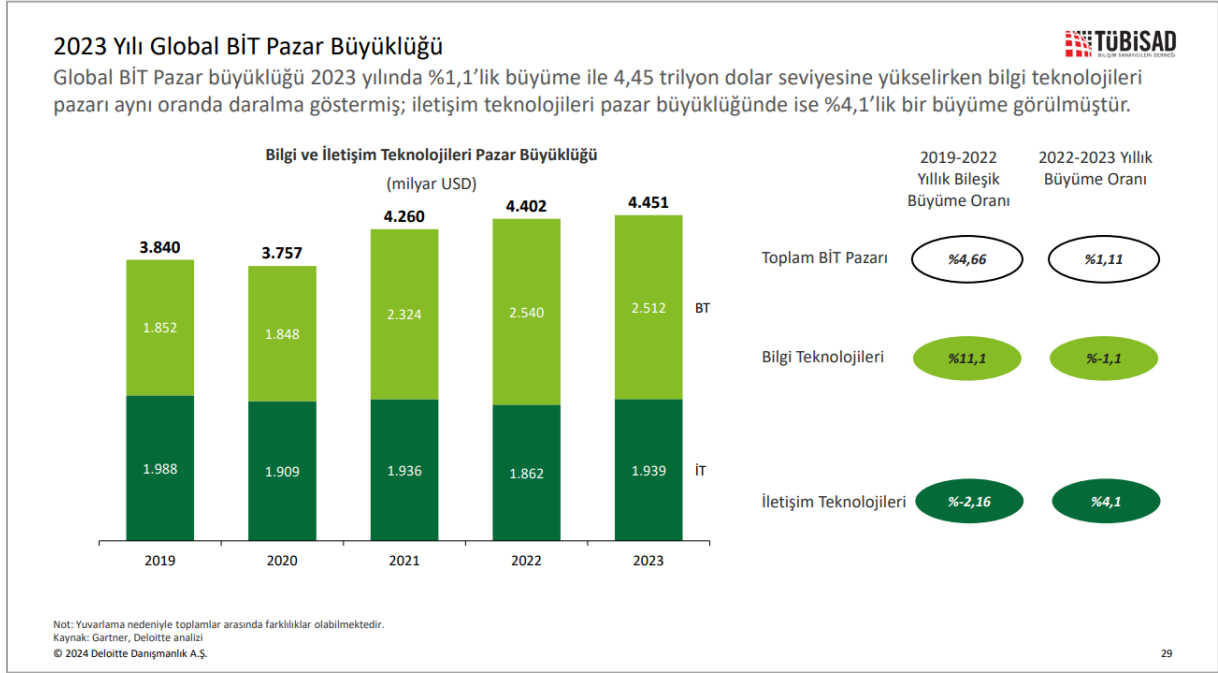
Yeni Nesil Sayısal (Dijital) Teknolojilerden Örnekler

Teknoloji, dün olduğu gibi bugün ve yarın da büyümenin ve sürdürülebilir kalkınmanın vazgeçilmez unsurları arasında yer almaya devam edecektir. Özellikle de hızlı değişim ve yeniliklerle yaşamımıza girmekte olan “Yeni Nesil Teknolojiler” gelecekteki sosyo-ekonomik yapıları da doğrudan etkileyecektir. Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) olarak tanımlanan 21. Yüzyılın yeni güç odağı bu teknolojilerin yaşamsal önemi olduğu ortadadır.

Küresel BİT Pazar büyüklüğü 2023 yılında %1,1’lik büyüme ile 4,45 trilyon dolar seviyesine yükselirken bilgi teknolojileri pazarı aynı oranda daralma göstermiş; iletişim teknolojileri pazar büyüklüğünde ise %4,1’lik bir büyüme görülmüştür. Dünya çapında BİT pazar büyüklüğünün 2024 yılında 4,8 trilyon dolar seviyesine ulaştıktan sonra yıllık %9

büyüme ile 2027 yılında 6,2 trilyon dolar büyüklüğe ulaşacağı öngörülmektedir.²⁰

Şekil 1: 2023 Yılı Küresel BİT Pazar Büyüklüğü



Büyüme hızı bu derece yüksek olan, bilim ve iş insanları tarafından geleceği şekillendireceği ve geleceğin en önemli temel taşlarından biri olacağı belirtilen bilişim ve elektronik haberleşme sektörlerinde yenilikçilik, yeni teknolojilerin yeni hizmetler oluşturması önümüzdeki on yıl içinde artan ivme ile sürecektir.

Bu bölümde sunulan teknolojilerin bir kısmı henüz yeni kullanıma girmiş olmakla birlikte geleceği şekillendirme gibi önemli özelliklere sahiptir.

Bugün yirmili yaşlarında olan, özellikle bilişim alanında eğitimlerini sürdüren ya da çalışmakta olan bugünün gençlerinin yani gelecek kuşakların yeni nesil teknolojilerle yaşamlarını sürdürecekleri ortadadır. Onların geleceklerine ilişkin kararlar alınırken gençlerden gelecek öneri ve değerlendirmelerin de önemli olduğu unutulmamalıdır. Bu bağlamda, 2023-2024 bahar döneminde Atılım Üniversitesi bilgisayar mühendisliği, yazılım mühendisliği ve bilişim sistemleri mühendisliği bölümlerini bitirmekte olan genç mühendis adaylarının da görüşleri “Az Kodlu Programlama Dersi” kapsamında alınmıştır.

²⁰ <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad-bit-2023-tr.pdf> (Ağustos, 2024)

Gelecek kuşakların gözünden yeni nesil teknolojiler konusunda öne çıkan başlıklar sınıflandırılmış olarak ayrıntılı görüşler biçiminde sunulmuştur (EK-4).

Ayrıca, Türkiye 3. Bilişim Şûrası kapsamında yer alan diğer çalışma gruplarının konuları ile ilgili ve/ya da ilişkili olduğu değerlendirilen yeni nesil teknolojiler arasındaki ilişkiler matris olarak sunulmuştur (EK-5).

Çalışma Yöntemi

Çalışma Grubu kapsamındaki konularda yapılan çalıştaylara alan uzmanları davet edilip görüş ve değerlendirmelerinden yararlanılmıştır.

İlk çalıştayda ortaya atılan görüş ve istekler olgunlaştırılarak ikinci çalıştay sonuçlarında değerlendirilmiştir.

Raporun hazırlanmasında ayrıca çeşitli kaynaklardaki belge, rapor ve araştırmalardan da yararlanılarak veriler ve istatistikler değerlendirilmiştir. Referanslar ve kaynaklar metin içinde dipnotlar biçiminde verilmiştir.

2 YENİ NESİL TEKNOLOJİLER: DÜNYADAKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER

Yeni nesil dönüştürücü teknolojiler ve yeniliklerin yanı sıra yeşil dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma, bölgesel güvenlik krizleri, göç hareketleri, kentleşme ve demografik değişim gibi küresel eğilimler de bilişim politikalarını etkileyen önemli unsurlardandır.

Dünyadaki gelişmelerin izlenmesi

Dünyadaki gelişmeler, genel olarak uluslararası konferanslar, seminerler ve fuar katılımları ile sürekli yayınlar ve akademik makaleler üzerinden izlenebilmektedir.

Bu gelişmeler çevrimiçi toplantılara katılım, seminer ve konferans katılımı, teknoloji geliştirme bölgelerindeki faaliyetler, sosyal medya, yapay zekâ destekli araştırmalar ve yurt dışı bağlantılarla olan temaslar öncelikli olmak üzere izlenmektedir.

STK'lar eliyle yapılan organizasyonlarda kamu, akademi ve özel sektör biraraya gelerek bilgi ve deneyim paylaşımı yapmaktadır.

Yayımlanan akademik ve sektörel bildiri ve raporlar izlenerek gelişmeler ve öngörüler hakkında değerlendirmeler yapılmaktadır.

Uluslararası organizasyonlara katılımlarda zorluk yaşanmakta olup katılım için verilen desteklerin artması beklenmektedir.

TÜBİTAK ULAKBİM'in akademik araştırmacılara erişim sağladığı akademik makale veritabanlarının, bilişim alanında çalışan tüm geliştirici ve kullanıcıların ortak erişimine açılmasının yararlı olacağı değerlendirilmektedir.

Aşağıda örnekleri verilen sitelerde dokümanlar, eğitimler, örnek modeller, veriler bulunmaktadır.

- Yabancı ve yerli kaynaklar, yayınlar üzerinden dünyadaki gelişmeler takip edilebilmektedir:
 - **Archive X** önemli kaynaklardan biridir.
 - Yazılım geliştirimi dünyasında **GitHub** önemlidir.
 - Makine öğrenmesi ya da Yapay Zekâ modellerinin çok sık saklandığı **Hugging Face** önemli bir kaynaktır. Hugging Face ortamının sürekli literatürü tarayıp o

gün yeni yayına düşen makaleleri size gösterdiği *papers* gibi bir alanı da bulunmaktadır.

- **Papers with Code** sitesi makalede yer alan kod ya da Yapay Zekâ modelinin konulduğu yerdir.
- Eğitim için **Coursera** ya da **Deep Learning AI** tercih edilebilir.
- **TÜBİTAK Yapay Zekâ Portalı**: Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi kapsamındaki çalışmalardan bir tanesi de Yapay Zekâ Portalıdır. Portal'de çeşitli eğitimler, farklı kaynaklar yer alacak. Yurtdışı ve yurtiçi çalışmalar toplanacak, ilgi alanlarına göre sınıflandırılarak ilgililere sunulacaktır.
- **Kamu İlişkileri**: Bakanlık, Başkanlık, Genel Müdürlüklerimiz yurtdışındaki paydaşları, kuruluşlar, birlikler ve STK'lar ile düzenli olarak bilgi paylaşımında bulunmakta, görüş sunmakta ve yenilikleri takip etmektedir. Bu bağlamda, işbirliği yapılan uluslararası uygunluk değerlendirme kuruluşları ile gerçekleştirilen periyodik uluslararası komite ve çalışma grubu toplantıları ile uygunluk değerlendirme denetimleri gerçekleştirilen sektör kuruluşlarındaki saha denetimleri sırasında elde edilen bilgiler ışığında dünyadaki gelişmeler takip edilmektedir.
- Uluslararası standartlar yakından takip edilerek ISO, IEC, CEN, CENELEC, ETSI, IEEE tarafından geliştirilen standartlardan yeni gelişmeler takip edilebilmektedir.
- Bilişim teknolojileri alanında gerçekleştirilen uygunluk değerlendirme faaliyetleri kapsamında ulusal ve uluslararası mevzuat da yakından takip edilmektedir. Özellikle son yıllarda Yapay Zekâ da dahil olmak üzere yeni nesil teknolojiler ve bunların AB ülkelerinde güvenilir, sorumlu ve etik değerlere uygun olarak kullanımı ile ilgili çıkarılan başta YZ Tüzüğü olmak üzere yayınlanan ve yayınlanmakta olan mevzuat dikkat çekmektedir.
- Ülkemizde ise mevcut mevzuat gerek siber güvenlik gerekse yapay zekâ, blokzinciri, bulut bilişim, 5G/6G teknolojileri, yeni nesil kriptoloji teknolojileri gibi alanlarda gerekli kapsayıcılık ve teknik detayı da içerecek biçimde geliştirilmelidir. Mevzuatın uluslararası mevzuat ile geliştirilmeye ihtiyacı bulunmaktadır.

- **Sosyal Medya:** Doğrudan bu alanda çalışan insanların sosyal medya hesaplarının bulunması durumunda birçok konuda bilgi sahibi olabilmek, gelişmeleri takip etmek, yeni fikirleri izleyebilmek mümkün olmaktadır.
 - Twitter (X): Önemli bir kaynaktır. Belirli kişilerin tweet'lerini takip ederek birçok konuda bilgi sahibi olabilmek, gelişmeleri takip etmek mümkündür.
 - Youtube: YouTube erişim anlamında, kolaylık ve bir şekilde takip anlamında da insanların zaten alışık olduğu, teknolojiyi kullanma bakımından da alışık olduğu bir platformdur.
 - Reddit: Sosyal medya forumlarında tartışmalara katılarak ya da izleyerek bilgi sahibi olabilmek, sorulara cevap bulabilmek mümkündür.
 - Discord: Bir sivil/dijital sivil toplum örgütü gibi görmenizde fayda vardır. Burada insanlar bir araya gelip bir mesajlaşma platformu üzerinden gelişmeleri, eğitimleri takip edebilmektedirler.
 - Kaggle: Veri setinin sabit ve şeffaf bir şekilde açık olması ve bunun üzerinde insanların yarışma yapar gibi ortaya konulan bir problemi çözmeye çalışmaları yöntemini kullanmaktadır.

2.1 Finans ve İlişkili Teknolojilerde Dünyadaki Gelişmeler, Eğilimler, Beklentiler

Finans ve ilişkili teknolojiler (Fintech) alanında dünya genelinde yaşanan gelişmeler, eğilimler ve geleceğe yönelik beklentiler oldukça dinamik ve hızla değişen bir yapıya sahiptir. Bu alandaki gelişmeler, teknolojik yenilikler, düzenleyici ortamlar, kullanıcı alışkanlıkları ve küresel ekonomik koşullarla yakından ilişkilidir. Öne çıkan bazı noktalar şöyledir:

1. Merkez Bankası Dijital Paraları (CBDC)

Birçok ülke, kendi merkez bankası dijital paralarını (CBDC) geliştirmek ve test etmek için adımlar atıyor. Özellikle Çin, dijital yuanı (e-RMB) büyük ölçekte kullanıma sunarak bu alanda öncü olmuştur. ABD ve Avrupa Merkez Bankası (ECB) ise dijital dolar ve dijital euro üzerine çalışmalarına devam etmektedir²¹.

²¹ https://www.ey.com/tr_tr/banking-capital-markets/fintech-ecosystems/fintek-sektorunde-kuresel-gorunum-ve-turkiye-perspektifi (Ağustos, 2024)

2. Merkezi Olmayan Finans (DeFi)

DeFi, yani merkezi olmayan finans, hızla büyüyen bir alan. Ethereum tabanlı protokoller ve platformlar, kredi sağlama, likidite madenciliği ve borç verme gibi hizmetlerde önemli ilerlemeler kaydediyor. Bu alandaki gelişmeler, geleneksel finans kuruluşlarının da ilgisini çekmektedir²².

3. Dijital Dönüşüm ve FinTech

Bankacılık sektörü, dijital dönüşümle birlikte büyük değişimlerden geçmektedir. Kredi kartlarıyla başlayan dijitalleşme süreçleri, ATM, internet ve mobil bankacılık hizmetleriyle devam etmektedir. Yapay zekâ, blokzinciri ve büyük veri analitiği gibi teknolojiler, finansal hizmetlerin daha verimli ve kullanıcı dostu olmasını sağlamaktadır. COVID-19 salgını sürecinde tüm dünyada bankaların dijital ürün ve uygulamalarının müşteriler tarafından yoğun olarak kullanılması, bu hizmetlerin temel bankacılık hizmetlerinin tümünün dijitalleşme sürecini hızlandırmıştır. Günümüzde fiziksel bir mekâna gereksinim duymadan bankacılık hizmetlerini elektronik ortamda veren ülkelere, Türkiye de yapılan kanuni düzenlemelerle katılmıştır²³.

Avrupa Dijital Kimlik Yönetmeliği (Yönetmelik (AB) 2024/1183 - eIDAS 2.0) 30 Nisan 2024 tarihinde Avrupa Birliği Resmi Gazetesi'nde yayımlanmış ve 20 Mayıs 2024 tarihinde yürürlüğe girmiştir.²⁴

Yönetmeliğe göre, AB Üye Devletleri, teknik özellikleri ve sertifikasyonu ana hatlarıyla belirten Uygulama Yasalarının kabulünden itibaren 24 aya kadar vatandaşlara **AB Dijital Kimlik Cüzdanları sağlamalıdır. Madde 5a'ya göre, Komisyon, 21 Kasım 2024'e kadar** uygulama yasaları aracılığıyla bir referans standartları listesi oluşturacak ve gerektiğinde Avrupa Dijital Kimlik Cüzdanının uygulanmasına ilişkin özellikler ve prosedürleri belirleyecektir.

Yönetmelik, iç pazardaki elektronik işlemler için elektronik kimlik ve güven hizmetlerine ilişkin (AB) 910/2014 sayılı Yönetmeliği ('eIDAS Yönetmeliği') değiştirmektedir. Bu değişiklik, toplumun tüm işlevlerinin dijitalleşmesinin önemli ölçüde artması nedeniyle

²² https://www.ey.com/tr_tr/banking-capital-markets/fintech-ecosystems/fintek-sektorunde-kuresel-gorunum-ve-turkiye-perspektifi (Ağustos, 2024)

²³ <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ead/issue/79635/1325030> (Ağustos, 2024)

²⁴ <https://www.european-digital-identity-regulation.com/> (Eylül, 2024)

gereklidir. COVID-19 salgını sonrasında hem kamu hem de özel hizmetlerin sunumu giderek daha fazla dijital hale gelmektedir.

4. Yeşil Finans

Çevresel sürdürülebilirlik, finans sektöründe de önemli bir yaklaşım haline gelmiştir. Yeşil finans, çevre dostu projelerin finansmanını sağlamak için kullanılan finansal araçları ifade etmektedir. Bu alanda yapılan yatırımlar, hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlamaktadır²⁵.

2.2 Enerji ve Çevreci Teknolojilerde Dünyadaki Gelişmeler, Eğilimler, Beklentiler

Enerji ve çevreci teknolojilerde dünya genelindeki gelişmeler ve eğilimlerden bazıları şöyledir:

1. **Güneş ve rüzgar enerjisi** gibi yenilenebilir enerji kaynakları, birçok ülkede elektrik üretiminde önemli bir paya sahip olmaya başlamıştır. Özellikle güneş enerjisi, maliyetlerin düşmesiyle birlikte daha yaygın hale gelmektedir.
2. **Elektrikli araçların** satışları hızla artmaktadır. Bu, fosil yakıt tüketimini azaltarak karbon emisyonlarını düşürmeye yardımcı olmaktadır.
3. **Batarya** teknolojilerinde yaşanan ilerlemeler, yenilenebilir enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlayarak enerji arzının sürekliliğini artırmaktadır.
4. Birçok ülke ve şirket, **karbon nötr** olma hedefleri belirlemektedir²⁶.
5. **Enerji verimliliği**, hem maliyetleri düşürmek hem de çevresel etkileri azaltmak için önemli bir odak noktası haline gelmiştir. Yeşil Hidrojen, hidrojen üretiminde yenilenebilir enerji kullanımı ve temiz enerji geçişinde önemli bir rol oynamaktadır. Yeşil hidrojen, özellikle ağır sanayi ve ulaşım sektörlerinde fosil yakıtların yerini alabilecektir.
6. **Enerji depolama**, akıllı şebekeler ve **yenilenebilir enerji** teknolojilerinde enerji sistemlerinin daha esnek ve güvenilir olmasını sağlayacak ilerlemeler beklenmektedir.

²⁵ <https://www.tbb.org.tr/tr/hakkimizda/etkinlikler/2021/bankacilik-ve-finans-sektorunde-guncel-gelistmeler-ve-beklentiler-konferansi-duzenlendi/1447> (Ağustos, 2024)

²⁶ <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2021/11/2021-Dunya-Enerji-Gorunumu-Raporu-Ozeti.pdf> (Ağustos, 2024)

7. **Yenilenebilir enerji** projelerine yapılan yatırımlar artırılarak hükümetlerin temiz enerjiye geçişi destekleyen politikalar uygulamaya devam etmesi beklenmektedir²⁷.
8. **İklim değişikliğiyle mücadelede** temiz enerji teknolojilerinin yaygınlaşmasını hızlandırabilecek uluslararası işbirliklerinin artması beklenmektedir.

2.3 Sağlık Teknolojilerinde Dünyadaki Gelişmeler, Eğilimler, Beklentiler

Gelişmiş ve öncü ülkeler, sağlık teknolojilerinde büyük yatırımlar yaparak bu alanda yenilikçi çözümler geliştirmeye devam etmektedir. Bu ülkelerin sağlık teknolojilerinde yaptığı çalışmalar, dijital sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi, yapay zekâ uygulamalarının entegrasyonu ve veri yönetimi gibi alanlarda önemli ilerlemeler kaydetmelerine olanak sağlamaktadır. Öne çıkan bazı ülkeler ve yaptıkları çalışmalar şöyledir:

1. Amerika Birleşik Devletleri (ABD):

- **Yapay Zekâ ve Dijital Sağlık:** ABD, yapay zekâ (AI) ve makine öğrenmesi (ML) teknolojilerinin sağlık sektörüne entegrasyonu konusunda lider konumdadır. ABD'de, FDA (Gıda ve İlaç İdaresi) tarafından onaylanan YZ tabanlı tıbbi cihazların sayısı hızla artmaktadır. Bu teknolojiler, hastalıkların erken teşhisi, kişiselleştirilmiş tedavi planları ve hasta takibi gibi alanlarda kullanılmaktadır.^{28 29},
- **Dijital Sağlık Girişim (Start-up) Ekosistemi:** Silikon Vadisi gibi merkezlerde çok sayıda sağlık teknolojisi girişimi ortaya çıkmakta ve büyük yatırımlar almaktadır. Özellikle dijital sağlık platformları, tele-sağlık hizmetleri ve uzaktan hasta izleme sistemleri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

2. Çin:

- **Tele-Sağlık ve Giyilebilir Teknolojiler:** Çin, geniş nüfusuna hizmet sunmak için tele-sağlık ve giyilebilir sağlık teknolojilerine yoğun yatırım yapmaktadır. Çin'deki büyük sağlık platformları, yapay zekâ destekli teşhis ve tedavi çözümleri sunmakta, ayrıca

²⁷ <https://www.eurasian-research.org/publication/turkiyenin-yenilenebilir-enerji-politikalari-guncel-gelistmeler-ve-gelecek-perspektifleri/?lang=tr> (Ağustos, 2024)

²⁸ <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/what-to-expect-from-medtech-in-2024> (Ağustos, 2024)

²⁹ https://medtechintelligence.com/feature_article/care-beyond-walls-six-digital-trends-shaping-health-care-in-2024/ (Ağustos, 2024)

COVID-19 gibi salgın hastalıklarla mücadelede bu teknolojileri etkin bir şekilde kullanmıştır.³⁰

- **Veri Analitiği:** Çin, büyük veri analitiği ve YZ kullanımıyla sağlık sektöründe verimliliği artırmaya odaklanmaktadır. Hastane ve sağlık sistemlerinde veri yönetimi ve analitiği, karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır.

3. Japonya:

- **Yaşlı Bakımı ve Robotik:** Japonya, yaşlanan nüfusu için robotik sistemler ve yapay zekâ destekli çözümler geliştirmede öncü konumdadır. Robotlar, yaşlı bakım evlerinde ve hastanelerde hemşirelere yardımcı olmakta, rutin görevleri yerine getirmekte ve hastaların rehabilitasyon sürecini desteklemektedir.³¹
- **Sağlık Verisi Yönetimi:** Japonya, sağlık veri yönetimi ve birlikte çalışabilirlik çözümlerine büyük önem vermektedir. Farklı sağlık sistemlerinin birbirleriyle veri paylaşmasını sağlayacak çözümler üzerinde çalışmalar sürmektedir.³²

4. Almanya:

- **Dijital Sağlık Yasaları ve Teşvikler:** Almanya, dijital sağlık çözümlerinin benimsenmesi için yasal düzenlemeler ve teşvikler uygulamaktadır. Özellikle elektronik sağlık kayıtları ve tele-sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmaktadır.³³
- **E-sağlık Altyapısı:** Almanya, hastane ve kliniklerde dijital sağlık hizmetlerinin altyapısını geliştirmek için büyük yatırımlar yapmaktadır. Bu, hastaların sağlık bilgilerine dijital olarak erişim sağlamalarını kolaylaştırmakta ve doktorlar arasında bilgi paylaşımını hızlandırmaktadır.

5. Birleşik Krallık:

- **Ulusal Sağlık Servisi (NHS) ve Dijital Sağlık:** Birleşik Krallık, Ulusal Sağlık Servisi (NHS) aracılığıyla dijital sağlık hizmetlerini geliştirmektedir. NHS, yapay zekâ ve veri

³⁰ <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/what-to-expect-from-medtech-in-2024>

³¹ <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/what-to-expect-from-medtech-in-2024>

³² <https://www.trinetix.com/insights/2024-outlook-10-major-healthcare-technology-trends> (Ağustos, 2024)

³³ <https://news.medtronic.com/five-healthcare-technology-trends-in-2024-newsroom> (Ağustos, 2024)

analitiği kullanarak sağlık hizmetlerinin verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Ayrıca, kişiselleştirilmiş tedavi planları ve hastalık önleme programları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.³⁴

- **Genomik Tıp:** Birleşik Krallık, genomik tıp alanında da ileri çalışmalar yapmaktadır. Genetik verilerin analizi ile kişiselleştirilmiş tedaviler ve hastalıkların önceden tahmin edilmesi gibi alanlarda önemli ilerlemeler kaydedilmektedir.

Bu ülkeler, sağlık teknolojilerinde dünya çapında lider olarak konumlanmış durumdadır ve bu alanlarda yapılan yenilikler, küresel sağlık hizmetlerinin geleceğini şekillendirmeye devam etmektedir.

2.4 Kuantum Teknolojilerinde Dünyadaki Gelişmeler, Eğilimler, Beklentiler

Dünya’da kuantum hesaplama ve algılama teknolojileri, ağırlıklı olarak savunma, haberleşme, finans, optimizasyon gibi alanlarda kullanılmakta ve/veya kullanılması amaçlanmaktadır. Bu alanda aktif olarak çalışan kamu ve özel sektör kuruluşlarının güncel hesaplama altyapılarına ulaşabilmesinin yöntemlerinden birisi, gizlilik sözleşmeleri kapsamında IBM, Pascal, Xanadu ve D-Wave gibi şirketlerle düzenli toplantılar gerçekleştirmek, hesaplama süresi olarak hizmet sözleşmeleri yapmak olarak ifade edilmektedir.

Kriptografi, PQC (Post-Quantum Cryptography) ve QKD (Quantum Key Distribution) gibi konuların da ele alınarak gelecek planlarında teknolojilerin kritik olduğu belirtilmektedir. Özellikle haberleşme alanında standardizasyon organizasyonlarının önemi vurgulanmıştır. Kuantum teknolojiler alanında bazı standartların oluşması aşamasında konuya dahil olmak, standartları oluşturabilecek patent başvurularında bulunmanın önemi belirtilmiştir.

Güncel gelişmeleri takip etmek için Dünya Ekonomik Forumu (WEF) gibi organizasyonların çalışma gruplarına katılım, kuantum teknolojileriyle ilgili yatırımların, teknik gelişmelerin ve akademik yayınların düzenli takibi, konferanslar ve diğer çalışma gruplarıyla iletişim, akademik yayınların ve konferansların takibi, fon çağrılarının ve teknoloji hazırlık seviyesinin belirlenmesinin önemi vurgulanmaktadır.

³⁴ <https://htdhealth.com/insights/most-impactful-digital-health-trends-in-medtech/> (Ağustos, 2024)

Özellikle Avrupa'da bir süper bilgi işlem ekosistemi yaratmayı amaçlayan EuroHPC girişimi kapsamındaki belirli projelere TÜBİTAK ULAKBİM üzerinden üye olunmuş olup, bu girişim kapsamında klasik bilgisayarların kurulmasında ortak olduğu gibi kuantum bilgisayarlara da yatırım yapılmaktadır ve 2030 yılına kadar altı farklı ülkede sistem kurulması planlanmaktadır. Bu kapsamda, bu bilgisayarların devreye alınmasıyla erişime açılması da dahil olmak üzere proje çağrıları açılmakta, bu alanda işbirlikleri geliştirerek Türkiye'nin ulusal ve uluslararası konumunu güçlendirmek hedeflenmektedir.

Gelinen aşamada, konunun stratejik olarak önem kazanması sebebi ile hem özel sektör hem de üniversitelerin artık kendi içlerine kapanma sürecinde oldukları ve “state-of-the-art” durumunu takip etmenin kolay olmadığı belirtilmiştir. Kuantum alanındaki bazı AB proje çağrılarında Türkiye'nin dahil edilmediği durumlar bile oluşmaktadır. Bu alanda önde gelen ülkelerin kuantum teknoloji yol haritalarının birbirleri ile örtüştüğü, rekabet farkını yaratan konunun ise hızlı hareket edebilme yeteneği olduğu ifade edilmektedir.

Başlıca ülkelerin kuantum teknolojisi konusunda attıkları adımlar ve stratejileri şöyledir:^{35 36 37}

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

2018 yılında "National Quantum Initiative Act" ve 2022'de "Quantum Computing Cybersecurity Preparedness Act" kabul edildi. 2022'de 918 milyon dolar, 2023'te ise 844 milyon dolar bütçe talep edildi. IBM'in 10 yıl içinde 100,000 kübit kullanacak bir sistem geliştirme hedefi bulunmaktadır.

Fransa

Ulusal Kuantum Stratejisi 2021'de açıklandı, 18 milyar avroluk bir bütçe ayrıldı. Kuantum bilgisayarlar, simülatörler, iletişim sistemleri, kriyojenik teknolojiler ve kuantum sonrası kriptografi gibi alanlara odaklanıldı. 2025 yılına kadar 5000 kişilik yetenekli işgücü ve 2030'a kadar 30,000 kişilik istihdam hedeflenmiştir.

³⁵ <https://fintechtime.com/2023/09/gelismis-ulkeler-kuantum-teknolojisine-nasil-bakiyor/> (Ağustos 2024)

³⁶ <https://fintechtime.com/2023/10/gelismis-ulkeler-kuantum-teknolojisine-nasil-bakiyor-bolum-2/> (Ağustos 2024)

³⁷ <https://fintechtime.com/2023/11/gelismis-ulkeler-kuantum-teknolojisine-nasil-bakiyor-bolum-3/> (Ağustos 2024)

Avustralya

Ulusal Kuantum Stratejisi 2023'te yayınlandı, 1 milyar Avustralya doları bütçe ayrıldı. 2040'a kadar 16,000 kişilik işgücü yetiştirilmesi ve ekonomiye 4 milyar USD'den fazla katkı sağlanması planlanmıştır.

Güney Kore

Ulusal Strateji 2023 Haziran ayında açıklandı. 2035 yılına kadar 233 milyar doların üzerinde yatırım planlanmıştır. Kendi kuantum bilgisayarını geliştirme ve küresel pazar payının %10'unu elde etme hedefi bulunmaktadır.

Danimarka

2023-2027 yılları arasında kuantum teknolojisine 1 milyar DKK (yaklaşık 147 milyon USD) yatırım yapılması planlanmıştır. Novo Nordisk Vakfı, Niels Bohr Enstitüsü'nde bir kuantum programı için 12 yıl boyunca 220 milyon USD tutarında bir hibe vereceğini açıklamıştır.

İngiltere

Ulusal Kuantum Stratejisi 2023'te yayınlandı, 4 temel hedef belirlendi. Bu alanda bugüne kadar 1 milyar sterlinin üzerinde yatırım yapıldı. Ulusal Kuantum Hesaplama Merkezi'ne ilk 5 yıl için 93 milyon sterlin bütçe ayrıldı.

Almanya

Çerçeve Program 2018'de yayınlandı, 650 milyon € bütçe ayrıldı. 2020 yılında 2 milyar €'luk ek bir bütçe daha açıklandı. 2022 itibariyle Almanya'da kuantum teknolojilerine odaklanan 6 yüksek lisans programı bulunmaktadır.

İspanya

Ülkenin ilk kuantum bilgisayarını geliştirmek ve ulusal bir kuantum bilişim ekosistemi oluşturmak amacıyla Quantum Spain Programı 2022-2025 yılları arasında uygulanacaktır. İlk aşamada 22 milyon avroluk bütçe ayrılmıştır.

Kanada

Ulusal Kuantum Stratejisi 2022'de yayınlandı. 2012-2022 yılları arasında 1 milyar dolardan fazla yatırım yapıldı. 2011 yılında Kanadalı D-Wave, ticari anlamda kullanılabilir ilk kuantum bilgisayarını geliştirdi.

Finlandiya

Finnish Quantum Agenda 2022 yılında yayınlandı. 2024 yılına kadar 50 kubitlik bir kuantum bilgisayar geliştirilmesi hedeflenmiştir. VTT ve IQM aracılığıyla 21 milyon avroluk bir hükümet desteği sağlanmıştır.

Çin

2022 yılı itibariyle 15 milyar dolar yatırım planlanmıştır. 2023 yılı Ekim ayında Jiuzhang 3 kuantum bilgisayar, bir matematik problemini saniyenin milyonda biri kadar bir sürede çözdü.

Hindistan

Ulusal Kuantum Misyonu için 2020 yılı bütçesinden 961 milyon dolar ayrıldı. 2031 yılına kadar 50 ila 1000 kubit aralığında kuantum bilgisayarlar geliştirmek hedeflenmiştir.

Japonya

Kuantum Gelecek Toplumu Vizyonu 2022'de formüle edildi. 2030 yılına kadar kuantum teknolojileri kullanılarak 50 trilyon yenlik üretim hacmine ulaşılması beklenmektedir.

Rusya

Kuantum teknolojilerine yapılan yatırımın 2025 yılına kadar toplam 1 milyar dolara çıkarılması planlanıyor. 16 kubitlik ilk kuantum bilgisayar geliştirildi.

2.5 Yapay Zekâ Teknolojilerinde Dünyadaki Gelişmeler, Eğilimler ve Beklentiler

Yapay zekâ (YZ) teknolojilerindeki dünya çapındaki gelişmeler oldukça dinamik ve çok yönlüdür. Bu alandaki önemli gelişmelerin bazıları ana hatlarıyla şöyledir:

1. Derin Öğrenme ve Gelişmiş Makine Öğrenimi Modelleri

- **Transformers ve Dil Modelleri:** GPT-3 ve GPT-4 gibi büyük dil modelleri (LLM) doğal dil işleme (NLP) alanında devrim yaratmıştır. Bu modeller, metin oluşturma, çeviri, özetleme ve çok daha fazlası gibi çeşitli görevlerde insan benzeri performans sergileyebilmektedir.

- **Özelleştirilmiş YZ Modelleri:** Farklı sektörlerle yönelik özel YZ modellerinin geliştirilmesi hız kazanmıştır. Örneğin, sağlık sektöründe hastalık teşhisi ve tedavi önerileri sunan yapay zekâ sistemleri, finans sektöründe ise risk analizi ve portföy yönetimi için özelleştirilmiş YZ çözümleri yaygınlaşmaktadır.

2. Yapay Zekâ Etiği ve Düzenlemeler

- **YZ Etik Kuralları:** YZ'nin kullanımında adil, sorumlu ve şeffaf uygulamaları sağlamak için küresel ölçekte etik kurallar ve düzenlemeler oluşturulmaktadır. Avrupa Birliği, YZ'nin etik kullanımını sağlamak için Avrupa Komisyonu tarafından 21 Nisan 2021 tarihinde sunulan ve Yapay Zekâ (YZ) sistemlerinin piyasaya arzı, hizmete sunulması ve bazı uygulamaların yasaklanmasına dair kuralları belirleyen “Yapay Zekâ Hakkında Uyumlaştırılmış Kurallar Getiren ve Bazı Birlik Yasama Tasarruflarını Değiştiren (AB) 2024/1689 sayılı Tüzük”, 12 Temmuz 2024 tarihinde AB Resmi Gazetesi’nde yayımlanmıştır. Tüzük, 1 Ağustos 2024 tarihinde yürürlüğe girmiştir.³⁸.
- **Önyargı ve Ayrımcılık Problemleri:** YZ sistemlerinin önyargılı kararlar vermesini önlemek amacıyla çeşitli yöntemler ve algoritmalar geliştirilmektedir. Bu bağlamda, veri setlerinin çeşitliliği ve modellerin şeffaflığı konularında önemli çalışmalar yürütülmektedir.

3. Otonom Sistemler ve Robotik

- **Otonom Araçlar:** Sürücüsüz otomobiller, hava araçları (drone'lar) ve deniz araçları gibi otonom sistemler üzerinde çalışmalar hızla devam etmektedir. Tesla, Waymo gibi şirketler bu alanda önemli yatırımlar yapmaktadır.
- **Robotik ve Endüstriyel Otomasyon:** İmalat sektöründe YZ destekli robotlar, üretim süreçlerini daha verimli hale getirirken, insansız fabrikalar ve depoların sayısı artmaktadır.

4. Sağlıkta Yapay Zekâ Uygulamaları

³⁸ <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj> (Ağustos, 2024)

- **Teletıp ve YZ Destekli Tanı Sistemleri:** COVID-19 pandemisi ile hızlanan bu alanda, YZ tabanlı tanı ve tedavi öneri sistemleri yaygınlaşmıştır. YZ, görüntüleme teknikleri (örneğin, röntgen, MR) üzerinden hastalıkları tespit etmekte ve tedavi süreçlerini optimize etmektedir.
- **Kişiselleştirilmiş Tıp:** Genetik veriler ve YZ kullanılarak kişiye özel tedavi planları oluşturulmakta ve ilaç geliştirme süreçleri hızlandırılmaktadır.

5. YZ ve Siber Güvenlik

- **YZ Tabanlı Tehdit Algılama:** Siber güvenlik alanında, YZ ve makine öğrenimi teknikleri, tehditleri daha hızlı ve etkin bir şekilde tespit etmek için kullanılmaktadır. YZ tabanlı sistemler, anormallikleri ve saldırıları erken tespit edebilmekte ve bu sayede önlem alınmasına olanak tanımaktadır.
- **Kötü Amaçlı YZ Kullanımları:** YZ, siber saldırılar için de kullanılabilmekte olup, bu alanda YZ tabanlı kötü amaçlı yazılımların ve saldırı yöntemlerinin tespit edilmesi için çalışmalar sürmektedir.

Yapay zekâ teknolojileri, hızla gelişen ve birçok sektörde köklü değişiklikler yaratan bir alandır. Gelişmeler, etik, yasal, teknik ve ekonomik boyutlarıyla geniş bir yelpazede incelenmeli ve bu alandaki fırsatlar ile riskler dengeli bir şekilde ele alınmalıdır.

Yapay zekâ teknolojisinin dünyadaki kullanım alanları ve bu teknolojilerin toplum, ekonomi ve çeşitli endüstriler üzerindeki etkilerine ilişkin örnekler şöyledir:

1. Sağlık Sektöründe Yapay Zekâ Gelişmeleri

a. Teşhis ve Tedavi Süreçlerinde Yapay Zekâ

- **Tıbbi Görüntüleme ve Tanı:** YZ, röntgen, manyetik rezonans (MR) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi tıbbi görüntüleme tekniklerinde anormallikleri tespit etmek için kullanılmaktadır. Örneğin, Google'ın geliştirdiği bir YZ modeli, akciğer kanserini tespit etmede radyologlardan daha başarılı sonuçlar elde etti.
- **Kişiselleştirilmiş Tedavi:** Genetik verilerin ve hastaların geçmiş tıbbi kayıtlarının analiz edilmesiyle, YZ hastaya özel tedavi planları

oluşturabilmektedir. Bu, tedavi süreçlerini daha etkili hale getirirken yan etkileri azaltılabilmektedir.³⁹

b. Teletıp ve Uzaktan Sağlık Hizmetleri

- **Teletıp Sistemleri:** Pandemi sonrası dönemde hızla büyüyen teletıp hizmetlerinde YZ, doktorların uzaktan hastalık teşhisi koymalarına yardımcı olmakta ve hastalarla etkileşimlerini optimize etmektedir.
- **Yapay Zekâ Destekli Sağlık Asistanları:** YZ tabanlı uygulamalar, semptom takibi ve ilaç hatırlatmaları gibi görevlerde kullanılmakta, bu da hastaların sağlık yönetimlerini daha etkin bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır.

2. Finans Sektöründe Yapay Zekâ Uygulamaları

a. Risk Yönetimi ve Dolandırıcılık Tespiti

- **Dolandırıcılık Algılama:** YZ, kredi kartı işlemlerinde veya sigorta taleplerinde anormallikleri tespit ederek dolandırıcılığı önlemekte kullanılmaktadır. Bu, hem bireysel kullanıcıları hem de şirketleri finansal kayıplardan korumaktadır.
- **Kredi Skorum ve Risk Değerlendirme:** YZ, bireylerin kredi skorlarını daha doğru bir şekilde belirlemek için geniş veri setlerini analiz edebilmekte olup finansal kurumların risk yönetimini iyileştirmelerine yardımcı olmaktadır.

b. Otomatik Ticaret Sistemleri

- **Algo-Trading (Algoritmik Ticaret):** YZ, büyük miktarda finansal veriyi gerçek zamanlı olarak analiz edebilir ve buna göre alım-satım kararları alabilmektedir. Bu sistemler, borsalarda milisaniyeler içinde işlem yaparak avantaj sağlayabilmektedirler.
- **Portföy Yönetimi:** YZ, yatırımcıların risk toleranslarına ve finansal hedeflerine göre optimize edilmiş portföyler oluşturmak için kullanılmaktadır. Robo-danışmanlar bu alandaki önemli bir yeniliktir.

3. Eğitim Sektöründe Yapay Zekâ Gelişmeleri

³⁹ <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3065337> (Ağustos, 2024)

a. Kişiselleştirilmiş Öğrenme

- **Uyarlanabilir Öğrenme Sistemleri:** YZ, öğrenci performansını analiz ederek kişiye özel öğrenme yolları sunmaktadır. Öğrencinin güçlü ve zayıf yönlerine göre ders materyalleri ve öğrenme hızları ayarlanır, bu da daha etkili öğrenme süreçlerine yol açar.⁴⁰
- **Sanal Öğretmenler ve Asistanlar:** YZ tabanlı sanal öğretmenler, öğrencilerin sorularına anında yanıt vererek öğrenme sürecini desteklemektedir. Bu tür asistanlar, özellikle evde eğitim ve uzaktan öğrenme sırasında büyük fayda sağlamaktadır.

b. Öğrenci Başarısının İzlenmesi ve Değerlendirme

- **Başarı Analizi ve Tahmin:** YZ, öğrencilerin performansını analiz ederek hangi öğrencilerin ek desteğe ihtiyaç duyabileceğini belirlemektedir. Ayrıca, bu sistemler gelecekteki başarılarını tahmin ederek öğrencilere ve öğretmenlere rehberlik etmektedir.
- **Otomatik Sınav Değerlendirmesi:** YZ, sınavları ve yazılı çalışmaları otomatik olarak değerlendirerek öğretmenlerin yükünü hafifletir ve daha objektif sonuçlar sağlamaktadır.

4. Hukuk Sektöründe Yapay Zekâ Uygulamaları

a. Hukuki Araştırma ve Belge Yönetimi

- **Yasal Araştırmalar:** YZ, büyük miktarda hukuki belgeyi hızlı bir şekilde tarayarak avukatların gerekli bilgilere daha hızlı ulaşmalarını sağlamaktadır. Böylece davaların hazırlık süreci kısaltılıp verimlilik artmaktadır.
- **Akıllı Sözleşmeler:** Blokzinciri ve YZ kombinasyonu ile akıllı sözleşmeler, belirli koşullar sağlandığında otomatik olarak yürürlüğe girebilmektedir.

b. Davaların Sonuçlarının Tahmin Edilmesi

⁴⁰ <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3385821> (Ağustos, 2024)

- **Hukuki Tahmin Modelleri:** YZ, geçmiş davaların sonuçlarını analiz ederek, mevcut davalarda olası sonuçları tahmin edebilmektedir. Avukatlara müvekkillerine daha doğru danışmanlık sunma olanağı vermektedir.
- **Yasal Karar Destek Sistemleri:** YZ tabanlı sistemler, hakimlere davaların karmaşıklığını analiz etme ve karar verme süreçlerinde yardımcı olma potansiyeline sahiptir.

5. Sanayi ve Üretim Sektöründe Yapay Zekâ Uygulamaları

a. Endüstriyel Otomasyon

- **Otonom Üretim Hatları:** YZ destekli robotlar, üretim süreçlerini otomatize ederek verimliliği artırmaktadır. Böylece insansız fabrikaların yaygınlaşmasını sağlamakta ve insan hatalarını en aza indirmektedir.
- **Tahmine Dayalı Bakım:** YZ, makinelerin ne zaman arızalanabileceğini tahmin ederek bakım işlemlerini planlayabilmektedir. Bu, beklenmedik arıza sürelerini azaltıp üretim sürecini kesintisiz hale getirmektedir.

b. Tedarik Zinciri Optimizasyonu

- **Envanter Yönetimi:** YZ, talep tahminlerine dayalı olarak envanter seviyelerini optimize edebilmektedir. Stok fazlalığı veya eksikliği gibi sorunların önüne geçilmektedir.
- **Tedarikçi Seçimi ve Değerlendirme:** YZ, tedarikçilerin performansını analiz ederek en uygun tedarikçi seçiminde işletmelere yardımcı olabilmektedir. Böylece, tedarik zincirinin genel verimliliğini artırmaktadır.

Bazı ülkelerin yapay zekâ teknolojilerini nasıl kullandığını ve bu alandaki stratejik adımları şöyledir:

1. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

a. Büyük Dil Modelleri ve YZ Araştırmaları

- **Öncü Teknoloji Şirketleri:** Google, Microsoft, OpenAI ve IBM gibi büyük teknoloji şirketleri, yapay zekâ araştırmaları ve uygulamalarında dünya lideridir. Örneğin, OpenAI tarafından geliştirilen GPT-3 ve GPT-4 gibi modeller, doğal dil işleme alanında çığır açıcı yenilikler getirmiştir.

- **AI Araştırma Merkezleri:** Stanford Üniversitesi, MIT ve Carnegie Mellon gibi üniversiteler, YZ araştırmalarında önde gelen kurumlar arasındadır. Bu kurumlar, derin öğrenme, robotik ve otonom sistemler gibi alanlarda önemli çalışmalar yapmaktadır.

b. Savunma ve Güvenlik Alanında YZ Kullanımı

- **Savunma Projeleri:** ABD Savunma Bakanlığı, yapay zekâ teknolojilerini askeri operasyonlarda kullanmak için önemli yatırımlar yapmaktadır. Bu teknolojiler, drone'ların otonom kontrolü, hedef tanıma ve veri analizi gibi alanlarda kullanılmaktadır.
- **Siber Güvenlik:** YZ, siber saldırıları önlemek ve tehditleri erken tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. ABD hükümeti, kritik altyapıların korunmasında YZ tabanlı güvenlik çözümlerine büyük önem vermektedir.

2. Çin

a. Devlet Destekli Yapay Zekâ Girişimleri

- **Ulusal YZ Stratejisi:** Çin hükümeti, 2030 yılına kadar yapay zekâ alanında dünya lideri olmayı hedefleyen kapsamlı bir ulusal strateji geliştirmiştir.⁴¹ Bu strateji, büyük veri, derin öğrenme ve akıllı şehir projeleri gibi alanları kapsamaktadır.
- **Yapay Zekâ İnovasyon Bölgeleri:** Pekin, Şanghay ve Shenzhen gibi şehirler, yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanması için özel ekonomik bölgeler ve araştırma merkezleri oluşturmuştur.

b. Akıllı Şehirler ve Gözetim Teknolojileri

- **Akıllı Şehir Uygulamaları:** Çin, şehir planlamasında ve kamu hizmetlerinin yönetiminde YZ kullanımı konusunda dünya lideridir. Trafik yönetimi, çevre

⁴¹ <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1875118> (Ağustos, 2024)

izleme ve kamu güvenliği gibi alanlarda YZ tabanlı çözümler yaygın olarak kullanılmaktadır.

- **Gözetim ve Güvenlik:** Yüz tanıma teknolojisi ve YZ tabanlı izleme sistemleri, kamu güvenliğini artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin mahremiyet üzerindeki etkisi konusunda küresel çapta tartışmalar sürmektedir.

3. Avrupa Birliği (AB)

a. Yapay Zekâ Etiği ve Düzenlemeler

- **AI Yasası (AI Act):** Avrupa Komisyonu, yapay zekâ uygulamalarının etik, güvenilir ve şeffaf bir şekilde kullanılmasını sağlamak için kapsamlı bir düzenleme paketi hazırlamış ve 1 Ağustos 2024'te yürürlüğe koymuştur. Bu yasa, yüksek riskli YZ uygulamaları için katı düzenlemeler getirmekte olup etik kuralların uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.
- **Veri Gizliliği ve GDPR:** AB, yapay zekâ sistemlerinin veri gizliliğini korumasını sağlamak için Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR)⁴² çerçevesinde katı kurallar uygulamaktadır.

b. YZ Destekli Sanayi ve Üretim

- **Endüstri 4.0:** Almanya, Endüstri 4.0 girişimi kapsamında yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerini üretim süreçlerine entegre etme konusunda öncüdür. YZ, üretim hatlarının verimliliğini artırmak ve ürün kalitesini iyileştirmek için kullanılmaktadır.
- **Yeşil YZ Uygulamaları:** Avrupa, yapay zekâ teknolojilerini sürdürülebilirlik ve çevre koruma alanlarında kullanarak yeşil teknolojilerde lider olmayı hedeflemektedir. YZ, enerji yönetimi ve atık azaltma gibi alanlarda yenilikçi çözümler sunmaktadır.

4. Japonya

⁴² https://www.ab.gov.tr/ab-genel-veri-koruma-tuzugu-gdpr-turkceye-cevrildi_53650.html (Ağustos, 2024)

a. Robotik ve Otonom Sistemler

- **İleri Robotik Çözümler:** Japonya, robotik alanında dünya lideridir. Honda'nın ASIMO robotu ve SoftBank'ın Pepper robotu gibi insansı robotlar, sosyal etkileşim, müşteri hizmetleri ve sağlık bakımı gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.
- **Yaşlı Bakımında Robotlar:** Japonya'nın hızla yaşlanan nüfusu nedeniyle, YZ destekli robotlar yaşlı bakımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu robotlar, yaşlı bireylerin günlük yaşamlarını desteklemek ve onlara sosyal etkileşim sağlamak amacıyla geliştirilmiştir.

b. Otomotiv Sektöründe AI

- **Otonom Araç Teknolojileri:** Toyota ve Nissan gibi Japon otomotiv devleri, otonom araç teknolojileri geliştirmekte öncüdür. YZ, sürücüsüz araçların kontrolünde ve güvenlik sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır.
- **Akıllı Ulaşım Sistemleri:** YZ, Japonya'da trafik akışını optimize etmek, kazaları azaltmak ve toplu taşıma sistemlerini iyileştirmek için kullanılmaktadır.

5. Hindistan

a. Dijital Sağlık ve Eğitimde AI

- **Dijital Sağlık Girişimleri:** Hindistan, geniş nüfusu için sağlık hizmetlerine erişimi artırmak amacıyla YZ tabanlı dijital sağlık çözümleri geliştirmektedir. YZ, hastalık teşhisi, tıbbi danışmanlık ve sağlık yönetimi alanlarında kullanılmaktadır.
- **Eğitimde YZ Kullanımı:** YZ, Hindistan'da eğitimde erişim eşitliğini artırmak için kullanılıyor. Uyarlanabilir öğrenme platformları ve dijital ders materyalleri, kırsal bölgelerdeki öğrencilere ulaşmak için yaygın olarak kullanılmaktadır.

b. YZ Araştırma ve Geliştirme

- **Büyük Veri ve YZ Girişimleri:** Hindistan, ulusal düzeyde YZ araştırma merkezleri ve büyük veri altyapısı oluşturmak için önemli yatırımlar

yapmaktadır. Bu yatırımlar, YZ araştırmalarını teşvik etmek ve yerel inovasyonu artırmak amacıyla yapılmaktadır.

- **AI'da Etik ve Yasal Düzenlemeler:** Hindistan, YZ kullanımında etik standartları ve düzenlemeleri geliştirmek için adımlar atmaktadır. Bu, özellikle veri gizliliği ve insan hakları konusunda önemli bir öncelik taşımaktadır.

3 YENİ NESİL TEKNOLOJİLER: TÜRKİYE’DEKİ GELİŞMELER, EĞİLİMLER, BEKLENTİLER

3.1 Finans ve İlişkili Teknolojilerde Türkiye’deki Gelişmeler, Eğilimler, Beklentiler

3.1.1 Finans ve İlişkili Teknolojilerin Türkiye’de Kısa Tarihi

Dünya genelinde bilişim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte bilişim alanına altyapı ve üstyapıda yapılan yatırımlar sayesinde ülkemiz de, dünyadaki gelişmeleri takip eden ve yön veren bir ülke haline gelmiştir.

Türkiye’de finans ve ilişkili teknolojiler 1980’lerin başından bu yana hızla gelişmiştir. Özellikle 2000’li yıllarda bankacılık sektörünün dijitalleşmesiyle birlikte internet bankacılığı ve mobil uygulamalara geçiş sağlanmıştır. Bu dönemde, birçok yerli ve yabancı yatırımcı Türkiye pazarına ilgi göstermiştir. Ayrıca, finansal teknolojilerin (fintech) yükselişi, yeni firmaların kurulmasını ve yenilikçiliğe dayalı stratejilerin uygulanmasını teşvik etmiştir. Bununla birlikte, teknolojinin etkili kullanımı ve uyarlanması da önem kazanmıştır.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de Bitcoin’in yaygınlaşması 2009’dan günümüze kadar sürekli olarak artış göstermektedir. Türkiye’de Bitcoin’in kullanımı farklı şehirlerde ve çeşitli sektörlerde görülmeye başlanmıştır: Avukatlık, danışmanlık, bilişim ve müteahhitlik ücretlerinden, futbolcu transfer bedeline, alışveriş merkezi ya da havaalanında kurulan kiosklerde satın alıp anında harcamaya ve tatil rezervasyonu yapmaya kadar çok geniş bir çerçevede Bitcoin’in kullanımı mümkündür. Hatta Türkiye’de çalışanlarına Bitcoin’le ödeme yapan firmalar bile bulunmaktadır. Türk Lirası ile Bitcoin alıp satma imkanının bulunduğu borsalar dahi sanal ortamda hizmet vermektedir.⁴³

En son olarak ülkemizde Kripto Paraların Hukuki Mahiyeti oluşturulmuştur. 02 Temmuz 2024 tarihinde 32590 Sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 7518 Sayılı Kanun ile kripto varlık hizmet sağlayıcılarının faaliyete başlayabilmesi için SPK’dan izin alması gerektiği yasalaşmıştır⁴⁴. Buna göre, bilgi sistemleri ve teknoloji altyapıları TÜBİTAK tarafından belirlenecektir. Kripto varlıkların satış ve dağıtımı SPK tarafından belirlenecek. Kripto varlık ihracında TÜBİTAK’tan ön rapor alınacak. Kripto varlıklara yönelik yatırım danışmanlığına

⁴³ <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iy/issue/46636/566621> (Ağustos, 2024)

⁴⁴ <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/07/20240702-1.htm> (Ağustos, 2024)

yönelik usul ve esaslar SPK tarafından belirlenecek. İzinsiz faaliyetlerde yurt içi ve yurt dışı ayrımı kaldırılacak; hukuk dışı faaliyetlere yönelik etkinlik artırılarak ve hapis cezası ile cezalandırılması öngörülmektedir.

Kanunun amaçları ise kısaca kripto paraları vergilendirme, kara para aklamayı önleme ve terörizmin finansmanı ile mücadele gerekliliklerini yerine getirme, borsa düzenlemeleri ve genel finansal istikrar sağlanması, her türlü yatırımcının korunmasıdır. Asıl amacın ise yeni kripto para yasası ile ülkemizin FATF gri listesine girmemesinin sağlanmasıdır.

3.1.2 Türkiye’de Finans ve İlişkili Teknolojilerdeki Gelişmeler, Bu Gelişmelerin Etkileri, Mevcut Kamu Politikaları ve Düzenlemeleri, Eğilimler, Beklentiler

Kripto Varlıklar

Türkiye’de 2013 yılında kabul edilen 6493 sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun’un⁴⁵ 3. maddesine göre elektronik para: “İhraç eden kuruluş tarafından kabul edilen fon karşılığı ihraç edilen, elektronik olarak saklanan, bu Kanun’da tanımlanan ödeme işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılan ve elektronik para ihraç eden kuruluş dışındaki gerçek ve tüzel kişiler tarafından da ödeme aracı olarak kabul edilen parasal değer” şeklinde tanımlanmaktadır. Ancak 16.04.2021 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanan Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik⁴⁶ ile 30.04.2021 tarihinden itibaren kripto varlıkların ödeme aracı olarak kullanılması tamamen yasaklanmıştır. Bu bakımdan, yabancı kripto borsası, Türkiye’de bulunan kullanıcılarına aracı-ödeme kuruluşları vasıtasıyla Türk Lirası çekişlerine sınırlama getirilmiştir. Böylelikle yönetmelikle kripto para yatırımlarının ve borsalarının yasaklanmadığı, ancak aracı kuruluş ve ödeme kuruluşları vasıtasıyla yapılan transfer (yatırma-çekme) işlemlerine aracılık edemeyecekleri duyurulmuştur.

Yasalaşan kripto varlık düzenlemesi, birincil ve ikincil mevzuat düzenlemeleri, blokzinciri, kripto varlık ve dağıtık defter teknolojisinin tanıtımını ve geliştirilmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Ülkemizde kamunun halen ödeme aracı olarak kripto varlıklar üzerinden yapılması yönünde yasal engel bulunduğu T.C. Merkez Bankası tarafından

⁴⁵ <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130627-14.htm> (Ağustos, 2024)

⁴⁶ <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210416-4.htm> (Ağustos, 2024)

Çıkarılan yönetmelik üzerinde değişiklikler yapması ile bir ödeme aracına dönüşmesi sağlanmalıdır.

Akıllı Sözleşmeler

Akıllı sözleşmeler konusunda hukukçuların en büyük korkusu avukatlık mesleğinin yok olacağıdır. Buna ilişkin kaygıların önüne geçmek için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Baroların avukatlara akıllı sözleşmeler hakkında ayrıntılı bilgi vermesi ve eğitimler aması gerekmektedir. Akıllı sözleşmelerin uygulaması yönünden kod yazma dahil avukatların akıllı sözleşmeleri okuyup düzenleme yapma olanağı sağlanmalıdır. Her ne kadar akıllı sözleşmeler sayesinde hukuki sorunların bire bir çözümü olmayacağı, akıllı sözleşmelerin hazırlanmasında her ne olursa olsun yine bir hukukçulardan destek alınması gerekeceği ortadadır. Yine yürürlükteki Borçlar Hukuku, Türk Ticaret Hukuku, Medeni Kanun, Bankacılık Kanunu, İcra İflas Kanunları gibi kanunlarda değişikliklere gidilmesi gerekmektedir.

Muhasebe

Muhasebe sistemimizde yine kripto varlıklar için kayıt tutma, raporlama ve vergilendirme gibi konularda muhasebeciler de aynı durumdadır. Gelir Vergisi Kanunu, Vergi Usul Kanunu, Katma Değer Vergisi Kanunu, Kurumlar Vergisi Kanunu gibi otuza yakın kanun üzerinde değişiklik yapılması ve muhasebecilerin de konuya uyum sağlaması gerekmektedir.

Eğitim alanında, sağlık alanında, ekonomi alanında, merkezi ve yerel yönetimlerde her alanda değişikliklerle karşı karşıya olacağız.

Belediyelerde şehir planlaması, kadastro gibi konuların kontrolü ve denetimi de bu sistemler üzerinden olacaktır.

Hukuk

Hukuk alanında ise finansal teknolojilere uygun bir muhakeme sistemi kurulacak, dava ve dokümanlar halen UYAP sistemi üzerinden girişi yapılacak ve bu teknolojilerden anlayan hakimlerimiz ve savcılarımız ile avukatlarımız olacaktır. Ayrı mahkemeler kurulacak. Bilirkişilik sisteminde değişiklikler olacak; sahte belgeden çok kimlik üzerinde raporlar oluşacaktır.

Merkezi yönetim sistemi değişecek; evden çalışma gibi, otomatik ödemelerde otonom sistemler kurulması, vergilerin herkesten geliri kadar bir ödeme yapacağı, evrak ve yazışma olmayacağı için harcamaların azalacağı ve personelin başka işlerde kullanılması sağlanacaktır. Genel giderlerde azalma olacaktır.

02 Temmuz 2024 tarihinde 32590 Sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 7518 Sayılı Kanun yürürlüğe girmiştir⁴⁷. Bundan sonrası bu kanuna bağlı alt mevzuatların çıkarılmasından sonra işleyişe göre eksiklikler yeniden düzenlenmelidir. Kripto varlıklardan sonra akıllı sözleşmeler ve sayısal cüzdan düzenlemelerinin de gündeme gelmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

3.2 Enerji ve Çevreci Teknolojilerde Türkiye’deki Gelişmeler, Eğilimler, Beklentiler

Enerji ve çevreci teknolojiler son yıllarda hem yerel hem de uluslararası konjonktürün etkisiyle hız kazanan önemli bir dönüşüm sürecini yansıtmaktadır.

1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi

- **Güneş Enerjisi:** Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça avantajlı bir konumdadır. 2010’ların başından itibaren hız kazanan yatırımlarla, güneş enerjisi kapasitesinde önemli bir artış sağlanmıştır. *Türkiye’nin 2024 Şubat ayı sonu itibarıyla elektrik enerjisi kurulu gücünün yüzde 56,21’ini yenilenebilir kaynaklar oluşturmuştur. 2023 sonunda 11 bin 316 MW olan güneş enerjisi kurulu gücü, Şubat 2024 sonunda ilk kez 12 bin MW bandını aşarak 12 bin 425 MW olmuştur. 2 ayda bin 109 MW’lık bir artış meydana gelmiştir. 2023 yılı toplamında yaklaşık 2 bin MW’lık bir artış olduğu dikkate alındığında, 2024’ün ilk 2 ayında, 2023’ün yaklaşık yarısına ulaşılmıştır*⁴⁸. Bu eğilim, devlet teşvikleri, uygun coğrafi koşullar ve düşen maliyetlerle desteklenmiştir.
- **Rüzgar Enerjisi:** Rüzgar enerjisi, Türkiye’nin yenilenebilir enerji portföyünün bir diğer önemli parçasını oluşturmaktadır. Özellikle Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlaşan rüzgar enerjisi yatırımları, ülkenin enerji arz güvenliğine katkı sağlamaktadır. Temmuz 2024 itibarıyla Türkiye’nin halihazırda 12,5 GW olan rüzgar kurulu gücü bulunmaktadır⁴⁹. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ulusal

⁴⁷ <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/07/20240702-1.htm>

⁴⁸ <https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=21270#:~:text=T%C3%BCrkiye'nin%20%C5%9Eubat%20ay%C4%B1%20sonu,12%20bin%20425%20MW%20oldu.> (Ağustos, 2024)

⁴⁹ <https://www.platinonline.com/amp/gelecek/teknoloji/sektorler/2024-ruzgarda-seferberlik-yili-olacak-1090510> (Ağustos, 2024)

Enerji Planı'na göre rüzgar kurulu gücünün, 2035 yılında 29.600 MW'a ulaşması hedeflenmektedir.

- **Hidroelektrik Enerji:** Türkiye'nin en büyük yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerji, 2023 yılı itibarıyla toplam kurulu gücün yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır. Ancak çevresel etkiler ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı konusunda eleştiriler de bulunmaktadır.

2. Enerji Verimliliği ve Çevreci Teknolojiler

- **Enerji Verimliliği Uygulamaları:** Türkiye, enerji verimliliği konusunda son yıllarda ciddi adımlar atmaktadır. Enerji verimliliği çalışmalarının hız kesmeden devam ettirilmesi ve ulusal iklim hedefleriyle uyumlu bir enerji politikasının takibi amacıyla 2024- 2030 yılları arasını kapsayacak olan Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. UEVEP hazırlanmıştır⁵⁰. Bu kapsamda enerji yoğunluğunun azaltılması ve enerji tasarrufunun teşvik edilmesi amaçlanmaktadır.
- **Elektrikli Araçlar ve Şarj Altyapısı:** Türkiye, elektrikli araç teknolojilerine geçiş sürecinde hızla ilerlemektedir. Yerli otomobil markası TOGG'un piyasaya sürülmesi ve elektrikli araç şarj altyapısının yaygınlaştırılması, bu alandaki başlıca gelişmeler arasında yer almaktadır. Ayrıca, çeşitli teşvikler ile elektrikli araç kullanımının artırılması hedeflenmektedir.

3. Yasal Düzenlemeler ve Devlet Teşvikleri

- **Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması (YEKDEM):** 2021 yılına kadar uygulanan YEKDEM, yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmek amacıyla önemli katkılar sağlamıştır. 2021 sonrası dönemde ise yeni destek mekanizmaları ve fiyat garantileri ile yenilenebilir enerji yatırımlarının devamlılığı sağlanmıştır.
- **Karbon Piyasaları ve Emisyon Ticaret Sistemi:** Türkiye, Paris İklim Anlaşması'nı 2021 yılında onayladı ve bu doğrultuda karbon emisyonlarını azaltmayı hedefleyen

politikalar geliştirmektedir. Emisyon ticaret sistemi kurulması yönünde çalışmalar sürdürölmektedir.

4. Uluslararası İşbirlikleri ve Teknoloji Transferi

- **Uluslararası Yatırımlar ve Ortaklıklar:** Türkiye, enerji ve çevreci teknolojiler alanında uluslararası işbirliklerine önem vermektedir. Özellikle Avrupa Birliği ve diğer uluslararası kuruluşlarla yapılan projeler, teknolojik bilgi transferi ve yatırım çekme konularında önemli rol oynamaktadır.
- **Teknolojik İnovasyon:** Türkiye, enerji teknolojileri alanında Ar-Ge çalışmalarına ağırlık vermektedir. Yenilenebilir enerji, enerji depolama, akıllı şebekeler ve karbon yakalama gibi alanlarda teknolojik inovasyonlar teşvik edilmektedir.

5. Geleceğe Yönelik Beklentiler

- **Daha Yüksek Yenilenebilir Enerji Hedefleri:** Türkiye’de 2020 yılında %16,7 olan birincil enerji tüketimi içindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının 2053 yılına kadar %50’ye yükselmesi öngörülmektedir.⁵¹ Bu doğrultuda yeni projeler ve yatırımların artması beklenmektedir.
- **Enerji Depolama ve Akıllı Şebeke Sistemleri:** Yenilenebilir enerjinin entegrasyonu için enerji depolama özömleri ve akıllı şebeke teknolojilerinin geliştirilmesi beklenmektedir. Bu, enerji arz güvenliği ve verimliliği açısından kritik öneme sahiptir.
- **Karbon Nötr Hedefleri:** Türkiye, uzun vadede karbon nötr bir ekonomi olma hedefini benimsemiştir. Bu kapsamda, emisyon azaltım politikaları, yeşil enerji projeleri ve sürdürölebilir kalkınma stratejileri hayata geçirilecektir.

Türkiye’de enerji ve çevreci teknolojiler alanındaki gelişmeler, küresel eğilimlerle uyumlu bir şekilde ilerlemekte ve önemli fırsatlar sunmaktadır. Ancak, sürdürölebilirlik

⁵¹ https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/Türkiye_Ulusal_Enerji_Planı.pdf (Ağustos, 2024)

hedeflerine ulaşmak için daha fazla yatırım, yenilikçi çözümler ve kamu-özel sektör işbirliklerinin artırılması gerekmektedir.

3.3 Kuantum ve İlişkili Teknolojilerde Türkiye’deki Gelişmeler, Eğilimler, Beklentiler

3.3.1 Türkiye’nin Kuantum Teknolojileri Alanında Dünyadaki Yeri

Türkiye’nin henüz ulusal bir kuantum stratejisi ve kendine ait bir kuantum bilgisayarı bulunmamaktadır. Türkiye’de bu alanda toplumsal bilincin artırılması gerektiği görülmektedir. Bu alandaki kaynakların çok büyük çoğunluğu İngilizce ve oldukça az bir kısmı Türkçe’ye çevrilmiştir. Toplumda bu alanda en azından temel düzeyde bir farkındalık oluşturulması gerektiği değerlendirilmektedir⁵².

*QTurkey*⁵³ ve *Quantum For You*⁵⁴ gibi platformların özellikle eğitim alanında bazı yararlı çalışmaları bulunmaktadır.

Türkiye’de Dünya’ya paralel olarak kuantum hesaplama ve algılama teknolojilerinde kamu, özel sektör ve akademide çalışmalar yapılmaktadır.

Kuantum teknolojileri alanında kuantum algılama, kuantum hesaplama, kuantum rasgele sayı üretici, kuantum anahtar dağıtımı, kuantum sonrası kriptografi gibi alanlarda kamu, özel sektör ve akademide çalışmalar yapılmaktadır.

Kuantum hesaplama alanındaki çalışılan ana teknolojiler, süperiletken, fotonik, elmas NV ve TMD kusur merkezleridir. Kuantum anahtar dağıtımı ve rastgele sayı üreteçleri alanlarındaki çalışılan ana teknolojiler ise fotonik tabanlıdır.

Bu çalışmalarda, kritik bileşenlerde yurtdışı bağımlılığı yüksektir ve yerli üretim imkanının olmaması, önemli bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir.

⁵² <https://fintechtime.com/2023/11/gelismis-ulkeler-kuantum-teknolojisine-nasil-bakiyor-bolum-3/> (Ağustos, 2024)

⁵³ <https://qturkey.org/> (Ağustos, 2024)

⁵⁴ <https://www.quantumforyou.com/> (Ağustos, 2024)

Türkiye’de kuantum alanında kendi kendini besleyebilen bir ekosistemin henüz oluşmadığı ve özellikle özel sektörün bu alana girişi için yatırım geri dönüşlerinin uzun olması nedeniyle, birkaç istisna haricinde kurumsal büyük ölçekli firmaların girişiyle sınırlı kaldığı görülmektedir. Pek çok üniversitede kuantum teknolojiler alanlarında lisans ve lisansüstü seviyede dersler açılmakta olup, endüstri ile ortak tez yapma konusundaki bazı eksikliklere dikkat çekilmiştir.

3.3.1 Kuantum Alanında Yerli Teknoloji Geliştirme Sürecindeki Zorluklar

Kuantum alanında yerli teknoloji geliştirme sürecindeki en büyük zorluklar ve bu zorlukların üstesinden gelmek için uygulanacak stratejiler şöyledir:

- 1. Finansman ve Yatırım Eksikliği:** Türkiye’de yerli teknoloji geliştirme sürecinde en büyük zorluklardan biri, yeterli finansman ve yatırım kaynaklarına erişim eksikliğidir. Yerli fonlar yetersiz kalmakta ve uluslararası fonlara erişim zorlukları yaşanmaktadır. Özellikle kuantum teknolojileri gibi yüksek maliyetli projelerde bu durum daha belirgin hale gelmektedir. Türkiye’nin bu alandaki gelişimi, yeterli fon sağlanamadığı için sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle, yerli teknoloji geliştirme süreçlerinde devlet desteğinin ve özel sektör yatırımlarının artırılması büyük önem taşımaktadır.
- 2. İnsan Kaynağı ve Beyin Göçü:** Türkiye’deki teknoloji sektöründe nitelikli insan kaynağı bulma ve elde tutma zorluğu, önemli bir engeldir. Özellikle mühendislik ve kuantum teknolojileri gibi alanlarda yetişmiş profesyonellerin yurtdışına gitme eğilimi yüksektir. Daha gelişmiş bir çalışma ekosisteminin var olması nedeniyle uzmanlar yurtdışını tercih etmektedir. Bu durum, Türkiye’de bu alanlardaki gelişimi olumsuz etkilemektedir. Beyin göçünün önlenmesi ve tersine çevrilmesi için, genç yeteneklere daha cazip fırsatlar sunulmalı ve çalışma koşulları iyileştirilmelidir.
- 3. Altyapı Yetersizlikleri:** Yerli teknoloji geliştirme süreçlerinde gerekli olan altyapının eksikliği, özellikle deneysel çalışmalarda ve donanım geliştirme süreçlerinde büyük bir engel teşkil etmektedir. Deneysel çalışmalar için gerekli altyapının maliyetli olması ve bu alanda çalışan akademisyen ve araştırmacıların yeterli desteği alamaması, teknoloji geliştirme süreçlerini yavaşlatmaktadır. Araştırma merkezlerinin ve laboratuvarların sayısının artırılması, bu altyapı eksikliklerinin giderilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

- 4. Uluslararası Rekabet ve Standardizasyon:** Türkiye, uluslararası alanda rekabet edebilmek için gerekli olan standartlara uyum sağlama konusunda zorluklar yaşamaktadır. Standardizasyon organizasyonları ile entegrasyon ve uluslararası düzeyde kabul görmek için uzun vadeli planlamalar ve işbirlikleri gerekmektedir. Türkiye'nin bu alandaki politikaları ve stratejileri, uluslararası projeler ve işbirlikleriyle uyumlu hale getirilmelidir. Bu süreçte, uluslararası standartların ve düzenlemelerin takibi ve bu standartlara uyum sağlama konusundaki çalışmalar hızlandırılmalıdır.

3.4 Yapay Zekâ Teknolojilerinde Türkiye'deki Gelişmeler, Eğilimler, Beklentiler

Türkiye'de yapay zekâ konusunda devletin farklı rollerde olması gerektiği tartışılmaktadır. Tübitak, BTK gibi kurumların asli görevi olarak sorumluluk alması gerektiğini devletin içerik üreticisi olmadığını, aynı şekilde eğitim üreticisi de olmadığını savunanlar bulunmaktadır. Devletin çeşitli alanlarda sorumluluk alması gerektiği ya da sadece destekleme, regüle etmek gibi idari pozisyonlarda olması başka teknolojilerde tartışılabilir. Ancak, Yapay Zekâ, dijital atom bombası, bütün ekosistemi, bütün dünyayı, bütün meslekleri şekillendirebilecek bir konu olarak tanımlanabilmektedir. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi'nde⁵⁵ ve 12. Kalkınma Planı'nda⁵⁶ kamuya çok ciddi sorumluluklar yüklenmiş olduğu görülmektedir.

Kamunun yalnızca izleyici, yalnızca fonlayıcı, regüle edici ya da ortamı izleyen bir konumu olmayıp bütün bakanlıklarıyla, kurumlarıyla işin içerisinde olduğu bir stratejik süreç söz konusudur. Dolayısıyla Yapay Zekâyı diğer bütün teknolojilerden ayrı incelemek, biraz daha onlardan ayırmak gerektiği değerlendirilmektedir.

Türkiye'de devlet yapay zekâ konusunda savunma sanayindeki çalışmaları nedeniyle çok gelişmiş olup bu teknolojileri kullanmak zorunda kalmıştır. İHA'lar, SİHA'lar, Roketler bu tür yapıların sıklıkla kullanılması gereken ürünlerdir. Devletin en büyük avantajı elinde birçok verinin bulunması ve bu verilerden de proje üretebilmesidir. Eldeki verilerden yola çıkarak denemeler, POC'ler yapabilmesi mümkün olabilmektedir. Böylelikle hangi metodoloji nerede kullanılır, nasıl yapılır, hangi algoritma üretilir konusunda deneyim kazanılmaktadır. Bu nedenle devlet, özel sektöre göre daha şanslı konumdadır.

⁵⁵ <https://cbddo.gov.tr/uyzs> (Temmuz, 2024)

⁵⁶ https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf (Temmuz, 2024)

Dünya’da özel sektör kendi verisini üretebilmekte ya da satın alabilmektedir. Böylece finansal gücü de olan şirketler devletin önüne geçebilmektedir. Ürünü çıkardıklarında önemli bir pazar bulunmaktadır. Yatırımlarını bu pazarlarda satış yaparak geri kazanabilmektedirler. Türkiye’de ise devlet merkezli bir pazar söz konusudur.

Onikinci Kalkınma Planı sadece devletin yaptığı bir planlama değildir. Devlet, akademi, STK’lar, özel sektör’ün bir arada yapmış olduğu ve Dijital Dönüşümü merkeze koyan bir Kalkınma Planıdır. Burada yazılan planlar, planların içerisinde yazılan hedefler, hedeflere ulaşmak için gerekli stratejiler hepsi bir bütün olarak düşünülmelidir.

Devlet bu öngörüler doğrultusunda bütçe ayırmakta, hukuki düzenlemeler ve geliştirmeler yapmaktadır. Bu bağlamda Onikinci Kalkınma Planı Yapay Zekâ açısından da atılmış önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından uluslararası kurum ve kuruluşlar nezdinde yürütülen çalışmalar takip edilmektedir. Bu alanda gerek OECD’nin gerek Avrupa Birliği’nin yürüttüğü çalışmalara katılmakta; oralarındaki gelişmeler takip edilmektedir. Ayrıca, TSE bünyesinde oluşturulan ve standartizasyon alanındaki çalışmaları takip eden bir Yapay Zekâ Ayna Komitesi⁵⁷ de bulunmaktadır. Özellikle bu alanda Avrupa Birliği ve ISO tarafında yürütülen çalışmalara aktif katılım sağlanmakta ve oradaki tüm çalışmalar takip edilmektedir.

TSE bünyesinde uygunluk değerlendirme faaliyetleri kapsamında çeşitli sektörlerde gerçekleştirilen bilgi teknolojileri denetimlerinde sahadan alınan ve gözlemlenen bilgiler ışığında gelişmeleri izleme olanağı bulunmaktadır. Bununla beraber sosyal medyadan, TBD gibi aktif sivil toplum kuruluşlarının gerçekleştirdiği etkinliklerden ve çalışmalardan sektör yakından takip edilebilmektedir. Benzer şekilde, Ayna Komite çalışmalarına aktif katılım sağlayan paydaşlardan edinilen bilgiler de oldukça kıymetli bir kaynak olarak değerlendirilebilir.

Yapay Zekâ Ayna Komitesi’nin TSE bünyesinde gerçekleştirdiği aylık toplantılar sırasında sektör, akademi, kamu ve STK temsilcilerinin çalışmaları ve yaşanan gelişmeler hakkında bilgilendirmeler yapılmaktadır.

Yalnızca yapay zekâ değil, bulut hizmet kullanımı, siber güvenlik gibi konularda da T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı ile T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

⁵⁷ <https://www.tse.org.tr/ayna-komiteler/> (Haziran, 2024)

tarafından başlatılan Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi gibi öncül mevzuat çalışmalarının hedeflediği çıktıların yeterince elde edilebilmesi için öngörülen paydaşların strateji hedefleri çevresinde yeterince bir araya getirilmesi ile istenilen seviyede yol kat edilebileceği değerlendirilmektedir.

Ulusal kalkınma için yeni nesil teknolojiler ile ilgili mevzuatın tüm paydaşların etkin katılımı ile geliştirilmesi ve sahada etkin kullanımının sağlanması için uygulama metodolojisinin net olarak belirlenmesi ihtiyacı duyulmaktadır.

Dijital Avrupa programına Türkiye olarak katılmış durumdayız. Böylece Dijital Avrupa programı kapsamında açılan projeleri yakından takip etmek ve bizim dijital dönüşüm ve yenilikçilik merkezi çalışmalarında hem Avrupa hem de dünyanın diğer ülkeleriyle birlikte çalışmak için çok sayıda fırsat doğduğu görülmektedir. Bu çalışma ağının büyüyeceği düşünülerek bu ilişkileri çok daha sıkı bir şekilde sürdürmek gerekmektedir.

TÜBİTAK Bilgem Türkçe doğal dil modelini geliştirmektedir. ASELSAN'ın, ASEL GPT isminde bir yapay zekâ ürünü bulunmaktadır.

Yapay Zekâ için önemli bir konu da İnsan Gücü olarak değerlendirilmektedir. Çünkü verinin etiketlenmesi ya da çıkarılması için insan kaynağına gereksinim duyulmaktadır. Baykar, TÜBİTAK gibi kurumlar/şirketler kitle fonlama (crowdsourcing) üzerine çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmaların da kamu tarafından takip edilmesi gerekmektedir.

Gençlerle ilgili olarak Teknofest etkinliği bulunmaktadır. Gençlerin bu konuyla ne kadar ilgili olduğu görülmektedir. Teknofest'teki 100'ün üzerindeki farklı yarışmanın büyük bir kısmında yapay zekâ kullanılmaktadır. Bu durum farkındalık açısından değerlendirilmektedir.

Akademik çalışmalar, akademik yayınlar üzerinden takip edilebilmektedir. Türkiye'de çok ciddi potansiyel bulunduğu değerlendirilmektedir. Atıf konusunda halâ çok geride olduğumuz bilinse de zamanla bu durumun da düzeleceği öngörülmektedir.

Son dönemde ülkemizde yapay zekâ konusunda önemli iki gelişme olmuştur. Birincisi, kısa bir süre önce olan Milli Güvenlik Kurulu'nda yapay zekânın bir tehdit olabileceği konusunun tartışılmaya açılmasıdır⁵⁸. Bu çok önemli bir konudur. İkincisi de bir süper

⁵⁸ <https://www.mgk.gov.tr/index.php/28-mayis-2024-tarihli-toplanti>

bilgisayar olan ARF'ın tanıtılmasıdır⁵⁹. ARF isimli süper bilgisayar kümesi dünyada ilk 500'e girmiştir.

Regülasyon konusu çok önemli olmasına rağmen bu konuda ülkemizde halâ yeterli bir çalışma olduğu görülmemektedir. Dünyada bu konuda Çin ve Amerika ayrı yöntemler izlemektedir. Çin devletçi bir yöntem izlerken, Amerika sermayeden yana bir yöntem izlemekte, Avrupa ise vatandaşını koruyan, bilgiyi koruyan GDPR merkezli bir yöntem izlemektedir. Türkiye olarak yapay zekâ düzenlemelerinde hangi yöntemi izleyeceğimiz çok önemli bir konu olmaktadır. Bunun da Türkiye'nin genel stratejisine bakılarak planlanmasının gerekliliği kaçınılmazdır.

Türkiye'de, yapay zekâdaki gelişmeleri iki alanda incelemekte fayda vardır. Birincisi, yeni yetenek kazanma ya da yetenek geliştirme. İkincisi, faaliyet alanları yani uygulama alanları belirlemektir. Ülkemizdeki gelişmeler çoğunlukla uygulama alanlarında gerçekleşmekle beraber yetenek kazandırmaya yönelik bilgiler çok mevcut değildir. Çoğunlukla yabancı dil için kullanılmakta olan modellere Türkçe işleyebilme yeteneği kazandırmak için çeşitli ek eğitimler, ince ayar diyebileceğimiz tarzda geliştirmeler gerçekleştirilmektedir.

Yapılanları daha çok “Hugging Face” uygulaması üzerinde geliştirilmekte olan Türkçe modellerin Türkçe işleyebilme yeteneklerinin puanlandığı alanda izleyebilmek mümkündür. Bu otonom bir puanlama olup başarılarına göre sıralandığı alanlar bulunmaktadır.

Uygulama alanında çeşitli firmaların başarılarından söz edilebilmektedir. Büyük ölçekli verisi olan firmalar çeşitli modellere Türkçe işleyebilme yeteneği kazandırmaktadırlar. Genelde yapay zekâ bir ürünün bir modülüdür. Türkiye'de ChatGPT gibi çok yetenekli bir model geliştirilmiş olarak henüz yok, daha çok bir yazılım var ya da bir iş var.

Türkiye'deki gelişmeleri yapay zekâ açısından ele alacaksak sadece geliştirilen modelleri değil de, yapay zekânın kullanıldığı ürünlerin bir araştırmasının yapılması gerekebilir. Hangi ürünler, hangi başarımlarla, hangi yapay zekâ modellerini kullanıyor, bunun bir envanterine ihtiyaç bulunmaktadır.

Türkiye'de ChatGPT'nin başarısından dolayı yapay zekâdaki bazı görevlerin adı hiç konuşulmamaktadır. Üzerinde muhakkak durulması gereken modeller şunlardır:

⁵⁹ <https://tubitak.gov.tr/tr/haber/tubitaktan-arastirmacilara-buyuk-hizmet>

- Büyük Dil Modeli (LLM) gündemde olup “görüntü işleme” maalesef hiç adı geçmeyen ama aslında kritik bir konudur;
- Bir başka konu ise “pose estimation” denilen yani insanların ya da nesnelerin hangi konumda, insanların hangi pozisyonunda bulunduğu tahminlenmesiyle ilgili önemli bir faaliyet alanı vardır;
- Metinden resim üretmeyle ilgili doğrudan bir modelimiz bulunmamaktadır;
- Türkçe’yi başarılı şekilde işleyebilen derin öğrenme tabanlı metni görüntülere dönüştüren bir modelimiz (stable diffusion) bulunmamaktadır;
- Metin’den müzik üretme gibi bir uygulamamız da yoktur.

Yapay Zekâyı sadece LLM başlığında görmemek gerektiği, farklı uygulamaların da olduğunu unutmamak gerekmektedir.

TÜBİTAK Bilgem Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü’nde ChatGPT kullanılmıyor. Kamuda bir çok proje yapılmaktadır. Maliye Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı gibi çeşitli bakanlıklara yazılım geliştirilmektedir. Bakanlıklarda veriler gizli verilerdir. Bu nedenle ChatGPT gibi bir uygulamaların kullanılması söz konusu olmamaktadır. Bunun yerine bir yazılım geliştirme sürecinde kodun yazılmasına kadar giden bölümü geliştirecek bir çözüm geliştirilmektedir. Böylelikle yurtdışı uygulamalara ihtiyaç kalmaması amaçlanmaktadır.

Telekom Sektörü açısından Türkiye’deki gelişmeler: Ülkemizde Telekom açısından yapay zekâ kullanılan ilk konu enerjinin korunması ya da enerji kazanımı sağlayabilmek için kullanılan yapay zekâ modelleridir. Telekomünikasyonda ağırlıklı genel yapay zekâ kullanılmaktadır. Telekomünikasyonda, enerjinin kazanımında, konfigürasyon yönetiminde, planlamada -yani nerede hangi baz istasyonlarını koyarsak daha faydalı ve maliyet etkin bir planlama yapabiliriz konularında- yapay zekâ kullanımı söz konusudur.

Ülkemizde operatörler aynı zamanda servis sağlayıcıdırlar. Müşteri hizmetleri ve çağrı merkezleri bulunmaktadır. Çağrı merkezi çalışmalarında gerek konuşmadan metine döndürme olsun, gerekse de çağrı merkezine gelen kayıtların tutulması (loglanması), gruplanması ve analiz edilmesinde yapay zekâ kullanılmaktadır. Aynı zamanda müşteri kaybı (churn) analizi gibi müşteri takibinde, müşterilerin şikayetleri üzerinden müşterinin nasıl daha iyi, daha memnun edilebileceği konularında kullanılmaktadır.

5G ile aslında telekomünikasyon sektörü yazılımla tanıştı, 6G ile de yapay zekâ ile tanışacak diye genel bir yaklaşım söz konusudur. Telekom sektöründe tüm süreçlerin, otonom şebekeler üzerinden ilerleyeceği bir geleceğe doğru gidilmektedir.

6G yani 2030 sonrası vizyonuna baktığımızda tamamen otonom şebekelerden ve “Zero Touch” yani sıfır dokunma dediğimiz vizyonlardan bahsediyoruz. Otomasyonun yanında otonomun daha çok ön plana çıktığı bir gelecek söz konusudur.

Türkiye’deki yerli kaynaklardan örnekler:

- **BTK Akademi:** Yapay Zekâ ile ilgili çeşitli modüllerde eğitimler bulunmaktadır. Bunların içerisinde sosyal bilimler, hukuk, etik, insan hakları konuları da vardır. Doğrudan kod üzerinden model eğitimi, veri nasıl analiz edilir, nasıl toplanır gibi teknik eğitimler yanında felsefesi ve işleyişi ile ilgili de eğitimler bulunmaktadır.
- **TÜBİTAK Yapay Zekâ Portalı:** Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi kapsamındaki çalışmalardan bir tanesi de Yapay Zekâ Portalıdır⁶⁰. Bu Yapay Zekâ Portalinin içerisinde Yapay Zekânın hem etik hem de hukuki unsurları ele alınmaktadır. Portal’de çeşitli eğitimler, farklı kaynaklar da bulunmaktadır. Yurtdışı ve yurtiçi çalışmalar toplanıp ilgi alanlarına göre sınıflandırılarak ilgililere sunulmaktadır.
- **Türkiye’de iyi YouTuber’lar var:** Teknolojiyle ilgili birçok şey anlatıyorlar. Bu amaçla araştırıyorlar, öğreniyorlar, izliyorlar ve bu işten iyi paralar da kazanıyorlar. Böyle bir model üzerinden gidilerek eğitim ve farkındalık oluşturulması önerilmektedir.
- **ODTÜ:** 10 yıldır ODTÜ’de dijital dönüşüm koordinasyon kurulu kurulmuştur. Son 3 yıldır Kurul liderliğinde İPA projesi kapsamında da ODTÜ’de Dijital Dönüşüm İnovasyon Merkezi açılışı için çaba sarf edilmektedir. Kasım 2024’de de açılması öngörülmektedir. Bu süreçte 2018 ve 2019’da “Dijital dönüşüm ve akıllı sistemler konferansı” olarak uluslararası konferanslar yapıldı. Üçüncüsünün de açılışla beraber 20-22 Kasım 2024 tarihlerinde yapılması planlanmıştır. Merkezde üç büyük laboratuvar kuruluyor. Biri AR-VR uygulamaları laboratuvarı, diğeri esnek ve akıllı

⁶⁰ <https://yzedata.bilgem.tubitak.gov.tr/> (Ağustos, 2024)

sistemler üretim laboratuvarı ve diğeri de büyük veri ve yapay zekâ laboratuvarı. Bu kapsamda da yine hem KOBİ'lere yönelik hem de diğerk organizasyon, kurum ve kuruluşlarla birlikte yapılacak çalışmalarla yapay zekâ alanındaki gelişmelere katkı sağlamak üzere projelere destek verilecektir.

- **MEB:** Milli Eğitim Bakanlığı Kuluçka Merkezi açılmıştır⁶¹. Merkez'de eğitimde yapay zekâ ile ilgili çalışmak isteyen firmalara destek verilmektedir.
- **Dışışleri Bakanlığı:** Dışışleri Bakanlığı'nda teknoloji ve bilim diplomasisi kapsamında bir yapay zekâ çalışma grubu oluşturulmuştur⁶². Bunun tüm Kamu Kurumlarına yaygınlaştırılması beklenmektedir.
- **CBDDO:** Kamuda en önemli sorunlardan birisi veriye ulaşılammamasıdır. CBDDO veriyle ilgili "Kamu Veri Alanı" isminde bir proje yapmaktadır⁶³. Amacı, kamunun daha iyi hizmetler sunabilmesi için kamu kurumları arasında ilişkilendirilecek bir platform oluşturmaktır. Yapay Zekâ, dijital teknolojiler geliştiren girişimlerin (start-upların), şirketlerin, yeni ve özgün teknolojiler geliştirmeleri için bu verilere, veri setlerine ulaşmaları sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde özgün çalışmalar yapmak mümkün olacaktır.
- CBDDO açık kaynak kod genelgesi⁶⁴ ve kamu bulut bilişim stratejisini⁶⁵ yayımlandı.
- Türkiye'de yüzü aşkın teknopark bulunmaktadır^{66 67}. Bu teknoparklarda girişim şirketleri yer almaktadır. Bunların tamamı Azerbaycan'la, Türk devletleriyle, Balkan devletleriyle yakın ilişki içerisinde. Fakat 2030 yılında artık buradaki pazarlar dolmaya başlayacak. Uzak coğrafyaları öğretici platformlarımızın olması gerektiğı değerlendirilmektedir. Yani bizim bir şirketimizin Şili'de, Meksika'da, Peru'da, Endonezya'da, Tayvan'da iş yapabileceğı ortamları sağlayabilecek inisiyatiflerin oluşturulması gerekmektedir.

⁶¹ <https://etkim.gov.tr/> (Ağustos, 2024)

⁶² <https://www.disisleri.gov.tr/data/BAKANLIK/2023-idare-Faaliyet-Raporu.pdf> (Ağustos, 2024)

⁶³ <https://cbddo.gov.tr/projeler/kamu-veri-alani/> (Ağustos, 2024)

⁶⁴ <https://cbddo.gov.tr/haberler/6777/kamuda-acik-kaynak-kodlu-yazilimi-kullanimi-genelgesi-resmi-gazete-de-yayimlandi> (Ağustos, 2024)

⁶⁵ <https://cbddo.gov.tr/bulut-bilisim-stratejisi/> (Ağustos, 2024)

⁶⁶ <https://www.sanayi.gov.tr/arge-tasarim-merkezleri-ve-tgb> (Ağustos, 2024)

⁶⁷ <https://www.tgbd.org.tr/firma-arsiv> (Temmuz, 2024)

Akademide yeni teknolojilerin geliştirilmesi hususunda: Akademinin özellikle teknoloji şirketleriyle yakın ilişkiler içerisine gelmesi ve misafir öğretim görevlisi kadrosunun ya da öğretim üyesi yapısının biraz daha arttırılması, özellikle seçmeli derslerde nitelik ve nicelik olarak yükseltilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

4 YENİ NESİL TEKNOLOJİLER KONUSUNDA ATILMASI GEREKEN ORTA VE UZUN VADELİ ADIMLAR

4.1 Finans ve İlişkili Teknolojilerde Türkiye’de Atılması Gereken Orta ve Uzun Vadeli Adımlar ve Yapılması Gerekenlere İlişkin Değerlendirme

12. Kalkınma Planı (2024-2028) raporunun Bilim, Teknoloji ve Yenilik başlıklı maddesinde bilgi üretmeye, sorgulamaya, öğrenme, geliştirme gibi konu başlıkları bulunmakta olup, raporun bu bölümü **543.** maddesinden **557.5.** maddesine kadar olan kısmını kapsamaktadır.

Bilim, Teknoloji ve Yenilik

Amaç

543. Bilgi üretmeye yönelik sorgulama, araştırma, öğrenme, geliştirme istek ve düşünce sistematiğini tüm düzeylerde yaygınlaştıran, katma değeri yüksek ürün ve hizmet geliştirme kapasitesini artıran, toplumsal zorluklara çözüm üreten, ikiz dönüşümü destekleyen, insan odaklı, çevik, işbirliğine dayalı, etkin işleyen bir bilim, teknoloji ve yenilik ekosistemi oluşturmak temel amaçtır.

(...)

557.5. Ülkemiz için stratejik konularda kamu politikalarının geliştirilmesi süreçlerinde faydalanılmak üzere bilimsel temelli araştırma raporlarının oluşturulmasına yönelik sosyal ve beşeri bilim araştırma ve geliştirme faaliyetleri desteklenecektir.

Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Teknolojilerin kullanılması ve üretilebilmesi için Türkiye’de Atılması Gereken Orta ve Uzun Vadeli Adımlar ve Yapılması Gerekenlere İlişkin Değerlendirmeler şöyledir:

Dijital Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri'nin gelişimi bağlamında 2024-2028 yılları arasında mevcut yasal düzenlemelerin uygulamaları ile ilgili olarak yönetmelikler gibi ikincil mevzuatların çıkarılması, bu konularla ilgili vatandaşların okur-yazarlığının artırılması, teknoloji enstitülerinin kurulması gereken çalışmalar yapılmalıdır.

- Finansal teknolojilerle ilgili ve meraklı vatandaşların okur-yazarlığının artırılması yönünden eğitimler verilmelidir.
- Teknoloji enstitülerinin kurulması gerekmektedir.
- Küçük ve orta ölçekli KOBİ'lerin desteklenmesi için gereken çalışmalar yapılmalıdır.
- Sayısal cüzdanlar, halka açık blokzincirleri, Bitcoin ve dijital (kripto) para birimleri, akıllı sözleşmeler, kripto para birimlerine yönelik portföy oluşturma standartlar ve protokoller tespit edilmelidir.
- Açık bankacılık, elektronik kimlik ve cüzdan teknolojileri devlet tarafından desteklenmelidir.
- Yeni bir şey üretmek yerine, yenilikçilik teknolojilerinde çok daha yaygın bir yapıya dönüştürülmelidir.
- Alternatif bir finans sistemi kurulmalıdır. Ancak finansal özgürlük söz konusu değildir.
- Yeni ve alternatif yatırımcılarla yeni ve mevcut dijital pazarların oluşması sağlanmalıdır.
- Üniversitelerin finansal teknolojiye destek olması sağlanmalıdır. Yeni araştırmalar yapılmalıdır. Kripto varlıklar için enstitülerin kurulması gerekmektedir.
- Devlet piyasaya müdahale etme yönünden değil, kontrol amaçlı olmalıdır.
- Bankacılık sisteminde değişikliklerin hızlı şekilde uygulamaya geçmesi için gerekli tedbirlerin şimdiden hazırlanmasına destek olunmalıdır.
- Servis modelli bankacılık sisteminden açık bankacılık sistemine geçişler sağlanmalıdır.
- Finansal teknolojilerin tanıtım ve reklamlarının yapılması gerekmektedir.

4.2 Enerji ve Çevreci Teknolojilerde Türkiye'de Atılması Gereken Orta ve Uzun Vadeli Adımlar ve Yapılması Gerekenlere İlişkin Değerlendirme

Türkiye'nin enerji ve çevreci teknolojiler alanında sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için orta ve uzun vadede atması gereken adımlar ve yapması gerekenler şunlardır:

1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması

- **Güneş ve Rüzgar Enerjisi Yatırımlarının Artırılması:** Türkiye'nin güneş ve rüzgar enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir. Bu potansiyelin daha etkin kullanılması için lisanslama süreçlerinin hızlandırılması, yatırım teşviklerinin artırılması ve şebeke bağlantı sorunlarının çözülmesi gerekmektedir.
- **Jeotermal ve Hidroelektrik Enerji Kaynaklarının Verimli Kullanımı:** Jeotermal ve hidroelektrik enerji kaynaklarının çevresel etkileri dikkate alınarak verimli bir şekilde kullanılması, enerji portföyünün çeşitlendirilmesi açısından önemlidir.
- **Enerji Depolama Teknolojilerinin Geliştirilmesi:** Yenilenebilir enerji kaynaklarının kesintili doğası nedeniyle enerji depolama teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, enerji arz güvenliğinin sağlanması için kritik öneme sahiptir.

2. Enerji Verimliliğinin Artırılması

- **Binalarda Enerji Verimliliği:** Yeni binalarda enerji verimliliği standartlarının yükseltilmesi ve mevcut binalarda enerji verimliliği iyileştirme çalışmalarının teşvik edilmesi gerekmektedir.
- **Sanayide Enerji Verimliliği:** Sanayi tesislerinde enerji verimliliği projelerinin desteklenmesi ve enerji yönetim sistemlerinin yaygınlaştırılması, enerji tasarrufu potansiyelinin açığa çıkarılmasına yardımcı olacaktır.
- **Ulaşımda Enerji Verimliliği:** Elektrikli ve hibrit araçların kullanımının teşvik edilmesi, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi ve yakıt verimliliği standartlarının yükseltilmesi, ulaşım sektöründe enerji verimliliğinin artırılması için önemlidir.

3. Çevre Dostu Teknolojilerin Geliştirilmesi ve Kullanımının Yaygınlaştırılması

- **Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm:** Atık yönetimi ve geri dönüşüm altyapısının geliştirilmesi, atıkların kaynağında ayrıştırılması ve geri dönüşüm oranlarının artırılması, çevre kirliliğinin azaltılması ve kaynakların verimli kullanılması açısından önemlidir.

- **Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları:** Sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, toprak ve su kaynaklarının korunması, kimyasal gübre ve pestisit kullanımının azaltılması, çevre dostu tarım ürünlerinin üretiminin artırılması açısından önemlidir.
- **Temiz Su Teknolojileri:** Su kaynaklarının etkin yönetimi, atık su arıtma tesislerinin modernizasyonu ve su tasarrufu teknolojilerinin geliştirilmesi, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının sağlanması için gereklidir.

4. Ar-Ge ve İnovasyon Faaliyetlerinin Desteklenmesi

- **Üniversite-Sanayi İşbirliğinin Güçlendirilmesi:** Üniversiteler ve sanayi kuruluşları arasındaki işbirliğinin güçlendirilmesi, enerji ve çevreci teknolojiler alanında yenilikçi projelerin geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi için önemlidir.
- **Teknoloji Transferinin Hızlandırılması:** Gelişmiş ülkelerdeki enerji ve çevreci teknolojilerin Türkiye'ye transferinin hızlandırılması ve yerli üretimin teşvik edilmesi, teknolojik bağımlılığın azaltılması açısından önemlidir.
- **Yeterli İnsan Kaynağının Yetiştirilmesi:** Enerji ve çevreci teknolojiler alanında nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi, sektörün gelişimi ve sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir.

5. Uluslararası İşbirliğinin Geliştirilmesi

- **İklim Değişikliğiyle Mücadele:** Türkiye'nin uluslararası iklim değişikliği anlaşmalarına aktif katılımı ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için hedefler belirlemesi önemlidir.
- **Temiz Enerji Yatırımlarının Çekilmesi:** Uluslararası temiz enerji yatırımlarının Türkiye'ye çekilmesi, enerji sektörünün gelişimi ve yeşil dönüşümün hızlandırılması için önemlidir.
- **Bilgi ve Tecrübe Paylaşımı:** Diğer ülkelerle bilgi ve tecrübe paylaşımı, enerji ve çevreci teknolojiler alanında en iyi uygulamaların öğrenilmesi ve Türkiye'ye uyarlanması açısından faydalıdır.

Türkiye'nin enerji ve çevreci teknolojiler alanında orta ve uzun vadede atması gereken adımlar ve yapması gerekenler, sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için kritik öneme sahiptir. Bu adımların atılması ve yapılması gerekenlerin yerine getirilmesi, Türkiye'nin enerji bağımsızlığını kazanmasına, çevre kirliliğinin azaltılmasına, ekonomik büyümenin

sürdürülebilir kılınmasına ve gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakılmasına katkı sağlayacaktır.

4.3 Sağlık Teknolojileri Konusunda Türkiye’de Atılması Gereken Orta ve Uzun Vadeli Adımlar ve Yapılması Gerekenlere İlişkin Değerlendirme

- Sağlık teknolojilerinin gelişimi alanında Türkiye’de sürekliliği sağlanabilen özel temalı **konferans** düzenlenmemekte, ancak konu farklı konferanslarda alt başlık olarak değerlendirilmektedir. Katılımcıların bilgi paylaşımı için değerli olan bu tip etkinliklerin yaygınlaştırılması, araştırmacı ve geliştiricilerin bilgi birikimlerini paylaşımları açısından önemlidir.
- TÜBİTAK tarafından sunulmakta olan **ARBİS** veritabanı içinde “**Sağlık Teknolojileri**” konusu alt başlık olarak yer almamaktadır. Bu konudaki araştırmacılara erişim konusunda gerekli alt başlıkların açılması önerilmektedir.
- Sağlık Bakanlığı tarafından **tıbbi laboratuvarların envanterleri** merkezi takip sistemi tarafından takip edilmekte ve kullanılan cihazlar, ruhsatlandırma ve ruhsat değişiklikleri kayıt altına alınmaktadır. Ancak bu veritabanının kullanımı kısıtlı kalmakta olup, yalnızca klinisyenlere değil, konu uzmanlarının da erişimine açılması önerilmektedir.
- Türkiye’de sağlık teknolojileri ile ilgili araştırma-geliştirme alanında, özellikle **kamu alım garantisi** olmaması ve ticarileştirme adımlarındaki zorluklar, girişimci ve yatırımcıların bu sektöre ilgisini azaltmaktadır. Yerli teknoloji girişimlerine pozitif ayrımcılık yapılması, dönemsel vergi indirimleri ya da ertelemeleri ve yüksek lisanslı ve doktoralı geliştiriciler için uygulanacak SGK indirimleri, alana yeni girişimcilerin eklenmesini sağlayabilir. Ancak, özellikle ticarileşmenin ve yatırımların geri dönüşünü etkileyen onay süreçlerinin gözden geçirilerek, yenilikçi teknolojilerin tanımsız olması nedeniyle “yok” ya da “yapılamaz” varsayımlarından ivedilikle vazgeçilmesi gerekmektedir.
- **Yenilikçi ilaç üretim tekniklerinin** yaygınlaştırılabilmesi için destek yöntemleri sektör ile birlikte belirlenmelidir;
- Uluslararası standartlara başvurular için makul düzeyde teşvikler uygulanarak şeffaf biçimde takibi sağlanmalıdır;
- Sağlık teknolojileri alanında yerli firmaların oluşturacağı “**Sağlık Teknolojileri Kümelenmesi**” ve özellikle yönetiminde bilişim sektörü temsilcileri de olacak biçimde “**Sağlık Vadisi**” çalışmalarının hızla tamamlanması önemli bir gelişme olacaktır.

- Malzeme ve tasarımlar konusunda sağlık bilimleri, bilgisayar mühendisliği, makine mühendisliği, mekatronik, fizik, malzeme bilimi, robotik gibi farklı disiplinlerin birlikte çalışmasının sağlanması için Sağlık Vadisi'nin en iyi çözümlerden biri olacağı öngörülmektedir. Böylece, ülke gereksinimlerini karşılayacak yatırımların oluşması sağlanacağı gibi, özellikle yenilikçi cihaz geliştirilmesi ve üretimi konusunda uluslararası rekabete hazır firmaların gelişimi ve köklenmesi de sağlanabilecektir. Ek olarak, Sağlık Vadisi içine yerleştirilecek kuluçka merkezi sayesinde başlangıç düzeyi girişimler için alan açılabilir.
- Sağlık bilişimi konusunda, sektörün gereksinim duyduğu araştırmacıların sürekliliği olan eğitim programları ile yetiştirilmesi gerekmektedir. Bazı üniversitelerde bulunan, ancak bir süre önce kapatılan **medikal bilişim yüksek lisans programlarının** en kısa sürede tekrar açılması gerekmektedir. Bu programlarda yetişecek olan uzmanların sektöre katkısının en erken 4-5 yıl olduğu göz önünde bulundurulduğunda, hızlı karar alınması ve uygulamaya geçilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Gerekirse, YÖK tarafından benzer programlara devam etmek isteyen doktora öğrencilerine yurtdışı bursları sağlanarak akademisyen eksikliği bir süre sonra kapatılabilir.
- Alanda olduğu gibi sağlık teknolojilerinin gelişimi için de önemli konulardan biri, kaliteli, temiz ve tutarlı verinin toplanabilmesi ve paylaşılabilir hale getirilmesidir. Özel nitelikli kişisel veri halinden anonimleştirilerek sıyrıldıktan sonra toplanan kaliteli verinin doğru kullanımı, özellikle tanılayıcı (diagnostik) yapay zekâ uygulamalarının modellenmesi açısından gereklidir. Uluslararası düzeyde rekabet edebilecek sağlık alanındaki LLM projelerinin en önemli girdilerinden biri olan kaliteli verinin önemi daha da belirginleşmektedir. Bu bağlamda, sağlık alanındaki LLM projelerinin (örneğin, LLM sağlık asistanı vb.) devlet tarafından kritik projeler olarak tanımlanması ve desteklenmesi de önümüzdeki 5 yıl içinde değerlendirilmeli ve uygulamaya konulmalıdır.
- E-Turquality programından edinilen deneyimlerin ışığında, sağlık teknolojilerinde stratejik öncelikleri gözeterek yenilikçiliği destekleyecek **m-Turquality programı** oluşturulmalıdır. M-Turquality programı çerçevesinde hızlı destek süreçlerinin yapılandırılması ve verilen desteklerin şeffaf olarak denetiminin sağlanması, olası suistimalleri de önleyerek sektörün programa olan güvenini de sağlayacaktır.

- Sağlık teknolojileri üzerine üretim yapan firmaların sanayi kuruluşu olarak tanınması ve ticaret odaları yerine **sanayi odalarına kayıt** olarak desteklerden yararlanmaları sağlanmalıdır.
- Yeni nesil sağlık teknolojilerinin toplumsal kabulü, **dijital sağlık okur yazarlığının** artırılmasıyla mümkündür. Bu amaçla, orta vadede reklamlar, kamu spotları ya da popüler dizilere yerleştirilmiş mesajlar şeklinde bilinçlendirme sağlanmaya çalışılabilir.
- Ancak, kısa vadede özellikle **teletıp uygulamalarının geri ödeme** sistemlerine dahil edilmesiyle, sağlıkta oyunlaştırma tekniklerinin kullanımı ve evde bakım hizmetlerinde teknolojik olanakların kullanımı konusunda mevzuatta yapılacak güncellemeler ile toplumun sağlıkta teknolojiyi deneyimleme şansı oluşturulabilir. Bu yaygınlaşmanın sonucu olarak kaliteli verinin de artması sağlanacaktır.
- Ayrıca, ücretsiz kullanım haklarıyla toplumun **sağlıkta sayısal uçurumun** önüne geçmek ve geç katılım sağlayacak kesimleri de uygulamalarla tanıştırmak mümkün olacaktır.
- Çevrimiçi sağlık hizmetlerinin devlet tarafından tanınması ve desteklenmesiyle erişilebilir ve ulaşılabilir hizmetlerin yaygınlaşması sağlanacaktır. Toplanan büyük verinin mevzuatta yapılacak düzenlemelerle standart ve açık veri şekline dönüştürülmesi, sağlıkta büyük veri uygulamalarının da çeşitlenmesi, yaygınlaşması ve ulaşılabilir olması açısından önemlidir.
- Dijital sağlık okur-yazarlığından önce, “**sağlık okur-yazarlığının**” ülkemizde stratejik olarak ele alınması gerekmektedir. Temel konuların ilkökul düzeyinde çözülmesi gerekirken halen bu aşamaya gelinmemiş olması umut kırıcıdır. Halen orta öğretim düzeyinde “Sağlık Bilgisi ve Trafik Kültürü Dersi” öğretim programlarında konu ele alınmakta ve o yaşa kadar olası yetersiz, eksik ya da hatalı bilgilerle yetişmiş olan bireylerin bir yıl içinde verilen 20-22 saatlik bir ders ile yetkinlik kazanması beklenmektedir. Eğitim sistemi içinde sağlık okur-yazarlığına verilen önem artırılmalı, temel kavramlar ve terimlerin kavranılması sağlanmalı, dijital sağlık uygulamaları ile ilgili temel bilgiler ve hatta koruyucu sağlık hizmetleri hakkındaki bilgiler daha erken yaşlarda çocuklara verilmelidir. Bu bağlamda, uluslararası deneyimlerden yararlanarak kendi kültürümüze uygun bir çözümün ivedilikle geliştirilme zorunluluğu bulunmaktadır. Yarının doktorları, araştırmacıları ve uzmanları olacak bugünün çocuklarına olan bu borcun bir an önce yerine getirilmesi gerekmektedir.

- Ek olarak, orta vadede yerel yönetimlerin olanakları kullanılarak erişkinlerin de dijital sağlık okur-yazarlığının geliştirilmesi sağlanmalı ve bu amaçla Sağlık Bakanlığı ile eşgüdümlü çalışılması gerekmektedir.
- Kalkınma Planında farklı disiplinlerin temsil edilmemesinden kaynaklı olarak sağlıkta büyük veri konusunun geri bırakılmış olduğu görülmektedir. Bu nedenle, orta vadeli olarak devlet kurumlarının bu konuya önem vermemesi, hem yatırımların yönlendirilmesi hem de mevzuatta yapılması gerekebilecek değişiklikler konusunda önemli bir risk oluşturmaktadır.
- İvedi olarak, Japonya gibi sağlıkta büyük veri konusunda yasal düzenlemeler yapmış olan ülkelerin örnekleri incelenmeli ve AB normlarına uygun biçimde, başta KVKK olmak üzere mevzuatta düzenlemeler yapılmalıdır. Bulut bilişim ve uyumluluklar konusunda yasal düzenlemelerle olası olumsuzluklar oluşmadan engellenmelidir. Bu şekilde, hem veri paylaşımı ve işlenmesi konusundaki yetersizliklerin önüne geçilecek hem de yapay zekâ uygulamaları için gerekli veri altyapısı oluşturulmuş olacaktır.
- Devletin yenilikçi sağlık teknolojilerine karşı tutucu davranması, hatta teletıp uygulamalarını geri ödeme sistemlerinin dışında bırakması, hem sağlık profesyonellerinin hem de yurttaşların konuyla ilgili yetersiz bilgilendirilmesine ve uygulamaların yaygınlaşmamasına neden olmakta önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Yenilikçi teknolojilere açık olmayan yapılardan yenilikleri desteklemesinin bekleneneceği değerlendirilmektedir. Tanının hızlı konulması, tedavi ve terapilerde ölçülebilir sonuçlara ulaşılabilmesi için yenilikçi teknolojilere açık olunması gerekmektedir. Giyilebilir teknolojiler gibi olanaklarla doğrudan toplanabilen verilerin işlenmesiyle semptomların belirlenmesi, tanı ve tedavi hızını artıracak gibi hastanelerdeki yükü de kısmen azaltacaktır.
- Özellikle yasal süreçleri hızlandırmak için “Sağlık Sanayi Başkanlığı” ya da “**Sağlık Endüstrileri Başkanlığı**” başlığındaki organizasyonun bir an önce devreye alınması ve sağlık profesyonelleri, akademisyenler, sivil toplum kuruluşu temsilcileri ile sektör temsilcilerinin oluşturacağı çalışma grubuyla “**Sayısal Sağlık Teknolojileri Master Planı**” hazırlanmalıdır. Kurulacak olan başkanlığın, bu master plan çerçevesinde bakanlık, üniversiteler, TÜBİTAK, sivil toplum kuruluşları ile eşgüdümlü çalışması sayesinde gelişen sağlık teknolojilerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve yatırım planlarının uygulanması, önümüzdeki 15-20 yıl içinde Türkiye’yi ülke olarak tüketici konumundan çıkaracaktır. Ayrıca, kurulacak olan başkanlığın “yatırım taahhütlü avans

kredilerinin” etkin kullanımı konusunda söz sahibi olması, yatırımların kaldıraç etkisinin belirlenmesi ve bütünsellik açısından değerli olacaktır.

- Türkiye’de birçok teknolojik alanda olduğu gibi yenilikçi sağlık teknolojileri alanında da **ortak dil kullanımında eksikler** bulunmaktadır. Sivil toplum kuruluşları ve akademisyenlerle birlikte öncelikle veri standardizasyonu üzerine yoğunlaşılmalı ve ortak dilin temeli olan verilerdeki kalitenin yükseltilmesi sağlanmalıdır.
- Önemli avantajlardan biri, **e-Nabız** gibi uygulamalar üzerinde birçok verinin toplanıyor olmasıdır. Ancak, bu verilerin kalitesi, tutarlılığı ve temizliği konusunda belirsizlikler olabileceği değerlendirilmektedir. Yapay Zekâ uygulamalarında gerekli büyük veri kullanımı için temiz ve tutarlı verilerin varlığı önemlidir. Tutarsız verilerin LLM sağlık asistanı gibi projelere girdi olması durumunda, geri dönüşü olmayan olumsuz sonuçların doğması olasıdır. Böyle bir durumun oluşması, teknolojiye olan güveni sarsacak ve özellikle sağlık konusunda teknofobi oluşmasına neden olabilecektir.
- Kaliteli ve tutarlı verilerin kullanılması, hem hasta hem de doktor üzerindeki yükü azaltacağı gibi dolaylı etki olarak dezavantajlı grupların sağlık hizmetine daha hızlı ve rahat ulaşmasını sağlayacaktır.
- Türkiye’de birinci basamak sağlık hizmetine başvurmadan ileri aşamalara gidilmesi ya da farklı nedenlerden dolayı oluşan kısıtlı doktor-hasta iletişimi, hekimlerin yetersiz tanılarına neden olabilmektedir. Bu duruma ek olarak süre kısıtları da mevcut verilerin eksik girilmesine neden olabilmekte ve bu durum sonraki tedavi aşamalarının noksan değerlendirilmesine yol açabilmektedir. Hekimlerin doğru karar verebilmelerine olanak sağlayacak biçimde teletıp ve **yapay zekâ uygulamalarının** devreye alınması, hem hastalara hem de hekimlere önemli derecede kolaylık sağlayacaktır. Aynı şekilde, bu teknolojilerin yoğun kullanımı tedavi ve terapi süreçlerinde de takipleri kolaylaştıracaktır.

4.4 Kuantum ve İlişkili Teknolojilerde Türkiye’de Atılması Gereken Orta ve Uzun Vadeli Adımlar ve Yapılması Gerekenlere İlişkin Değerlendirme

- **Fon ve Teşvik Politikalarının Geliştirilmesi:** Türkiye’de yerli teknoloji geliştirme süreçlerini desteklemek amacıyla devlet tarafından daha fazla fon ve teşvik politikaları uygulanmalıdır. Ulusal ve uluslararası düzeyde projelere katılımı artırmak ve bu projelerden fon sağlamak için stratejik planlamalar yapılmalıdır. TÜBİTAK ve Sanayi

Bakanlığı gibi kurumların destek programları genişletilerek daha fazla araştırma ve geliştirme projesine fon sağlanabilmelidir. Bu destekler, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin sürekliliğini sağlamada önemli bir rol oynayacaktır.

- **Eğitim ve Yetenek Geliştirme Programları:** Yetenekli insan kaynağının geliştirilmesi ve elde tutulması için üniversiteler ve araştırma merkezleri ile işbirliği yapılmalıdır. Kuantum teknolojileri ve diğer ileri teknoloji alanlarında lisansüstü programlar ve sertifikasyon programları açılarak bu alanlarda uzmanlaşmış bireyler yetiştirilebilir. Ayrıca, uluslararası işbirlikleri ve eğitim programları aracılığıyla yurtdışında çalışan Türk araştırmacılarının Türkiye'ye geri dönüşü teşvik edilmelidir. Genç yeteneklerin bu alanlara yönlendirilmesi ve eğitim süreçlerinin desteklenmesi, uzun vadede insan kaynağı eksikliğini giderecektir.
- **Altyapı ve Araştırma Merkezleri Kurulması:** Deneysel çalışmalar ve donanım geliştirme süreçlerini desteklemek amacıyla ulusal düzeyde araştırma merkezleri kurulmalı ve bu merkezler gerekli altyapı ile donatılmalıdır. Bu merkezler, araştırmacıların çalışmalarını yürütebilecekleri ve deneysel altyapıya erişim sağlayabilecekleri olanaklar sunmalıdır. Araştırma merkezlerinin ve laboratuvarların sayısının artırılması, bu altyapı eksikliklerinin giderilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, bu merkezlerin uluslararası standartlara uygun şekilde donatılması ve işletilmesi sağlanmalıdır.
- **Uluslararası İşbirlikleri ve Konsorsiyumlar:** Uluslararası düzeyde rekabet edebilmek ve standartlara uyum sağlamak için küresel işbirlikleri ve konsorsiyumlar oluşturulmalıdır. Avrupa Birliği projeleri ve diğer uluslararası fon programlarına daha aktif katılım sağlanarak, Türkiye'nin teknoloji geliştirme süreçlerinde daha etkin rol alması sağlanabilir. Uluslararası işbirlikleri, bilgi ve teknoloji transferini hızlandıracak, Türkiye'nin bu alandaki rekabet gücünü artıracaktır. Bu işbirlikleri sayesinde, Türkiye'deki projelerin uluslararası arenada daha görünür hale gelmesi mümkün olacaktır.
- **Farkındalık ve Bilgilendirme Kampanyaları:** Türkiye'deki teknoloji potansiyelini uluslararası yatırımcılara tanıtmak ve bu alanda farkındalık yaratmak amacıyla konferanslar, seminerler ve işbirliği toplantıları düzenlenmelidir. Bu tür etkinlikler, yerli teknolojilerin tanıtılması ve yatırımcıların ilgisinin çekilmesi için önemli fırsatlar sunar. Ayrıca, ulusal düzeyde farkındalık kampanyaları ile toplumun genelinde

teknolojiye ve Ar-Ge çalışmalarına olan ilgiyi artırmak mümkündür. Bu tür kampanyalar, gençlerin ve yeni girişimcilerin bu alanlara yönelmesine de katkı sağlayacaktır.

Bu stratejilerin etkin bir şekilde uygulanması, Türkiye'nin yerli teknoloji geliştirme süreçlerinde karşılaştığı zorlukların üstesinden gelmesine ve uluslararası düzeyde rekabet edebilmesine katkı sağlayacaktır. Türkiye, bu stratejilerle teknolojik gelişimini hızlandırabilir ve küresel arenada daha güçlü bir konum elde edebilir.

- Kuantum teknolojilerinin geliştirilmesinde **finansal zorluklar** yaşanmaktadır. Türkiye'de kuantum teknolojileri için yerel fon eksikliği ve uluslararası fonlara erişimde zorluklar yaşanmaktadır.
- Yapay zekâ ve kriptoloji alanlarındaki gelişmelerin de Türkiye'nin rekabet gücü açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle **kriptoloji alanında**, Post Quantum Kriptografi konusunda önlem alınması gerektiği ve bu konuda gecikilmemesi gerektiği vurgulanmaktadır.
- Türkiye'deki insan gücünün koordinasyonu ve kuantum teknolojilerinin temel araştırmalarının yapılması gerekmektedir.
- Ayrıca, şirketlerin büyük yatırımlar yaparken maddi endişeler yaşayabileceği ve odaklanılacak teknolojilerin ve hedeflerin belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.
- Ulusal merkezlerin kurulması ve açık bir politika izlenmesi gerektiği savunulmaktadır. Sonuç olarak, akademik ve şirket odaklı ulusal merkezlerin kurulması ve hızlı hareket edebilen girişimlere destek sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır.
- Avrupa'daki yatırımcıların Türkiye'deki potansiyelden haberdar olmadığı ve bu konuda farkındalık yaratılması gerektiği vurgulanmaktadır.
- Akademisyenlerin **Ufuk Avrupa** ve diğer projelere başvuruları, yerli teknoloji geliştirme sürecindeki zorluklar ve güvenlik tehditleri gibi konular değerlendirilmektedir.
- Türkiye'de teknoloji ekosisteminin geliştirilmesi için daha fazla yatırım yapılması gerektiği ve devletin bu alana daha fazla önem vermesi gerektiği belirtilmektedir.
- Türkiye'nin kuantum teknolojileri alanındaki yatırımlarının diğer ülkelerle kıyaslandığında geride kaldığına dikkat çekilmektedir.
- Kuantum sensör uygulamaları için mevcut yetenekler tartışılmaktadır. Yetersiz fon nedeniyle işgücünün eğitimi ve işte tutulmasında zorluklarla karşılaşıldığı ve bu

durumun beyin göçü sorunlarına yol açtığı belirtilmektedir. EIC Pathfinder'daki yoğun başvuru ve fonlanma zorluğu örneğinde olduğu gibi, projeler için finansman sağlamanın zorlukları vurgulanmaktadır.

- Farklı finansman mekanizmalarına olan ihtiyaç vurgulanmaktadır. Altyapı kurulum zorlukları ve akademiye etkileyen düzenleyici yükler de ele alınmaktadır.
- Piyasadaki belirsizliklerin yatırımları engelleyebileceği endişesiyle finansman başarısı şansını artırmak için stratejik konsorsiyum oluşumunun ve dikkatli proje planlamasının önemi vurgulanmaktadır.
- Kuantum teknolojisinin geliştirilmesinde küresel rekabet dikkat çekerken, Türkiye ekonomik zorluklar ve kısa vadeli yatırım projeksiyonları nedeniyle geride kalmaktadır. Sonuç olarak, finansman fırsatları için Avrupa Komisyonu'na yönelme konusu ele alınmalıdır.
- Araştırma sürekliliğini ve ekip başarısını sürdürmek ve aynı zamanda beyin göçü sorunlarını çeşitli mekanizmalar yoluyla ele almak için gerçekçi yaklaşımlara duyulan ihtiyaç vurgulanmaktadır.
- Kuantum teknolojisinin finansal getirisinin kısa vadede büyük ölçekli firmalar haricinde cazip olmadığı ancak milli güvenlik açısından önemli bir alan olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, şirketlerin bu teknolojiyi benimsemesinde güvenlik endişeleri ve finansal yatırım gerekliliği gibi faktörlerin etkili olduğu dile getirilmektedir.
- Aynı zamanda, ulusal ve küresel düzeyde bu alandaki teşviklerin ve desteklerin önemine değinilmektedir. Son olarak, kriptoloji alanındaki gelişmelerin hızla ilerlediği ve bu konuda zamanında önlem alınması gerektiği vurgulanmaktadır.
- Stratejik bir plan doğrultusunda ele alınması gerektiği ifade edilmektedir. Kuantum hesaplama, QKD ve PQC alanlarında girişimciliğin teşvik edilmesinin önemi ifade edilmektedir.
- Dünyada kuantum teknolojileri alanında iş gücüne büyük ilgi olduğu ve bu iş gücünü kendilerine çekmek için yurtdışında başarılı örneklerin bulunduğu açıklanmaktadır. Türkiye'de sinerji ortamının eksikliğinden ve tedarik hattı sorunları gibi sorunlara çözüm arayışlarının önemi ifade edilmektedir. Ayrıca, eğitim programlarına katılarak öğrencilerin ve hocaların sinerji oluşturabileceği ortamlar yaratma ihtiyacından bahsedilmektedir. Türkiye'de ortak sinerji oluşturulabilecek merkezlerin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

- Patent konusundaki farkındalık eksikliğine ve akademisyenlerin patent başvurularına ilişkin deneyimlerine de değinilmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin kuantum teknolojiler ve ilişkili 6G teknolojisi alanında patent konularına ağırlık vermesi gerektiğine dikkat çekilmektedir. Türkiye'deki teknoloji ve inovasyon alanındaki potansiyeli ve yaşanan zorluklar ele alınmaktadır.
- Toplumsal kabul ve yaygınlaşma için kapsamlı eğitim ve sertifika programları oluşturulmalı, akademik ve endüstriyel iş birlikleri artırılmalı, ulusal ve uluslararası konferanslar ve etkinlikler düzenlenerek farkındalık yaratılmalıdır. Ayrıca, sosyal medyada ve televizyon kanallarında bilgilendirici kampanyalar düzenlenmeli, patent bilincini artırma çalışmaları yapılmalıdır. Bilim festivalleri ve yarışmalar (örneğin Teknofest) gibi etkinliklerle gençlerin ilgisi çekilebilir. TÜBİTAK'ın bu yıl düzenlediği kuantum hackathonu gibi faaliyetlerin artırılması gerektiği ifade edilmektedir. Bu konuların sadece üniversite seviyesinde değil artık K12 seviyelerinde de ele alınması gerektiği ifade edilmektedir.
- Özellikle donanımsal kuantum teknolojilerine giriş eşiğinin yüksek olduğu ve bu eşiğin düşürülmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu eşiği düşürmenin yöntemlerinden birisinin de, Türkiye'de hizmet sağlama yolu ile kuantum deneyleri ve kuantum aygıt üretimi yapabilecek merkezi laboratuvarların eksikliğinden bahsedilmektedir.
- Malzeme ve donanım geliştirme konularında çalışmaların yaygınlaştırılması ve gençlerin bu alana ilgi duyması teşvik edilmelidir. Araştırma altyapısının ulusal düzeyde kurulması ve insan kaynağının desteklenmesi gerektiği üzerinde durulmaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin güvenliğini ve üstünlüğünü sağlayacak kuantum teknolojilerini yurt içinde geliştirmeye imkan verecek atılımları gerçekleştirmek üzere Türkiye Kuantum Teknolojileri Geliştirme Merkezi kurulumu⁶⁸ ile bu alanda yapılan çalışmaların desteklenmesi ve ulusal düzeyde araştırma altyapısının güçlendirilmesiyle başarılı sonuçlar elde edilebileceği ifade edilmektedir. Alınacak önlemlerle aşağıdaki tehdit ve olumsuzlukların giderilmesi sağlanmalıdır:

⁶⁸ <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turkiye-kuantum-teknolojileri-gelistirme-merkezi-kuruluyor/3309243> (Ağustos, 2024)

- Özellikle veri işlemeye dayalı kuantum hesaplama uygulamalarında, KVKK kapsamında yurtdışı altyapıların kullanımı mümkün değildir. Yerli hesaplama altyapılarının kurulması gereklidir.
- Ticari ve stratejik gizlilik nedeniyle teknolojinin dışarıdan elde edilmesi ve kendi yararımıza kullanılmasında kısıtlamaların yaşanabileceği değerlendirilmelidir.
- Kuantum teknolojilerde insan gücünün yetersiz kalmasının önlenmesi amacıyla yetişen öğrenci ve profesyonellerin yurtdışına beyin göçünün engellenmesi ve maaş ve eğitim sonrası çalışma imkanlarının dünya ile rekabetçi olması sağlanmalıdır.
- Rekabetçi ve hızlı gelişen teknolojilerde bürokrasi ve atalet problemleri nedeniyle işlerin yavaşlaması, durması ve dünyadaki rakiplerle aramızdaki uçurumun kapatılması sağlanmalıdır.
- Hem ulusal hem de uluslararası tedarik hatlarındaki sorunlar giderilmelidir.
- Milli güvenlik tehdidi oluşturan durumların ortaya çıkması (kuantum iletişim, kriptografi vs.) ve bu konularda dünyadaki ilerlemenin son derece hızlı olması nedeniyle geride kalmamız engellenmelidir.
- Bu alanlarda bilgi ve teknoloji üreten ülke durumunda olmamamız nedeniyle, her geçen gün ilerleyen ve gelişen teknolojiyi yakalamak için aşılması gereken bariyerlerin yükselmesi ve işimizin zorlaşması karşısında önlem alınmalıdır.
- Kişisel temaslar (konferanslar, çalışma ziyaretleri, ortaklıklar vs.) ile teknoloji geliştirme ve transferi konusunda dünyadan geri kalmamak amacıyla güncel bilgilere/teknolojilere ve bu bilgileri/teknolojileri üreten merkezlere erişim sağlanmalıdır.
- Uluslararası organizasyonlara ve topluluklara üye olarak bilginin üretildiği ve teknolojinin geliştirildiği merkezlerde aktif olunmalıdır.
- Akademik ve endüstriyel ortaklıklar aracılığıyla uluslararası projelerde yer alınmalıdır.
- Akademik ve endüstriyel çevrelerde sinerjik ve hızlı aksiyon alınabilen dinamik ortamlar yaratılmalıdır.
- Uluslararası eğitim ve ortaklıklara katılarak yetişmiş iş gücü eksikliğinin etkisinin azaltılması sağlanmalıdır.

- Ortak araştırma ve eğitim merkezleri oluşturarak sinerjik ve sürdürülebilir işbirliği ve üretkenliğin artırılması sağlanmalıdır.
- Akademik ve endüstriyel kariyer olanaklarının artırılması ve dünya ile rekabetçi hale getirilmesi sağlanmalıdır.
- Tedarik zinciri problemine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.
- Milli güvenlik zafiyeti oluşturan konu ve teknolojilere hızlı ve zamanında önlem alınmalıdır. Bu konularla alakalı olarak ivedilikle stratejik bir plan ve yol haritası için çalışmalar başlamalıdır.
- Milli güvenlik açığı oluşturan teknolojilerin stratejik ve öncelikli hedef ilan edilmesi ve bu konularda ulusal ve yerel fonlamalar aracılığıyla araştırma programları ve merkezler oluşturulması değerlendirilmelidir. Bu konularda ABD, Çin, Rusya gibi ülkelerin özel araştırma programlarına benzer araştırma ve teknoloji programlarının yürürlüğe konması sağlanmalıdır.
- Yukarıdaki ulusal hedef ve programlar geliştirilmesi önerilerine ek olarak, ülke politikası olarak uluslararası merkezler ve araştırma programlarına katılım sağlanması ve ülke içindeki üniversiteler, kurumlar ve firmalar nezdinde bu konularda teşviklerin oluşturulması sağlanmalıdır.

4.5 Yapay Zekâ ve İlişkili Teknolojilerde Türkiye’de Atılması Gereken Orta ve Uzun Vadeli Adımlar ve Yapılması Gerekenlere İlişkin Değerlendirme

- **Veri Eksikliği:** Veri toplamak ve bu verileri kullanmak yerli teknoloji geliştirme sürecinde büyük bir zorluktur. Verilerin doğru ve anonim şekilde toplanması gerekmektedir.
- **Enerji İhtiyacı:** Yapay Zekâ uygulamaları yüksek enerji tüketimine neden olabilir. Bu nedenle alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji verimliliği öncelikli hale gelmelidir.
- **Fiber Altyapının Yetersizliği:** Türkiye'nin fiber altyapısı yetersizdir. Bu nedenle fiber altyapısının geliştirilmesi gerekmektedir.

- **Patent Eksikliği:** Türkiye'de yapay zekâ alanında alınmış patent sayısı çok düşüktür. Devletin teşvik vererek patentlerin artırılması gerekmektedir.
- **Ekosistem Geliştirme:** Girişimcilik ekosisteminin geliştirilmesi, üniversite-sanayi işbirliklerinin artırılması ve girişimlere destek olunması gerekmektedir.
- **Kamu-Özel Sektör İşbirliği:** Kamu ve özel sektör arasındaki işbirliğinin artırılması, kamu projelerinin daha dinamik hale getirilmesi ve teşvik programlarının gözden geçirilmesi gerekmektedir.
- **Temel Bilimlerin Desteklenmesi:** Yapay Zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi için temel bilimlerin (matematik, fizik, istatistik vb.) desteklenmesi gerekmektedir.
- **Bulut Altyapısı:** Türkiye'de bulut altyapısının yeterince gelişmemiş olması büyük bir eksikliktir. Bu nedenle bulut altyapısının geliştirilmesi gerekmektedir.
- **Yetişmiş İnsan Gücü:** Yapay Zekâ alanında yetişmiş insan gücünün artırılması için eğitim programlarının gözden geçirilmesi ve üniversitelerde daha fazla yapay zekâ eğitimi verilmesi gerekmektedir.
- **Terminoloji ve Türkçe Eşleştirme:** Yapay Zekâ terimlerinin doğru bir şekilde çevrilmesi ve Türkçe eşleştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. TBD Bilişimde Özenli Türkçe Topluluğu tarafından ilk sürümü 2023 yılında yayımlanan ve geliştirilerek sürekli güncellenen “TBD Bilişim Terimleri Sözlüğü”⁶⁹ çalışmalarına destek verilmelidir.
- **Yatırımcı ve Fon Bulma:** Yapay Zekâ girişimlerinin çekirdek aşamada fon bulması zordur. Yatırımcı algısının değiştirilmesi ve çekirdek aşamada fon bulunması için melek yatırımcı fonlarının artırılması gerekmektedir.
- **Doğru Projelerin Desteklenmesi:** Kamu ve özel sektör projelerinin doğru metriklerle ölçülmesi ve doğru projelere yeterli kaynak aktarılması gerekmektedir.
- **Donanım Geliştirme:** Donanım geliştirme konusunda Türkiye'nin geri kalmaması için yeni donanım geliştirme projelerinin desteklenmesi gerekmektedir.

⁶⁹ <https://bilisimde.ozenliturkce.org.tr/> (Ağustos, 2024)

- **Eğitim Müfredatının Güncellenmesi:** İlköğretimden üniversiteye kadar olan eğitim müfredatının yeni nesil teknolojilerle uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.
- **Medya ve Televizyon:** Televizyon programları ve diziler aracılığıyla teknolojiye dair bilgilerin topluma aktarılması gerekmektedir.
- **Üniversiteler ve Halkla İlişkiler:** Üniversitelerin halka yönelik etkinlikler düzenleyerek yapay Zekâ hakkında bilgilendirme yapmaları gerekmektedir.
- **Yapay Zekâ Okuryazarlığı:** Tüm yaş gruplarına yönelik yapay Zekâ okuryazarlığı dersleri verilmelidir.
- **Toplumsal Kabul:** Toplum yapay zekâ uygulamaları konusunda bilinçlendirmek için etkinlikler ve eğitimler düzenlenmelidir.

İhtiyaç Analizi: Yapay Zekâ uygulamalarının toplumsal ihtiyaçları karşılayacak şekilde geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir.

5 YENİ NESİL TEKNOLOJİLER KONUSUNDA GENEL DEĞERLENDİRME

Sürdürülebilir ulusal kalkınma için yeni nesil dijital teknolojilerin sürekli değişim göstermesi nedeniyle 2030 yılı ve sonrasına ilişkin dönemi kapsayan hedefler değerlendirilmiştir. Bu hedeflere ulaşmak için 2030 yılına kadar yapılması gerekenler de belirtilmiştir.

5.1 Finans ve İlişkili Teknolojilerin Genel Değerlendirmesi: 2030 ve Sonrası Yapılacaklar (Hedefler)

Finans teknolojileri 5 ana başlık altında incelenmiştir:

- Sayısal Cüzdanlar
- Halka Açık Blok Zincirler
- Bitcoin ve Dijital (Kripto) Para Birimleri
- Akıllı Sözleşmeler
- Kripto Para Birimlerine Yönelik Portföy Oluşturma

Yukarıdaki 5 maddenin gelecekteki uygulanmasında bu konuları yönetmek için önemli kurumların oluşacağı, yapısının değiştirileceği ya da katılacağı düşünülmektedir. Açık

bankacılık, şubesiz bankacılık, butik banka şubeleri, merkez bankaları yapısında kripto paralarla ilgili birimlerin kurulacağı, devlet ve özel muhasebe sisteminin yeniden kurulacağı değerlendirilmektedir.

Devlet bütçesinde kripto para ve varlıkların harcamaların, gelirin ekonomik sınıflandırmasına ve fonksiyonel sınıflandırma türleri itibarıyla sınıflandırmaya ilişkin açıklamalara yer verileceği öngörülmektedir.

Vergi dairelerinde beyannameler artık sistem üzerinden gönderileceği için sanal vergi dairelerinin kurulacağı, tebligat kanunundaki değişikliklerle kişiler yapılan tebligatların blok zincirler üzerinden yapılacağı, posta sisteminin kısmen kalkacağı düşünülmektedir.

Devlet muhakemat hizmetlerinde akıllı sözleşmeler sayesinde devlet ile vatandaş arasındaki dava sayılarında azalma olacağı, diplomalardaki ve kişisel evraklardaki bilgilerin halka açık blok zincirler sayesinde hem görünür hem de değiştirilmeye olanak vermeyecek şekilde kullanıcılara sunulmasının sağlanacağı 2030 ve sonrasında düşünülmektedir.

Sayısal Cüzdanlar

Sayısal cüzdanlar bir çevrimiçi ödeme aracı olup, sıcak ve soğuk cüzdan uygulamaları vardır. Sayısal bir cüzdanda saklayabilecekleriniz şunlardır: Günümüzde bankacılık sisteminde, sayısal biletlerde, mağaza kuponlarında ya da indirim kartlarında, kredi kartı ya da banka kartlarında, uçak biniş kartları, otel rezervasyonlarında, konser biletlerinde, hediye kartlarında, sadakat ödül kartlarında kullanılmaktadır.

2030 yılında tek bir numara ya da sayısal cüzdan kodu ile tüm belgelerimiz, diplomalarımız, tapularımız, pasaportumuz, ehliyetimiz, sağlık bilgilerimize tek bir yerden izin verilen kişilerin ulaşabilmesine olanak sağlanacaktır. Mahremiyet gerektiren her türlü bilginizin bizim haricimizde başka kimselerin görmemesi ya da bir kişiye atak olduğunda anında uyarı gelecektir.

Halka Açık Blokzincirler

Halka açık blokzinciri altyapısı hesap özelleştirmeyi desteklemeli, alt cüzdanlar, bağlı nesneler olabilmesine olanak sağlamalıdır.

Hukuk sisteminde yer alan tüm varlıklar tokenize edilebilmeli ve sağlanan altyapı üzerinden yönetilebilmelidir.

Ülkemizin de "Elektronik Türk Lirası" gibi dijital para birimi oluşturulmuş ve alışverişlerimizde nakit para kullanımı ortadan kalkacaktır. Günümüzde en bilinen halka açık blokzinciri kullanımları arasında kripto paralar ve NFT'ler yer almaktadır. NFT üzerinden tüm tapu sistemi ve nüfus kayıtları buraya aktarılması ile güven sağlanacak ve açık erişim mümkün olacaktır.

Kimlik kartımız ve ehliyetimiz hiçbir zaman kaybolmayacak ve başkalarının eline geçmeyecektir. Sahte belge üretiminin önüne geçilecektir.

2030 yılından sonra yapılacak merkezi ve yerel yönetim seçimlerinde elektronik seçimler bu sistemler üzerinden yapılacaktır.

Muhasebe kayıtları ve faturalandırma gibi ticari işlemler blokzincirler üzerinden yapılacaktır. Kamudaki bürokrasi tamamen ortadan kalkacaktır. Kimlik yönetimi ve NFT gibi güvenli işlem içeren iş süreçleri bu yapı üzerinden sonuçlanacaktır.

Eskiden olduğu gibi sadece bir tek numara üzerinden tüm işlemlerin yapılması sağlanacaktır. Hukuk sisteminde ise dava süreçlerinde duruşmalar uzaktan yapılacak ve finansal teknolojiler özel mahkemelerde görülecektir. Deliller NFT üzerinde olduğu için dava süreleri bir gün içinde çözüme kavuşacaktır.

Bitcoin ve Dijital (Kripto) Para Birimleri

Bitcoin ve dijital (kripto) para birimleri genel olarak benzer görünse de temelde farklıdır. Dijital para merkezi yapıda olup, işlemler gerçek bir kullanıcı kimliği gerektirir. Kripto paralar ise merkeziyetsizdir ve işlemler kişisel bilgileri gerektirmez.

2030 yılı ve sonrasında nakit para kalmayacak, ticaret dijital para (bankacılık sistemi) üzerinden yapılacaktır. Kripto para birimi, işlemleri doğrulamak için banka kullanmayan bir dijital ödeme sistemidir.

SWIFT sisteminde değişiklikler olacak ya da hiçbir banka bu sistemi kullanmayacak ya da yeni alternatif sistemler kurulacaktır. Nakit para tamamen ortadan kalkacağı için müzelerde ya da bankalarda görülebilecektir.

Akıllı sözleşmelerin bu sisteme bağlanması neticesinde sözleşme hükümleri yerine getirildiğinde ya da getirilmediğinde, paramız hesaplarımıza geçecektir.

Kripto para borsaları kurulacak, burada işlem yapılacak ve borsaya kota edilmiş kripto varlıklar olacaktır.

Akıllı Sözleşmeler

Blokzincirinde akıllı sözleşmelerin kullanımı sigorta, bankacılık, devlet birimlerinde, merkezi yönetim ve yerel yönetimler ile benzer ihtiyaçlara sahip diğer sektörlerde önemli ölçüde artmaktadır. 2030 yılında akıllı sözleşmeler için blokzinciri ile sigorta, bankacılık ve devlet kurumları tarafından kullanılabilir.

Kredi aldıysanız, bankada hesap açtırdıysanız, ev aldınız ve eve sigorta yaptırdıysanız, devletten ihale alıp yapım sözleşmesi imzalayacaksanız, bunların hukuki altyapısında bankacılık ve sigortacılık ile devlet ve vatandaş ya da kurumlar arasında bir sözleşme vardır. Bu süreçte noterden değil de bir yazılım üstünde yapılan sözleşmelerdir. Borçlar kanununda sözleşme yapmak şart ve koşula bağlamadığı için hukuki olarak altyapısı mevcuttur.

2030 yılından sonra tüm sözleşmeler akıllı sözleşme olduğundan mahkemelerde dava süreleri kısılacak ya da hiç mahkeme olmayacak, ödemeler hemen yapılacak, icra iflas gibi konular bulunmayacaktır.

Kripto Para Birimlerine Yönelik Portföy Oluşturma

Güvenli bir yatırım aracında öncelikle paranın değerinin artması ve talep halinde geriye alabilme imkanı olmalıdır. Hiçbir şart ve koşul olmadan (sözleşmelerde bulunan şartlara bağlı olarak) pazardan çıkabilmelidir. Portföy oluşturma genellikle birkaç sermaye piyasası aracının kullanımı ile olur; borsada paramızı bir kısmını bir şirkete, bir kısmını başka şirkete ya da bir kısmını borsada, bir kısmını devlet tahvilinde, banka mevduat faizinde, dövizde tutma ve değerlendirme işlemi portföy denir. Kripto paralarda ise yaklaşık 10.000 tane kripto paradan finans bilgisine göre bir ya da birkaçını portföyünde tutmaktır. Mevcut durumda ve önümüzdeki yıllarda sistemde herkesin bir kripto para portföyü olacaktır. Bu sistem üzerinde ticaret yapılacak ve paralar bu sistemde saklanacaktır.

Yukarıdaki 5 ana başlığın uygulanabilmesi için kimlik doğrulama, imza gibi fonksiyonlar bu altyapı üzerinde desteklenmelidir. Dolayısıyla mevcut hukuk düzeninde gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu düzenlemeler akıllı sözleşmelerin oluşabilmesine imkan sağlayacaktır. Bireyler çeşitli cüzdan fonksiyonlarını kullanabilmelidir; soğuk cüzdan, sıcak cüzdan gibi çevrimiçi ve çevrimdışı yöntemlerle cüzdanını yönetebilmeli, muhafaza ve mahremiyet olgularının kendi kişisel çerçeveleri tarafından yönetilebilmelidir.

2030 yılında kamu bir dağıtık defter teknolojisi (blok zincir) altyapısına sahip olmalıdır. Bu altyapının protokolleri, standartları ve sahipliği kamuya ait olmalıdır. Kimlik, cüzdan, HSM

gibi ürünlerin sahipliği ve yönetimi kamu tarafından yapılmalıdır. Altyapının işletmesi özel sektörle birlikte yapılabilir. Bu blok zincir altyapısı halka açık olmalıdır. Kamu sorumluluğunda görevlerin bu altyapıya taşınması hedeflenmelidir.

Finans ve İlişkili Teknolojilerde 2030'a Kadar Yapılması Gerekenler (Hedefler)

Türkiye'de hızlı bir şekilde teknolojiye ayak uydurmak için düzenli olarak gelişen teknoloji ülkemize getirilmekte, yeni teknolojiler desteklenmekte ve varsa mevzuat üzerindeki engellerin kaldırılması yönünde çalışmalar yapılmaktadır.

Yerli teknolojilerin geliştirilmesindeki en büyük zorluklar sermaye ve bilgi birikimi ile teşviklerin yeterince ilgili kişilere ulaşamamasıdır. Bunun önündeki engeller kaldırılmalıdır. Önce toplumun ihtiyacı olup olmadığına bakılmalıdır. Toplumun ihtiyacı şimdilik değilse gelecek için ön hazırlık çalışması yapılmalı ve teknoloji uygun bir dille anlatılmalıdır.

Gümrük ve vergi mevzuatı ile sorunlar varsa değişikliğe gidilmeli, insanların işsiz kalması durumu gözüküyorsa yeni iş alanlarına yönlendirilmelidir.

İşsiz kalacak çalışan işini kaybedeceği için yeni teknolojiye her zaman dirençlidir. Kimlik bilgileri ve mali bilgileri başkalarının eline geçeceği korkusu ile teknolojiden uzak kalan insanlara bu konuda bilgisayar okuryazarlığı eğitimi verilmesi yönünden hazırlıklar yapılmalıdır.

Konunun temeli genel olarak mali ve hukuki konuları kapsadığından, önce insanların mali ve hukuki kayıplarının olacağı ya da yüksek risklerin olduğu düşüncesi her zaman en büyük tehdittir. Kripto varlıklar gözle görülmeyen ve elle tutulmayan varlıklar olduğundan, insanlar her zaman malını mülkünü ve varlığını yanında ve gözünün önünde görmek ister. Bugün televizyonlarda, sinemalarda, sözlü ve yazılı basında, bilgisayarların hiçbir güvenlik ve koruma sistemleri olmadığı, küçük bir çocuğun bile sisteme kolaylıkla girebileceği bir intiba yaratılmaktadır. Sanki bilgisayar sistemlerini bozmak, girmek ve değiştirmek çok kolaymış gibi anlatılıyor bu da insanları olumsuz etkiliyor. Kamu ve özel sektör yöneticileri bazen güvenlik konusuna yeterince önem vermemekte ve bazı durumlarda veri sızıntısı olmaktadır. Bunlar çok büyük tehditlerdir.

Bu konular üzerine bir SWOT (GZFT) analizi yapılmalıdır. Weaknesses (Zayıf Yönler), Strengths (Güçlü Yönler), Threats (Tehditler) ve Opportunities (Fırsatlar) SWOT analizi ile güçlü ve zayıf yönleri keşfetmek, fırsatların farkına varmak ve bu fırsatlardan yararlanmak,

tehditleri incelemek ve ortaya çıkabilecek risklere karşı önlem almak mümkün olmaktadır. Şu an neredeyim? Aslında nereye varmak istiyorum? Oraya ulaşmak için neler yapabilirim? Beni bekleyen iyi ya da kötü sürprizler neler? Bunların eksikleri bir rapor halinde düzenlenmeli ve her yıl 2030 yılına kadar düzenlemeler yapılmalıdır.

Bankacılık sisteminde açık bankacılıktan dijital bankacılığa, dijital cüzdandan uzaktan müşteri edinimine birçok farklı alanda yeni düzenlemeler getirilmiştir. Bunların yaygınlaştırılması için Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu tarafından gelişmeler desteklenmelidir. Yabancı ülkelerde olduğu gibi öncelikle Blockchain Strateji Belgesi'nin hazırlanması ve akabinde Kripto Varlık Yasası'nın çıkarılması gerekmektedir.

Vadeli mevduat vb. belli limite kadar küçük yatırımcılara devlet garantisi vardır, kripto varlıklarda devlet garantisi olmamaktadır. Kripto varlıklarda haciz ve rehin işlemlerinin olmaması bir düzenlemeye ihtiyaç olduğunu göstermektedir. İşlem hacmi sürekli arttığından önümüzdeki günlerde vergilendirilmenin nasıl yapılacağı konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

SPK, kripto varlık platformlarının müşterileri şikayet ve sorunlarına yönelik etkili bir mekanizma kurmak zorunda kalacaktır. Dolandırıcılık olaylarının had safhada olduğu mobil/internet bankacılığında Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu'nun "Bankaların Bilgi Sistemleri ve Elektronik Bankacılık Hizmetleri Hakkında Yönetmelikler" gibi yasaların desteklenmesi gerekmektedir.

5.2 Enerji ve Çevreci Teknolojilerde 2030'a Kadar Yapılması Gerekenler (Hedefler)

ETS ve emisyon konusuna girecek olursak, bu işin büyük aktörleri bulunmaktadır; para kimdeyse büyük aktörler onlar olmaktadır. Avrupa Birliği, bir ürün satılacaksa, ürünü belirli bir karbon miktarından aşağıda üretirsen bu ürünü alırım, ancak bu miktarı aşarsan bu miktarın vergisini ödemelisin demektedir. Bu sınırların çok üzerindeyiz. Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimi yapılmaktadır. Bazı büyük sanayi kuruluşlarımız fabrikalarını taşımakta, ham madde girişi çok pahalı olmakta, kullanılan enerji çok pahalı olmaktadır. Eğer fabrikalar kendilerini yenilemezse, Avrupa Birliği üretilen ürünlerin karbon damgasını isteyecektir. Teknolojiler geliştirilmelidir, yoksa bu işi doğru yapan kişilere para ödeyip bu teknolojilere geçip tekrar şartlara uygun üretim yapılması gerekecektir. Burada kısır döngüye girilmektedir. Çözüm olarak pazarın çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Mesela Afrika pazarı oldukça büyük olup, oraya ihracat yapılmalıdır. Kısaca pazar çeşitlendirilmelidir.

Ülkemizde emisyon ölçüm sistemi kurulmakta olduğu belirtilmiştir. Kendi emisyon sistemimiz kurulursa, veri merkezleri yurt dışından almak zorunda kalınmayacaktır. Özel sektör ve kamu birlikte sanayiye nokta atışı çözümlerle gitmelidir. Şirket olarak devletin kanayan yaraları masaya yatırılmaktadır. Önemli olan burada ne kadar rekabet olsa da iş birliklerinin olması gerekmektedir. Bunu devletçi bir anlayışla daha az maliyetle yapmak gerekmektedir. Kamu içerisinde farklı organlarda farklı firmalar bulunmaktadır. Kurumsal hafızanın oluşumu ve görev dağılımının yapılması gerekmektedir. Sonuçta yetiştirilmiş eleman beyin göçü yapmaktadır. Bu durumu elde tutmak adına çabalar devam etmektedir.

Ürünlerin düzeltilmemesi (recovery) durumunda, vergilerden dolayı maliyet daha fazla olmaktadır. Burada kısır döngüye girilmektedir. Enerji alanında kendi içimizde en azından *lityuma* yönelip sektörün önünü açmak gerekmektedir. Doğal afet durumunda batarya sağlanamamıştır. Bu tür önlemler alınmaktadır. Dışarıdan modül olarak alınan bataryalara %30 vergi getirilmiş, böylece firmalar hücre üretimine geçmeye başlamışlardır. Bu tarz önlemlerin daha hızlı alınması gerekmektedir.

Atıkların yönetileceği bir alan bulunmamaktadır, ancak bu atıklar belli bir yerde depolanarak ticari olarak dönüşüm sağlanmaktadır. Bir atık alındığında, karbon olarak büyük fayda sağlanmaktadır. Toplum kendi atığını ayrıştırma konusunda bilinçli değildir. Çöp kamyonları ayrıştırılmış çöpleri tekrar kamyonu dökmektedir. Bu atık toplanmasına büyük firmalar yardımcı olmak istemektedir. Bireysel farkındalık olmadığı için sanayide de bu farkındalık olmamaktadır. Çocukken bilinçlendirilmelidir. Bu tarz işler biraz daha zorunlu olmalıdır. Türkiye’de 350 tane organize sanayi bölgesinin çıktısı binlerce işletmenin girdisi aslında, bu durumun farkında olunmamaktadır.

Coca Cola gerçekten cam şişeleri toplamakta, ancak pipetle atıldığında farklı bir işlem yapılması gerekmektedir. Japonya’da evlerin altında geri dönüşüm istasyonları bulunmaktadır. Geri dönüşüm yaparken ambalaj ayrı, şişe ayrı yere atılmalıdır, yoksa ceza sistemi uygulanmaktadır.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın ortak proje yapması gerekmektedir. Birinin çıktısı diğerinin girdisi olacak şekilde sürdürülebilirlik sağlanmalıdır. Bu tarz konular bireysellekle çözülebilecek boyutta değildir.

Bu konuda bir uygulama bulunmaktadır. Küçük yaştaki çocuklar uygulamada çöplerin geri dönüşüm bağlamında ayrıştırmasını yapmaktadırlar. Almanya bu işi çözmek için, kredi kartından alışveriş yapıldığında karbon girdisi yapmaktadır. Eğer bu girdi sınırın üzerindeyse

karbon vergisi çıkmaktadır. Tüketici daha az karbon girdisi olan ürüne yönelmektedir. Bu tarz tedbirler uygulanabilir.

Ülkemizdeki bir projede, şu anda evde ne kadar doğalgaz tüketildiği bilinmektedir. Arabaların ürettiği, biniş yapılan uçağın ve trenin ne kadar karbon ürettiği bilinmektedir. Sürecin sadece vergilendirme kısmı kalmıştır.

Termal güneş enerjisi sistemi düşünülebilir. Yakındaki ısıyı alıp enerjiye çeviren materyaller bulunmaktadır. Bunlar zorunlu hale getirilebilir. Bu zorunlu bırakma sistemine karşı olan aydın insanlar bile bulunmaktadır. Başlangıç olarak sanayi bölgelerinden zorunlu kılınmaya başlanabilir.

Bir yerden sonra bataryaların ömrü dolduğunda bunların toprak kirliliği konuşulmaya başlanmaktadır. Bu kirliliğin mevcut durumdan daha fazla olacağı düşünülmektedir.

Türkiye’de elektrik temiz bir şekilde üretilmemektedir, bu yüzden elektrikli aracın sağladığı tek fayda gürültü sessizliği olabilir. Şarj istasyonları enerjiyi yine termik santrallerden temin etmektedir.

Önlem olarak nükleer enerjiye ağırlık verilmesi gerekmektedir. Türkiye kısa dönemde, Afrika’da toprak kiralamakta, karbon emisyonlarının fazla olduğu yerlerde üretim yapıp bu bileşenleri Türkiye’ye getirmektedir. Birçok olay "kervan yolda düzülür" mantığıyla ele alınmaktadır. İsteyen istediği yere güneş enerjisi paneli kurabilmektedir. Çiftlikte hayvan bulunmamakta, ancak çatısında panel bulunmaktadır.

En büyük sorun, projeksiyonların sunulamamasıdır. Karbon emisyonu konusunu örnek olarak birden tüm basamaklar çıkılamaz. Basamakları tek tek çıkmak gerekmektedir. Bireysel bilinçlenme bu basamağın ilki olabilir. Mesela İstanbul’daki sanayi Balıkesir tarafına inşa edilmektedir. İlk alınması gereken önlemlerden biri, 2-3 tane nükleer santral kurulmasıdır.

Millileşme konusunda tutkulu olunabilmektedir. Tehlikelerinden bahsedilmekte, ancak nükleer enerji ile kapalı bir sistem haline getirilip kaynak aktarımı sağlanırsa diğer ülkelerle rekabet oluşturulduğunda gelir sağlanabilir.

Nükleer pil ve kuantum piller üzerinde akademik çalışmalar yapılmaktadır. Hızlı çözüm olarak nükleer santrallere ihtiyaç duyulmaktadır. Şu an dünyada Çin’in büyük güç olmasının sebebi, eğitilmiş ve başarılı insanlarını yurt dışından ülkelere tekrar çekebilmeleridir. Türkiye cazibe merkezi haline getirilmelidir. Yurt dışındaki beyin gücü geri getirildiğinde yenilikçi teknolojiler üretilebilir. Milli aidiyet tekrar sağlanmalıdır.

Meslek Yüksek Okulları üniversitelerden koparılmak üzeredir. Meslek yüksek okulları sanayinin tam ortasında olacak şekilde konumlandırılmaktadır. Üniversiteler tarafından çalıştaylar yapılabilir. Bilinçlendirme toplantısı bunun ilk adımı olabilir. Bu çalışmalar yapılmadığında sosyal medyada uçuk eleştiriler olabilmektedir.

Ufak çalıştaylarla geri dönüşüm konusu, Tübitak özelinde de olabilir, üniversitelerde ve liselerde ilk adım olarak yapılabilir.

Nükleer santral kaçınılmazdır. Hidrojen konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Yüzde yüz çevreci bir enerji kaynağıdır. Bir kombi sistemi gibi düşünülebilir. Yeşil hidrojen konusunda bir yol haritası oluşturulmalıdır, özellikle su ayrıştırması üzerine çalışmalar yapılmalıdır. Hidrojeni taşımak başlı başına bir problem olmaktadır. Fotokatalitik su ayrıştırma şu anda çok efektif değildir, ancak bu ayrıştırma yöntemi daha efektif hale getirilebilir. Yeşil hidrojen öncelikli alan olarak belirlenmelidir. Sadece finansal problem bulunmaktadır.

Akademik anlamda Türkiye’de yapılamayacak bir şey bulunmamaktadır. Sadece bir şirketin gelip bunu üreteceğim demesi gerekmektedir. Çok büyük kimyasal üretim yapan firmalar bulunmaktadır, bu firmalara yaptırım uygulamak söz konusu değildir. Balıkesir’de yenilikçi üreticiler mevcut olup, onların aracılığı ile yönlendirme yapılabilir.

İnsanların tarımsal üretimde bilinçlendirilmesi organizasyonlarla desteklenmelidir. Yerelde organik üretim yapan firmalar bulunmamakta olup, yabancı firmaların maliyeti üretici açısından yüksektir. Çiftçilere bu konuda bilinçlendirme faaliyetleri yapılmalıdır. Kullanıcı deneyimini değiştirmek ve zararlarını birinci elden görmelerini sağlamak gerekmektedir.

Doğal üretim ile ilgili çalışma yapan firmaların belirlenip desteklerinin artırılması gerekmektedir.

Ölçeklendirme konusunun iyi planlanması gerekmektedir, bu sayede yeni teknolojilerin önü açılabilir.

5.3 Telekom ve İletişim ile Uzay ve Havacılık Teknolojileri: 2030 ve Sonrası İçin Değerlendirmeler

Telekom ve iletişim alanında 2030 sonrası için aşağıdaki değerlendirmeler yapılmaktadır:

- Felaket/acil durumlarda iletişim için enerji sürekliliğinin sağlanmasına yönelik teknolojiler (paralel ağ sistemleri, device to device sidelink, HF bandının güvenlik ve afet amaçlı kullanılması) sağlanmalıdır;
- Enerji verimliliğinin üretim öncesinde tasarım safhasında ele alınmasının enerji verimliliğine önemli katkılar sağladığı değerlendirilmektedir. Tasarımdan itibaren enerji verimliliğinin gözetilmesi sağlanmalıdır;
- Telsiz haberleşmesi GSM üzerinde konumlandırılmalıdır;
- Teknolojik gelişmelere paralel klasik sistemlerin de kullanılması değerlendirilmelidir;
- Fiziksel Katman Güvenliliği esas alınmalıdır;
- 3GPP⁷⁰ Ağ kontrollü tekrarlayıcılar sağlanmalıdır;
- Endüstriyel IoT'ler kullanılmalıdır;
- Uç Bilgi İşlem Entegrasyonu dikkate alınmalıdır;
- 3 Boyutlu Şebekelerin Geleceği değerlendirilmelidir;
- Karasal ve karasal olmayan ağların entegrasyonu sağlanmalıdır;
- Gelişmiş çoklu giriş ve çoklu çıkışlı teknolojiler (Ağ Kapasitesi Artırma)
- Özelleştirilebilir ağ dilimleri
- Veri setlerini kaynağa yakın işlemek değerlendirilmelidir.

Uzay ve Havacılık Teknolojilerinde 2030 sonrası için aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

- Nükleer termal ve elektrikli tahrik sistemleri
- Yüksek İrtifa Platformları (High Altitude Platform)
- Role Uydular
- Gezegenlerarası seyahat
- Füzyon itkisi
- Asteroit madenciliği
- Uzayda Üretim
- Yeni Nesil Uzay Teleskopları

⁷⁰ <https://www.3gpp.org/about-us>

- Gelişmiş elektrikli ve hibrit uçaklar
- Süpersonik Ticari Jetler
- Yapay Zekâ Esaslı Hava Trafik Yönetimi
- Elektrikli Dikey Kalkış ve Dikey İniş
- Çok Modlu Ulaşım
- Deniz İletişimi
- Uzaya Erişim, Uzay Ajansının önceliklerinin uygulaması
- Uydular arası sivil kullanıma açık transponder ihtiyacı

Telekom, İletişim ile Uzay ve Havacılık Teknolojileri Alanında 2030’a Kadar Yapılması Gerekenler:

Hem dünyadaki hem de Türkiye’deki teknoloji izleme ve değerlendirme faaliyetlerinin sürdürülmesi sağlanmalıdır. Bunun için aşağıdaki çalışmaların yapılması önerilmektedir:

- Konuya ilişkin standardizasyon çalışmalarına başta TSE olmak üzere ilgili kurumların başlangıç aşamasında katılım sağlanmalıdır.
- Konuyla ilgili ulusal strateji geliştirilmemiştir ya da eksiktir. Bunlar giderilmelidir.
- Önceliklendirme ve bütçeleme önemlidir; her yere kaynak ayırlamayacağından dolayı önceliklendirme yapılmalıdır.
- Teknoloji izleme ve değerlendirme faaliyetleri kişisel çabalarla sınırlı kalmaktadır. Teknoloji izleme ve değerlendirme politikaları ve metodolojileri geliştirilmelidir.
- TÜBİTAK BTYK eski görevi ile daha işler hale getirilmelidir.
- İlgili ve getirisi olmayan işlerde devlet öncü rol oynamalıdır.
- Eksik ve yetersiz insan kaynağı hızla tamamlanmalıdır.
- Ar-Ge politikaları oluşturulmalı ve güncel tutulmalıdır.
- Kritik malzeme ve bileşenlere yönelik eksikliklerle karşılaşmaktadır. Eksiklerin giderilmesi sağlanmalıdır.
- Uçtan uca teknoloji inceleme ve değerlendirme eksikliklerine yönelinmelidir.

Telekom, iletişim ile uzay ve havacılık teknolojilerinde yeni teknolojilerin toplumsal kabulü ve yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Bunun için şu önlemler alınmalıdır:

- Yeni teknolojilerin toplumsal kabulü ve yaygınlaştırılması için teknoloji yazarlığına, bilim okuryazarlığına ihtiyaç vardır. Tüm hususlar son kullanıcının anlayacağı dilden ifade edilmelidir. Devletin Ar-Ge yapan kurumlarının faaliyetleri kâr amacı güden hale getirilmelidir.
- Ülkemiz kamu AR-GE faaliyetlerinde bilim ve teknik faaliyetlerinin geliştirilmesine önem verilmelidir. Mevcut odağın teknoloji olmaması hususu vurgulanmalıdır.
- Kamusal AR-GE fonlarının kullanımında özellikle teknik geliştirme faaliyetleri ön planda tutulmalıdır. Kamusal AR-GE fonunun kullanımında özellikle teknik geliştirme öne çıkarılmalıdır.
- Yurtdışı bağımlılıkta bakım hizmetleri de ele alınmalıdır. ABD-Çin gerginliğinin ortama etki edebileceği ve uzaydaki savaş tetikleyebileceği düşünülmektedir.
- Yurtdışı kuruluşlarla entegrasyon eksikliği giderilmelidir.
- Kaynak yetersizliği nedeniyle ihtiyaçlar arasında mutlaka bir önceliklendirme yapılmalıdır.
- Bilginin dağıtımına yönelik sistematik geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

5.4 Sağlık ve İlişkili Teknolojilerin Genel Değerlendirmesi: 2030 ve Sonrası Yapılacaklar (Hedefler)

- Yenilikçi sağlık teknolojilerine erişimin artırılması için değer bazlı geri ödeme yöntemleri geliştirilmelidir.
- Sağlık Uygulamaları Tebliği'ndeki⁷¹ kod ve kategoriler yenilikçi teknolojileri ayırtıracak şekilde yeniden güncellenmelidir.
- Kişiselleştirilmiş sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi için veriye erişimin artırılması sağlanmalıdır.

Yenilikçi Sağlık Teknolojileri Alanında Önümüzdeki Yıllar İçin Önemli Konular:

- **Uzay Eczacılığı (astro pharmacy):** 2024 yılı başında Uluslararası Uzay İstasyonu'nda Türk astronotumuz tarafından gerçekleştirilen mikro yer çekimi ve uzay ortamında

⁷¹ <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/9.5.17229.pdf> (Ağustos, 2024)

insan genetiği, insan sağığı ve biyoloji üzerine deneyler, uzay eczacılığı ile ilgili ölkemizin önemli adımlar atmasını sağlayabilir. Bu konuda verilecek desteklerle uzun soluklu araştırma projeleri gerçekleştirilecektir. Özellikle ilaçların yerçekimsiz ortamdaki davranışları, ileri tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi açısından önümüzdeki 10 yıla damga vuracaktır. Türkiye olarak bu konuda öncü ölkeler arasında yer alma şansı kullanılmalıdır.

- **Akıllı Organoid Geliştirilmesi:** Kök hücreler ve 3B yazıcı teknolojisi kullanılarak belirli bir hücre grubunu amaca uygun yönlendirecek biçimde akıllı organoidlerin geliştirilmesi amacıyla yatırımlara ve projelere destek verilmesi, küresel rekabet ortamında Türkiye'ye avantaj sağlayabilir.
- **Kuantum Süperpozisyonu Teknolojisinin Sağlıkta Kullanımı:** Mutasyona uğramamış hücrelerde kansere yatkınlığın ve teşhis yöntemlerinin kuantum süperpozisyonu ile belirlenmesi konusunda yapılan projelerin desteklenmesi, yenilikçi tedavi yöntemleri konusunda hem Türkiye'nin dışa bağımlılığını ortadan kaldıracak hem de bu konuda sağık teknolojisi ihraç eden konuma getirecektir.
- **Kök hücrelerde doku mühendisliğinin geliştirilmesi:** Büyük verileri işleyerek kullanılan kök hücrelerle hücre karakterizasyonunun değiştirilerek farklı amaçlarla kullanımının sağlanması, çok disiplinli proje ve çalışmaların oluşmasını sağlayacaktır. Bu projelerin çıktıları, toplumun değişik alanlarında ve günlük hayatta kullanılabilir şekilde dönüşebilir (örneğin genetiğı değiştirilmiş pamuk üretimi vb.).
- **Biyobenzer İlaçlar:** Biyobenzer üretimi konusunda yapılacak yatırımların, 2030 sonrası geri dönüşlerinin yüksek olacağı öngörülmektedir.

5.5 Kuantum ve İlişkili Teknolojilerin Genel Değerlendirmesi: 2030 ve Sonrası Yapılacaklar (Hedefler)

Türkiye'de kuantum teknolojisinin geliştirilmesi ve finansman sağlanması konusunda birtakım zorluklar yaşanmaktadır. Bütçe kısıtlamaları nedeniyle projelerin desteklenmesi hususunda TÜBİTAK gibi fon sağlayıcı kuruluşların rolü büyük önem arz etmektedir. Kuantum teknolojileri alanında ürün geliştirecek seviyede merkezi laboratuvarların yetersizliği, bu alandaki çalışmaları olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, ulusal düzeyde kuantum

teknolojileri alanındaki teşvikler ve destekler, şirketlerin bu teknolojiyi benimsemesinde kritik bir rol oynamaktadır. Finansman başarı şansını artırmak için **stratejik konsorsiyumların oluşturulması** ve dikkatli proje planlaması yapılmalıdır.

Küresel rekabet göz önüne alındığında Türkiye, ekonomik zorluklar ve kısa vadeli yatırım projeksiyonları nedeniyle geride kalmaktadır. Avrupa'daki yatırımcıların Türkiye'deki potansiyelden haberdar olmaması nedeniyle bu konuda farkındalık yaratılması gerekmektedir. Ayrıca, büyük yatırımlar yaparken şirketlerin maddi endişeleri ortaya çıkmakta ve **odaklanılacak teknolojilerin ve hedeflerin belirlenmesi** gerekmektedir.

Kuantum teknolojisi alanında çalışanların yurt dışına gitme eğilimleri yüksek olduğundan, bu alanda ciddi anlamda yetişmiş insan kaynağı eksikliği bulunmaktadır. Yetersiz finansman nedeniyle iş gücünün eğitimi ve yetişmiş insan kaynağının ülkede tutulması konusunda yaşanan zorluklar, beyin göçü sorunlarına yol açmaktadır. Gelir düzeyinin düşük olması ve Avrupa fonlarına erişimin zorlaşması gibi nedenlerle Türkiye'nin bu alandaki insan gücü gelişimi sınırlanmaktadır. **İnsan gücü gelişimine önem verilmelidir.**

Türkiye'de akademiden, sanayiden ya da kamu sektöründen gelen araştırmacıların karşılaştığı en önemli sorunlardan biri de sinerji ortamının eksikliğidir. Farklı eğitim programlarına katılarak **araştırmacıların sinerji oluşturabileceği ortamların yaratılması**, alandaki gelişmelerin ilerleyebilmesi açısından önemlidir.

Türkiye'de teknolojilerin ilerlemesi için tedarik hattı sorunlarının çözülmesi ve ortak sinerji oluşturulabilecek merkezlerin kurulması faydalı olacaktır. Kuantum bilgisayar ve ilişkili teknolojiler alanındaki uzman araştırmacıların bir araya gelebileceği ortamların sınırlı olması nedeniyle işbirliklerinin kurulması ve geliştirilmesi için temel tartışma ortamlarının oluşturulması, yürütülmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Kuantum teknolojileri alanında öncelikli eğitim programlarının (lisans ve/veya lisansüstü düzeyde) eksikliği de dikkat çekmektedir. İlgili alanda sertifikasyon programları oluşturularak **uzman insan gücü yetiştirilebilmelidir.**

Patent konusundaki farkındalık eksikliği, bu alanda çalışan araştırmacıların patent başvurusu konusunda girişimlerinin geri planda kalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin 6G teknolojisi alanında **patent başvurularının yapılması** gerekliliği önem arz etmektedir.

TÜBİTAK tarafından düzenlenen TEKNOFEST kapsamında 2024 yılında Kuantum hesaplama alanında da hackathon düzenlenmesi, bu alandaki farkındalığı artırmak adına atılan olumlu bir adımdır. Kuantum hesaplama ve teknolojileri alanında ilgi çekiciliği artırmak için **K12 ve lisans seviyesinde** bu tarz **etkinliklerin düzenlenmesi** faydalı olacaktır.

Özetle, Türkiye’deki zayıflıklar arasında fon eksikliği, insan gücü yetersizliği, bürokratik engeller ve ulusal stratejik plan eksikliği bulunmaktadır. Bu sorunların giderilmesi için devletin daha aktif rol üstlenmesi, ulusal fonların artırılması, bürokratik süreçlerin kolaylaştırılması ve ulusal merkezlerin kurulması önerilmektedir. Ayrıca, patent bilincinin artırılması ve genç yeteneklerin desteklenmesi için çeşitli eğitim ve bilgilendirme programları düzenlenmelidir.

Kuantum ve İlişkili Teknolojilerde 2030’a Kadar Yapılması Gerekenler (Hedefler)

- Finansal zorluklara karşı ulusal ve global düzeyde bu alandaki teşviklerin stratejik bir plan doğrultusunda ele alınması gerekmektedir.
- Post Kuantum Kriptografi (PQC) konusunda önlem alınması ve bu konuda gecikilmemesi gerekmektedir.
- Beyin göçü sorununa karşı durabilmek, altyapı eksikliklerini giderebilmek ve araştırmada sürekliliği sağlayabilmek için farklı mekanizmaların tartışılması gerekmektedir.
- Türkiye'deki insan gücünün birbirini tanıması ve insan gücünün koordinasyonu için çalışılması gerekmektedir.
- Şirketlerin büyük yatırımlar yaparken maddi endişeler yaşayabilmektedir. Bu sebeple odaklanılacak teknolojilerin ve hedeflerin belirlenmesi gerekmektedir.
- Ulusal merkezlerin kurulması ve açık bir politika izlenmesi gerekmektedir. Akademiye ve şirketlere hizmet verecek ulusal merkezlerin kurulması gerekmektedir.
- Hızlı hareket edebilen KOBİ'lere destek sağlanması gerekmektedir.
- Avrupa'daki yatırımcıların Türkiye'deki potansiyelden haberdar olmaması sebebiyle bu konuda farkındalık yaratılması gerekmektedir.
- Türkiye'nin kuantum teknolojileri alanındaki yatırımlarının diğer ülkelerle kıyaslandığında geride kalmaktadır. Bu sebeple, Türkiye'de kuantum teknoloji

ekosisteminin geliştirilmesi için daha fazla yatırım yapılması gerektiği ve devletin bu alana daha fazla önem vermesi gerekmektedir.

- Üniversitelerimizdeki başarılı öğrencilerin yurtdışına gitme eğilimi bulunmaktadır. Kuantum teknolojileri alanında bu öğrenciler büyük ilgi göstermektedir ve bu öğrenciler yurtdışına giderek başarılı örnekler göstermektedir. Bu öğrencilerin akademik kariyerlerine Türkiye'de devam etmelerini ya da Türkiye'ye geri dönüşlerini teşvik edecek destek mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Bu alanda eğitim programlarına katılım sağlanması ve öğrencilerin ve hocaların sinerji oluşturabileceği ortamlar oluşturulması gerekmektedir.
- Kuantum alanında tedarik zinciri problemlerine karşı tedbirler alınmalıdır.
- Türkiye'deki kuantum alanındaki eksikliklerin giderilmesi için toplumsal kabul ve yaygınlaştırma çalışmaları yapılmalıdır.
- Kuantum alanında patent konusundaki farkındalık eksikliği bulunmaktadır. Üniversite öğrencilerinin ve akademisyenlerin önemli bir fikir potansiyeli bulunmaktadır, ancak bu fikirler farkındalık eksikliği ve süreçteki zorluklar sebebiyle kaybolmaktadır. Bu durum için önlem alınması gerekmektedir.
- Ülkemizde lisansüstü ve akademik personel için gelir düzeyinin düşük olması ve Avrupa fonlarına erişimin zorlaşması gibi nedenlerle Türkiye'nin bu alandaki gelişimi sınırlı kalmaktadır. Kuantum teknolojisinin uzun vadeli bir alan olması ve büyük ülkelerin daha fazla araştırma yapmaları sonucunda ülkemiz bu alanda kısıtlı kalmaktadır. Bu sebeplerle, bazı alanlara daha fazla önem verilmesi ve seçici olunması gerekmektedir.
- Kuantum alanında algoritma geliştirme gibi alanların yanı sıra donanım geliştirme kısımlarına da önem verilmesi ve bu alanda da patent almaya yoğunlaşılması gerekmektedir.
- Kuantum alanında araştırma altyapılarının yüksek maliyetli olması sebebiyle bu altyapıların ulusal düzeyde kurulması gerekmektedir.
- Kuantum teknolojileri alanında insan kaynağının desteklenmesi ve ülkemizde tutulması için çeşitli destek mekanizmaları kurulması gerekmektedir.

- 2030 yılına olan uzaklık oldukça azalmıştır. Bu durum hakkında farkındalık oluşturulması gerekmektedir.
- Kuantum teknolojisi ve altyapısıyla ilgili eşik yüksektir ve bu eşğin düşürülmesi gerekmektedir. Bu sebeple, Türkiye'de kuantum alanında deneysel çalışmalar yapabilecek merkezi laboratuvar eksikliğinin giderilmesi gerekmektedir.
- Kuantum alanında yapılan ulusal yarışmalar ve bu alanda patent konusunun önemi hakkında farkındalık oluşturulmalıdır.
- Temel eğitim (ortaokul, lise) ve lisans seviyesinde kuantum alanına ilgi çekilebilmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Özetle, ülke olarak her geçen gün rekabet şansının zayıfladığı kuantum teknolojiler konusunda ulusal hedeflere uygun, objektif kriterlere dayanarak verilen kararların sürüncemede bırakılmadan hızlıca hayata geçirilmesi; kuantum teknolojilerden teknolojik hazırlık seviyesi önde olanlardan başlayarak kritik bileşenlerin yerli olanaklarla üretilebileceği altyapıların kurulması ve kuantum alanında yetişmiş insan gücünün ülkemizde kalmasına olanak sağlayacak, teşvik edecek mekanizmaların ve ekosistemin ivedilikle kurulması önem arz etmektedir.

5.6 Yapay Zekâ ve İlişkili Teknolojilerin Genel Değerlendirmesi: 2030 ve Sonrası Yapılacaklar (Hedefler)

- **Siber Güvenlik Riskleri:** Yapay Zekânın siber güvenlik risklerini artırabileceği unutulmamalıdır. Güvenlik açıklarının tespit edilmesi ve bu risklere karşı önlemler alınması gerekmektedir.
- **Veri Gizliliği:** Yapay Zekâ uygulamalarının veri gizliliğini tehdit edebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Veri gizliliği yasalarının güncellenmesi ve sıkı denetimler yapılması gerekmektedir.
- **Manipölasyon ve Dezenformasyon:** Sosyal medya ve diğer platformlarda yapay zekâ kullanılarak yapılan manipölasyonlara karşı dikkatli olunmalı ve bu tür durumlara karşı önlemler alınmalıdır.

- **Standardizasyon ve Regülasyon:** Yapay Zekâ uygulamaları için uluslararası standartlara uyum sağlanmalı ve yerli geliştiricilerin bu standartlara uygun ürünler geliştirmeleri teşvik edilmelidir.
- **Yeni Pazarlar ve İşbirlikleri:** Yakın pazarlardaki doygunluk göz önünde bulundurularak yeni pazarlar ve işbirlikleri oluşturulmalıdır.
- **İnsan Kaynağı ve Uzmanlık:** Yetişmiş insan gücü ve uzmanlıkların korunması ve geliştirilmesi önemlidir. Bu amaçla eğitim programları ve işbirlikleri artırılmalıdır.
- **Teknolojik Yenilikler:** Yeni teknolojilerin ve mimarilerin geliştirilmesi ve uygulanması için Ar-Ge çalışmaları desteklenmelidir.

Yapay Zekâ ve İlişkili Teknolojilerde 2030'a Kadar Yapılması Gerekenler (Hedefler)

- **Mevzuat Uyum Eksikliği:** Türkiye'deki yapay Zekâ mevzuatının uluslararası mevzuat ile uyumlu olmaması büyük bir eksikliklerdir. Mevzuatın güncellenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.
- **Veri Merkezleri ve Bulut Altyapısı:** Türkiye'de yeterli veri merkezi ve bulut altyapısı bulunmamaktadır. Bu altyapıların geliştirilmesi gerekmektedir.
- **Yapay Zekâ Araçlarının Kullanımı:** Yapay Zekâ araçlarının doğru ve etkili bir şekilde kullanılması önemlidir. Bu amaçla eğitim programları ve bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.
- **Ekosistem Geliştirme:** Girişim ekosisteminin geliştirilmesi, üniversite-sanayi işbirliklerinin artırılması ve girişimlere destek olunması gerekmektedir.
- **Yapay Zekâ Terminolojisi:** Yapay Zekâ terminolojisinin doğru bir şekilde çevrilmesi ve Türkçe eşleştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.
- **Sektörel Saha Analizi:** Her alana yoğunlaşmak yerine belirli alanların seçilerek ülke kaynaklarının etkin kullanılması sağlanmalıdır.
- **Teknoloji Yazarlığı ve Bilim Okur Yazarlığı:** Yeni teknolojilerin toplumsal kabulü ve yaygınlaştırılması için teknoloji yazarlığı ve bilim okur yazarlığı önemlidir.

- **Kamusal Ar-Ge Faaliyetleri:** Kamu Ar-Ge faaliyetlerinin teknoloji ve teknik geliştirme odaklı olması gerekmektedir.
- **Uluslararası Entegrasyon:** Yurtdışı kuruluşlarla entegrasyon eksiklikleri giderilmeli ve uluslararası işbirlikleri artırılmalıdır.
- **Bilgi Dağıtımı:** Bilginin dağıtımına yönelik sistematik geliştirmeler yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

Finans Teknolojileri

TCMB Dijital Türk Lirası Birinci Faz Değerlendirme Raporu (2023)

<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Yayinlar/Raporlar/Dijital+Turk+Lirasi/>

Dijital Para Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1920428>

Financial Technologies and Regulation: A Progress Report

<https://www.cemla.org/fintech/docs/fintech-regulation-survey.pdf>

Technology and Finance: The Future of Banking

<https://www.iese.edu/media/research/pdfs/75956.pdf>

Fintech and digital financial services: Ecosystem data for supervision and Market intelligence

https://www.afi-global.org/wp-content/uploads/2024/04/DFS_FINTECH_DATA_FOR_SUPERVISION_AND_MARKET_INTELLIGENCE.pdf

Fintech and Digital Finance for Finance Inclusion

https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/fintech4_14_march_2023.pdf

Financial Services, Technology 2020 and Beyond: Embracing disruption

<https://www.pwc.com/gx/en/financial-services/assets/pdf/technology2020-and-beyond.pdf>

The Future of Digital Banking in Europe 2024

<https://fintechistanbul.org/wp-content/uploads/2024/08/future-of-digital-banking-in-europe-2024.pdf>

Enerji ve Çevreci Teknolojiler

Accounting for Cross-Border Renewable Energy Trade

https://cdn.cdp.net/cdp-production/comfy/cms/files/files/000/008/649/original/Accounting_for_cross-border_renewable_energy_trade.pdf

PUTTING A PRICE ON CARBON: The state of internal carbon pricing by corporates globally

https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/005/651/original/CDP_Global_Carbon_Price_report_2021.pdf

Energy and environmental technology

<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/178716/1/2015-no4-3.pdf>

Renewable Energy: Emerging technologies and innovations to reduce climate change

https://sdgs.un.org/sites/default/files/2024-05/Lui_Renewable%20energy.pdf

IAEA Platform on SMALL MODULAR REACTORS AND THEIR APPLICATIONS
Annual Report

<https://nucleus.iaea.org/sites/smr/Shared%20Documents/IAEA%20SMR%20Platform%20Annual%20Report%202023.pdf>

Global Hydrogen Review 2023

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/ecdfc3bb-d212-4a4c-9ff7-6ce5b1e19cef/GlobalHydrogenReview2023.pdf>

Telekom ve İletişim ile Uzay ve Haberleşme Teknolojileri

Twenty-ninth Report by the International Telecommunication Union on
telecommunication and the peaceful uses of outer space

<https://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/8.29.70.en.100.pdf>

EXPLORE: Communications and Navigation: NASA Space Technology Mission
Directorate

<https://www.spacetechnologies.org/wp-content/uploads/2024/04/EXPLORE-Communications-and-Navigation-2023-08-17.pdf>

The Future Regulation of Space Technologies Plugging the gaps in space

https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6620cf9a77a30aa0c4757d35/rhc_report_on_the_future_regulation_of_space_technologies.pdf

The Sky's the Limit: Leveraging Drone Technology in Infrastructure Projects

<https://www.gihub.org/articles/the-skys-the-limit-leveraging-drone-technology-in-infrastructure-projects/>

A SHORT REVIEW OF THE DRONE TECHNOLOGY

https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJM/VOLUME_15_ISSUE_1/IJM_15_01_017.pdf

Sağlık Teknolojileri

Unlocking value in digital health: April 2023 Challenges and opportunities to implementing high-value technologies

<https://phti.org/wp-content/uploads/sites/3/2023/08/Peterson-Unlocking-Value-in-Digital-Health-Report.pdf>

The Power and Promise of Health Data Value for Innovation, Quality, and Efficient Care

https://apacmed.org/wp-content/uploads/2023/08/APACMed-Power-Promise-of-Health-Data-Value_August-2023-2.pdf

National Digital Health Strategy

https://extranet.who.int/countryplanningcycles/sites/default/files/public_file_rep/BMU_Bermuda_National-Digital-Health-Strategy_2023.Pdf

Transforming Healthcare: Navigating Digital Health with a Value-Driven Approach
Insight Report

https://www3.weforum.org/docs/WEF_Transforming_Healthcare_2024.pdf

Advancing the frontier of health and technology integration: The 2023 Digital Health Barometer

https://impact.economist.com/perspectives/sites/default/files/download/digital-health-barometer-2023_roche_charlie.pdf

Informed consent for research using digital health technologies: Points to consider & sample language

https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/2024/05/DigitalHealthResource_Final.pdf

COLLECTIVE ACTION FOR RESPONSIBLE AI IN HEALTH

https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/01/collective-action-for-responsible-ai-in-health_9a65136f/f2050177-en.pdf

Kuantum (Nicem) Teknolojileri

Quantum Technologies Public Policies in Europe

<https://quantera.eu/wp-content/uploads/Quantum-Technologies-Public-Policies-Report-%E2%80%93-2023.pdf>

Quantum Technology Manufacturing Roadmap

<https://www.sri.com/wp-content/uploads/2023/11/QTMR-Final-Report-of-Needs-Capabilities-and-Gaps-v5.pdf>

National Strategy for Quantum Technology, Commercialisation, Security and International Cooperation

<https://www.eng.em.dk/Media/638315714019915522/National%20Strategy%20for%20Quantum%20Technology.pdf>

Quantum Technologies and the Science for Peace and Security Programme

https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2023/11/pdf/231130-SPS-Quantum-1487-23.pdf

Quantum Infrastructure Review: An independent review of the UK's quantum sector's infrastructure requirements for the next decade

<https://raeng.org.uk/media/rrqjm2v3/quantum-infrastructure-review.pdf>

Quantum Technologies and Cybersecurity: Technology, governance and policy challenges

<https://cdn.ceps.eu/wp-content/uploads/2023/12/CEPS-TFR-Quantum-Technologies-and-Cybersecurity.pdf>

EKLER

EK-1 : ÇALIŞMA GRUBU ÜYELERİ

Türkiye 3. Bilişim Şûrası kapsamında “Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu”na (Çalışma Grubu-3) çalıştaylarda katkı veren kolaylaştırıcılar, masa yazmanları ve uzmanların adı, soyadı, kurumu ile katkı verdikleri konular (masalar) aşağıda soyadı sırasında sunulmuştur. Kendilerine bir kez daha teşekkür ederiz.

Ayrıca değerli görüş ve önerileri ile geleceklerine sahip çıkarak rapora katkı veren Atılım Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği ve Bilişim Sistemleri Mühendisliği 2023-2024 dönemi öğrencilerine de teşekkürü borç biliriz.

Kısaltmaların açıklamaları

Ç1: Çalıştay 1 (1 Mart 2024)

Ç1 M1: Finans Teknolojileri ve Enerji

Ç1 M2: Telekom, Uzay ve Savunma Teknolojileri

Ç1 M3: Sağlık Teknolojileri

Ç1 M4: Kuantum ve Yapay Zekâ

Ç1 M5: Bütünleşik Teknolojiler

Mn: Masa Numarası

-K: Masa Kolaylaştırıcısı (Moderatör)

-Y: Masa Yazmanı

Ç2: Çalıştay 2 (26 Haziran 2024)

Ç2 M1: Dijital Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri

Ç2 M2: Enerji, Yeşil ve Çevreci Teknolojiler

Ç2 M3: Telekom, İletişim, Uzay ve Havacılık Teknolojileri

Ç2 M4: Sağlık ve Yaşam Bilimleri Teknolojileri

Ç2 M5: Kuantum Bilgisayar ve İlişkili Teknolojiler

Ç2 M6: Yapay Zekâ, Yazılım ve İlişkili Teknolojiler

Ender AKDOĞAN; *Türk Patent ve Marka Kurumu* (Ç1 M4; Ç2 M5)

Niyazi AKGÜL; *T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı* (Ç1 M1)

Kadir AKIN; *ETH Zürich* (Ç2 M5)

Semih AKTAŞ; *Turkcell İletişim Hizmetleri AŞ* (Ç2 M6)

Av. Burhanettin AL; *ANTRAK Ankara Telsiz ve Radyo Amatörleri* (Ç2 M3)

Cem Nuri ALDAŞ; *BMO-Bilgisayar Mühendisleri Odası* (Ç1 M5-K)

Mustafa El ALIWAT; *iCredible Teknoloji AŞ* (Ç2 M1)

Abdulkerim Oğuzhan ALKAN; *T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı* (Ç1 M2)

Abdullah Anıl ALTUNKAYA; *Samsun Makina Sanayi AŞ* (Ç1 M4)

Mustafa ARIKAN; *ASELSAN AŞ* (Ç2 M5)

Tuğba ARSLAN; *Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu* (Ç1 M1)

Kılıç ASLAN; *Roche Diagnostik AŞ* (Ç2 M4)

Mehmet Akif ASLAN; *T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı* (Ç1 M2)

Av. Gülşah Deniz ATALAR; *TBD İcra Kurulu* (Ç2 M2-K)

Barış ATİKER; *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi* (Ç2 M6)

Buğra AYAN; *Web3 Derneği* (Ç2 M6)

Hasan Hüseyin AYGAR; *TBD Genç* (Ç2 M1-Y)

Ülkü BAYER; *Sistekno Bilgi Teknolojileri ve Hizmetleri Ltd.* (Ç1 M5; Ç2 M6)

Can BAYRAKTAR; *TÜBİTAK - UZAY* (Ç1 M2)

Prof. Dr. Türksel BENSGHIR (KAYA); *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi* (Ç1 M4)

Buse BİLGİN; *Turkcell İletişim AŞ* (Ç2 M5)

Kaan BİRCAN; *Bilkent Üniversitesi* (Ç2 M4-Y)

Prof. Dr. Ali BOZBEY; *TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi* (Ç1 M4-K; Ç2 M5-K)

Hayrettin BUCAK; *TÜBİTAK ULAKBİM* (Ç1 M2)

Dr. Tuba BUDAK; *TÜBİTAK* (Ç1 M4)

Yunus Emre CEYLAN; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi* (Ç1 M1)

Ahmet Faruk COŞKUN; *Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş.* (Ç2 M3)

Nursena ÇAKAN; *Atılım Üniversitesi* (Ç1 M2-Y)

Buğra ÇAŞKURLU; *TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi* (Ç2 M6)

Ayça ÇEKİÇ; *ASELSAN AŞ* (Ç2 M5)

Vural ÇELİK; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi* (Ç1 M5)

Nilsu ÇINAR; *KOSGEB* (Ç1 M5)

Enes Can ÇULHALIK; *TBD Genç* (Ç2 M2-Y)

Erkan DANACI; *TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü* (Ç1 M4; Ç2 M3)

Prof. Dr. M. Bilge DEMİRKOZ; *ODTÜ* (Ç1 M2; Ç2 M3)

Fahrettin DOĞAN; *Ulak Haberleşme A.Ş.* (Ç2 M3)

Nurullah Mahmut DÜNDAR; *İstanbul Medipol Üniversitesi* (Ç2 M1)

Caner ELÇİ; *Güven Future AŞ* (Ç1 M3; Ç2 M4)

Emre ELGÜN; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı* (Ç1 M2)

Ş. Yücel ELİBÜYÜK; *ANTRAK Ankara Telsiz ve Radyo Amatörleri* (Ç2 M3)

İlgaz ELİÇİN; *TOBB ETÜ, İşletme Böl. Mezunu* (Ç1 M5-Y)

Emrullah EMEN; *T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı* (Ç2 M6)

Ali ERCAN; *T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Haberleşme Genel Müdürlüğü* (Ç1 M2)

Eda Nur ERÇETİN; *Lingify Sağlık Teknolojileri AŞ* (Ç2 M4)

Hamze Emir ERDİL; *Üsküdar Üniversitesi, Moleküler Biy. ve Genetik* (Ç2 M4)

Lütfi Alp ERGÜN; *T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı* (Ç2 M6)

Ahmed Enis ERKAYA; *TÜBİTAK BİLGEM YTE* (Ç2 M6)

Gökhan ERZURUMLUOĞLU; *vMind Bilgi Teknolojileri AŞ* (Ç2 M6-K)

Fatih Sinan ESEN; *TÜBİTAK* (Ç2 M6)

Filiz ESER; *Filiz Eser Proje Ofisi ve Danışmanlık* (Ç1 M2)

Cahit Tarık GENÇ; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi* (Ç1 M5)

Şahin GÖKÇEARSLAN; *Yapay Zekâ ve Dijital Dönüşüm Derneği* (Ç2 M6)

Sultan GÜL; *Microhobist Biyoteknoloji AŞ* (Ç2 M2)

Tunahan GÜLTEKİN; *Çankaya Üniversitesi* (Ç2 M6-Y)

Türker GÜLÜM; *LKD - Linux Kullanıcıları Derneği / Profelis AŞ* (Ç1 M3-K; Ç2 M4-K)

Doç. Dr. Tarkan GÜRBÜZ; *ODTÜ* (Ç2 M6)

Atila HASEKİOĞLU; *TÜBİTAK BİLGEM* (Ç2 M5)

Mehmet Ali İNCEEFE; *TBD İcra Danışma Kurulu / Sinerji Türk Vakfı* (Ç1 M2-K)

Arif Emre İSAOĞLU; *T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı* (Ç1 M5)

Fatmanur İZBUDAK; *TÜBİTAK* (Ç1 M4)

Gökçe KAPTAN; *Devlet Malzeme Ofisi Genel Müdürlüğü* (Ç2 M4)

Dilek KARAKAYA (ŞEN); *Güven Future AŞ* (Ç1 M3)

Merve Hatice KARATAŞ; *TSE* (Ç2 M6)

Nazmi KARYAĞDI; *TBD İcra Kurulu / Vergi Algı* (Ç1 M1-K)

Selçuk KAVASOĞLU; *TBD-Türkiye Bilişim Derneği* (Ç1 M5)

Ashcan KAYA; *T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı* (Ç1 M5; Ç2 M2)

Murat KAYMAKÇILAR; *DASA-Savunma, Havacılık ve Uzay Ens. Derneği* (Ç1 M2)

Doç. Dr. Fazıl KAYTEZ; *T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı* (Ç1 M1)

Pelin KELEŞ; *Salty Enerji Depolama A.Ş.* (Ç2 M2)

Furkan KIZILIŞIK; *Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Arş. Hast.* (Ç2 M4)

Yücel KOÇAK; *Ankara BT* (Ç2 M2)

Eda Feriha KODOLBAŞ; *Atılım Üniversitesi* (Ç1 M3-Y)

Harun KUTLUAY; *Kredi Garanti Fonu* (Ç2 M1)

O. Barış MALCİOĞLU; *ODTÜ* (Ç2 M5)

Sevil MALCİOĞLU (SARIKURT); *TÜBİTAK ULAKBİM* (Ç2 M5)

Nurcan MERT; *TBD Genç* (Ç2 M3-Y)

Mehmet Cengiz ONBAŞLI; *Koç Üniversitesi* (Ç2 M5)

Dr. Murat OSMANOĞLU; *Ankara Üniversitesi* (Ç1 M1)

Eray ÖZCAN; *Teus Teknoloji AŞ* (Ç2 M4)

Halil İbrahim ÖZER; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi* (Ç1 M5; Ç2 M6)

Dr. Altan ÖZKİL; *Atılım Üniversitesi Sivil Havacılık Y. Okulu* (Ç1 M2; Ç2 M3-K)

Mustafa ÖZLÜ; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığı* (Ç1 M4; Ç2 M6)

Alper SAĞDIÇ; *Kadıköy Belediyesi* (Ç2 M6)

İzzet SAĞLAM; *Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş.* (Ç2 M3)

İlyas SEFERİNOĞLU; *TBK Bilişim Sistemleri AŞ* (Ç2 M5-Y)

Zeki Can SESKİR; *Kuantum Türkiye* (Ç2 M5)

Sümeyye Elif SUBAŞI; *T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı* (Ç1 M5)

Döndü Gül SÜMER; *Atılım Üniversitesi* (Ç1 M3-Y)

Gökhan SÜRÜCÜ; *Gazi Üniversitesi* (Ç2 M2)

Özge SÜRÜCÜ; *Atılım Üniversitesi* (Ç2 M2)

M. Yaşar ŞAF; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı* (Ç1 M4)

Sinan ŞAHİN; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi* (Ç2 M1; Ç1 M1)

Özlem ŞEN; *T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı* (Ç1 M1)

Halil TAN; *Evital* (Ç2 M4)

Ceren TARIM; *Atılım Üniversitesi* (Ç1 M4-Y; Ç2 M6-Y)

Fikri Hakan TAŞ; *Çankaya Üniversitesi* (Ç2 M3-Y)

Cihan TAŞTAN; *Üsküdar Üniversitesi TRGENMER* (Ç2 M4)

Özgür Enes TAYTAŞ; *Salty Enerji Depolama A.Ş.* (Ç2 M2)

Esra TORAL; *Necmettin Erbakan Üniversitesi* (Ç1 M1)

Ahmet Serdar TÜRK; *Yıldız Teknik Üniversitesi* (Ç2 M3)

Aynur TÜRKERİ; *T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı* (Ç1 M5)

Kadir UÇAR; *İzmir Ticaret Odası Bilişim Komitesi* (Ç2 M3)

Cemil ULU; *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası* (Ç2 M6)

Doğutan ÜLGİN; *Roche Diagnostik AŞ* (Ç2 M4)

Atıf ÜNALDI; *Netizen Global LLC* (Ç2 M6)

Mehmet ÜNLÜ; *TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi* (Ç2 M5)

Özer VONA; *Ankara BT* (Ç1 M5; Ç2 M2)

Ersin Tufan YALVAÇ; *ETY Bilişim Sistemleri Dan. Eğitim Hizmetleri* (Ç2 M1-K)

Oğuzhan YEŞİLOVA; *T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı* (Ç1 M2)

Aysena YEŞİLÖZ; *Atılım Üniversitesi* (Ç1 M2-Y)

Abdullah YILDIRIM; *Enfo Bilişim* (Ç1 M5)

Prof. Dr. Mete YILDIZ; *Hacettepe Üniversitesi* (Ç1 M4)

Emrah YILMAZ; *T.C. İçişleri Bakanlığı Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü* (Ç1 M1)

İlke YILMAZ; *Atılım Üniversitesi* (Ç1 M1-Y)

Murat YILMAZ; *Gazi Üniversitesi* (Ç2 M6)

Sedat YILMAZ; *TÜBİTAK BİLGEM YTE* (Ç1 M4; Ç2 M6)

Sibel YILMAZ; *Ankara Üniversitesi* (Ç2 M3)

Dicle YURDAKUL; *Altınbaş Üniversitesi* (Ç2 M6)

Sadık Murat YÜKSEL; *TÜBİTAK - UZAY* (Ç1 M2)

Fatih YÜREKLİ; *KTF Teknoloji ve Müh. A.Ş.* (Ç1 M5)

Atılım Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği ve Bilişim Sistemleri
Mühendisliği 2023-2024 dönemi öğrencileri:

Aysena Yeşilöz,	Eda Feriha Kodolbaş,	İlke Yılmaz,
Batuhan Durucakoğlu,	Emine Nida Öner,	Melihşah Yıldız,
Berkin Koca,	Emre Ertuğ,	Melis Topçu,
Bora Yılmaz,	Eray Bedir,	Muhlis Erdem Yıldız,
Burhan Keleş,	Erkan Özcanoglu,	Nejan Elber Keskin,
Can Yazıcı,	Erol Emre Akyıldız,	Nursena Çakan,
Canberk Ergün,	Ferit Berkay Kuzucu,	Saime İpek İşçelebi,
Ceren Tarım,	Furkan Babuccu,	Sevim Kaftelen,
Çağhan Demirci,	Gamze Gürer,	Şükrü Tolga Kara,
Defne Aydın,	Hazar Kağan Elbeyli,	Tolga Uğur
Deniz Yünsel,	Irmak Kılınç,	

EK-2 : YENİ NESİL TEKNOLOJİLERDEN ÖRNEKLER

Yeni nesil dijital teknolojilere ilişkin örnekler aşağıda yer almaktadır.

a) Finans, Dijital Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri

1. Sayısal (Dijital) Cüzdanlar
2. Halka Açık Blok Zincirler
3. Bitcoin ve Dijital (Kripto) Para Birimleri
4. Akıllı Sözleşmeler
5. Kripto Para Birimlerine Yönelik Portföy Oluşturma

b) Enerji, Yeşil ve Çevreci Teknolojiler

1. Geleceği Şekillendirecek Batarya Teknolojileri
2. Hidrojen Yakıt Hücreleri
3. Küçük Modüler Reaktörler (SMR)
4. Bireysel Güneş Enerjisi Yatırımları
5. Kendi Kendine Öğrenen Akıllı Binalar
6. Akıllı Tarım ve Mahsul Yönetimi
7. Mikromobilité
8. Tarımsal Veri Analitiği
9. Afet Bilişimi ve Kent Yönetimi
10. Akıllı İşletmeler ve Bina Teknolojileri

c) Telekom ve İletişim Teknolojileri

1. Terabyte Internet
2. 5G Teknolojisi, Düzenlemeleri ve Ülkeye Katkısı
3. 6'ncı Nesil Mobil İletişim Teknolojisi (6G)
4. Kablosuz Güç Beslemeli IoT Cihazları
5. Çoklu Bulut ve Bulut Sistemlerini Merkezileştirme
6. Kablosuz İnternet Altyapı Uygulamaları

d) Uzay ve Havacılık Teknolojileri

1. Uzay ve Alt Uzay İletişim Teknolojileri
2. Uzay Tabanlı Veri Merkezleri
3. Düşük Maliyetli, Minyatür ve Küçük Uydu Sürüleri
4. Drone Temelli Teknolojiler

e) Sağlık ve Yaşam Bilimleri Teknolojileri

1. Teknoloji Destekli İlaç Keşfi
2. İyileştirici (Terapötik) Bilgisayar Oyunları
3. Saklama Amaçlı DNA Kullanımı
4. Elektrolit Kullanmayan Superkapasitörler
5. Basılı ve Esnek Elektronik Teknolojileri
6. Beyin-Bilgisayar Ara Yüzü Cihazları
7. Xenobotlar
8. Hasta ve Hastalıkla İlgili Teknolojiler
9. Sağlıkta Eğitim Teknolojileri
10. Yapay Zekâ Tabanlı Sağlık Teknolojileri

f) Kuantum Bilgisayar ve İlişkili Teknolojiler

1. Bir Milyon Kubitli Kuantum Bilgisayarlar
2. Kuantum Hesaplama ile Güvenli İletişim Ağları
3. Kuantum Algılayıcılar
4. Kuantum Görüntüleme

g) Yapay Zekâ ve İlişkili Teknolojiler

1. Yapay Zekâ Sanatçıları
2. İnsan Benzeri Yapay Zekâ Gerçeği
3. Sosyal ve Etik Tabanlı Yapay Zekâ
4. Büyük Eylem Modeli (LAM) Yeteneğine Sahip Cihazlar
5. Üretken Yapay Zekâ

h) Yazılım Teknolojileri, Giyilebilir Bilgisayarlar ve Robotik Sistemler

1. Az-Kodla ve Kodsuz Yazılım Geliştirme (Low Code, No-Code, RPA)
2. 8K Sanal Gerçeklik Başlıkları (Spatial Computing)
3. Ambiyans Bilişim (Ambient Computing)
4. Duyusal İnternet (Sensory Internet)
5. Yumuşak, Esnek Robotlar
6. İnsansı Robotlar (Humanoid)

Yeni Nesil Dijital Teknolojilerin Tanımları

a) Finans, Sayısal (Dijital) Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri

Bu bölümde sayısal (dijital) cüzdanlar, halka açık blokzincirler, “bitcoin” ve sayısal (dijital) kripto para birimleri, akıllı sözleşmeler ve kripto para birimlerine yönelik portföy oluşturma konularındaki yeni nesil teknolojilere ilişkin değerlendirmeler ve tanımlar yer almaktadır.

1. Sayısal (Dijital) Cüzdanlar

Dijital cüzdanlar, dünya çapında finansal hizmetler sektöründe bir devrim yaratıyor ve geleneksel bankacılık sistemlerine meydan okuyor. Uygulamalar aracılığıyla, özellikle Venmo ve Cash App gibi platformlar, kullanıcı dostu arayüzleri ve düşük maliyetleri ile ABD'de ön plana çıkıyor. Bu platformlar, kullanıcılarına sadece birkaç dokunuşla para transferi yapma, faturaları ödeme ve diğer finansal işlemleri gerçekleştirme kolaylığı sunuyor.

Dijital cüzdanlar, kripto paralar ve dijital para, finans alanında büyük bir değişime yol açmıştır. Örneğin dijital cüzdan platformları, kullanıcılara kolayca para transferi yapma, fatura ödeme ve diğer finansal işlemleri gerçekleştirme kolaylığı sunuyor. Kuzey Amerika'da dijital cüzdanlar 2023'te e-ticaret ödemelerindeki liderliğini sürdürerek yıllık %23 büyümeyle bölgesel işlem değerinin %37'sine ulaşmış ve 748 milyar doların üzerinde gerçekleşmiştir.⁷², Bu da teknolojinin benimsenme hızının ne kadar hızlı olduğunu gösteriyor.

Avrupa'da da dijital cüzdanlar, özellikle Revolut ve N26 gibi fintech şirketleri aracılığıyla hızla yayılıyor. Bu platformlar, birden fazla para biriminde işlemler yapma, düşük döviz kurları ve uluslararası para transferleri gibi özelliklerle kullanıcıların global finansal ihtiyaçlarını karşılıyor. Avrupa Birliği'nin sıkı finansal düzenlemeleri ve yüksek güvenlik standartları, dijital cüzdanların güvenilir ve şeffaf bir şekilde hizmet vermesini sağlıyor, böylece tüketiciler arasında güven oluşturuyor. Asya'da, özellikle Çin ve Hindistan'da, WeChat Pay ve Alipay gibi dijital cüzdanlar zaten hayatın bir parçası haline gelmiş durumda. Bu uygulamalar, sadece finansal işlemler için değil, aynı zamanda e-ticaret, fatura ödemeleri ve hatta kamu hizmetleri erişimi için de kullanılıyor. Çin'de dijital cüzdan kullanımı o kadar yaygın ki, nakit kullanımı hızla azalıyor ve bazı durumlarda tamamen ortadan kalkıyor. Hindistan'da da hükümetin dijital ekonomiyi teşvik edici politikaları sayesinde Paytm ve Google Pay gibi platformlar geniş bir

⁷² <https://worldpay.globalpaymentsreport.com/en>

kullanıcı tabanına ulaşıyor. Latin Amerika ve Afrika gibi gelişmekte olan pazarlarda, dijital cüzdanlar finansal hizmetlere erişimde önemli bir rol oynuyor. Bu bölgelerde banka hesabı olmayan ya da geleneksel bankacılık hizmetlerine erişimi sınırlı olan geniş bir nüfus bulunuyor. M-Pesa, Afrika'da mobil ödemeler alanında öncülük ediyor ve kullanıcıların cep telefonları aracılığıyla para transferi yapmalarına olanak tanıyor. Latin Amerika'da ise Rappi ve Mercado Pago gibi platformlar, çok yönlü hizmetler sunarak dijital ödemelerin benimsenmesini hızlandırıyor. Dijital cüzdanların önümüzdeki yıllarda da finansal hizmetler alanında önemli bir güç olmaya devam edeceği öngörülmektedir. Bu, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan pazarlarda, finansal hizmetlere erişimi demokratikleştiren ve kullanıcı deneyimini iyileştiren bir dönüşümün habercisi olarak değerlendirilmektedir.

2. Halka Açık Blok Zincirler

Halka açık blok zincirleri, dünya genelinde finans, para ve internet alanlarında koordinasyonun yeniden tanımlanmasında kritik bir rol oynuyor. Merkeziyetçiliği azaltarak, daha şeffaf, güvenilir ve erişilebilir bir yapı oluşturuyorlar. Bitcoin, bu evrimin öncüsü olarak, sadece bir ödeme sistemi olmanın ötesinde, bir değer saklama aracı ve "özerk" dijital para birimi olarak kendini konumlandırıyor. Bu, finansal hizmetlerin (DeFi) ve internetin (Web3) geleceğini şekillendiriyor, kullanıcılara merkezi otoritelere bağımlı olmaksızın işlem yapma imkanı sunuyor. Amerika'da, Ethereum gibi platformlar, akıllı sözleşmeler ve merkezi olmayan uygulamalar (dApps) aracılığıyla sanat eserlerinden finansal hizmetlere kadar geniş bir yelpazede yenilikçi çözümler sunuyor. Bu, sanatçıların ve yaratıcıların eserlerini doğrudan tüketicilere sunmalarını sağlayarak aracıları ortadan kaldırıyor ve daha adil bir değer dağılımı yaratıyor. Avrupa'da, halka açık blok zincirler üzerine inşa edilen çeşitli girişimler, enerji ticareti, tedarik zinciri yönetimi ve kimlik doğrulama gibi alanlarda devrim yaratıyor. Örneğin, enerji sektöründe blok zinciri teknolojisi, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin takibini ve ticaretini kolaylaştırıyor, böylece daha yeşil ve sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunuyor. Asya, blok zinciri teknolojisini benimsemeye öncü bölgelerden biri olarak öne çıkıyor. Özellikle, Güney Kore ve Singapur gibi ülkeler, hükümet destekli projeler ve girişimler aracılığıyla teknolojiyi teşvik ediyor. Çin'de ise, hükümetin "Elektronik Yuan" gibi dijital para birimi girişimleri, blok zinciri teknolojisini kullanarak para politikasının geleceğini şekillendiriyor. Afrika ve Latin Amerika'da, blok zinciri teknolojisi, finansal hizmetlere erişim konusunda önemli engellerle karşı karşıya olan insanlar için büyük fırsatlar sunuyor. Örneğin, Kenya'da blok zinciri tabanlı mikrofinans ve kredi platformları, geleneksel bankacılık

sistemlerine erişimi olmayan küçük işletmelere finansman sağlıyor. Halka açık blok zincirlerinin sadece finans ve teknoloji sektörlerini değil, aynı zamanda toplumların geniş kesimlerini de etkileyeceği tahmin edilmektedir. Halka açık blok zincirlerinin merkezi otoritelere olan ihtiyacı azaltarak, dünya genelinde daha adil, şeffaf ve erişilebilir bir ekonomik yapıya neden olacağı yönünde destek artmaktadır.

3. Bitcoin ve Dijital (Kripto) Para Birimleri

Bitcoin, dijital para birimi ve blokzinciri (blockchain) teknolojisinin öncüsü olarak, finansal dünyada bir devrim yaratıyor. Piyasa değeri zaman içinde rekor seviyelere ulaşarak, Bitcoin'in sadece bir spekülasyon aracı olmadığını, aynı zamanda sağlam bir ağ yapısına ve geniş kabul görüşüne sahip olduğunu kanıtlıyor. Bitcoin'in ulusal devletler tarafından yasal ödeme aracı olarak kabul edilmesi durumunda, Bitcoin'in piyasa değeri önümüzdeki on yılda 25 kattan daha fazla artabilir ve her bir Bitcoin'in değeri 2030 yılına kadar 1 milyon doları aşabilir. Bu, Bitcoin'in potansiyelini ve kripto para birimlerinin gelecekteki finansal sistemlerde oynayabileceği rolü gösteriyor. Amerika Birleşik Devletleri'nde, Bitcoin ve diğer kripto para birimlerine yönelik artan ilgi, hem bireysel yatırımcılar hem de kurumsal oyuncular arasında gözlemleniyor. Özellikle, büyük teknoloji ve finans şirketlerinin Bitcoin'i bilançolarına eklemesi, kripto para biriminin meşruiyetini artırıyor ve daha geniş kabul görüşünü teşvik ediyor. Avrupa'da, bazı ülkeler kripto para birimlerine ve blockchain teknolojisine daha açık politikalar benimseyerek, inovasyon ve büyümenin önünü açıyor. Örneğin, İsviçre'nin "Crypto Valley" olarak bilinen Zug kantonu, blockchain tabanlı şirketler için bir merkez haline geldi. Bu, Avrupa'da kripto para birimlerinin ve teknolojinin nasıl bir inovasyon kaynağı haline gelebileceğinin bir göstergesi. Diğer ülkelerde de benzer gelişmeler yaşanıyor. Örneğin, El Salvador, Bitcoin'i yasal ödeme aracı olarak kabul eden ilk ülke oldu. Bu adım, diğer ulusal devletlerin benzer politikaları değerlendirmesine yol açabilir ve Bitcoin'in uluslararası ticarete kullanımını artırabilir. Ayrıca, Bitcoin'in yıllık yerleşim hacminin Visa'nın ödeme hacmini geçmesi, onun küresel bir yerleşim ağı olarak artan önemini vurguluyor. Bu gelişmeler, Bitcoin'in finansal sistemlerdeki rolünün yalnızca büyüyeceğine işaret ediyor. Kripto para biriminin yükselişi, sadece teknolojik bir başarı değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal yapılar üzerinde derin etkiler yaratan küresel bir fenomen haline gelebileceğini gösteriyor.

4. Akıllı Sözleşmeler

Akıllı sözleşmeler, işlemleri otomatikleştiren ve blok zinciri teknolojisi üzerinde çalışan programlanabilir sözleşmelerdir. Bu teknoloji, finansal işlemlerden oylama sistemlerinin yönetimine, tedarik zinciri izlemeye ve daha fazlasına kadar geniş bir uygulama yelpazesi sunar. Akıllı sözleşmelerin kullanımı, işlemlerin şeffaflığını, hızını ve güvenliğini artırırken, aynı zamanda dolandırıcılığı azaltır ve aracıları ortadan kaldırır. Ethereum gibi platformlar, akıllı sözleşmelerin yaygınlaşmasında öncü rol oynamıştır. DeFi (Merkeziyetsiz Finans), sanat eserlerinin tokenizasyonu ve oylama sistemleri, akıllı sözleşmelerin başarılı uygulamalarından sadece birkaçıdır. Bu teknoloji, gelecekte daha adil, verimli ve erişilebilir dijital ekonomilerin inşasında kritik bir role sahip olacaktır.

5. Kripto Para Birimlerine Yönelik Portföy Oluşturma

Önümüzdeki yıllardan şirketlerin yatırım portföylerinde Bitcoin ve diğer kripto para birimlerine yapacağı kaynak planlaması bu alanda önemli gelişmeler yaşanmasına neden olacaktır. Bu para birimlerinin fiyat hareketlerinin, örneğin hisse senetleri ya da tahviller gibi geleneksel varlıkların fiyat hareketlerinden bağımsız olması düşük korelasyon anlamına gelir. Bu özellik, yatırımcıların portföylerinde çeşitlilik sağlamalarına ve potansiyel olarak riski azaltmalarına yardımcı olabilir. Böylece portföylerde risk ayarlı getirileri maksimize etme potansiyeli sunabilmektedir. Örneğin Bitcoin getirilerinin geleneksel varlık sınıflarıyla sadece 0.27 oranında korelasyona sahip olması yatırım portföylerinde çeşitlendirme aracı olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır. Yatırım raporların 2023 yılında bir portföyün risk ayarlı getirilerini maksimize etmek için %19.4 oranında Bitcoin tahsisi yapması gerektiği öne sürülmektedir. Bu, Bitcoin ve ilişkili para birimlerinin yatırım portföylerinde önemli bir rol oynayabileceğini ve yatırımcıların portföylerinde bu para birimlerine yer vererek potansiyel getirilerini artıracabileceklerini göstermektedir. Küresel varlık tabanında yapılacak tahsisler Bitcoin ve benzeri para birimlerinin fiyatı üzerinde önemli bir artış etkisine sahip olabilecektir. Bu ihtimal ve olası küresel etkileri, ülkelerin gelecekteki finansal teknolojiler ve yatırım stratejileri içinde dikkat etmesi gereken önemli bir husustur.

b) Enerji ve Çevreci Teknolojiler

1. Geleceği Şekillendirecek Batarya Teknolojileri

Geleceği şekillendirecek batarya teknolojileri, enerji depolama ve sürdürülebilirlik alanlarında devrim yapma potansiyeline sahiptir. Mevcut lityum-iyon bataryalar, zaten önemli ilerlemeler sağlamış olsa da, daha verimli üretim süreçleri, geliştirilmiş katot ve anot malzemeleri ve katı hal lityum-iyon teknolojileri gibi geliştirmeler üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Özellikle, silikon anotlar ve grafen "kafes" içinde silikon kullanımı, batarya kapasitesini önemli ölçüde artırabilir. Uzun vadede, lityum-hava, lityum-kükürt ve vanadyum akış bataryaları gibi yeni teknolojiler, daha yüksek enerji yoğunluğu ve daha düşük maliyetler sunarak elektrikli araçları ve yenilenebilir enerji depolama sistemlerini daha cazip hale getirebilir. Bu yenilikler, yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırmak ve karbon emisyonlarını azaltmak için kritik öneme sahiptir.

Gelecekte, batarya teknolojilerinin bilişim ve teknoloji alanındaki etkisi, enerji depolama çözümlerinin verimliliğinde ve kapasitesinde görülecek büyük ilerlemelerle önemli olacak. Daha gelişmiş bataryalar, elektrikli araçlar, taşınabilir elektronik cihazlar ve yenilenebilir enerji sistemlerinin performansını artıracak. Bu, karbon emisyonlarını azaltmaya ve çevre dostu teknolojilerin benimsenmesine yardımcı olacak. Ayrıca, enerji depolama maliyetlerinin düşmesi, bilişim altyapılarının ve veri merkezlerinin daha verimli hale gelmesini sağlayacak. Yenilikçi batarya teknolojileri, sürdürülebilir büyüme ve teknolojik inovasyonun önemli bir sürücüsü olacak.

2. Hidrojen Yakıt Hücreleri

Hidrojen yakıt hücreleri, bilişim ve teknoloji dünyasında, özellikle enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik alanlarında büyük bir etki yaratma potansiyeline sahip. Bu teknoloji, enerji depolama ve dağıtım sistemlerinde önemli yenilikler getirebilir ve özellikle uzun menzilli ve yüksek enerji ihtiyacı olan uygulamalar için idealdir. Ekonomik büyüklük açısından, hidrojen yakıt hücrelerine yönelik yatırımlar artmakta ve bu alandaki pazarın gelecek on yılda önemli ölçüde büyümesi bekleniyor. Önde gelen otomobil ve enerji şirketleri, hidrojen yakıt hücreli araçlar ve enerji çözümleri üzerinde çalışıyor. Örnek projeler arasında hidrojenle çalışan trenler, otobüsler ve hatta dronlar bulunmaktadır. Bu projelerin çıktıları, karbon emisyonlarını azaltma ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişte önemli rol oynayabilir.

3. Küçük Modüler Reaktörler (SMR)

Küçük Modüler Reaktörler (SMR), gelecekte enerji üretimi ve tüketimi konusunda önemli bir dönüşüm yaratabilir. SMR'ler, geleneksel nükleer reaktörlerden daha küçük, esnek

ve potansiyel olarak daha güvenli olarak tasarlanmıştır. Bu özellikleriyle, uzak ya da ulaşımı zor bölgelere güvenilir enerji sağlamada, endüstriyel işlemlerde ve kentsel enerji ağlarında kullanılabilirler. Ayrıca, düşük karbonlu enerji kaynağı olarak, iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir rol oynayabilirler. SMR'lerin gelişimi, enerji sektörünün yanı sıra ekonomik ve çevresel politikalarda da önemli etkiler yaratabilir.

Küçük Modüler Reaktörler (SMR) pazarının mevcut ve gelecekteki ekonomik büyüklüğü, önemli bir büyüme potansiyeli göstermektedir. 2023 yılında küresel SMR pazarının yaklaşık 5.8 milyar USD değerinde olduğu tahmin edilmekte ve bu rakamın 2030 yılına kadar 6.8 milyar USD'ye ulaşması bekleniyor. Diğer bir kaynak, 2024 yılı için pazar büyüklüğünün yaklaşık 10.1 milyar USD olacağını ve 2032'ye kadar 14.6 milyar USD'ye ulaşacağını öngörüyor.

Bu büyüme, özellikle artan enerji ihtiyacı, temiz ve güvenilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç, ve iklim değişikliğiyle mücadelede düşük karbonlu enerji kaynaklarına yönelik artan talep gibi faktörlerle desteklenmektedir. SMR'lerin modüler tasarımı ve fabrika üretimi, daha düşük inşaat maliyetleri ve daha kısa yapım süreleri sağlayarak, geniş bir kullanıcı ve uygulama yelpazesi için esnek güç üretimi imkanı sunmaktadır.

Küresel SMR pazarındaki ana oyuncular arasında Afrikantov OKB Mechanical Engineering, ARC Clean Energy, Brookfield, China National Nuclear Corporation, Fluor Corporation, GE Hitachi Nuclear Energy, General Electric, Holtec International, Leadcold Reactors, Mitsubishi Heavy Industries, Moltex Energy, Nuscale Power, Rolls-Royce, TerraPower LLC, Terrestrial Energy, Tokamak Energy, Toshiba Energy Systems & Solutions, Westinghouse Electric ve X Energy LLC gibi şirketler bulunmaktadır.

Özellikle ABD ve Kanada'da hükümet politikalarının ve temiz enerji kaynaklarına olan ihtiyacın etkisiyle bu alanda önemli bir büyüme göstermesi bekleniyor. Avrupa pazarı, yaşlanan nükleer güç santrallerinin yerine geçmek ve düşük karbonlu elektrik arzını sürdürmek için SMR'leri potansiyel bir çözüm olarak değerlendiriyor. Asya-Pasifik bölgesi ise, özellikle Çin ve Hindistan gibi ülkelerdeki hızla artan enerji taleplerini karşılamak için SMR'lere önemli bir fırsat sunmaktadır.

4. Bireysel Güneş Enerjisi Yatırımları

Bireysel girişim olarak evlerde güneş paneli kurulumunun ve lityum pil teknolojisinin kullanımının yaygınlaşması, sadece enerji üretimini merkeziyetçilikten uzaklaştırmakla

kalmayarak, aynı zamanda bir dizi ekonomik ve sosyal fayda sağlama potansiyeline de sahiptir. Bu yaklaşım, enerji bağımsızlığı sağlayarak bireylerin enerji tedarikçilerine olan bağımlılıklarını azaltmalarına ve enerji maliyetlerinde uzun vadede tasarruf etmelerine olanak tanıyabilecektir. Güneş enerjisi kullanımı fosil yakıtların neden olduğu karbon emisyonlarını ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilmektedir. Bireysel enerji üretimi enerji güvenliğini artırarak enerji arzında dış kaynaklara olan bağımlılığı da azaltacaktır. Ekonomik etkiler açısından bakıldığında, güneş enerjisi sektörü, kurulum, bakım ve üretim aşamalarında yeni iş fırsatları sunacak ve yerel ekonomilere katkıda bulunacaktır. Güneş enerjisi üretimi maliyetlerinin düşmesi hem bireysel tüketiciler hem de genel ekonomi için enerji maliyetlerinde önemli bir azalmaya yol açabilecektir. Güneş paneli sistemlerine yapılan yatırımların maliyetleri düştükçe, yatırımların geri dönüş süreleri de kısılacak, bu da daha fazla bireysel yatırımı teşvik edecektir. Güneş enerjisi yatırımları özellikle elektrik altyapısının zayıf olduğu kırsal ve uzak bölgelerde yaşayan insanlar için sürdürülebilir bir enerji çözümü sunarak kalkınmaya katkı sağlayabilecektir. Güneş enerjisi ve enerji depolama teknolojilerindeki ilerlemeler, yeni teknolojik gelişmeleride teşvik edebilecektir. Bu alanda Dünya genelinde başarılı örnekler mevcuttur. Almanya'nın Enerjiwende programı, ABD'nin Kaliforniya eyaletindeki güneş enerjisi kurulumları ve Bangladeş'in dünyanın en büyük off-grid güneş enerjisi programlarından birine ev sahipliği yapması gibi girişimler vardır. Yerel ve ulusal politikaların doğru şekilde yönlendirilmesi, bireylerin güneş enerjisi yatırımını teşvik edecek ve faydaların ortaya çıkmasında kritik bir rol oynayacaktır. Böylece toplumların daha sürdürülebilir ve enerji açısından bağımsız bir geleceğe doğru ilerlemesini sağlayacaktır.

5. Kendi Kendine Öğrenen Akıllı Binalar

Evdeki cihazların, sakinlerinin alışkanlıklarını öğrenerek enerji verimliliğini, güvenliğini ve konforu otomatik olarak optimize eden sistemler. Önümüzdeki yıllarda, etkileşimli ve kendi kendine öğrenen akıllı binaların daha da gelişmesi ve yaygınlaşması beklenmektedir. Bu binalar sakinlerin, içinde yaşayanların ihtiyaçlarına daha iyi yanıt vermek, enerji tüketimini optimize etmek ve günlük yaşamı kolaylaştırmak için daha gelişmiş yapay zekâ ve makine öğrenimi teknolojilerini entegre edecektir. Bununla birlikte, bu teknolojilerin etik, gizlilik ve güvenlikle ilgili sorunları da beraberinde getireceği ve bu konularda düzenleyici çerçevelerin geliştirilmesi gerekeceği unutulmamalıdır.

6. Akıllı Tarım ve Mahsul Yönetimi

Nesnelerin İnterneti aracılığıyla bağlı sensörlerden gelen veriler, akıllı arazi ve ürün yönetimine, doğru gübre ve su kullanımına katkı sağlayarak karbon emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olacak. Tarım sektörü, sera gazı emisyonları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir; diğer yandan, iklim değişikliğinin bir kurbanıdır ve dünya açısından beslenme için son derece önemlidir. Bu nedenle tarım sektöründeki kaynakların ve girdilerin etkili kullanımına doğrudan etki eden programlar ve çözümler, uzun vadeli sürdürülebilirliği teşvik etmek için kilit öneme sahiptir. **Toprak ihtiyaçları ve durumu hakkında gerçek zamanlı, doğru bilgi toplayan sensörler, su gibi doğal kaynakların, tohum ve gübre gibi tarım girdilerinin ve hasat, budama ve diğer yönetim uygulamaları gibi işçiliklerin daha etkili, verimli ve israf etmeyen** kullanımlarına yol açabilir.

2024-2030 döneminde yıllık %12.3'lük bir bileşik yıllık büyüme oranı (CAGR) ile büyümeye devam etmesi bekleniyor. Asya Pasifik bölgesi de akıllı tarım uygulamalarının benimsenmesinde artan bir büyüme gösteriyor. Örneğin, Japonya'da tarım bakanlığı tarafından hassas tarımın geliştirilmesi için fon sağlanıyor. Dünya Bankası, iklim akıllı tarım (CSA) yaklaşımını destekleyerek, tarım, gıda, su ve toprak gibi anahtar geçişlerin iklim kriziyle mücadelede önemli olduğunu belirtmektedir.

Akıllı tarım alanındaki öncü şirketler arasında Ag Leader Technology, AGCO Corporation, AgJunction, Inc., AgEagle Aerial Systems Inc., Autonomous Solutions, Inc. gibi firmalar yer almakta ve bu şirketler, akıllı seralar, otomasyon ve kontrol sistemleri, LED büyüme ışıkları, RFID etiketleri ve okuyucuları, algılama cihazları gibi teknolojileri geliştirmektedir. Bu teknolojilerin kullanımı, özellikle verimliliği artırma, kaynak kullanımını optimize etme ve çevreye duyarlı tarım uygulamaları gibi alanlarda önemli faydalar sunmaktadır.

Akıllı tarım ve akıllı mahsul yönetimi teknolojileri, tarım sektöründe sürdürülebilirlik ve verimlilik artışı sağlayacak şekilde hızla gelişmektedir. Bu teknolojiler, küresel gıda güvenliği ve çevre koruma hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynayabilecektir.

7. Mikromobilite

COVID-19'un evde kalma kurallarına rağmen, mikromobilite türleri (bisiklet ve elektrikli scooter paylaşımı ile yolculuk paylaşımı) kullanımı pandemi öncesi seviyelere geri dönmüş ya da hatta bunları aşmıştır. İnsanlar, pandemi nedeniyle artan özel araç kullanımından vazgeçmeye başladıkça ve iklim değişikliği farkındalığı artmaya devam ettikçe, bu kullanım

yukarı doğru bir eğri izlemeye devam edebilir ve karbon emisyonlarını azaltmaya ve vatandaşların aktif zamanını artırmaya katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Ancak bu ulaşım türleri ile ilişkili şehir sorunlarını azaltan yeni çözümlere ulaşılmalıdır; 2023 başlarında Paris, e-scooter'ların kamuya rahatsızlık vermesi ve kaza potansiyeli nedeniyle yasaklandığı ilk şehir oldu. **Mikromobilite'nin devam eden büyümesini ve faydalarını teşvik etmek amacıyla, bırakma (drop-off) noktaları, şarj, maksimum hız ve trafikle bütünleşme ile ilgili yeni donanım ve uygulama çözümleri, düzenleyicilerle birlikte şirketler tarafından oluşturulmalı ve tasarlanmalıdır.**

Mikromobilite, kentsel ulaşım alanında artan bir trend olarak kendini gösteriyor ve bu trendin önümüzdeki yıllarda daha da büyümesi bekleniyor. Mikromobilite pazarının büyüklüğü, 2022'de 66.4 milyar USD olarak değerlendirilmiş ve 2023 ile 2032 arasında %13'ün üzerinde bir CAGR ile büyüyeceği tahmin ediliyor. Asya-Pasifik bölgesi, 2022'de gelir payının %70'ini oluşturarak mikromobilite pazarının en büyük bölgesel payına sahip oldu ve 2032'ye kadar 66.4 milyar USD'ye ulaşması bekleniyor. Bu büyüme, özellikle Çin ve Hindistan gibi büyük kentsel nüfusa sahip ülkelerde önemli fırsatlar sunuyor.⁷³

Mikromobilite kent ulaşımında daha sürdürülebilir ve etkili bir çözüm olarak yaygınlaştırılmalıdır. Bu, hem trafik yoğunluğunu azaltabilir hem de çevre dostu bir ulaşım seçeneği sunabilir. Bunun için yeni düzenlemeler yapılmalı ve bu tür araçların güvenli ve etkin kullanımını sağlamak için gerekli altyapı oluşturulmalıdır.

8. Tarımsal Veri Analizi

Tarımsal veri analizi, tarım sektörünün geleceğini şekillendiren önemli bir etkidir. Yeni nesil gıda teknolojileri ve tarımda otomasyon, bu alandaki yeniliklerin öncülüğünü yapmaktadır. Bunun yanı sıra, tedarik zincirinde blokzinciri ve nesnelerin interneti (IoT) gibi yeni teknolojilerin kullanımı, tarımsal veri setlerinin düzenlenmesinde büyük bir rol oynamaktadır. Su, hava ve toprak analizi için kullanılan algılayıcılar, bu veri setlerinin oluşturulmasında kritik öneme sahiptir.

Gıda kodeksinin güncellenmesi ve organik ürünlerin sınıflandırılması, tarım sektöründeki yeniliklerin bir başka yönünü temsil etmektedir. Ayrıca, tarımda aile ölçeğinin uluslararası

⁷³ <https://www.precedenceresearch.com/press-release/micro-mobility-charging-infrastructure-market> (Mart, 2024)

yapılarla entegrasyonu, sektörün sürdürülebilirliği için yaşamsal öneme sahiptir. Karbon analizi ve akıllı gübre teknolojileri gibi uygulamalar, tarımın çevresel etkisini azaltmaya yardımcı olurken, karbon ayak izi ve emisyon ticaret sisteminin bu çabaları destekleyeceği değerlendirilmektedir.

Ayrıca, tarımda siber güvenlik girişimlerinin desteklenmesinin, sektörün dijitalleşmesi ve veri odaklı hale gelmesiyle birlikte daha da önemli hale geldiği görülmektedir.

Tarımsal veri setlerinin düzenlenmesi ve akıllı tarım için insan kaynağı altyapısının geliştirilmesi de tarım sektörünün gelecekteki başarısında önemli olacaktır.

9. Afet Bilişimi ve Kent Yönetimi

Kent yönetiminde teknoloji kullanımının, özellikle afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde önemli bir rol oynadığını Notre Dame Katedrali'nin⁷⁴ yeniden yapılmasında oyun yazılımlarındaki görsellerden yararlanılması bir kez daha kanıtlamıştır. Bu, teknolojinin tarihi yapıların korunması ve restorasyonu konusunda ne kadar etkili olabileceğini göstermektedir.

Müze uygulamaları ve kültür-turizm uygulamalarında da teknoloji kullanımı artmaktadır. Özellikle artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) teknolojileri, tıpkı Efes Deneyim Müzesi'nde⁷⁵ olduğu gibi ziyaretçilere daha etkileyici ve etkileşimli deneyimler sunmaktadır. Ayrıca, esnek robot kullanımının yaygınlaşması, özellikle afet sonrası arama-kurtarma operasyonlarında ve tehlikeli alanlarda çalışma ihtiyacında büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Teknoloji ve yenilikçiliğin eğitim sistemine de entegre edilmesi değerlendirilmelidir. Basit malzemelerle okullarda yapılan deneylerin, öğrencilerin yeni teknolojilere olan ilgisini ve yenilikçi düşünme yeteneklerini teşvik edeceği bilinmektedir.

10. Akıllı İşletmeler ve Bina Teknolojileri

Akıllı binalar, konforu sağlamak için yapay zekâ teknolojilerini kullanarak aydınlatma, ısıtma ve soğutma maliyetlerini düşürmektedir. Bu, enerji tasarrufu sağlamakta ve yeşil bilişim uygulamalarını desteklemektedir.

⁷⁴ https://tr.wikipedia.org/wiki/Notre_Dame_Katedrali (Mart, 2024)

⁷⁵ <https://www.demmuseums.com/tr/muzeler/efes-deneyim-muzesi/> (Mart, 2024)

Siber güvenlik, akıllı bina teknolojilerinin önemli bir unsuru olarak yer almaktadır. Bina yönetim sistemlerinin yaygınlaştırılması, veri güvenliğini sağlamak ve siber tehditlere karşı koruma sağlamak için önemlidir.

Akıllı binaların tasarımında ve işletilmesinde dikkate alınması gereken ölçütler arasında konum, ulaşım, sürdürülebilir araziler, su verimliliği, malzeme kaynakları, iç mekan çevre kalitesi ve bölgesel öncelikler bulunmaktadır. Ayrıca, Yeşil Bina Sertifikası (LEED-Leadership in Energy and Environmental Design) kriterleri gibi çevresel sertifikasyon standartları da önem kazanmaktadır.

Binaların yapım aşamalarından itibaren çevresel faktörlerin dikkate alınması, sürdürülebilir bir yapılaşmayı sağlamaktadır. Çevre, ekonomi ve sağlık kategorilerine göre oluşturulan sertifikasyonlar, binaların çevresel etkisini değerlendirmek ve çevreye olan zararını azaltmak için önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir.

Akıllı işletmeler ve bina teknolojileri, enerji tasarrufu, verimlilik, sürdürülebilirlik ve güvenlik sağlama potansiyeli ile önemli fırsatlar sunmaktadır.

c) Telekom ve İletişim Teknolojileri

1. Terabyte Internet

Birçok ülkede 6G muhtemelen 5G'den önce uygulamaya geçecek. 6G, sanal gerçeklik ve beyin-bilgisayar arayüzü cihazları aracılığıyla insan düşüncesi ve eylemini gerçek zamanlı olarak destekleyecek şekilde siberpace'i dönüştürebilir.

6G teknolojisi, iletişim teknolojileri alanında önemli bir evrimin eşiğinde bulunuyor. Halihazırda 6G teknolojisinin standartları tanımlanmamış olsa da, bu alanda önemli araştırma ve geliştirme faaliyetleri yürütülmekte. 6G'nin birinci ticari dağıtımlarının 2030 yılına kadar gerçekleşmesi bekleniyor. 6G'nin belirgin özellikleri arasında düşük enerji tüketimi, yüksek hız, geniş kapsama alanı ve büyük kapasite yer alıyor. Özellikle, Ericsson'un belirttiğine göre, 6G cihazlarının piller olmadan çalışabilmesi ve çevresel enerjiyi (titreşimler, ışık, sıcaklık farkları ya da radyo frekansı dalgaları) kullanarak enerji üretebilmesi mümkün olacak. Bu, IoT kullanım durumlarını önemli ölçüde genişletebilir.

Kuantum Anahtar Dağıtımı ve homomorfik şifreleme gibi yeni teknolojiler sayesinde güvenlik ve güven konularında da ilerlemeler kaydedilmesi beklenmektedir. 6G'nin hayatımıza etkileri hakkında kesin tahminlerde bulunmak zor olsa da, günlük hayatta birçok alanda

değişiklikler olması muhtemel. Örneğin, sağlıkta implante sensörler ve telesurgery, eğitimde daha etkileşimli ve sarmalayıcı deneyimler, tarımda akıllı sulama ve hayvan takibi gibi uygulamalar bu teknoloji ile mümkün hale gelebilir. Avrupa'da Hexa-X projesi, Kuzey Amerika'da Next G Alliance (NGA), ve Çin'de IMT-2030 (6G) Promotion Group gibi çeşitli yeni endüstri kuruluşları 6G yol haritası üzerine önerilerde bulunmuşlar. Ayrıca, 6G Industry Association (6GIA), Avrupa endüstrisi ve araştırması için 6G ağları üzerine bir ses oluşturmak üzere kurulmuştur.

Özellikle, yeni spektrum bantları ve radyo teknolojileri, holografik hüzmeye şekillendirme, gelişmiş çiftleşme teknolojileri ve 'devasa' masif MIMO teknolojisi gibi konularda tartışmalar devam etmektedir. 6G'nin terahertz ve milimetre dalga ilerlemesi, özellikle bu frekansların dalga yayılımının mevcut mikrodalga frekanslarına göre engellere çok daha duyarlı olması nedeniyle önemlidir. Çin'de Purple Mountain Laboratories, terahertz frekans bandında 206.25 gigabit/saniye veri hızı elde ederek bir dünya rekoru kırdı. 6G'nin ekonomik rekabet, ulusal güvenlik ve toplum işleyişi için kritik bir teknoloji olduğu düşünülüyor ve birçok ülke tarafından ulusal öncelik olarak belirlenmiş durumda.

2. 5G Teknolojisi, Düzenlemeleri ve Ülkeye Katkısı

Daha hızlı internet bağlantıları ve daha düşük gecikme süreleri sunan bu teknoloji, önümüzdeki on beş yıl boyunca, akıllı cihazların ve IoT cihazlarının bağlanmasını sağlayarak birçok alanda gerçek anlamda büyük bir değişim ve dönüşüme yola açacaktır.

4G teknolojisi mobil abonelikler arasında küresel çapta en yüksek seviyesine ulaşmış ve yerini 5G'ye bırakmaya hazırlanmaktadır. Kuzey Amerika, Avrupa ve Kuzey Doğu Asya ülkeleri başta olmak üzere, 80'i aşkın ülkede 200'ün üzerinde operatör 5G'yi kullanmaya başlamıştır.⁷⁶

“5G'nin kablosuz teknoloji için ileriye dönük devrim niteliğinde bir atılımı temsil ettiği ileri sürülmektedir. 5G, yüksek hızlara ek olarak, 10 milisaniyelik ortalama LTE gecikme süresini 1 milisaniyeye düşürerek daha düşük gecikme süresi vaat ediyor. 5G ayrıca çoklu spektrum bantları üzerinde çalışabilir. Günümüzde LTE için genel olarak kullanılan düşük bantlı (1GHz altı) spektrumda, hızlar yaklaşık 100Mbps'de maksimuma çıkacaktır. Menzil, yüksek bant spektrumunda daha fazla bir sorun olmakla

76 Deloitte, 2022, Yeni nesil bağlantının gücü: 5G teknolojisinin Türkiye için ekonomik ve sosyal faydaları

birlikte, 5G'nin 10 Gbps'e varan hızlara ulaşılacağı öngörülmektedir.”⁷⁷

Mobil iletişim sistemlerinde 5G ile 4G'ye nazaran 100 kat daha hızlı, gecikme süresi 10 kat daha iyi olacağından özellikle IoT için önemli olan aynı anda cihaz ile bağlantı **kurabilme sayısı devrimsel boyutta artmış** olacaktır.

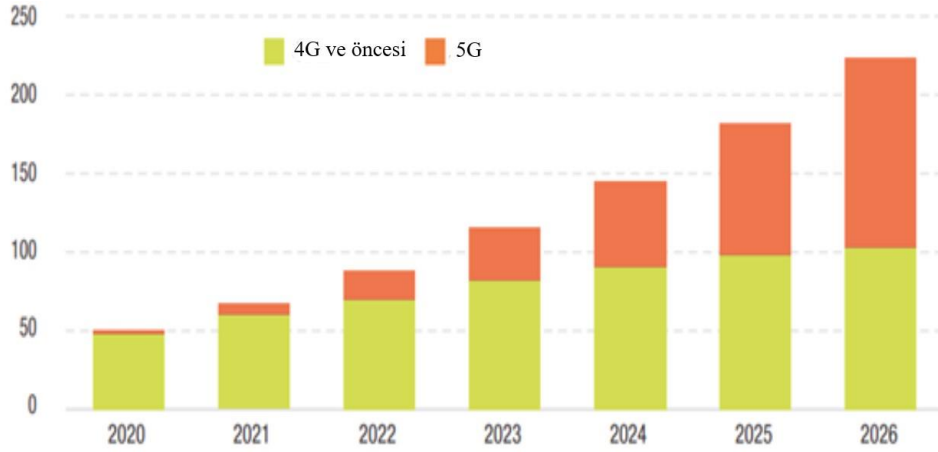
GSMA tarafından yapılan bir çalışmada⁷⁸; 2034 yılına kadar mmWave spektrumunun küresel GSYİH'da 565 Milyar ABD Dolarlık ve 152 Milyar ABD Dolarlık vergi gelirindeki artışın temelini oluşturacağını; 2020-2024 yılları arasında bölgesel bir perspektiften mmWave 5G'nin GSYİH'ya toplam katkısının;

- 212 Milyar ABD Doları ve 190 Milyar ABD Doları olan Asya-Pasifik ve Amerika bölgelerinin en büyük payı alması beklenmektedir.
- Amerika bölgesinde, toplamın (190 Milyar ABD Doları) onda biri (20.8 Milyar ABD Doları) Latin Amerika ve Karayip ülkeleri tarafından sağlanması öngörülmektedir.
- Avrupa, en yüksek GSYİH büyüme yüzdesine sahip bölgedir (%2,9).
- Eski SSCB ülkeleri için GSYİH'yı 6,7 Milyar ABD Doları artıracığı öngörülmektedir.

**Grafik 1: 4G ve 5G’de 2020 -2026 yılları arasında Mobil Veri Hacim Değişimi
(Exabyte/ay)**

⁷⁷ Yerli ve Milli 5G Çalışma Raporu, 2019, Türkiye Bilişim Derneği, Sayfa 7

⁷⁸ <https://roscongress.org/en/materials/issledovanie-sotsialno-ekonomicheskikh-preimushchestv-uslug-svyazi-5g-predostavlyayemykh-v-diapazone-/> (Mart, 2024)

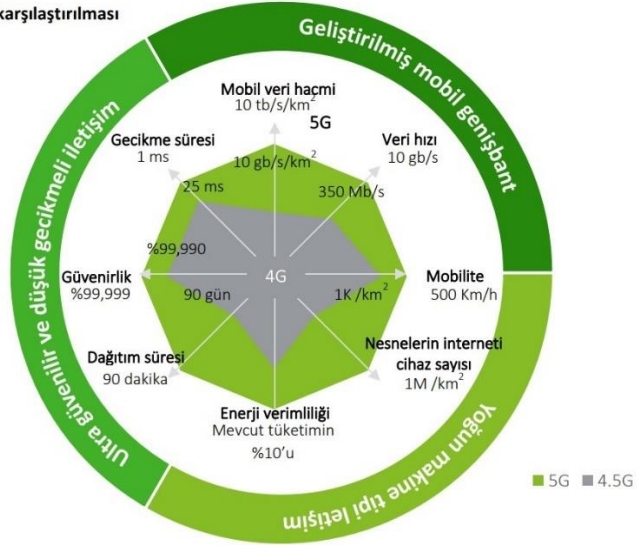


Kaynak: UNCTAD Digital Economy Report, 2021

Küresel ölçekte 5G ile üretimde 4,7 Trilyon ABD Doları, BİT sektöründe 1,6 Trilyon ABD Doları, Perakende ve Toptan Satışta 1,2 Trilyon ABD Doları ve Kamu Hizmetlerinde 1 Trilyon ABD Dolarlık ekonomik değer oluşacağı öngörülmektedir. ⁷⁹

Grafik 2: 4G ve 5G'nin Bazı Özelliklerinin Karşılaştırılması

5G ve 4G teknolojilerinin karşılaştırılması



Kaynak: Deloitte, 2022

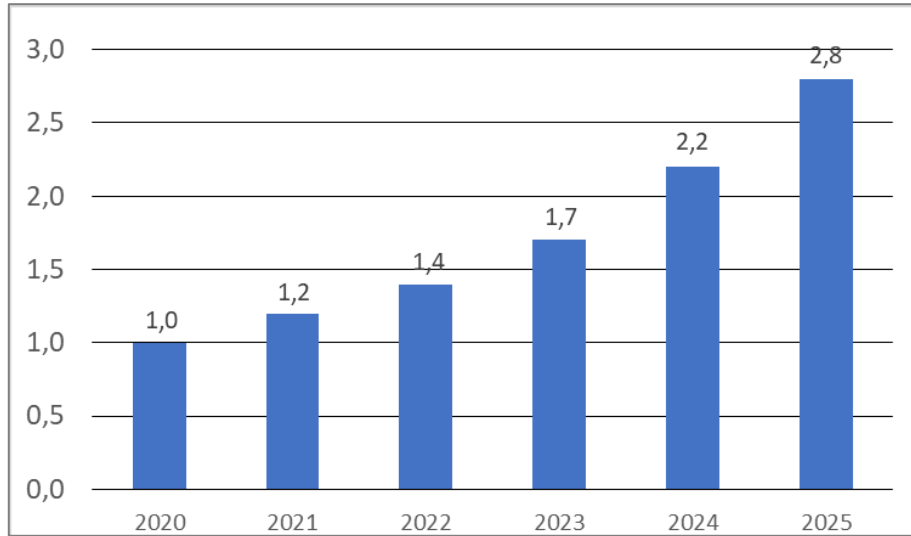
Avrupa Birliği'nde 5G yatırımları 2020 yılında başlamış ve giderek yaygınlaşmaktadır. Mevcut şartlarda 5G altyapı yatırımları çok büyük mali boyutlara ulaşmaktadır. Bu nedenle 5G altyapı yatırımları dikkatle incelendiğinde bu yatırımların çoğunun gerçek 5G'ye geçişten bir

önceki aşama olan 4G Altyapısının üstüne tesis edilmiş olan 5G-NSA (Non-Standalone) mimaride altyapının oluştuğu; “gerçek” bağımsız 5G-SA (Standalone) mimarideki altyapının pek çok ülkede kurulmasının geciktiği görülmektedir. Bazı ülkelerin 5G’ye geçmiş olması, ülkemizi bu yeni hizmet alanına geçmekte gecikmiş gibi gösterebilir. Ancak, özellikle ülkemizin 3G’ye geçişi gecikme gibi gözükürken bu giriş zamanlamasının sonuçta ülkemiz yararına birçok avantaj oluşturmuş olduğu hatırlanmalıdır.

5G’nin altyapı maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle pek çok ülkede Özel 4G/LTE ve 5G Altyapısı kurulmasına bazı şartlarla izin verilmiştir. Küresel Özel 4G/LTE ve 5G altyapı harcamalarında artış ve bu artışın artarak süreceği beklentisi Küresel Özel 4G/LTE ve 5G ye yönelik ilginin büyüklüğünü göstermektedir.

Ülkemizde Özel 4,5G/LTE ve 5G şebekesi kurulumu sırasında mevcut çeşitli yetkilendirme yöntemlerinden hibrit model gibi bir çözümün uygulanabileceği değerlendirilmektedir.

Grafik 3: Küresel Özel LTE&5G Altyapı Geliri (Milyar ABD Doları) (2020-2025)



Kaynak: Statista

3. 6’ncı Nesil Mobil İletişim Teknolojisi (6G)

Birçok ülke özellikle elektronik haberleşme alanında bir süredir araştırma ve üretim yapmayan gelişmiş ülkelerdeki 6G çalışmalarını kendi ülkelerinde yapmak için çalışmalara

başladı. Almanya 6G çalışmalarına Nisan 2021’de başlatacağını duyurdu.⁸⁰

Şekil 2: Almanya’nın yeni 6G Çalışması



Kaynak: ETSI, 2023

6G teknolojilerinin her yeni nesil mobil haberleşmede olduğu gibi enerji verimliliğinin ve bant genişliğini artmasına, gecikmenin azalmasına, daha iyi dış ve iç alan performansına yönelik gelişmeler sağlaması beklenmektedir. Kısaca 6G’nin hedefleri arasında saniyede 1 terabayt (Tbps) hızı desteklemesi ile bir milisaniye iş hacminden 1.000 kat daha hızlı olan bir mikro saniyelik gecikmeli iletişimi desteklemesi halinde sektörde çok önemli bir fark oluşturacaktır. ITU ve ETSI’de yürütülmekte olan 6G çalışmaları yakından takip edilmeli ve 6G teknolojisini geliştiren ülkeler arasında yer alınmalıdır.

4. Kablosuz Güç Beslemeli IoT Cihazları

Wi-Fi ve 5G üzerinden Kablosuz güç iletimi sağlanarak, uzak bölgelerdeki internet of things (IoT) cihazlarını beslemek, geleneksel enerji altyapısından bağımsızlık sağlayabilir.

5G ile hücrel sinyaller ilk kez elektromanyetik spektrumun yüksek (ancak insanlar için hala güvenli) milimetre aralığına taşınıyor. Daha yüksek bilgi hızlarıyla birlikte, 5G kablosuz sinyaller, 4G’den daha fazla yayılan enerji iletebilir. Bu yetenek, birçok düşük güçlü kablosuz cihazın hiç şarj etmeye gerek duymadığı bir geleceği işaret ediyor.

80 <https://www.6g-platform.com/> (Mart, 2024)

Wi-Fi ve 5G elektromanyetik dalgalarıdır. Bu dalgalardan enerji almak için sürecin ilk adımı, kablosuz sinyalle taşınan enerjiyi yakalayan bir alıcı antendir. Anten bu enerjiyi elektronik bir doğrultucu devresine yönlendirir, bu devre yarıiletkenleri kullanarak doğru akımı (DC) bir gerilime dönüştürerek bir cihazı şarj etmek ya da çalıştırmak için kullanılabilir. Bu anten ve doğrultucu (veya dönüştürücü) kombinasyonuna "rectenna" adı verilir. Bir güç yönetimi devresi rectenna'yı takip eder, gerilimi yükselterek kendi başına güç tüketir.

2023 itibariyle, dünya çapında bağlı IoT cihazlarının sayısının %16 artarak 16 milyara ulaştığı belirtiliyor. Bu büyüme oranının 2027 yılına kadar devam ederek 29 milyardan fazla bağlantıya ulaşması bekleniyor. Ancak, bu büyüme oranının, çip arzındaki kısıtlamalar ve Çin'deki belirsizlikler nedeniyle daha önce tahmin edilenden daha düşük olabileceği ifade ediliyor.

5G teknolojisinin, sadece hızlı iletişim sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda IoT cihazları için bir kablosuz güç şebekesi olarak kullanılabileceği öngörülüyor. Özellikle, Rotman lens tabanlı sistemlerin farklı bükülme koşullarında bile etkili enerji toplama ve düzeltme yetenekleri gösterdiği belirtiliyor. Bu teknolojinin, giyilebilir cihazlar, akıllı telefonlar ve IoT cihazları için kullanılma potansiyeline sahip olduğu ifade edilmektedir.

Kablosuz güç beslemeli IoT cihazları konusunda öne çıkan ülkelerin başında Çin geliyor. Çin, aktif hücreli IoT bağlantılarıyla lider konumda bulunuyor. Ancak, ABD-Çin ticaret savaşları ve çip üretiminde yaşanan zorluklar nedeniyle bu liderliğin sürdürülebilirliği konusunda belirsizlikler bulunuyor. Diğer taraftan, 5G teknolojisine olan yatırımlar dünya genelinde artmaya devam ediyor, bu da ilerleyen yıllarda kablosuz güç iletimi konusunda daha fazla gelişme olabileceğine işaret ediyor.

Mevcut teknolojilerdeki yeni gelişmeler, bağlantı ve Nesnelerin İnterneti (IoT) için yeni bir çağı başlattı ve coğrafi kapsama, veri aktarımı ve spektrum verimliliğini maksimize etme, gecikmeyi ve enerji tüketimini minimize etme konularında endüstri organizasyonları için yeni kullanımların kilidini açtı. Bu teknolojiler arasında **5G/6G hücreli, Wi-Fi 6, kablosuz düşük güç** ve geniş alan (LPWA) ağları, **alçak yörünge (LEO) uydu sistemleri** ve optik fiber hatları bulunur. Bu ilerlemeler, özellikle otomotiv ve montaj endüstrisinde uygulama alanı bulmuş olup, geleceğin mobilitesini devrimleştirebilir. Artan bağlantı, önleyici ve koruyucu bakımı mümkün kılabilir, navigasyonu iyileştirebilir, çarpışmaları önleyebilir, araç otonomisinin çeşitli seviyelerini ve yolcu paylaşım hizmetlerini etkinleştirebilir ve kişiselleştirilmiş eğlence teklifleri sunabilir.

5. Çoklu Bulut ve Bulut Sistemlerini Merkezileştirme

Farklı çözümler piyasada görünmeye başladıkça, organizasyonlar, görevin en iyi araç olarak algılananı kullanmak istedikleri için hangi platformla ilişkilendirildiği önemli olmaksızın birden çok platform hizmetini benimsemeye başladılar. Bu, birçok hizmetin gereksiz hale geldiği, güvenliğin tehlikeye girdiği ve çalışanların zaman alabilecek **birkaç platformla uğraşmaları gerektiği bir çoklu bulut gerçeği yarattı. Bu beklenmeyen sorunun çözümü, Çoklu Bulut (Multi-Cloud) olarak bilinen bir yaklaşım olan, farklı bulutların yerel teknik standartlarını kullanarak bunları ortak bir arayüzde görüntülemek ve merkezi kontrol ve güvenlik sağlamaktır.** Bu, kullanılan birkaç bulutun üzerinde bulunan uyumluluk katmanı aracılığıyla yapılır ve neredeyse bir bilgisayar işletim sistemi gibi işlev görür.

6. Kablosuz İnternet Altyapı Uygulamaları

Elektronik Haberleşmenin birçok alt alanında gerçekleşen teknolojik gelişmeler WIFI olarak kısaca isimlendirilen ev ve işyerlerinde internet bağlantısı için kullanılan modemlerin dünyasında da gerçekleşmektedir. 2019 yılında kullanıma giren WIFI6 ve 2021 yılında 6GHz frekans bandı ilavesi ile piyasada yer alan WIFI6E cihazları; akıllı cihazlardan gelen karmaşık verileri ve trafiği daha verimli bir şekilde çözümlenmesini ve hizmetin sürekliliğini desteklemektedirler.

WIFI6/6E ve WIFI7 ile geçmişte sadece konutlarda ve işyerlerinde internete bağlanmak için kullanılmasının ötesine geçilmekte ve sektörel olarak yeni iş modelleri ile yeni ekonomik değerler oluşturma yoluna açılmaktadır. Yeni nesil WIFI teknolojileri birçok sektörde yeni fırsat pencereleri açarak önemli ekonomik değer oluşturacağı öngörülmektedir.

Otomotiv sektöründe 2022 yılında 5G mobil iletişimin bütünleşik sunulmaya başlanması, sürücüsüz otomobiller için hücresel araçların ortaya çıkması, araçtan araca iletişim, kaza önleme sistemleri, trafik akışının iyileştirilmesi ve beklemlerin azaltılması yoluyla enerji israfının önüne geçilmesini sağlamak üzere yeni nesil WIFI kullanımının yaygınlaşması öngörülmektedir.

Çizelge 1: WIFI6/6E ve WIFI7'nin Bazı Teknik Değerleri

	WIFI6/6E	WIFI7
Hizmete Sunuluş Tarihi	2019*	2024

Standart	802.11ax	802.11be
Erişim Noktası Hızı (Max)	9,6 Gbps	36 Gbps
Frekans Bantları	2,4GHz, 5GHz, 6GHz*	2,4GHz, 5GHz, 6 GHz
Kanal Bant Genişliği	20, 40, 80, 160MHz	20, 40, 80, 160, 320 MHz
Modölasyon	1024 QAM OFDMA	4096 QAM OFDMA
	* 2021 yılında WIFI6E için 6GHz eklenmesi	

Kaynaklar: Industry Impact Report ve Qualcomm Teknoloji

“Wi-Fi Alliance® tarafından yaptırılan bir araştırmaya göre, 2021’de Wi-Fi’n küresel oluşturduğu ekonomik değer 3,3 trilyon ABD Dolarına ulaşması ve 2025’e kadar yaklaşık 5 trilyon ABD Dolarına çıkması beklenmektedir. 2018 ile 2025 arasındaki bu büyüme, %150’lik bir artışa karşılık gelmektedir.”⁸¹

Metro istasyonları, kafeler, spor sahaları, spor salonları ya da kamusal alanlarda kesintisiz ve yüksek kalite ve hızda internet bağlantısı için tüm dünyada WIFI6/6E ve WIFI7 yaygın şekilde kullanılmaya başlanacaktır. Özellikle deprem gibi acil durumlarda da WIFI bağlantıları diğer mobil altyapıların yanı sıra bir destekleyici çözüm oluşturacaktır.

d) Uzay ve Havacılık Teknolojileri

1. Uzay ve Alt Uzay İletişim Teknolojileri

Günümüzde mobil haberleşme sistemleri dünya yüzeyinin sadece %15’ini⁸² kapsadığından uzay ve alt uzay sistemlerinin küresel kapsamasının önemi ortaya çıkmaktadır.

TV ve radyo yayınlarının iletimi, internet, veri gönderimi, telefon, konum belirleme, askeri güvenlik, çevre koruma, arkeoloji, tarım, meteoroloji gibi birçok alanda yoğun şekilde uydulardan yararlanılmaktadır. Bugün yaklaşık 2.100 aktif uydu 23.000 yörünge nesnesinden (etkin olmayan uydular, roket aşamaları, uzay enkazı ve diğerleri) Dünya yörüngesinde dönmektedir.⁸³ Mevcut durumda Dünya yörüngesinde sadece Starlink’in 2023 Mart itibarıyla

81 https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/Economic_Value_of_Wi-Fi_Highlights_202202.pdf (Mart, 2024)

82 <https://www.iridium.com/blog/what-is-satellite-iot-and-how-is-it-used/> (Mart, 2024)

83 <https://planetariodevitoria.org/tr/estrelas/quantos-satelites-e-orbitas-tem-ao-redor-da-terra.html> (Mart, 2024)

toplam uydu sayısı 4000⁸⁴'in üzerinde olup uydu konuşlandırılması ve uydu sayısının 42.000'e⁸⁵ çıkarılması planlamaktadır. Halen yörüngedeki uydu ve yörünge nesnelerinin yaklaşık %60'ının ABD menşeli olduğu düşünülmektedir.

Bu bölümde Uzay ve Alt Uzay Teknolojileri ya da sistemleri olarak; 36 bin km yükseklikteki yörüngede bulunan yerdurağan uydulardan 20-22 km yükseklikteki Yüksek İrtifa Haberleşme Platformlarına (HAPS) kadar bazı teknolojilere yer verilecektir.

Uydu sektörü ile ilgili olarak aşağıdaki gelişmelerin olacağı tahmin edilmektedir:

- M2M, IoT, IFE gibi yeni hizmetlerin ortaya çıkması,
- Hava ulaşımı ve denizcilik sektörlerinin gelişmesi,
- Son kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda genişbant bağlantısının ana odak olması,
- Yönetilen hizmetler; iş ağları, VSAT, devlet hizmetlerinin hızlı gelişen pazarlar olması,
- Karasal iletişim sistemleri ile rekabet edebilecek büyüklükteki uydu şebekelerinin sağlayacağı genişbant şebekelerinin gelişiminin devam etmesi,
- 5G hizmetlerinin tamamlayıcısı olması,
- Yukarıda sayılan hizmetlere uygun tüketici ürünlerinde büyük bir Pazar oluşması.

2. Uzay Tabanlı Veri Merkezleri

Uzay tabanlı veri merkezleri, veri depolama ve işleme alanında yeni bir dönemin başlangıcı olarak görülmektedir. Bu konsept, veri merkezlerinin Dünya'nın dış atmosferinde konumlandırılması ve enerji verimliliği ve soğutma maliyetlerinde avantajlar sunması üzerine kuruludur.

Uzay tabanlı veri merkezleri konsepti, özellikle uydu teknolojilerinin ilerlemesi ve veri işleme ihtiyaçlarının artmasıyla ilgi çekmektedir. Bu alanda çalışmalar yapılıyor ve bazı şirketler uzay tabanlı veri merkezleri üzerine somut planlar geliştiriyor. Örneğin, Japon teknoloji firması NTT ve SKY Perfect JSAT, 2025 yılına kadar uzayda bir veri merkezi

84 <https://spaceflightnow.com/2023/05/04/falcon-9-starlink-5-6-coverage/#:~:text=SpaceX%20currently%20has%20more%20than,the%20Harvard-Smithsonian%20Center%20for> (Mart, 2024)

85 <https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Starlink> (Mart, 2024)

başlatmayı planlıyor. Bu merkezler, yörüngede bulunan uyduların topladığı verileri işleyerek sadece en değerli bilgileri Dünya'ya iletecek.

Bu teknolojinin pazar büyüklüğü ve istatistikleri hakkında net bilgiler sınırlıdır. Ancak, bu alanda artan ilgi ve yatırımlar, uzay tabanlı veri merkezlerinin gelecekte önemli bir sektör haline gelebileceğini gösteriyor.

3. Düşük Maliyetli, Minyatür ve Küçük Uydu Sürüleri

Internet of Things (IoT) tarafından oluşturulan cihaz sayısının önümüzdeki on yıl içinde iki katına çıkması bekleniyor. Ancak hücresel ağlar dünyanın yarısından azını kapsıyor, bu da büyük bağlantı boşluklarına yol açıyor. Uzay tabanlı bir IoT sistemi, **düşük ağırlıklı, düşük maliyetli uydu kullanarak mobil ağ kapsama alanı olmayan uzak bölgelerdeki** IoT cihazlarına bağlantı sağlayabilir. Bu teknoloji, önceden erişilemeyen ya da bağlanması zor yerlerde çeşitli veri odaklı uygulamaları mümkün kılarak tarım gibi alanlarda kullanımını teşvik edecektir. Uzay IoT, gerçekten küresel hale gelmeden önce bir dizi zorlukla karşı karşıya. Örneğin, nanouyduların yaklaşık iki yıllık göreceli bir ömrü vardır ve pahalı yer istasyonu altyapısı tarafından desteklenmelidir. Yörüngede dolaşan uzay çöpünün büyüyen sorunuyla baş etmek için, NASA ve diğer kuruluşlar, uyduların işlevsel ömürlerinin sonunda otomatik olarak yörüngeden çıkarılmasını ya da başka bir uzay aracı kullanılarak toplanmasını da planlamaktadır.

Uydu tabanlı IoT bağlantıları, özellikle düşük Dünya yörüngesindeki (LEO) uydular temelinde fırsatlar yaratmaktadır. 2024 yılına kadar uydu üzerinden 24 milyon IoT bağlantısının gerçekleştirilmesi bekleniyor. Küçük uydu teknolojisi ve uydu tabanlı IoT hizmetleri, geleneksel uydular için geliştirilen mevcut altyapılar ve düzenlemelerle uyumsuzluk gösterebilir. Bu durum, uydu IoT hizmetlerinin gelişimi için önemli engeller oluşturabilir. Uydu IoT pazarının büyümesiyle birlikte, rekabetin artması ve IoT bağlantı fiyatlarının düşmesi, uydu operatörlerinin önemli sermaye harcamalarını (CAPEX) riske atabilir. Bazı yeni uydu operatörlerinin iş modellerini değiştirmesi gerekebilir. Bu alanda öne çıkan ülkeler ve şirketler, tarım, varlık takibi, denizcilik takibi ve havacılık takibi gibi alanlarda önemli gelişmeler sunabilecekler. Büyük ve geleneksel uydu sağlayıcıları, yeni başlayan ve LEO uydularını fırlatan şirketler gibi yeni rakiplerle karşı karşıya kalacak. Bu yeni girişimler arasında Amazon ve SpaceX gibi şirketlerin LEO uydularını fırlatmaları bu alana olan ilginin artmasını sağlıyor. LEO uyduları, uzun vadede geleneksel büyük uydulardan daha maliyet etkin olabilir, ancak başlangıç aşamasında yüksek maliyetler gerektirmektedir.

Gelişen minyatürleştirme teknikleri, uyduların fırlatılmasındaki ve işletilmesindeki ilerlemeler, gelecekte küçük uydu (<0.1 kg) kullanımına olan ilgiyi artıracaktır. Yayılmış, yerel olmayan yörünge uydu sürülerinin geliştirilmesi uydu iletişim (SATCOM) pazarını değiştirecektir. Bu yaklaşım genel kapasiteyi, veri transfer hızını ve erişilebilirliği artıracaktır. SATCOM sektörü, fibere dayalı karasal hizmet sağlayıcıları zorlayacaktır. Uydu temelli sektör çok daha rekabetçi olacaktır.

Amazon ve SpaceX, küçük uydu teknolojisi alanında önemli yatırımlar yapıyorlar. Amazon, "Project Kuiper" adlı planı kapsamında, dünya çapında yüksek hızlı geniş bant internet hizmetleri sunmak ve düşük Dünya yörüngesi (LEO) uydusu ağı oluşturmak için 10 milyar dolarlık bir yatırım yapmayı planlıyor. Bu proje ile, SpaceX'in Starlink ağıyla rekabet etmeyi amaçlamaktadır. SpaceX ise, Starlink projesi kapsamında, düşük Dünya yörüngesine onbinlerce uydu fırlatmayı planlıyor ve Tüm dünyada geniş bant hizmeti sunmayı hedefliyor. Küçük uydu pazarının büyüklüğüne bakıldığında, bu sektörün 2024 yılında 166.40 milyar USD değerinde olması ve 2029 yılına kadar %9.38'lik bir bileşik yıllık büyüme oranı (CAGR) ile 260.56 milyar USD'ye ulaşması bekleniyor. Bu pazar büyümesi, LEO uydularının iletişim, navigasyon, Dünya gözlemlene, askeri keşif ve bilimsel görevler gibi çeşitli uygulamalar için artan taleple desteklenmektedir.

4. Drone Temelli Teknolojiler

Drone teknolojisinin hızla gelişimi, savunma, uzay, lojistik, askeri, koruma ve izleme sektörlerinde önemli bir dönüşüm yaratmaya başlamıştır. Bu dönüşüm, geniş bir yelpazedeki uygulamalarla ekonomik büyüklükler ve iş yapış şekillerinde önemli değişikliklere yol açıyor. Özellikle savunma ve askeri alanda, dronelar keşif, gözetleme ve hedef tespitinden, hassas vuruş kabiliyetlerine kadar çeşitli roller üstleniyor. Bununla birlikte, insansız hava araçlarının kullanımı, riskli bölgelere müdahale ederken insan hayatını koruyarak operasyonel etkinliği artırıyor. Uzay sektöründe, dronelar uydu teknolojisi ile entegre edilerek dünya yörüngesindeki nesnelerin izlenmesi, uzay çöplerinin takibi ve hatta onarımı gibi görevlerde kullanılma potansiyeline sahip. Bu, uzay araştırmalarının ve ticari uydu operasyonlarının maliyetlerini düşürebilir ve güvenliğini artırabilir. Lojistik sektöründe dronelar, kargo ve paket teslimatını yeniden şekillendiriyor. Özellikle zor ulaşılabilir ya da trafikle dolu şehir merkezleri gibi alanlarda, droneların kullanımı, teslimat süreçlerini hızlandırabilir ve maliyetleri önemli ölçüde azaltabilir. Amazon, UPS ve DHL gibi büyük lojistik firmaları, dronelarla teslimatın pilot projelerini ve uygulamalarını zaten test etmeye başlamış durumda. Bu gelişmeler, droneların

lojistik sektöründe milyarlarca dolarlık bir ekonomik büyüklüğe ulaşmasına yol açabilir. Koruma ve izleme alanında, dronelar orman yangınlarının erken tespiti, yaban hayatının korunması ve doğal afetlerde zarar gören bölgelerin değerlendirilmesi gibi önemli katkılar sağlıyor. Örneğin, Avustralya ve Kaliforniya'daki orman yangınlarında dronelar, yangınların yayılımını izleme ve yangın söndürme ekiplerine değerli bilgiler sağlama konusunda kritik roller oynamıştır. Ekonomik açıdan, Global Market Insights gibi araştırma firmalarının raporlarına göre, insansız hava araçları pazarının 2025 yılına kadar 30 milyar doların üzerinde bir büyüklüğe ulaşması bekleniyor. Bu büyüme, savunma ve askeri harcamaların yanı sıra ticari ve sivil uygulamalardaki artıştan da besleniyor.

e) Sağlık ve Yaşam Bilimleri Teknolojileri

1. Teknoloji Destekli İlaç Keşfi

Yapay zekâ, yeni ilaçların başarı olasılığını artırarak ve yeni ilaçların pazara sunulma süresini kısaltarak ilaç keşfini daha hızlı ve etkili hale getiriyor. Sayısız senaryoyu analiz edip simüle ederek bilim insanlarının araştırma yapma şeklini değiştiriyor. Ayrıca, kuantum bilgisayarlar karmaşık hesaplama iş yükleri için gereken gelişmiş hesaplama gücünü sağlayabiliyorlar, aynı zamanda araştırma ve geliştirme için gereken süreyi de önemli ölçüde kısaltabiliyorlar. Ayrıca, algoritmaların ve yapay zekânın kullanımı, **DNA'daki küçük değişiklikleri anlamak ve bireyin geleceği hakkında doğru gen tabanlı tahminlerde bulunmak için uygulanabiliyor. Bu teknoloji, DNA seviyesinde müdahalelere olanak tanıyarak bir gün hastalıkları ve virüslere karşı direnci yok etmeye ya da Alzheimer gibi dejeneratif durumlara karşı koruma sağlamaya katkıda bulunabilir.**

Yapay zekâ (AI) ve kuantum hesaplama, ilaç keşfi alanında önemli bir dönüşüm potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler, yeni ilaçların geliştirilmesinde kullanılan karmaşık hesaplama işlemlerini hızlandırabilir ve daha etkili ilaç tasarımı sağlayabilir. Özellikle, kuantum hesaplama ve hibrit kuantum-klasik makine öğrenimi modelleri, ilaç keşfi süreçlerinde önemli bir ilerlemeyi mümkün kılmaktadır. Bu modeller, biyolojik olarak aktif bileşiklerin veri tabanlarını kullanarak yeni ve yenilikçi kimyasal yapılar üretebilir. Ayrıca, bu teknolojilerin ilaç tasarımında kullanılması, özellikle yaşlanma ile mücadelede yeni ilaçlar ve malzemeler yaratılmasına yardımcı olabilir.

2. İyileştirici (Terapötik) Bilgisayar Oyunları

Hafif, orta dereceli zihinsel sağlık sorunlarını tedavi etmek amacıyla tasarlanmış video oyunları, yakın gelecekte yetkili kurumlar tarafından onay alabilir ve artan bir salgına karşı savaşmaya yardımcı olabilir. İyileştirici faydalara sahip oyunlar yaratmaya odaklanmış bir video oyun yayıncısı olan DeepWell, sektörün önünü açmak için çalışmalar yapıyor. İlk oyunlarının 2023'te piyasaya sürölmesi planlanıyor ve hafif ila orta derecede depresyon, anksiyete ve hipertansiyonu tedavi etmek için tasarlanacak. DeepWell'in bu lansmanın yanı sıra, diğer video oyun üreticilerinin **tıbbi terapötik oyun deneyimleri oluşturmalarına yardımcı olacak bir çerçeve geliştirmeyi ve bu çerçeve için ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onayını almayı hedeflediği belirtilmekte.**

Terapötik video oyunları, depresyon ve anksiyete gibi hafif ila orta dereceli zihinsel sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılabilir. Mevcut araştırmalar, bu tür oyunların düşük maliyetli, kolay erişilebilir, uluslararası olarak mevcut, etkili ve damgalanmaya karşı bir çözüm olarak mental sağlık sorunlarının hafifletilmesinde büyük bir potansiyele sahip olduğunu gösteriyor. Bu oyunlar, geleneksel terapötik tedavilere bir alternatif ya da ek olarak kullanılabilir. Dünya çapında, depresyon ve anksiyete en yaygın görölün iki zihinsel sağlık bozukluğu olarak kabul ediliyor. COVID-19 pandemisi sırasında artan mental sağlık sorunlarına karşı bu tür oyunların kullanımı önem kazanmıştır. Özellikle, pandemi dönemindeki sosyal izolasyon ve karantina uygulamaları nedeniyle artan psikolojik risk faktörlerine karşı video oyunlarının terapötik potansiyeli araştırılıyor.

Video oyunları ve zihinsel sağlık üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmalar, bu teknolojinin zihinsel sağlık sorunlarına karşı mücadelede etkili bir araç olabileceğini göstermektedir. Bu tür oyunların kullanımının gelecekte daha yaygın hale gelmesi ve zihinsel sağlık tedavilerine alternatif ya da tamamlayıcı bir yöntem olarak kabul edilmesi öngörülmektedir.

3. Saklama Amaçlı DNA Kullanımı

Sentezlenmiş **DNA, özellikle düşük enerji tüketimine, büyük veri hacmine ve uzun ömre önem verilen veri depolama uygulamaları için tercih edilen bir ortam haline gelebilir.** Verileri kodlamak ve saklamak için DNA kullanımı zaten teknik olarak mümkün ve laboratuvarlarda yapılıyor; DNA ve benzer kimyasal polimerler gelecek 20 yıl içinde muhtemelen arşiv amaçları için kullanılacaktır. Giderek daha fazla birbirine bağlı bir dünyada, DNA, çoğu mevcut teknolojiden çok daha büyük bir depolama kapasitesi sunar.

2024 yılında DNA veri depolama pazarının 1.49 milyar USD'ye ulaşması ve 2029'a kadar %69.8'lik bir CAGR ile 6.53 milyar USD'ye yükselmesi bekleniyor. Kuzey Amerika, bu pazarda en yüksek paya sahip olan bölgedir. Pazar, uygulama, dağıtım, sentez, diziye alma teknolojisi, son kullanıcı ve bölgeye göre segmentlere ayrılmıştır. Arşiv veri depolama segmenti, 2027'nin sonuna kadar pazarda hakim olacak bir segment olarak öngörülmektedir.

Pazarda öne çıkan şirketler arasında 10X Genomics, DNA Script, Twist Bioscience Corporation, Codex DNA, Inc., Illumina, Inc., Evonetix, Helixworks Technologies ve Catalog Inc. gibi firmalar bulunmaktadır. Bu şirketler, DNA veri depolama alanında önemli ilerlemeler kaydederek, büyüme ve yenilikçi çözümler sunmaktadır.

4. Elektrolit Kullanmayan Süperkapasitörler

Yeni tür esnek süperkapasitörler, geleneksel pillerde bulunan elektrolitleri ter ile değiştirerek, kişinin vücudundan enerji üretmesine olanak tanır. Glasgow Üniversitesi'ndeki mühendisler, bir süperkapasitörün sadece 20 mikrolitre kadar az sıvı ile tamamen şarj edilebilecek şekilde geliştirdiler. Cihaz, polyester selülozlu kumaşın bir polimer tabakası ile kaplanmasıyla çalışır. Bu tabaka süperkapasitörün elektrodu görevi görür. **Esnek yüzey, giyen kişinin terini emdikçe, terin içindeki pozitif ve negatif iyonlar polimerin yüzeyi ile etkileşime girer ve enerji üreten** elektrokimyasal bir reaksiyon oluşturur.

5. Basılı ve Esnek Elektronik Teknolojileri

Basılı ve esnek elektronik teknolojileri, elektroniğin hayatımızın birçok alanında neredeyse yaygın bir şekilde bulunmasını sağlayabilecek teknolojilerdir. Sağlık sektöründe, olası uygulamalar arasında biyometrik parametrelerin sürekli izlenmesine ve internet bağlantısına olanak tanıyan **cilt yamaları (dövmeleri) bulunmaktadır**. Bu, uzaktan sağlık hizmetlerini daha verimli ve kolay hale getirmek için önemli bir adım olacaktır. Otomotiv endüstrisinde kullanımlar, ekran ve kontrol yüzeylerinin sayısını ve performansını artırmaktan, elektrikli araçlar için bir zorluk olan yüksek **verimli ısıtmaya** kadar çeşitlilik gösterir. Binaların ısıtılması da yeni malzemeler ya da retrofit yoluyla umut vadeden bir uygulamadır. Ayrıca, iç mekandaki organik fotovoltaiik (OPV) aracılığıyla enerjiyi yakalayıp maliyeti azaltarak ve bu cihazları çalıştırarak, yapılı çevredeki IoT cihazlarının sayısını artırmak için kullanılabilirler. Bazı OPV çözümleri nadir toprak elementlerini kullanmama avantajına sahiptir. Son olarak, **çok düşük maliyetli basılı ve esnek elektronikleri akıllı ambalajlamaya entegre etmek**, tedarik zinciri ve lojistik süreçlerin daha iyi izlenmesine olanak tanıyabilir.

6. Beyin-Bilgisayar Ara Yüzü Cihazları

VR başlıkları, kullanıcıların elektrik sinyallerini kaydedebilen beyin-bilgisayar arayüzü seçeneğini içerebilir. Baş bantları ve bilek bantları, beyin-bilgisayar arayüzü kullanımı için tercih edilen seçenekler olabilir.

Beyin-Bilgisayar Arayüzü (BCI) teknolojisi, dünya çapında hızlı bir gelişme gösteriyor. Bu teknoloji, beyin aktivitelerini algılayarak bu sinyalleri bilgisayar komutlarına çeviriyor ve bu sayede kullanıcıların sadece düşünceleriyle makineleri ve cihazları kontrol etmelerine olanak tanıyor. BCI sistemleri, aktif, pasif ve reaktif olmak üzere farklı kategorilere ayrılıyor ve bu sistemler, beyin dalgalarının yanı sıra işlevsel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS), magnetoensefalografi (MEG), fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) gibi çeşitli sinyal toplama yöntemlerini kullanıyor.

BCI teknolojisinin uygulamaları arasında, fiziksel engelli insanların bağımsız hareket edebilmelerini sağlamak, beyin sinyalleriyle kontrol edilen protezler ve rehabilitasyon süreçlerinde kullanım gibi alanlar bulunuyor. Ayrıca, bu teknoloji, insanların beyin dalgalarıyla oyun oynamalarını, uyku düzenlerini izlemelerini ve hatta telepati iletişimi kurmalarını sağlayacak potansiyele sahip. Özellikle, tıbbi uygulamalarda BCI'nin başarısı, rahat ve kullanışlı sinyal toplama cihazları, sistem doğrulaması ve güvenilirliği gibi faktörlere bağlıdır. İnvaziv ve non-invaziv BCI sistemleri arasında, invaziv sistemler, sinyal gürültü oranı ve beyin aktivitesinin yerleştirilmesi açısından üstün performans sunuyor. Beyin-Ara Yüzü Cihazları (BCI) alanında, Neuralink gibi şirketler ve diğer firmalar tarafından yapılan çalışmalar, bu teknolojinin gelişimini ve potansiyelini göstermektedir.

Neuralink: Elon Musk tarafından kurulan Neuralink, insan beyni ile yapay zekâ arasında bir simbiyoz oluşturmayı hedeflemektedir. Bu şirket, felç, hafıza kaybı, işitme kaybı, körlük ve diğer nörolojik problemleri olan kişilere yardımcı olmayı amaçlayan cihazlar geliştirmektedir. Neuralink'in projeleri, beyin hücrelerine doğrudan erişim sağlamak ve yapay zekâ kullanarak bu hücreleri manipüle etmek için beyne ince elektrot iplikleri yerleştirmeyi içermektedir. Şirket, 2016'dan bu yana toplamda 373 milyon dolarlık fonlama almıştır.

Diğer Önemli Şirketler: Beyin-Ara Yüzü teknolojileri üzerine çalışan diğer şirketler arasında Neurable, Emotiv, Kernel, NextMind, MELTIN MMI ve Bitbrain gibi firmalar bulunmaktadır. Bu şirketlerin geliştirdiği cihazlar, insan beyninin aktivitesini takip ederek çeşitli uygulamalar için kullanılmaktadır. Örneğin, Neurable, duygusal durumu ölçen kognitif ölçüm araçları geliştirirken, Emotiv EEG tabanlı başlıklar üretmektedir. Kernel, beyin ölçüm

sistemleri üzerinde çalışmaktadır, ve NextMind, beyin aktivitesini algılayarak kullanıcıların yalnızca düşünceleriyle nesneleri kontrol etmelerine olanak tanıyan bir cihaz geliştirmiştir. Bu alanın genel durumu, özellikle tıbbi ve kişisel kullanım alanlarında, potansiyel uygulamaların artması ve teknolojik gelişmelerle sürekli olarak büyüyen bir sektör olduğunu gösteriyor.

7. Xenobotlar

Xenobotlar, yaşayan programlanabilir organizmaların sonucudur. Bu canlı robotlar dalgalanabilir, yüzebilir, yürüyebilir, birlikte çalışabilir ve kendiliğinden iyileşme kapasitesine sahiptirler. Küçük boyutları nedeniyle **insan vücudu içine enjekte edilebilir ve içinden geçebilirler ve bir gün hedeflenen ilaçları teslim etme yeteneğine** sahip olabilirler. 2021 yılında bilim insanları, xenobotların birçok yönünü geliştirmeyi başardılar, farklı şekillerde hareket edebilir ve daha uzun süre yaşayabilir duruma geldiler. Xenobotlar, yaşayan programlanabilir organizmalar olarak önemli gelişmeler gösteriyor. Bu canlı robotlar üzerinde çalışmalar yapan Tufts Üniversitesi ve Vermont Üniversitesi'ndeki bilim insanları Afrika kurbağası *Xenopus laevis*'in kök hücrelerinden bir Xenobot yaratabildiler ve bir dizi etkileyici özelliğe sahip olduğunu kanıtladı. Xenobotlar, yüzmeye, hareket etmeye ve hatta kendiliğinden iyileşme gibi yeteneklere sahip olduklarını kanıtladılar. Ayrıca, topluluk halinde çalışma ve bilgi kaydetme gibi özellikler de geliştirmişlerdir.

Yenilenen Xenobotlar 2.0 versiyonunda, kök hücrelerin kendiliğinden birleşerek bir vücut oluşturmaları ve hareket için kas hücrelerine ihtiyaç duymaması gibi ileri özellikler bulunuyor. Yenilikçi yapıları sayesinde bu robotlar, daha hızlı hareket edebiliyor, farklı ortamlarda hareketler yapabiliyor ve daha uzun ömürlü olabiliyorlar. Ayrıca, bu yeni nesil Xenobotlar, basit görevler gerçekleştirebilirken, gelecekte daha karmaşık görevler için optimize edilebilirler. Örneğin, mikroplastikleri okyanustan temizleme ya da topraktaki kirleticileri giderme gibi çevresel görevlerde kullanılmaları hedefleniyor.

Xenobotlar, biyolojik robotlar olarak, kendilerini onarabilme ve yenileyebilme gibi doğal yaşam özelliklerine de sahiptir. Bu, metal ve plastik robotların zorlandığı bir alan olup, Xenobotların biyolojilerinde olan bir özelliktir. Biyolojik robotların hücreleri kimyasalları emebilir ve küçük fabrikalar gibi çalışarak kimyasalları ve proteinleri sentezleyebilir. Xenobotlar ve onların halefleri, tek hücreli organizmalardan çok hücreli organizmalara geçişin ve biyolojik organizmalarda bilgi işleme, karar alma ve bilginin kökenlerinin anlaşılmasına dair önemli içgörüler sunabilir.

8. Hasta ve Hastalıkla İlgili Teknolojiler

Hastalarla ilgili olarak tanı ve izleme teknolojilerinin önemli olduğu değerlendirilmektedir. Uzaktan hasta izleme teknolojileri, hastaların durumlarını sürekli olarak izlemeyi ve erken teşhis koymayı mümkün kılmaktadır. Kişiselleştirilmiş izleme sistemleri, her bireyin benzersiz sağlık durumunu daha iyi anlamamızı sağlamaktadır. Böylece hasta bakımı daha iyi yapılabilirken sağlık hizmetlerinin maliyetinin de azaltılabileceği değerlendirilmektedir.

Kişisel Sağlık Modellemesi yoluyla ilaç endüstrisi ve sağlık tedavilerinde kişiselleştirmenin artırılması, her bireyin benzersiz genetik ve biyolojik özelliklerine dayalı tedavilerin geliştirilmesi sağlanabilmektedir. Akıllı ilaçlar ve VR/AR teknolojileri, Alzheimer ve obezite gibi hastalıkların tedavisinde yeni yollar sunmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin etkinliği ve güvenliği hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiği de unutulmamalıdır.

Sağlıkla ilgili teknolojilerin kullanımı arttıkça, hasta mahremiyeti önemli bir konu haline gelmektedir. Hasta verilerinin korunması ve gizliliğin sağlanması, bu teknolojilerin etik kullanımı için kritiktir. Hem teknoloji tasarımında hem de kullanım politikalarında bu durum dikkate alınmalıdır.

Nörolink gibi teknolojiler, mental durumların daha iyi anlaşılmasını ve tedavi edilmesini sağlamaktadır. Bu alandaki teknolojiler ile beyin fonksiyonları doğrudan etkilenerek, depresyon ve anksiyete gibi durumların hafifletilebilmesi sağlanabilir.

Özellikle implantlar (eklemler) ve zarar verici doku oluşumuna neden olan teknolojiler söz konusu olduğunda, bu teknolojilerin İnsan vücuduna uzun vadeli sağlık etkileri dikkatlice incelenmelidir.

Sağlık teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, kimin bu teknolojilere erişebileceğini belirler. Türkiye’den bu teknolojilere ulaşımın nasıl sağlanacağı, bu teknolojilerin dünya çapında duyurulması ve satışı önemli konulardır.

Hatalı sağlık uygulamalarının önüne geçmek için, sağlık hizmetleri sağlayıcılarına yönelik eğitim ve düzenlemelerin gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

9. Sağlıkta Eğitim Teknolojileri

Sağlık sektöründe teknolojinin hızla gelişmesi, eğitim alanında da önemli yenilikler getirmiştir. Özellikle görüntüleme teknolojilerinde yaşanan ilerlemeler, tıp eğitiminde ve klinik uygulamalarda devrim niteliğinde gelişmelere yol açmaktadır. “Pillcam”⁸⁶ gibi yenilikçi görüntüleme teknolojileri, geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek hastalıkların teşhis ve tedavisinde daha etkili araçlar sunmaktadır. “Slimebot” gibi daha organik yapıya sahip görüntüleme teknolojileri, mekanik yöntemlerin sınırlamalarını aşmayı hedefleyerek, gelecekte sağlık sektöründe yaygın bir şekilde kullanılabilecek potansiyele sahiptir.

3B e-üreticiler, sağlık teknolojilerinin bir diğer önemli ayağını oluşturmaktadır. Özellikle doku ve organ üretiminde kullanılan bu teknolojiler, yapay organ üretiminde önemli bir rol oynayabilmektedir. Ancak, deri üretimi gibi daha karmaşık yapılar için bu teknolojilerin hala geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ülkemizde genetik havuzun henüz yeterince gelişmemiş olması, bu alandaki ilerlemeyi sınırlayan önemli bir faktördür. Yapay organ teknolojileri, doğal materyaller kullanarak fonksiyonel organlar üretmeyi amaçlamakta, bu bağlamda yapay pankreas ve sürekli glikoz monitörleri (CGM) gibi cihazlar, diyabet tedavisinde çığır açıcı nitelikte çözümler sunmaktadır. Bu cihazlar, insülin ve glikoz pompası gibi sistemlerle entegre edilerek, hastaların yaşam kalitesini artırmayı hedeflemektedir.

Küresel ölçekte sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojileri, sağlık alanında önemli bir dönüşüme neden olmaktadır. Bu teknolojilerin tıp eğitimi ve uygulamalı tıp alanında kullanılması, sağlık profesyonellerinin eğitim süreçlerini daha etkili ve interaktif hale getirmektedir. Özellikle Apple’ın VR ürünleri, küresel ölçekte bu alana olan ilgiyi artırmış ve teknolojinin daha geniş kitlelerce benimsenmesine olanak tanımıştır. Türkiye’de ise VR ve AR teknolojileri, öğrenciler ve girişimciler için daha erişilebilir hale getirilmeli, özellikle tıp eğitimi ve akıl sağlığı (mental sağlık) gibi alanlarda bu teknolojilerin kullanımı teşvik edilmelidir.

Algılayıcılar (sensörler) sağlık teknolojilerinde başka bir önemli yeniliği temsil etmektedir. Yerli üretim sensörlerin geliştirilmesi ve çok parametrelili ölçümler yapabilen cihazların yaygınlaştırılması, kişisel veri izleme ve sağlık hizmetlerinin merkezileştirilmesi konusunda önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak, bu pazarda ABD ve Çin’in hakimiyeti

⁸⁶ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482306/> (Mart, 2024)

dikkate alındığında, Türkiye'nin bu alanda üretici bir konuma gelmesi büyük önem taşımaktadır. Donanım üretimindeki eksikliği, yazılım çözümleri ile kapatılmakta ve yapay zekâ modelleri ile desteklenen sistemler, sağlık verilerinin daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

Sağlıkta eğitim teknolojileri, tıp eğitimi ve sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Ancak, bu teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için yerli üretim kapasitelerinin artırılması, girişimcilik ekosisteminin desteklenmesi ve yenilikçi çözümlerin teşvik edilmesi gerekmektedir. Türkiye'nin bu alandaki potansiyelini gerçekleştirebilmesi için teknolojiye erişim kolaylaştırılmalı, ulusal çapta stratejik adımlar atılmalıdır. Yapay zekâ ve sensör teknolojileri gibi alanlarda yapılacak yatırımlar, sağlık hizmetlerinin gelecekte daha erişilebilir ve etkili olmasını sağlayacaktır.

10. Yapay Zekâ Tabanlı Sağlık Teknolojileri

Sağlık sektörü, son yıllarda teknolojinin hızlı gelişimiyle büyük bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu dönüşümün en önemli unsurlarından biri yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin sağlık hizmetlerine entegrasyonudur.

Yapay zekâ, özellikle radyoloji alanında önemli başarılar elde etmiştir. Yapılan çalışmalar, yapay zekânın radyolojik görüntüleri analiz etmede %99 başarı oranına ulaştığını göstermektedir. Bu başarı, radyologların iş yükünü azaltmakta ve tanı süreçlerini hızlandırmaktadır. Ancak, bu yüksek başarı oranına rağmen, yapay zekâ sistemlerinin anlaşılabilir ve güvenilir olması gerekmektedir.

Mikrocerrahi, yüksek hassasiyet gerektiren bir alan olup yapay zekâ ile desteklenmesi büyük avantajlar sunmaktadır. Yapay zekâ ile özerk (otonom) hale gelen mikrocerrahi uygulamaları, insan hatalarını en aza indirerek cerrahi müdahalelerin daha güvenli ve etkili olmasını sağlamaktadır. Bu gelişmelerin cerrahi operasyonların geleceğinde köklü değişimlerin habercisi olduğu değerlendirilmektedir.

Yapay zekâ, tanı, tedavi ve ameliyat süreçlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. YZ, hastaların tıbbi geçmişini analiz ederek, kişiselleştirilmiş tedavi planları oluşturmada ve cerrahi müdahaleleri simüle etmede kullanılmaktadır.

Yapay zekânın karar destek sistemleri olarak hekimlere yardımcı mı olacağı, yoksa hekimlerin yapay zekâ sistemlerini sadece bir araç olarak mı kullanacağı sorusu, sağlık sektöründe büyük bir tartışma konusudur. Bir yandan, yapay zekâ algoritmalarının sağladığı veriler ve analizler, hekimlerin daha isabetli kararlar vermesine yardımcı olabilirken diğer yandan, bu teknolojilerin tam anlamıyla otonom (özerk) hale gelmesiyle hekimlerin rolünün değişebileceği ve hatta bazı alanlarda yerini alabileceği değerlendirilmektedir. Yapay zekânın insan dokunuşunu tamamen ortadan kaldırmak yerine, hekimlerle işbirliği içinde çalışarak sağlık hizmetlerini daha verimli hale getirmesinin önemli olduğu öngörülmektedir.

Yapay zekâ tabanlı eğitim ve simülasyon teknolojileri, hekimlerin ve tıbbi personelin eğitiminde önemli bir rol oynamaktadır. SORA gibi sistemler, 10 saniyelik kısa videolar çekerek eğitim amaçlı simülasyonlar sunmakta, bu sayede karmaşık tıbbi prosedürlerin anlaşılmasını ve uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Benzetim teknolojileri, tıbbi eğitimde riskleri azaltmakta ve sağlık profesyonellerinin gerçek hasta üzerinde uygulama yapmadan önce deneyim kazanmalarını sağlamaktadır. Bu tür benzetim teknolojileri, hekimlerin eğitim süreçlerini iyileştirmekte ve ameliyat öncesi hazırlıklarını güçlendirmektedir.

Bu teknolojilerin yaygınlaşması, eğitimdeki kaliteyi artırmakta ve hekimlerin karar verme süreçlerini desteklemektedir. Ayrıca, benzetim teknolojilerinin kullanımı, hastaların güvenliği açısından da önemli avantajlar sunmaktadır. Hekimlerin daha hazırlıklı olması, ameliyatlarda sırasında olası komplikasyonların azalmasına ve hasta sonuçlarının iyileşmesine katkıda bulunmaktadır.

Yapay zekâ tabanlı sağlık teknolojileri, tıp dünyasında devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Radyolojiden cerrahiye, tanıdan tedaviye kadar geniş bir yelpazede yapay zekâ uygulamaları, sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Ancak, bu teknolojilerin entegrasyonunda etik, güvenlik ve insan faktörleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapay zekânın sağlık sektöründeki rolü, gelecekte daha da önem kazanacaktır. Bu nedenle, yapay zekâ ve insan arasındaki etkileşimi dengelemek ve her iki tarafın da en iyi şekilde fayda sağlamasını garanti altına almak önemlidir. Hekimlerin yapay zekâ sistemlerine

olan güvenini artırmak ve bu sistemleri güvenilir kılmak, sağlık hizmetlerinin geleceğini şekillendirecek kilit unsurlardan biridir⁸⁷.

Sağlık alanında yapay zekâ teknolojilerinden yararlanırken şu konulara da dikkat edilmelidir:

- **Güvenlik ve Gizlilik:** Yapay zekâ tabanlı sistemlerin güvenlik açıkları düzenli olarak denetlenmeli ve hasta verilerinin gizliliği sağlanmalıdır.
- **Eğitim:** Hekimlerin ve tıbbi personelin yapay zekâ sistemlerini etkili bir şekilde kullanabilmesi için kapsamlı eğitim programları geliştirilmelidir.
- **Etik Kurallar:** Yapay zekâ kullanımında etik kurallar belirlenmeli ve bu kurallar sıkı bir şekilde takip edilmelidir.
- **İşbirliği:** Yapay zekâ ve hekimler arasındaki işbirliği güçlendirilmeli, teknolojik yenilikler insan dokunuşunu ortadan kaldırmamalıdır.

f) Kuantum Bilgisayar ve İlişkili Teknolojiler

1. Bir Milyon Kubitli Kuantum Bilgisayarlar

IBM ve Google başta olmak üzere 1 milyon kubit kapasiteli kuantum bilgisayarların hayata geçirilebilmesi yönündeki çalışmalar devam ediyor. Bu, optimizasyon problemlerinin çözümü, makine öğrenimi algoritmalarının eğitilmesi ve doğanın alt atomik seviyelerinin daha iyi anlaşılması gibi alanlarda devrim yaratacak. Kuantum bilgisayarlar, özellikle ilaç geliştirme, iklim değişikliğini anlama, karmaşık kodları çözme ve malzeme bilimindeki zorlukları aşmada büyük potansiyele sahip olacak.

Ekonomik olarak, kuantum bilgisayarlar, finans, güvenlik ve bilim gibi alanlarda oyun değiştirici olacak. Bu güçlü bilgisayarlar, büyük veri setleri ile çalışabilir ve çok daha geniş frekans aralıklarında işlem yapabilir olacaklar. Bu durum onları çeşitli algoritmalar ve görevler için ideal kılacak. Örneğin, finansal piyasaların daha verimli hale gelmesi ve yeni finansal ürünlerin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Sosyal ve meslekler açısından, kuantum bilgisayarlar yeni kariyer yolları açabilecek ve mevcut mesleklerin doğasını değiştirebilecektir. Özellikle, kuantum algoritmalarını anlamak ve

⁸⁷ <https://www.who.int/publications/m/item/artificial-intelligence-for-health> (Mart, 2024)

kullanmak için gerekli olan beceriler talep görecektir. Bunun yanı sıra, güvenlik endişeleri ve kuantum bilgisayarların geleneksel şifreleme yöntemlerini kırma potansiyeli, siber güvenlik alanında yeni zorlukları ve fırsatları ortaya çıkaracaktır. Kuantum bilgisayarların yaygınlaşması için hala üstesinden gelinmesi gereken bazı teknik zorluklar bulunmaktadır. Örneğin, bu bilgisayarların performansı ve güvenliği konusunda bazı belirsizlikler var. Ayrıca, kuantum bilgisayarları kullanmak için gerekli yazılım ve altyapının geliştirilmesi gerekiyor. Bununla birlikte, bu engellerin zamanla ancak hızlı bir şekilde aşılabileceği düşünülmektedir. Kuantum bilgisayarların gelişimi ve yaygınlaşması, gelecek on yıllarda ekonomi, toplum ve meslekler üzerinde derin etkiler yaratacaktır. Bu nedenle bu alanda devam eden inovasyon ve gelişmeler dikkatle takip edilmelidir

2. Kuantum Hesaplama ile Güvenli İletişim Ağları

Kuantum bilgisayarlar teorik olarak müdahaleye dayanıklı iletişim sağlar. Kuantum iletişimi, müdahaleyi ve izleme girişimlerini tespit eden iletişim ağları oluşturmak için kuantum mekaniği prensiplerini kullanan donanım tabanlı bir çözümdür. **Bu güvenli iletişim seviyesine ulaşmanın birkaç tekniği arasında kuantum anahtar dağıtımı (QKD) bulunur, bu teknolojiye taraflar optik ağlar üzerinden veri iletmek için son derece güvenli şifreleme anahtarları değiştirirler.** QKD teknolojisi tam anlamıyla olgunlaşmamış olmasına rağmen, birkaç kuantum iletişim ağı ya da geliştirme aşamasında olan ağı mevcuttur.

Kuantum iletişim ve özellikle Kuantum Anahtar Dağıtımı (QKD), güvenli iletişim teknolojileri alanında önemli gelişmelere neden olacak. QKD, kuantum mekaniği prensiplerini kullanarak, herhangi bir dinleme girişiminin hemen fark edileceği son derece güvenli bir iletişim sağlayabilmektedir. Şu anda, QKD teknolojisi optik fiberler aracılığıyla yüzlerce kilometreye kadar olan mesafelerde iletişim için kullanılıyor, ancak hala kayıplar yaşanabiliyor. Diğer bir yaygın QKD teknolojisi ise, uydu ve yer istasyonları arasında binlerce kilometre seviyesinde iletişim sağlayan serbest uzay kullanımına dayanıyor.

Çin, 2016'da dünyanın ilk kuantum iletişim uydusu olan QUESS'i (Mozi/Micius) fırlatarak, 2.600 km uzaklıktaki iki yer istasyonu arasında QKD başarısını elde etti. 2017'de Beijing ve Shanghai arasında 2.000 km'den uzun bir optik fiber ağı tamamlanarak QKD için kullanıldı. Bu ağ, Çin'deki 150'den fazla endüstriyel kullanıcıya hizmet veriyor ve bankalardan, belediye enerji şebekelerine ve e-devlet web sitelerine kadar geniş bir kullanıcı kitlesine sahip.

Avrupa Birliği ise, “Nostradamus” adı verilen bir konsorsiyumu, Avrupa üreticilerinin QKD cihazlarını değerlendirecek bir test altyapısı oluşturmak üzere görevlendirdi. Bu girişim, Avrupa'nın kritik altyapısını daha güvenli hale getirmek için kuantum teknolojisine dayalı pan-Avrupa iletişim ağı EuroQCI'nin uygulanmasının yolunu açıyor. AB'nin gelecek şifreli uydu ağı IRIS², hükümetlerin iletişim hizmetleri ve ağ kritik altyapıları için hizmet sağlayacak ve 2027'de tam operasyona geçmesi planlanıyor.

Bu gelişmeler, kuantum iletişim teknolojisinin gelecekte geniş çaplı pratik uygulamalar için kullanılabileceğini gösteriyor. Ulusal kuantum ağlarının birleştirilmesi ve ilgili protokoller, donanım için standartların oluşturulması konusunda üniversitelerin, kurumların ve şirketlerin işbirliği yapmasıyla küresel bir kuantum iletişim ağı kurulabilir.

3. Kuantum Algılayıcılar

Kuantum algılayıcılar, birçok alanda uygulamalara sahip olabilir. Otomotiv endüstrisinde ivme ölçerler otonom araaların navigasyonunun doğruluğunu artırmak için kullanılabılır. Biyomedikal alanda, manyetometreler manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) tarayıcılarını geliştirebilir. Kuantum gravitometreler deprem ve volkan patlamalarının sismografik tahminlerinde, yeraltı doğal kaynaklarını keşfetmek ya da mühendislik ve inşaat amaçları için zemin ve toprak koşullarını değerlendirmek için kullanılabılır. Son derece hassas saatler, finans piyasalarını denetlemek ve akıllı enerji şebekelerini yönetmek için kullanılabılır.

Kuantum algılayıcıların global durumu ve gelişimi, bu alandaki inovasyon ve teknolojik ilerlemenin hızlı olduğunu gösteriyor. Bu algılayıcılar, zaman, frekans, hızlanma, sıcaklık, rotasyon ve manyetik ve elektrik alanları gibi çeşitli ölçümlerde olağanüstü hassasiyet ve doğruluk sunabilecekler. Kuantum algılayıcıların ikinci inovasyon dalgası, taşınabilir cihazlar üretmeyi ve yeni ölçüm kullanım durumları yaratmayı hedefliyor. Bu, özellikle savunma ve havacılık, sağlık hizmetleri, elektronik ve jeoloji/enerji gibi alanlarda dönüştürücü etkiler yaratabılır.

Kuantum algılayıcıların 2033 yılına kadar 850.6 milyon dolarlık bir büyüklüğe ulaşması bekleniyor. Kuantum algılayıcıların artan kullanımı, yapay zekâ (AI) ve kuantum teknolojilerinin gelişmesiyle yakından ilişkilidir. Bu teknoloji, sağlık hizmetleri, evre izleme, telekomünikasyon gibi çeşitli uygulama alanlarına genişleyerek, sahip olduğu yüksek hassasiyet sayesinde yeni olanaklar sunabilecek.

4. Kuantum Görüntüleme

Kuantum görüntüleme çok düşük ışık koşulları, yoğun atmosferik türbülansa, bulut örtüsü ya da yangınlar nedeniyle oluşan duman gibi zorlu koşullarda nesnelerin tespit edilmesine olanak tanıyabilir. Bu görüntüleme, görünür bir ışık ve radyo frekansı radyasyonunu algılayarak çalışır.

Bu teknoloji özellikle savunma ve güvenlik, sağlık ve tıp alanlarında önemli uygulamalara sahip olabilecek. Örneğin, kuantum lidar teknolojisi, hassas 3D haritalar oluşturmak ve mesafe ölçümlerini iyileştirmek için kullanılabilirken, kuantum radar teknolojisi, nesnelerin daha yüksek çözünürlükle tespit edilmesine ve gizli ya da hızla hareket eden hedeflerin tespitine yardımcı olabilecek imkanlar sunabilecek.

Çin, kuantum haberleşme teknolojilerini geliştirmek için Micius uydusu programı gibi projeleri kullanıyor ve ABD, savunma ve güvenlik alanlarında kuantum görüntüleme teknolojilerini geliştirmeye odaklanıyor. Bu teknolojilerin ilerleyen yıllarda daha da yaygınlaşması ve çeşitli endüstrilerde kullanılması beklenmektedir.

g) Yapay Zekâ (AI) ve İlişkili Teknolojiler

Yapay Zekâ teknolojisi, bilgisayarların ve robotların insan benzeri düşünme ve karar verme yeteneği kazanmasını sağlayan bir teknolojidir. Günümüzde, birçok sektörde kullanılmakta olup gelişmekte olan birçok ülke de yapay zekâ teknolojisi üzerine çalışmaktadır. Karar Zekâsı (DI) ve Derin Öğrenme (DL) alt alanları da bulunan küresel Yapay Zekâ pazar büyüklüğünün 2025 yılına gelindiğinde 391 Milyar ABD Dolarına; 2028'de ise 998 Milyar ABD Dolarına ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Yapay Zekâ uygulamaları geleceğe yönelik çok önemli gelişmelerin ve uygulamaların olacağının hayallerini kurmamızı bugünden sağlamaktadır. Bu teknoloji, birçok sektörde kullanılmaktadır ve önümüzdeki on yıl boyunca daha da yaygınlaşması beklenmektedir. Yapay Zekâ (AI), pek çok hizmet kolunda, belki sağlıkta, hukukta ve eğitim alanında kullanılması mümkün olabilecek ancak kesinlikle ulaştırmada, lojistikte, e-ticarette maliyetlerin aşağı inmesini sağlayacak hizmet kalitesini arttıracak nitelikte daha fazla uygulama alanı bulması mümkün olacaktır.

1. Yapay Zekâ Sanatçıları

Sanat ve müzik yaratma süreçlerine katkıda bulunan ve insan yaratıcılığına meydan okuyan yapay zekâ sistemleri. Etkileşimli ve öğrenen yapay zekâ (AI) sanatçıları, sanat ve müzik yaratma süreçlerine katkıda bulunarak, bu alanlarda insan yaratıcılığına yeni boyutlar getiriyor. Yapay zekâ, sanatçıların yaratıcı potansiyellerini genişletmelerine yardımcı olurken, aynı zamanda sanat ve bilim arasındaki sınırları bulanıklaştırıyor. Bu alanda yapılan alışmalar, AI'nın sadece sanat eserleri yaratma süreçlerine değil, aynı zamanda sanatın kendisi üzerine olan anlayışımıza da katkı sağladığını gösteriyor.

Stanford Human-Centered AI Institute'de (HAI) yapılan alışmalar, AI'nın insan sanatçıları destekleyerek, onların daha yaratıcı olmalarına yardımcı olabileceğini ve AI'nın sanat dünyasında kendi başına bir yer edinebileceğini gösteriyor. DeepMusic gibi girişimler, müzisyenler ve AI mühendislerini bir araya getirerek, insan yeteneklerini aşan besteler yaratmayı amaçlıyor. Bu tür projeler, AI'nın sanat eserlerinin oluşturulmasındaki rolünü yeniden tanımlıyor ve sanatın anlamını genişletiyor.

Önümüzdeki yıllarda, AI sanatçılarının sanat dünyasında daha etkin bir rol oynaması ve sanatın anlamını, yaratılma sürecini ve sanat eserlerinin algılanma biçimlerini dönüştürmesi bekleniyor. Ayrıca, AI'nın sanat alanındaki varlığı, eserlerin yazarlığı, telif hakkı ve entelektüel mülkiyet gibi konular üzerine yeni tartışmaları da beraberinde getirebilir. Bu gelişmeler, sanat ve teknolojinin kesiştiği alanda yeni fırsatlar ve meydan okumalar yaratacaktır.

2. İnsan Benzeri Yapay Zekâ Gerçeği

Bilgisayar işlem gücü, ses ve görüntü tanıma, derin öğrenme ve diğer yazılım algoritmalarında büyük gelişmeler bekleniyor. GPT-4, Gemini gibi doğal dil işleme teknolojileri sürekli güncellenip geliştiriliyor. Bu, yapay zekânın Turing Testi'ni geçebileceği anlamına geliyor. Böylece, gerçek insanlarla anlamlı sohbetler yapabilen AI tabanlı sanal asistanlar ortaya çıkabilir.

İnsan benzeri yapay zekâ, sağlık, finans, müşteri hizmetleri ve eğitim gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojiler, insan davranışlarını ve dillerini daha iyi taklit edebilir ve karmaşık görevleri yerine getirebilir hale gelecektir.

Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı gibi uluslararası kuruluşlar, yapay zekâ etiği, düzenlemeleri ve kullanım alanları üzerine çalışmalar yapmaktadır. Bu kuruluşların, insan benzeri yapay zekânın sorumlu kullanımı ve etik yönetimi

için çerçeveler geliştirmesi beklenmektedir. EU AI Act bu konuda yayınlanmış ilk yasa taslağıdır.

İnsan benzeri yapay zekânın daha ileri düzeyde bilişsel ve duygusal zekâyâ sahip olması, insan-makine etkileşimini daha doğal ve verimli hale getirecektir. Bu teknolojilerin, insanların günlük yaşamını ve çalışma şekillerini önemli ölçüde değiştirebileceği ve yeni etik, yasal ve toplumsal sorunları beraberinde getirebileceği öngörülmektedir.

3. Sosyal ve Etik Tabanlı Yapay Zekâ

Hızla büyüyen yapay zekâ teknolojisi, uygulamalarda ve pop lerlikteki artışı, işçiler ve tüketiciler arasında direnç ve güvensizlik oluşturmuştur. Bu, teknolojinin benimsenme hızını etkileyebileceği gibi, büyük şirketler ve hükümet organlarının teknolojiye yönelmeye başlamasıyla daha geniş toplumsal etkilere de sahip olabilir.

Kullanıcılar arasında güveni teşvik etmek için benimsenen stratejiler, veri şeffaflığı (kullanıcıların hangi verilerin ve neden toplandığını anlamalarına olanak tanır ve hangi verileri sağlamaya istekli olduklarına karar vermelerine yardımcı olur), algoritma açıklanabilirliği (kararların nasıl alındığı konusunda şeffaf ve anlaşılabilir açıklamalar, kullanıcılara ve çalışanlara yönelik, yapay zekâ talimatlarına karşı direnci azaltmak için), ve yapay zekâ güvenilirliği (doğruluk için bir çıta belirlemeye yardımcı olur, böylece yapay zekâ kurumsal iş aleti olarak kabul edilmiş standartları karşılayabilir). İşletmeler için, işletmelerin %73'  yapay zekâyı başarı için kritik görse de, %41'i yapay zekâ araçlarının etik sorunlarından endişeli ve %47'si liderler şeffaflık konusunda endişeleri olduğunu belirtmektedir. Hükümetler için, yapay zekâ sistemlerinde açıklanabilirlik düzenlemeler geliştirmek ve adaleti değerlendirmek için önemlidir. Güney Kore gibi bazı hükümetler, kamu hizmetlerine erişimi artırmak ve basitleştirmek için yapay zekâ destekli metaverse platformları başlatmıştır, ancak toplumsal güveni ve güvenilirliği dikkatli bir şekilde yönetmeleri gerekecektir.

4. Büyük Eylem Modeli (LAM) Yeteneğine Sahip Cihazlar

"Large Action Model" teriminin Türkçe karşılığı olarak "Büyük Eylem Modeli" ya da "Geniş Eylem Alanı Modeli" ifadeleri kullanılabilir. Bu tür modeller, özellikle oyun teorisi, robotik, otomatik kontrol sistemleri ve karmaşık sistemlerin simülasyonu gibi alanlarda kullanılmaktadır. Yapay zekâ tarafından yönetilen bu modeller, çok sayıda potansiyel eylem ve

sonucu hesaba katmak zorunda kaldıklarında, hangi eylemlerin en iyi sonucu vereceğini belirlemeye çalışır.

“Large Action Model” terimi, genellikle yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanında kullanılan bir kavramdır. Bu terim, büyük ve karmaşık eylem alanlarına sahip ortamlarda, yapay zekânın ya da algoritmaların nasıl etkili bir şekilde karar verebileceğini ve eylemde bulunabileceğini inceleyen modelleri ifade eder. Bu modeller, yapay zekânın daha karmaşık karar verme mekanizmalarını ve stratejilerini simüle edebilir.

Rabbit R1, bir AI destekli el cihazı olarak pazarda yerini almıştır. Bu cihaz, 2.88 inçlik bir dokunmatik ekran, MediaTek Helio P35 işlemci ve 4 GB RAM ile donatılmıştır. Rabbit R1, özel olarak geliştirilmiş Rabbit OS işletim sistemini kullanır ve gelişmiş bir AI asistanı içerir. Cihaz, kullanıcıların çeşitli uygulamalarla etkileşimini kolaylaştıran ve geleneksel komutlara dayalı AI asistanlarından daha gelişmiş öğrenme ve uygulama yetenekleri sunan Large Action Model (LAM) AI'ya sahiptir. Wi-Fi ve Bluetooth bağlantısı gibi özellikler sunan Rabbit R1, özellikle günlük dijital görevlerde ve hızlı iletişim ihtiyaçlarında kullanıcıların hayatını kolaylaştırma potansiyeline sahiptir.

Humane AI Pin, yakın zamanda piyasaya sürülecek bir yapay zekâ destekli giyilebilir cihazdır. Bu cihaz, bir kullanıcının gömleğine ya da bluzuna mıknatıslarla takılabilen, 13 megapiksel kamera ile donatılmış ve etkileşimli bir kullanıcı arayüzünü kullanıcının avucuna projekte edebilen bir tasarıma sahiptir. Humane AI Pin, OpenAI'nin GPT-4 modeli tarafından desteklenen Large Action Model (LAM) AI özelliklerine sahip olup, dil çevirisi, sesli mesajlaşma ve toplantı özetleri gibi AI destekli görevleri yerine getirebilir. Cihaz, ayrıca, gelişmiş bir dokunmatik yüzey ve jest kontrolüne de sahiptir. Bu özellikleri ile Humane AI Pin, akıllı telefonlara olan bağımlılığı azaltmayı amaçlamaktadır.

Bu tarz cihazların gelecekte artması, bilgisayar ve cep telefonu kullanımını değiştirmesi, cihaz üretimi ve uygulama geliştirme alanlarında farklı fırsatları yaratabileceği öngörülmektedir.

5. Üretken Yapay Zekâ

Üretken Yapay Zekâ (Generative AI), makine öğrenimi ve yapay zekâ tekniklerini kullanarak yeni ve orijinal içerik (metin, görüntü, müzik, vb.) üretebilen sistemleri ifade etmektedir. Geleneksel yapay zekâ sistemleri verileri analiz ederken, üretken yapay zekâ

sistemleri mevcut verilerden yararlanarak yaratıcı sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu teknoloji, verileri yalnızca tanımlamakla kalmayıp aynı zamanda yeni veri örnekleri oluşturabilmektedir.

Üretken Yapay Zekâ türleri şöyledir:⁸⁸

- **Üretken Çekişmeli Ağ (Generative Adversarial Networks - GANs)**

GAN'ler, üretken yapay zekânın en güçlü ve yaygın kullanılan modellerinden biridir. Bu model, iki sinir ağı (üretici ve ayırt edici) arasında bir rekabet süreci üzerinden çalışır. Üretici ağ, rastgele girdi verilerinden anlamlı veriler üretmeye çalışırken, ayırt edici ağ ise bu verilerin gerçek mi sahte mi olduğunu belirlemeye çalışır. Bu rekabet, üretici ağın zamanla daha gerçekçi ve kaliteli içerikler üretmesini sağlar.

- **Değişken Otomatik Kodlayıcılar (Variational Autoencoders - VAEs)**

VAEs, verileri sıkıştıran ve ardından tekrar genişleten bir tür sinir ağıdır. Bu süreç, modelin verilerin temel özelliklerini öğrenmesini sağlar ve bu özelliklere dayalı olarak yeni veriler üretebilir. VAEs, özellikle veri sıkıştırma ve veri üretimi konularında etkili bir araçtır.

- **Üretken Ön Eğitilmiş Dönüştürücü (Transformers ve Dil Modelleri - GPT, BERT, vb.)**

Dönüştürücü tabanlı modeller, doğal dil işleme alanında devrim yaratmıştır. GPT (Generative Pre-trained Transformer) gibi modeller, büyük miktarda metin verisi üzerinde eğitilir ve bu verilerden öğrendikleri dil kalıplarını kullanarak yeni metinler oluşturur. Bu tür modeller, metin üretiminden çeviri hizmetlerine kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır.

Kullanım Alanları şöyledir:

- **Sanat ve Tasarım**

Üretken yapay zekâ, sanat ve tasarım alanlarında yaratıcı süreçlere yeni bir boyut kazandırmıştır. YZ tarafından üretilen resimler, müzik parçaları ve grafik tasarımlar, sanatçıların ve tasarımcıların çalışmalarını zenginleştirebilmekte ve yeni, orijinal eserler ortaya koymalarına olanak tanımaktadır.

- **Metin Üretimi**

⁸⁸ <https://www.bilisimdergisi.org.tr/3d-flip-book/ocak-2024-bilisim-dergisi> (Mart, 2024)

Yazılım belgeleri, öykü anlatımı, içerik üretimi gibi alanlarda üretken yapay zekâ kullanılmaktadır. GPT-4 gibi modeller, karmaşık metinleri anlamlandırabilmekte ve kullanıcı tarafından belirlenen parametrelere göre yeni metinler üretebilmektedir.

- **Oyun Geliştirme**

Oyun dünyalarının otomatik olarak oluşturulması, karakter ve öykü yaratımı gibi alanlarda üretken yapay zekâ kullanılmaktadır.

- **Eğitim ve Öğretim**

Eğitim materyallerinin ve etkileşimli öğrenme ortamlarının oluşturulmasında üretken yapay zekâ önemli bir rol oynamaktadır. Öğrencilerin ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilmiş içerikler sunarak öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirmektedir.

- **Tıp ve Sağlık**

Tıbbi görüntü analizi, ilaç keşfi ve hasta verilerinin analizi gibi alanlarda üretken yapay zekâ kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, hastalıkların daha hızlı ve doğru teşhis edilmesine yardımcı olmakta ve yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesini desteklemektedir.

- **Pazarlama ve Reklamcılık**

Kişiselleştirilmiş pazarlama içerikleri ve reklam metinlerinin oluşturulmasında da üretken yapay zekâ kullanılmaktadır. YZ, tüketici davranışlarını analiz ederek en etkili reklam stratejilerini belirlemeye yardımcı olmaktadır.

h) Yazılım Teknolojileri, Giyilebilir Bilgisayarlar ve Robotik Sistemler

1. Az-Kodla ve Kodsuz Yazılım Geliştirme

Az kodla ve kodsuz, yani kod olmadan (Low-code ve no-code) yazılım geliştirme, yazılım ekiplerinin doğasını değiştirecektir. Mevcut kodlayıcıları hazır yapı bloklarını birleştiren kişilere dönüştürürken, yazılım geliştirme ile ilişkilendirilen geliştirme süresini, pazara çıkma süresini ve masraflarını azaltabilecektir. Ayrıca kodlamayı sıradan bireylerin yapabileceği bir noktaya taşıyabilecektir. Böylece **yeni bir yazılım girişimcisi nesline yol açabilir**. Şu anda yapay zekâ, büyük veri ve API tabanlı mikro hizmetler gibi teknolojiler, düşük kod ve kod olmayan platformlarda kullanılmaktadır. Ancak, karmaşık ya da yüksek özelleştirme gereken ürünler ya da özellikler için yüksek beceriye sahip kodlama personeli halâ gereklidir.

2. 8K Sanal Gerçeklik Başlıkları

Mevcut VR (Sanal Gerçeklik) cihazlarının çözünürlükleri çeşitlilik göstermektedir. Yaygın olarak kullanılan çözünürlükler 1080p (Full HD), 1440p (Quad HD) ve 4K'dır. 1080p çözünürlük, birçok VR başlığı için standart olarak kabul edilir.

Yakın gelecekte, VR cihazlarının 8k çözünürlüğe sahip olması hedeflenmektedir. Bu çözünürlük, sıfır görünür pikselasyon sağlayarak etkileyici bir detay ve gerçekçilik sunabilecektir.

8K VR başlıklarının gelişimi, daha gerçekçi ve sarmalayıcı bir sanal gerçeklik deneyimi sunma potansiyeline sahiptir. Bu teknolojinin, sanal ve artırılmış gerçeklikteki deneyimleri daha da zenginleştirilmesi ve bu alanlarda yeni uygulamaların geliştirilmesini teşvik etmesi beklenmektedir. Ancak, bu teknolojinin yaygınlaşması için donanım maliyetlerinin düşürülmesi, yazılım ve içerik geliştirilmesi ve kullanıcı deneyimini iyileştiren yeniliklerin devam etmesi gerekmektedir.

8K çözünürlüklü sanal gerçeklik (VR) gözlüklerini üreten bir ülke, bu teknolojinin getirdiği yenilikçilik ve teknolojik liderlik sayesinde önemli ekonomik faydalar elde edebilir. Bu ürün, global pazarda rekabet avantajı sağlayarak ihracat gelirlerini artırabilir ve AR-VR endüstrisi başta olmak üzere ilgili sektörlerde yeni iş imkanları yaratabilir, böylece ekonomik büyümeyi teşvik eder. Yüksek teknoloji bu ürün, hem yerli hem de yabancı yatırımcıları çeker, çeşitli endüstriyel uygulamalar için yeni kapılar açarak ve ülkenin genel Ar-Ge kapasitesini güçlendirebilecektir. Ayrıca, bu teknoloji eğitim, sağlık, mühendislik ve eğlence gibi alanlarda kullanılarak yeni iş modelleri ve hizmetlerin geliştirilmesine olanak tanıyabilecektir. Bu geniş etki yelpazesi, ülkenin genel teknoloji becerilerini ve ekonomik kalkınmasını olumlu yönde etkileyeceği tahmin edilmektedir.

3. Ambiyans Bilişim

Ambiyans bilişim (Ambient Computing) - internet of things (IoT), internet of the body (IoB), artırılmış gerçeklik (AR) ve 5G gibi giderek artan teknolojinin birleşmesini ifade eden genel bir terimdir. Bu yakınsama, **neredeyse fiziksel dünya ortamında daha fazla kontrol, özelleştirme ve otomasyon sağlayacaktır. Hem gerçek dünyayı hem de dijital dünyayı deneyimlemenin gelişmiş yollarını yaratacaktır.** Ambiyans bilişim, önümüzdeki on yıllarda

muhtemelen norm haline gelecek ve bizi bilgisayarlar ve cep telefonları ekranlarının ötesinde bir dünya ile etkileşime sokacak. Bu yeni tür etkileşimin bazı özellikleri daha az kullanıcı deneyimiyle (geliştirilmiş ve hafif), proaktif ve sezgisel modellerle (her zaman yanınızda bir kişisel asistanınızın olması gibi) ve artırılmış gerçeklik merkezliliğiyle (dijital öğelerle fiziksel deneyimi sürekli olarak artırma) karakterize edilecektir. Dijital dünya ile gerçeklik arasındaki açık kapanacaktır.

Sanal Dünya ve Ambiyans Bilişimin toplumsal kabul edilebilirliği, gelişmiş donanımın sunduğu daha zengin bir sarmalayıcı deneyimle artacaktır. Algılama, haptik, ekran ve optik teknolojilerindeki ilerlemeler, artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) cihazlarının yaygınlaşmasını sağlayacaktır. **Tüm gün takabileceğimiz hafif ve rahat cihazlar (gözlük ya da sadece lens) AR ve VR kullanmanın daha doğal bir deneyimine olanak sağlayacaktır. Bununla birlikte, daha sarmalayıcı bir deneyim için mikroLED ekranlar (yüksek çözünürlüklü bir kontak lens içine sığacak şekilde); birleştirici optikler (şeffaf bir lens üzerine yansıtılan görüntülerin birleştirilmesi); göz takip teknolojisi (ekranları iyileştiren ve hatta görüntüleri doğrudan retinaya yansıtmak için kullanılabilen); ve haptik cihazlar (dokunma geri bildirimi ile fiziksel dünya ile sanal etkileşimi iyileştiren) gibi diğer aşamalı ilerlemelere ihtiyaç vardır.**

4. Duyusal İnternet (Sensory Internet)

Geleneksel internet deneyimini genişleterek, dokunma, koku ve tat gibi ekstra duyusal deneyimleri dijital ortama taşıyan teknolojiler. Örneğin, internet üzerinden bir tat ya da koku hissi paylaşmak mümkün olabilecektir.

Duyusal İnternet teknolojisi, sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojilerinin ötesine geçerek, uzaktan hissedilen deneyimler yaratmayı amaçlar. Örneğin, bir kullanıcı, Sensory Internet aracılığıyla uzaktan bir nesneye dokunabilir ve o nesnenin dokusunu hissedebilir ya da bir yemek tarifinin kokusunu alabilir.

Duyusal İnternet'in potansiyel uygulamaları arasında yer alması beklenen deneyimler şunlardır: Eğitim ve Öğretim alanında öğrencilere daha etkileşimli ve gerçekçi öğrenme deneyimleri sunmak. Sağlık Hizmetleri alanında hekimlerin hastaları uzaktan muayene etmesi ya da cerrahi simülasyonlar yapması. Perakende ve Pazarlama alanında ürünleri sanal olarak deneyimleme ve test etme imkanı. Eğlence ve Sosyal Medya alanında daha zengin ve etkileşimli sanal deneyimler yaratmak.

5. Yumuşak, Esnek Robotlar

Biyolojik sistemlere dayalı olarak kısmen ya da tamamen esnek malzemelerden yapılmış robotlar, özel görevleri yerine getirerek devrim yaratabilir. **Yumuşak robotlar, arama kurtarma operasyonlarında, hassas cihazların tamirinde ve özel maddelerle çalışmada ve sağlık alanı dahil birçok alanda kullanılabilir.**

Ana avantajları, zorlu çevrelerde kullanılırken esneklik ve uyum sağlama yetenekleridir. Tasarım alternatifleri arasında X şeklinde paletli robotlar, tırtıllı yumuşak robotlar, balık ve vatoz benzeri robotlar ve el benzeri yapılar bulunmaktadır. Son zamanlarda, sağlık uygulamalarında yeni ilerlemeler kaydedilmiştir. Northwestern ve George Washington üniversitelerindeki araştırmacılar, vücut tarafından beş ila yedi hafta içinde emilen bir cihaz da geliştirmiştir.

Yumuşak robotik alanındaki global gelişmeler hızla ilerliyor. 2024 yılında yumuşak robotik pazarının 1.49 milyar USD'lik bir büyüklüğe ulaşması ve 2029'a kadar 6.53 milyar USD'ye yükselerek %34.45'lik bir bileşik yıllık büyüme oranı (CAGR) göstermesi bekleniyor. Yumuşak robotlar, insan-makine etkileşimi, keşif, manipülasyon, tıbbi ve cerrahi uygulamalar, rehabilitasyon ve giyilebilir robotlar gibi çeşitli alanlarda kullanımının artacağı tahmin ediliyor. Bu teknoloji, özellikle Kuzey Amerika'da büyük bir pazar payına sahipken, Asya Pasifik bölgesi en hızlı büyüyen bölge olarak öne çıkmaktadır.

Yumuşak robotlar, insan dokularıyla uyumlu malzemelerden yapıldıkları için tıbbi uygulamalarda, özellikle de minimal invaziv cerrahide büyük potansiyel taşıyorlar. Yumuşak robotik cihazlar, kalp hastalıklarının tedavisinde ya da bir organın taklit edilmesinde ya da damar hastalıkları gibi koşullarda yardımcı olabilir. Bu teknolojinin gelişimi, çeşitli endüstriyel ve tıbbi uygulamalarda insan güvenliğini artırmak amacıyla sürdürülebilir bir büyüme göstermektedir.

6. İnsansı Robotlar (Humanoid)

İnsansı robotlar, insan formunu ve hareketlerini taklit eden robotlar olarak tanımlanabilir. Bu robotlar, baş, kollar, bacaklar gibi insan benzeri fiziksel özelliklere sahip olmalarının yanı sıra, genellikle insan davranışlarını ve etkileşimlerini simüle etmek için tasarlanmışlardır. İnsansı robotların gelişimi, yapay zekâ, mekanik mühendislik, biyomekanik ve robotik alanlarındaki teknolojik ilerlemelerle yakından ilişkilidir. Bu tür robotlar, insan-

robot etkileşimi (HRI) alanında önemli bir rol oynayarak, sosyal robotlar ve endüstriyel robotlar gibi çeşitli uygulamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

İnsansı robotların gelişim süreci, çeşitli aşamalar içermektedir. İlk olarak, robotların fiziksel yapıları üzerinde durulmuş, daha sonra bu yapıların insan benzeri hareket kabiliyetine sahip olması için gerekli motor ve algılayıcı (sensör) sistemleri geliştirilmiştir. Son yıllarda yapay zekâ alanında yaşanan ilerlemeler, insansı robotların öğrenme, karar verme ve çevrelerine uyum sağlama yeteneklerini artırmıştır. Böylece insansı robotlar, karmaşık görevleri yerine getirebilen, insanlarla doğal bir şekilde etkileşime girebilen ve çeşitli ortamlarda çalışabilen makinelere dönüşmüştür.

İnsansı robotların en bilinen uygulama alanlarından biri, endüstriyel ve hizmet sektörleridir. Özellikle tehlikeli ya da insan gücüyle zorlayıcı olan işlerde insansı robotlar, iş gücü maliyetlerini azaltma ve verimliliği artırma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, insansı robotlar sosyal bakım hizmetleri, eğitim, sağlık ve eğlence gibi insanlarla doğrudan etkileşim gerektiren alanlarda da giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu tür robotlar, yaşlılar için bakım sağlama, çocuklara eğitimde yardımcı olma ya da müşteri hizmetleri gibi görevlerde önemli roller üstlenebilmektedirler.

İnsansı robotlar, gelecekte insan hayatının birçok yönünü etkileme potansiyeline sahip önemli bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknolojik gelişmelerle birlikte, bu robotların yetenekleri ve kullanım alanları genişlemeye devam edecek gibi görünmektedir. Bununla birlikte, insansı robotların etik ve sosyal etkileri de dikkate alınması gereken önemli konular arasında yer almaktadır. İnsanların iş gücü üzerindeki etkisi, mahremiyet sorunları ve insan-robot etkileşimi ile ilgili toplumsal algıların insansı robotların gelecekteki gelişiminde önemli rol oynayacağı değerlendirilmektedir.

EK-3 : ÇALIŞMA GRUBU DEĞERLENDİRMELERİ

McKinsey'e göre, gelecek on yılda, önceki 100 yılın toplamından daha fazla teknolojik ilerleme yaşayacağız. (...)

Olması kaçınılmazların olası etkilerini anlamak şoklardan, krizlerden korunmak, geleceğe uyum ve sürdürülebilir başarıya ulaşmak için kritik önemde. Tarih defalarca çok net göstermiştir; özellikle dönüşüm ve kriz dönemlerinde hızlanan teknolojilerden en iyi şekilde yararlananlar ayakta kalır. Yatırımlarını gelecekle geleceklere göre yapanlar ise en fazla kazananlar olur.⁸⁹

Türkiye 3. Bilişim Şûrası hazırlıkları kapsamında gerçekleştirilen çalıştaylarda “Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu (ÇG-3)” tarafından yapılan değerlendirmeler aşağıdaki başlıklarda derlenerek ele alınmıştır.

Değerlendirmeler:

1. Finans, Dijital Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri;
2. Enerji, Yeşil ve Çevreci Teknolojiler;
3. Telekom, İletişim ve Savunma Teknolojileri;
4. Uzay ve Havacılık Teknolojileri;
5. Sağlık ve Yaşam Bilimleri Teknolojileri;
6. Kuantum Bilgisayar ve İlişkili Teknolojiler;
7. Yapay Zekâ ve İlişkili Teknolojiler;
8. Yazılım Teknolojileri, Giyilebilir Bilgisayarlar ve Robotik Sistemler

ile diğer teknolojiler konularında yapılmıştır.

Finans, Dijital Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri

Finans, Dijital Varlık, Kripto ve Akıllı Sözleşme Teknolojileri alanlarında sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için sayısal (dijital) teknolojilerin en uygun şekilde kullanılması ve üretilmesi değerlendirilmektedir.

- Finansal teknoloji şirketleri alanda yer almakta olup bu şirketlerde sayısal (dijital) teknolojilerin kullanımı yaygındır. Bu gibi teknolojilerin ve

⁸⁹ <https://www.dunya.com/kose-yazisi/gelecek-10-yili-2030lari-sekillendirecek-5-teknoloji/695929>
(Ağustos, 2024)

uygulamaların merkezi finansı değiştirme olasılığı bulunmakla birlikte merkezi otoriteyi nasıl etkileyeceği tartışma konusudur. Sorun durumunda bir **muhatap** bulunması açısından sıkıntı yaşanması olasılığı söz konusudur.

- Finans sektöründe olduğu gibi, **akıllı sözleşmeler** de artık yaşamın her alanına nüfuz etmiştir ve bu alandaki önemleri giderek artmaktadır. Hukuki bakımdan finans sektöründeki sayısallaşma (dijitalleşme) sürecinin detaylı bir şekilde incelenmesi ve yetkililer tarafından tartışılması gerektiği ortadadır.
- Küçük ayrıntıların dahi gözden kaçırılması, bu alanda ciddi **siber güvenlik** açıklarına neden olabilmektedir. Bu nedenle, konunun uzmanları tarafından net çizgilerin belirlenmesi önemlidir.
- Finansal alanda ölkemizi ileriye götüren, bu alanda kendini geliştirmiş ve geliştirmekte olan uzmanların düşünceleri çok önemli olup halihazırda ortaya konulmuş faaliyetlerin yanında yapılması **planlanan faaliyetlerin** de incelenmesi gerekmektedir.
- Finansal gelişmenin sağlanması için **serbest bir alanın** oluşturulması gerekmektedir. Değişimin kaçınılmaz olduğunu kabul etmemiz gerekmektedir. Bu sektörün tek bir ölkenin denetiminde olmasının doğru ve sürdürülebilir olmadığı değerlendirilmektedir.
- **Siber güvenlik** konusunda merkezi otoritenin olmamasının finans alanında da devlet için bir tehdit unsuru olabileceği öngörülmektedir. Özellikle Amerika'nın kripto para ve dijital cüzdan gibi teknolojik gelişmeleri engelleme çabalarına rağmen, bu alana olan tutumunun değiştiği göz ardı edilmemelidir.
- Teknolojik gelişmelerin engellenemeyeceği vurgulanarak, **kripto para** borsaları ve uluslararası yatırımlar açısından e-financeın önemi belirtilmektedir. Ancak, mevcut durumda e-financea ilişkin düzenlemenin zor olabileceği de anımsatılmaktadır.
- Ayrıca, yapay zekâ konusunda Türkiye'nin geri kaldığı ve **blokzincir** alanında yapılacak çalışmalar için uygun bir ortam sağlanması durumunda ilerleme olabileceği ifade edilmektedir. Blokzincir teknolojisinin şirketler ve ölkeler arasında kolay para akışı sağlayabileceği ve yatırımcı çekme potansiyeline sahip olduğu da vurgulanmaktadır.
- Finans sektörünün yakın gelecekte **yazılım** tarafından yönetileceği ve ölkemizde bu alanda **nitelikli eleman eksikliği** bulunduğu anımsatılarak

nitelikli eleman yetiştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ankara Üniversitesi'nde bu konuda denemeler yapılmış olsa da bu alanda insanları yetiştirmenin tek bir dersle sınırlı olamayacağı vurgulanmaktadır. Bu sebeple, bu alanda **yüksek lisans programlarının** oluşturulması ve standartlaştırılması gelecekte sektöre fayda sağlayabilecektir.

- Üniversitede sunulacak **eğitimin**, iş hayatında nasıl bir etki yaratacağı ve hangi konuları kapsaması gerektiğinin resmi olarak belirlenmesi gerektiği değerlendirilmektedir. Yüksek lisans programlarının oluşturulması, diğer disiplinlerden gelen öğrencilerin de sürdürülebilir teknoloji alanında daha yetkin hale gelmelerine yardımcı olabilecektir.
- Siber güvenlik ve enerji güvenilirliğinin rolü kapsamında bu alanda **nitelikli eleman** yetiştirilebilmesi için, içeriği dolu bir program hazırlanmalıdır. Meslek Yüksek Okullarında eğitim alan öğrencilerin profili ve üniversite sınavındaki sıralamaları bellidir. Artık öğrenciler meslek yüksek okullarına yönelmekte olup bu nedenle **meslek yüksekokullarında verilen eğitim** hafife alınmamalıdır.
- Finans teknolojileri göz ardı edilmemesi gereken bir konudur. Yakında **blokzincir** konusuna da **düzenleme** yapılacağı öngörülmektedir. Blokzincire henüz bir düzenleme gelmemiş olduğu için yaşanabilecek yasa dışı durumların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Blokzincir konusunda halâ düzenleme yapılmamış olması ekosistemi kötü etkilemiş durumdadır. Bunu ıskalamamız bizi blokzincir açısından da tüketici konumuna düşürür.
- Teknolojinin hızla ilerlediği bir dönemde **uyum sağlamanın** önemine dikkat çekilmektedir. Mevzuatın uzun süre tartışılması ve netlik kazanmaması geri kalmamıza neden olmaktadır. Devletin bu hıza yetişebilmesi gerektiği belirtilmektedir.
- İsviçre'nin teknolojiye hızlı bir şekilde uyum sağladığı ve belediye alt yapısının **blokzincire** uyarlandığı belirtilerek Türkiye'nin de benzer bir hızla uyum sağlayabileceği ifade edilmektedir.
- e-cüzdan gibi teknolojilerin **topluma benimsetilmesi** için teşviklerin olması gerekmektedir. Özellikle Türkiye'nin farklı bölgelerinde **bilinç düzeylerinin** farklı olduğu belirtilerek, bu konuya yoğunlaşılması ve halkın her kesimine uygun şekilde bilgi aktarılmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır.

- **Kripto para** alanında ise **mevzuatın** daha liberalleştirilmesi ve öngörülebilirlik sorununun aşılması gerekmektedir.
- **Kripto para** düzenlemesi konusunda belirli bir noktaya gelinmiş olup bu alandaki bakış açılarının çok farklı olabileceği belirtilmiştir. Temel amaç, müşterilerin korunmasıdır.
- **Güvenlik endişeleri**, şu anda kullanılan mobil uygulamalarda bile kolayca engellenememektedir. “Dijital Cüzdanlar” ve blokzincir teknolojileri bu konuda daha hassas alanlardır. **Bankalar Birliği ile işbirliği** yapılarak bu gelişmelere katkı sağlanabilir.
- Yurt dışı merkezli şirketlerin Türkiye’de **veri merkezi** kurma planları bulunmaktadır.
- **Kamu Veri Merkezinin** tek bir ortamda toplanmasının çok mantıklı olmadığı belirtilerek yaşanan bir sıkıntıda tüm kamu kurum ve kuruluşlarının bundan etkilenebileceği değerlendirilmektedir. Mevzuat konusunda da anlaşmaya varılamadığı için şimdilik böyle bir plan bulunmamaktadır.
- **Verilerin Türkiye’de tutulması** konusunda yeni bir değişiklik oldu; verilerin yurt dışına çıkarılması kabul edildi. Kişisel açık rıza şartı hafifletildi, açık rıza olmaması durumunda da bazı istisnalar kabul edildi. Veri merkezini Türkiye’de kurmak istemeyen şirketlerle çalışılabilmesi açısından mevzuatta değişikliklere gidilebileceği değerlendirilmektedir.
- **Regülasyonlar** deyince genellikle tepki verilmektedir. Ancak, hukuki bir zemine oturtulması çok önemlidir. Regülasyonlar bilinmezliği ortadan kaldırmaktadır. Şirketlerin aşırı özgürlüklerinin kısıtlanması hedeflenmektedir. Her **verinin** ticari anlamdan her anlama kadar **korunması** gerekmektedir.
- Aracı kuruluşların **siber saldırılara** çok açık olmasından dolayı oluşan güvenlik açıklarına bir çözüm getirilmesi gerekmektedir.

Enerji, Yeşil ve Çevreci Teknolojiler

- **Enerjinin sürdürülebilirliği** konusuna okullarda yer verilmesinin yararlı olacağı değerlendirilmektedir.
- Sayısal teknolojilerin hayatımıza girmesiyle birlikte **çevreyi korumanın** da önemli olduğu vurgulanmaktadır. Birçok şirketin çevreye verilen zararı düşünerek **enerjiyi verimli** bir şekilde kullanmaya çalıştığı belirtilmektedir.

Ancak, söz konusu teknolojilerin enerji tüketimini artırabileceği ve bu nedenle dengeyi sağlamanın önemli olduğu da dile getirilmektedir. Piyasanın tek başına bu dengeyi sağlamasını beklemenin doğru olmadığı ifade edilmektedir.

- Bakanlığın **sıfır atık projesini** örnek göstererek, atıkların geri dönüşümüne teşvik sağlayan önemli adımların atıldığı belirtilmektedir.
- Enerji sektörü gerçekten büyük bir sektör olup her yıl Türkiye’de elektrik tüketimi %5 artmaktadır. Bu göz ardı edilemeyecek kadar büyük bir orandır. Yenilenebilir enerji kaynakları sürekli olmayan, kesikli kaynaklardır. Elektrik ve termik santraller ve nükleer enerji santrallerinin kullanımının artırılması hedeflenmektedir. Bütün enerji kaynaklarının kullanılması gerektiği belirtilerek herkesin kendi **güneş enerjisini** elde etmesi hedeflenmektedir.
- Güneşten elde edilen enerji son zamanlardaki ilerlemelerle rüzgar santralleri ile yarışır konuma gelmiştir. Türkiye, Paris antlaşmasına imza atmış olup üretilen enerjinin **temiz enerji kaynaklarından** kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu kaynaklara ve bu teknolojilere geçiş sağlanması gerektiği belirtilmektedir.
- **Enerji depolama** teknolojilerinde de yenilikçi çözümler benimsenmelidir. Katı hal (solid state) piller, geleneksel pillere göre daha güvenli, uzun ömürlü ve yüksek enerji yoğunluğuna sahip oldukları için enerji depolama sistemlerinde verimliliği artıracaktır. Elektrikli araçlar, taşınabilir elektronik cihazlar ve enerji depolama sistemleri gibi birçok alanda katı hal pillerin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
- **Hidrojen enerjisi** üreticisinin az olması sebebiyle Türkiye’nin de bu sektöre girmesi gerektiği değerlendirilmektedir. Ancak, Türkiye’nin saf su kaynaklarının kısıtlı olması nedeni ile suyu elektrolize etmenin çok olmadığı da bilinmektedir.
- **Yeşil hidrojen** olarak adlandırılan yenilenebilir hidrojen sudan üretilmektedir. Deniz suyundan hidrojen enerjisi elde etmek için ARGE çalışmaları bulunmaktadır. Yenilenebilir teknolojilerle üretilen enerjilerin maliyeti şu anda çok yüksek olup bunun bir engel olmaması sağlanmalıdır. Teknoloji geliştikçe bu maliyetin zaman içinde düşeceği değerlendirilmektedir. Bu konuda bir plan yapılması, bir yol haritası çizilmesi çok önemlidir. Bu alan **ARGE çalışmalarına** fazlasıyla ihtiyaç duyan bir alandır. Elektroliz makineleri bir

tekel gibi çalışmakta olduğu için Türkiye tarafından daha somut adımlar atılması beklenmektedir.

- Bu alanda çok fazla **rakip olmadığı için** bu alanda yer almamız oldukça önemlidir.
- **Hidrojen Mühendisliği** gibi bir bölüm açılması konusunda henüz saha araştırması yapılmamış olmasının zorlukları olduğu belirtilmektedir. Bu konuda gerçekten bir çalışma yapılması gerektiği vurgulanarak iyi kurgulanmadığında ve ders yükleri iyi belirlenmediğinde bölümlerin boş kaldığı anımsatılmaktadır.
- Bu konuda **öğrencilerin bilgilendirilmesi** ve bilinçlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir.
- Sektörde talep olduğu sürece aslında **enerji mühendisliğinin** de ilgi duyulacak bir bölüm olduğu anımsatılmaktadır. Ankara Üniversitesi'nde bu bölüm açılmış olmasına rağmen başarılı olamadığı için kapanmıştır. Akademi tarafında zayıf bir bölümdür. Sektördeki ihtiyacın iyi tespit edilip bu bölümün açılması gerektiği değerlendirilmektedir.
- Atılım Üniversitesi'nde **Enerji Sistemleri Mühendisliği**⁹⁰ bölümü 2009 yılında eğitim vermeye başlamıştır ve günümüze kadar öğrencilerine eğitim vermeye devam etmiştir. Bu bölüm, akademik açıdan zayıf olmaktan ziyade halk tarafından net olarak bilinmemesi ve yeterli devlet desteği almaması sebebiyle beklenen ilgiyi görememektedir. Toplam 21 üniversitemizde Enerji ile ilgili bölüm bulunmaktadır.⁹¹
- Öğrenciler halâ Bilgisayar ya da Elektrik-Elektronik gibi revaçta olduğu düşünülen bölümleri tercih ediyorlar. Ancak, bahsedilen bölümün gelecek için önemi ve çalışma alanındaki ihtiyacı **halka daha etkili bir şekilde aktarılırsa**, ilerleyen zamanda daha iyi bir talep görebileceği değerlendirilmektedir.
- Türkiye ve dünya çapındaki değişimin sadece kuramsal eğitimle sınırlı kalmaması gerektiği vurgulanmaktadır. Birinci Sanayi Devrimi ile hayvanların taşıma sektöründen çıkarıldığını ve bu dönemin insan gücünün iş gücünden çıkarıldığı bir dönem olduğu belirtilmektedir. Bu değişim sadece akademik

⁹⁰ <https://www.atilim.edu.tr/tr/energy> (Ağustos, 2024)

⁹¹ <https://www.osym.gov.tr/TR,29511/2024-yks-yerlestirme-sonuclarina-iliskin-sayisal-bilgiler.html> (Ağustos, 2024)

devrimle gerçekleşebilecek bir şey değildir; aksine, **sektörle iç içe** olmayı ve dünyada yaşanan değişimlerle birlikte kurgulanmayı gerektirmektedir.

- Zamanında Tekstil Mühendisliğinin çok popüler bir bölüm olduğu belirtilerek **Enerji Sistemleri Mühendisliği**'nin de aslında benzer bir potansiyele sahip olabileceği vurgulanmaktadır. Ancak, bu bölüm diğer alanlardan alınan ufak tefek derslerle açılacak bir bölüm değildir. Temel alanlardan sapılması gerekmeylebilecektir.
- **Batarya** (pil) alanı oldukça geniş bir yelpazede teknolojiler içermektedir. Özellikle otomotiv sektöründe, NMC tabanlı bataryalar sıkça kullanılırken, bu alanda henüz belirgin bir hakimiyet söz konusu değildir ve farklı batarya çeşitleri farklı alanlarda tercih edilmektedir. Örneğin, otomobillerdeki alan kısıtlaması, daha ufak boyutlarda ve daha yüksek menzilde kullanılabilecek bataryaların tercih edilmesine neden olmaktadır. Ancak, bu tür bataryaların yanıcı olma riski de bulunmaktadır. Ayrıca, batarya sektöründe Çin ve Güney Kore gibi ülkelerin etkisi oldukça önemlidir. Örneğin, Çin merkezli BYD şirketi, üretilen bataryaları kullanarak yatırımlar yapmaktadır. Benzer şekilde, Güney Kore merkezli şirketler de Çin ile rekabet içindedir. Japonya'nın Tesla ile yaptığı anlaşma da dikkat çekicidir ve bu durum, Çin'in batarya pazarında daha büyük bir rakip haline gelmesine neden olmuştur. Bunun yanı sıra, Tesla'nın Çin merkezli CATL şirketiyle yaptığı anlaşma da batarya sektöründeki önemli gelişmelerden biridir. Bu anlaşma, Tesla'nın batarya tedarik zincirini güçlendirmesi ve rekabet gücünü artırması açısından önemlidir.
- Türkiye'de de batarya üretimi için çalışmalar yürütülmekte olup, **yerli batarya üretimi** için çeşitli işbirlikleri ve AR-GE faaliyetleri bulunmaktadır⁹².
- **Yenilenebilir enerji** kullanımını arttırmak için tüm ülkelerin çabaladığı ifade edilmektedir. Ancak, önümüzde çok güçlü rakipler bulunmaktadır. Aspilsan ve Komega gibi şirketlerin kapasiteleri düşük olmasına rağmen, Çinli rakiplerle rekabet edebilmektedirler.
- **Modüler reaktörler**, geleneksel santrallere kıyasla daha küçük kasa boyutlarına sahiptir. Ancak, modüler olmaları inşaat gerektirmediği anlamına

⁹²<https://temizenerji.org> (Ağustos, 2024)

gelmeyip yine de benzer riskleri barındırmakta ve inşaat sürecinden geçmeleri gerekmektedir. Ancak, en azından daha az karbondioksit salınımı sağlayan modeller üzerinde çalışılmaktadır.

- Teknolojilik olarak halâ deneme aşamasında olan **hidrojenlerin** bir araya getirilmesi konusu, üzerinde çalışılması gereken bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir. **Füzyon teknolojisi** üzerine de çalışmalar yapılmaktadır. İlerleyen zamanlarda ARGE çalışmaları ile de bu konular desteklenecektir.
- **Hidrojen ve yakıt hücreleri** arasındaki fark, hidrojenin yakıt hücrelerinde oksijenle birleşerek elektrik üretmesi sürecinde su ve ısı üretmesidir. Ancak, yakıt hücreleri hidrojeni ve oksijeni birleştirerek elektrik enerjisi üretirken, hidrojenin depolanması ve yüksek basınç gereksinimleri gibi sorunlar doğurabilmektedir. Hidrojenin sıvılaştırılması da zorlu bir süreçtir ve patlama riski taşımaktadır. Bu nedenle, Avrupa'da otomobillerden ziyade gemiler ve ağır taşıtlarda kullanılması düşünülmektedir.
- Soğutma sistemlerinde kullanılan suyun geri dönüşümü ve verimli kullanımı, çevresel etkileri azaltmak ve maliyetleri düşürmek açısından önemlidir. Özellikle büyük tesislerde su tüketiminin azaltılması için **geri dönüşüm sistemlerine yatırım** yapılmalıdır.

Telekom ve İletişim Teknolojileri

Türkiye’de telekom ve iletişim teknolojilerinin altyapı olarak kullanıldığı Elektronik Haberleşme sektörü düzenlemeye tabi olan sektörlerdendir. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) 2000 yılında kurulmuş olup; Elektronik Haberleşme sektörünü düzenlemek ve denetlemek ile görevlendirilmiştir. Ayrıca, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı da Elektronik Haberleşme sektöründe strateji ve politikaları belirlemesi nedeni ile sektörde yetkili ve sorumlu konumdadır.

- Ülkemizdeki Elektronik Haberleşme sektörünün bugünü değerlendirilirken tüm ülkeyi hatta tüm dünyayı derinden etkileyen ve üzen Kahramanmaraş merkezli ikiz depremler nedeni ile **Kamu Güvenliği ve Acil Durum Haberleşmesinden** kısaca bahsetmek gerekmektedir. Bu depremlerle Kamu Güvenliği ve Acil Durum Haberleşmesi için **kesintisiz iletişimin**, bilgiye en kısa sürede erişimin ne derece **önemli olduğu** bir kez daha ortaya çıkmıştır.

- Telekom ve haberleşme (iletişim) sektörleri, modern toplumların vazgeçilmez yapı taşları haline gelmiştir. Bu alanlardaki teknolojik ilerlemeler, diğer sektörlerin gelişiminde de yaşamsal bir rol oynamaktadır. Türkiye'deki telekomünikasyon ve haberleşme altyapısının güçlendirilmesi, geleceğe yönelik teknolojik yatırımların yapılması ve olası **doğal afetlere karşı hazırlıklı olunması** stratejik önemdedir.
- **Güneş patlamaları** gibi nadir fakat yıkıcı olabilecek doğal olaylara karşı da önlemler alınmalıdır. İsviçre'deki gibi tuz yataklarında doğal Faraday kafesi ortamı oluşturarak kritik iletişim altyapılarının korunması sağlanabilir.
- Türkiye'deki mevcut **veri merkezlerinin** altyapılarının güçlendirilmesi ve güvenlik önlemlerinin artırılması öncelikli hedefler arasında yer almalıdır.
- Geleceğin iletişim teknolojisi olan **6G sistemine** uyum sağlamak için telekom altyapılarının geliştirilmesi gerekmektedir. Yapay zekâ teknolojilerinin de etkisiyle hızla gelişen 6G sistemine yatırım yapılmalı, fiber altyapı ve baz istasyonları bu yeni teknolojiyi destekleyecek şekilde modernize edilmelidir.

Telekomünikasyon ve haberleşme sektörlerindeki hızlı teknolojik gelişmelere ayak uydurmak ve olası risklere karşı hazırlıklı olmak, Türkiye'nin gelecekteki rekabet gücünü artıracaktır.

Aşağıda altyapı yatırımları, teknolojik yenilikler, doğal afetlere hazırlık ve sürdürülebilirlik konularında atılması gereken adımlar özetlenmektedir. Bu stratejilerin uygulanması, Türkiye'nin telekomünikasyon ve haberleşme sektöründe lider konumunu korumasına ve daha da güçlenmesine katkı sağlayacaktır.

- Türkiye'de süregelen **veri merkezlerinin** alt yapıları güçlendirilmeli ve güvenliği artırılmalıdır.
- Telekom yapıları düşünüldüğünde **6G sistemi** desteklenmelidir.
- Yapay zekânın etkisiyle beraber gelişen **6G sistemine yatırım yapılmalıdır**. Bunların uygulanabilmesi için **fiber altyapı ve baz istasyonları** geliştirilmelidir.
- Tüm bu teknolojik gelişim faktörlerinin yanı sıra dünyanın ve evrenin doğal yapısı ele alınmalıdır. Bilinen bilimsel veriler doğrultusunda iki yüz yılda bir görülen **güneş patlamaları** söz konusu olabilmektedir; dolayısıyla Türkiye olası güneş patlamalarına da hazırlanmalıdır. İsviçre örneğini verilecek olunursa, tuz

yataklarında sığınma birimleri oluştutularak **doğal bir Faraday ortamı** oluşturulmalıdır.

- **Soğutma sistemlerindeki** su tüketimi, çevresel etkilere ve maliyetlere yol açabilmektedir. Özellikle büyük tesisler ya da endüstriyel tesislerde, su tüketimi ciddi boyutlara ulaşabilmekte olup **suyun verimli kullanılması ve geri dönüşümü** önem kazanmaktadır.
- **Geri dönüşüm sistemleri** kullanılarak suyun tekrar kullanılması sağlanabilir, bu da su tüketimini azaltabilir ve çevresel etkileri hafifletebilir.
- Katı hal (solid state) **piller geleneksel sıvı elektrolitler yerine kullanılarak** bataryaların daha güvenli, daha uzun ömürlü ve daha yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmasını sağlayabilmektedir.
- Katı hal bataryaları, elektrikli araçlar, taşınabilir elektronik cihazlar ve enerji depolama sistemleri gibi birçok uygulamada potansiyel olarak daha iyi bir **performans** sunabilmektedir.

Uzay ve Havacılık Teknolojileri

- Uzay konusundaki süregelen gelişmeler tehlikeyi de beraberinde getirmektedir. Bu tehlikelerden birisi uzaydaki uyduların ve araçların öngörülemeyen miktarda artması **uzay trafiğine** neden olabilmektedir. Bu trafiğe diplomatik olarak Dışişleri Bakanlığı hazırlıklı olmalıdır. Ayrıca olası uydu çarpışmalarına da hazırlıklı olunmalıdır.
- Uzaya olan erişim beraberinde **uzay atıklarını** getirmektedir. Uzayda olan bu yapay atıklar, eski uydular, roket parçaları gibi atıklar uzay çöplerini oluşturmaktadır. Bu atıklar mevcut ve gelecekteki uzay görevlerini tehlikeye atabilmektedir.
- Uzay atıkları uydu çarpışmalarına neden olabilmekte ve uluslararası uydu operasyonlarını olumsuz etkileyebilmektedir. **Uzay kirliliğini** temizlemek için ileriki dönemlerde bir sektör oluşturulup bu sorunlar çözüme kavuşturulabilir.
- Uzay araçlarının ve kullanılan materyallerin azaltılması, sürdürülebilir ve yenilenebilir malzemeler kullanılması söz konusudur. Bunun örneklerinden olan **küp uydu** tarzında düşük maliyetli uydular ve uzay araçları tasarlanmalıdır.
- **Türkiye** kalkınma ve sürdürülebilir dijital dönüşümü desteklemek adına bu tür projeleri desteklemeli, daha fazla **uzay projeleri üretmelidir**.

- **Uydu fırlatma** konularının ele alınması gerektiği değerlendirilmektedir. Fırlatma maliyetini azaltmak için yeniden kullanılabilir fırlatma araçları desteklenmelidir.
- Ülkemizde **küçük uydu gelişimi** artırılıp insan kaynağı ve etkisi artırılmalıdır.
- **Uzay aracı fırlatma**, uyduların yönetimi ve uzaya erişim konularının mobil hale geleceği öngörülebilir; bu nedenle ülke olarak bu yeniliğe hazırlıklı olunmalıdır. Uzay erişiminin mobil ortama aktarılmasında Türkiye'nin kendi platformunu oluşturmaya desteklenmelidir.
- İHA sistemlerinin gelişimi daha güvenli, daha verimli ve daha sürdürülebilir bir dünya için önemli bir adım olarak değerlendirilebilmektedir. Bu bağlamda **özerk (otonom) araçların** gelişimi desteklenmelidir. İnsan müdahalesi olmadan, kendi kendine hareket edebilen ve karar alabilen araçların **üretimi artırılmalıdır**.
- Bu tür gelişmelerin desteklenmesi sürecinde **mevzuatlar oluşturulması** adına yasama organları ve yetkili birimlere büyük ölçüde görev düşmektedir. Bu sistemlerin mevcut ve gelecekteki sistemlere entegrasyonu son derece önemlidir.
- İHA'ların karma (hibrit) olması, havada daha uzun süre kalabilmelerini ve daha uzun mesafelere seyahat edebilmelerini sağlayabilmektedir. **Hibrit İHA'lar**, genellikle elektrik motorlarıyla birlikte dahili bir yanma motoruna sahiptir. Bu sayede, elektrikle çalışan motorlar düşük hızlarda ve sessiz bir şekilde uçuş sağlarken, yanma motoru yüksek hızlarda ve uzun mesafelerde ek güç sağlayabilmektedir.

Savunma Teknolojileri

- Ulusal kalkınmada yeni nesil dijital teknolojiler kapsamında bir diğer önemli araç olan **İnsansız Hava Aracı (İHA-drone)** geliştirilmesinin artırılmasıdır. İHA sistemleri askeri ve **savunma** alanlarında keşif, gözetleme, hedef belirleme gibi bir çok önemli rolü üstlenebilmektedir.
- İnsansız Hava Araçları (İHA'lar), askeri operasyonlarda **personel güvenliğini** ve stratejik **bilgi toplama ve görev yönetme** kapasitesini artırabilmektedir.
- İHA teknolojisinin gelişmesi birçok **sivil alanda büyük ölçüde fayda** sağlayabilmekte; inşaat, tarım, madencilik, kargo teslimi, afet yardımı, haritalama gibi alanlarda etkin olabilmektedir.

- Yukarıda bahsedilen yeniliklerin ayrılmaz bir parçası olan **bulut hizmetleri geliştirilmeli** farklı bulut sistemleri oluşturulmalıdır. Türkiye kendi bulut sistemini oluşturmalı ya da güçlü bulut sistemi sağlayan ortaklıklar kurulmalıdır.

Sağlık Teknolojileri

Sağlık alanında sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak ve sayısal (dijital) gelişmeleri en uygun şekilde kullanmak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır.

Teknoloji Destekli İlaç Keşfi

Yapay zekâ, yeni ilaçların başarı olasılığını artırarak ve yeni ilaçların pazara sunulma süresini kısaltarak ilaç keşfini daha hızlı ve etkili hale getirmektedir. Yapay zekâ, sayısız senaryoyu analiz edip simüle ederek bilim insanlarının araştırma yapma şeklini değiştirmektedir.

Ayrıca, kuantum bilgisayarlar karmaşık hesaplama iş yükleri için gereken gelişmiş hesaplama gücünü sağlayabilmekte; aynı zamanda araştırma ve geliştirme için gereken süreyi de önemli ölçüde kısaltabilmektedir.

Algoritmaların ve yapay zekânın kullanımı, **DNA'daki küçük değişiklikleri anlamak ve bireyin geleceği hakkında doğru gen tabanlı tahminlerde bulunmak için uygulanabilmektedir. Bu teknoloji, DNA seviyesinde müdahalelere olanak tanıyarak bir gün hastalıkları ve virüslere karşı direnci yok etmeye** ya da Alzheimer gibi dejeneratif durumlara karşı koruma sağlamaya katkıda bulunabilecektir.

Yapay Zekâ (AI) ve kuantum hesaplama, ilaç keşfi alanında önemli bir dönüşüm potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler, yeni ilaçların geliştirilmesinde kullanılan karmaşık hesaplama işlemlerini hızlandırabilmekte ve daha etkili ilaç tasarımı sağlayabilmektedir.

Özellikle, kuantum hesaplama ve hibrit kuantum-klasik makine öğrenimi modelleri, ilaç keşfi süreçlerinde önemli bir ilerlemeyi olanaklı kılmaktadır. Bu modeller, biyolojik olarak aktif bileşiklerin veri tabanlarını kullanarak yeni ve yenilikçi kimyasal yapılar üretebilmektedir.

Ayrıca, bu teknolojilerin ilaç tasarımında kullanılması, özellikle yaşlanma ile mücadelede yeni ilaçlar ve malzemeler yaratılmasına da yardımcı olabilmektedir.

Tedavi Edici (Terapötik) Bilgisayar Oyunları

Hafif, orta dereceli zihinsel sağlık sorunlarını tedavi etmek amacıyla tasarlanmış video oyunları, yakın gelecekte yetkili kurumlar tarafından onay alabilir ve artan bir salgına karşı savaşmaya yardımcı olabilir.

İyileştirici (terapötik) faydalara sahip oyunlar yaratmaya odaklanmış bir video oyun yayıncısı olan DeepWell⁹³, sektörün önünü açmak için çalışmalar yapmaktadır. İlk oyunları hafif ila orta derecede depresyon, anksiyete ve hipertansiyonu tedavi etmek için tasarlanmıştır. DeepWell'in bu oyunun yanı sıra, diğer video oyun üreticilerinin **tıbbi iyileştirici oyun deneyimleri oluşturmalarına yardımcı olacak bir çerçeve geliştirmeyi ve bu çerçeve için ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onayını almayı hedeflediği belirtilmektedir.**

Terapötik video oyunları, depresyon ve anksiyete gibi hafif ila orta dereceli zihinsel sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılabilmektedir. Mevcut araştırmalar, bu tür oyunların düşük maliyetli, kolay erişilebilir, uluslararası olarak mevcut, etkili ve damgalanmaya karşı bir çözüm olarak mental sağlık sorunlarının hafifletilmesinde büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bu oyunlar, geleneksel terapötik tedavilere bir alternatif ya da ek olarak kullanılabilmektedir. Dünya çapında, depresyon ve anksiyete en yaygın görülen iki zihinsel sağlık bozukluğu olarak kabul edilmektedir. COVID-19 pandemisi sırasında artan mental sağlık sorunlarına karşı bu tür oyunların kullanımı önem kazanmıştır. Özellikle, pandemi dönemindeki sosyal izolasyon ve karantina uygulamaları nedeniyle artan psikolojik risk faktörlerine karşı video oyunlarının terapötik potansiyeli araştırılmaktadır.

Video oyunları ve zihinsel sağlık üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmalar, bu teknolojinin zihinsel sağlık sorunlarına karşı mücadelede etkili bir araç olabileceğini göstermektedir. Bu tür oyunların kullanımının gelecekte daha yaygın hale gelmesi ve zihinsel sağlık tedavilerine alternatif ya da tamamlayıcı bir yöntem olarak kabul edilmesi öngörülmektedir.

Saklama Amaçlı DNA Kullanımı

Sentezlenmiş **DNA, özellikle düşük enerji tüketimine, büyük veri hacmine ve uzun ömre önem verilen veri depolama uygulamaları için tercih edilen bir ortam haline gelebilecektir.** Verileri kodlamak ve saklamak için DNA kullanımı zaten teknik olarak

⁹³ <https://www.deepwelldtx.com/> (Mayıs, 2024)

mümkün ve laboratuvarlarda yapılmakta olup DNA ve benzer kimyasal polimerler gelecek 20 yıl içinde muhtemelen arşiv amaçları için kullanılacaktır. Giderek daha fazla birbirine bağlı bir dünyada, DNA, çoğu mevcut teknolojiden çok daha büyük bir depolama kapasitesi sunmaktadır.

Küresel DNA Veri Depolama pazarının, tahmin döneminde %17,0'lık bir bileşik yıllık büyüme oranıyla (CAGR) 2023'te 40,9 milyar ABD dolarından 2030'a kadar 1.343,33 milyar ABD dolarına çıkması beklenmektedir.⁹⁴ Kuzey Amerika, bu pazarda en yüksek paya sahip olan bölgedir. Pazar, uygulama, dağıtım, sentez, diziye alma teknolojisi, son kullanıcı ve bölgeye göre segmentlere ayrılmıştır. Arşiv veri depolama segmenti, 2027'nin sonuna kadar pazarda hakim olacak bir segment olarak öngörülmektedir.

Pazarda öne çıkan şirketler arasında 10X Genomics, DNA Script, Twist Bioscience Corporation, Codex DNA, Inc., Illumina, Inc., Evonetix, Helixworks Technologies ve Catalog Inc. gibi firmalar bulunmaktadır. Bu şirketler, DNA veri depolama alanında önemli ilerlemeler kaydederek, büyüme ve yenilikçi çözümler sunmaktadır.

Elektrolit Kullanmayan Superkapasitörler

Yeni tür esnek süperkapasitörler, geleneksel pillerde bulunan elektrolitleri ter ile değiştirerek, kişinin vücudundan enerji üretmesine olanak tanımaktadır. Glasgow Üniversitesi'ndeki mühendisler, bir süperkapasitörün sadece 20 mikrolitre kadar az sıvı ile tamamen şarj edilebilecek şekilde geliştirmişlerdir⁹⁵. Cihaz, polyester selülozlu kumaşın bir polimer tabakası ile kaplanmasıyla çalışmaktadır. Bu tabaka süperkapasitörün elektrodu görevi görmektedir. **Esnek yüzey, giyen kişinin terini emdikçe, terin içindeki pozitif ve negatif iyonlar polimerin yüzeyi ile etkileşime girmekte ve enerji üreten elektrokimyasal bir tepkime oluşturmaktadır.**

Basılı ve Esnek Elektronik Teknolojileri

Basılı ve esnek elektronik teknolojileri, elektroniğin hayatımızın birçok alanında neredeyse yaygın bir şekilde bulunmasını sağlayabilecek teknolojilerdir.

Sağlık sektöründe, olası uygulamalar arasında biyometrik parametrelerin sürekli izlenmesine ve internet bağlantısına olanak tanıyan **cilt yamaları (dövmeleri) bulunmaktadır.**

⁹⁴ <https://exactitudeconsultancy.com/reports/34547/dna-data-storage-market/> (Ağustos, 2024)

⁹⁵ https://www.gla.ac.uk/news/archiveofnews/2019/february/headline_637198_en.html (Ağustos, 2024)

Bu, uzaktan sağlık hizmetlerini daha verimli ve kolay hale getirmek için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Otomotiv endüstrisinde kullanımlar, ekran ve kontrol yüzeylerinin sayısını ve performansını artırmaktan, elektrikli araçlar için bir zorluk olan yüksek **verimli ısıtmaya** kadar çeşitlilik göstermektedir.

Binaların ısıtılması da yeni malzemeler ya da retrofit yoluyla umut vadeden bir uygulamadır. Ayrıca, iç mekandaki organik fotovoltaiik (OPV) aracılığıyla enerjiyi yakalayarak maliyeti azaltarak ve bu cihazları çalıştırarak, yapıli çevredeki IoT cihazlarının sayısını artırmak için kullanılabilir. Bazı OPV özmleri nadir toprak elementlerini kullanmama avantajına sahiptir.

Ayrıca, **ok düşük maliyetli basılı ve esnek elektronikleri akıllı ambalajlamaya entegre etmek**, tedarik zinciri ve lojistik süreçlerin daha iyi izlenmesine olanak tanıyabilmektedir.

Beyin-Bilgisayar Ara Yüzü Cihazları

VR başlıkları, kullanıcıların elektrik sinyallerini kaydedebilen beyin-bilgisayar arayüzü seçeneğini içerebilmektedir. Baş bantları ve bilek bantları, beyin-bilgisayar arayüzü kullanımı için tercih edilen seçeneklerdendir.

Beyin-Bilgisayar Arayüzü (BCI) teknolojisi, dünya çapında hızlı bir gelişme göstermektedir. Bu teknoloji, beyin aktivitelerini algılayarak bu sinyalleri bilgisayar komutlarına çevirmekte ve bu sayede kullanıcıların sadece düşünceleriyle makineleri ve cihazları kontrol etmelerine olanak tanımaktadır. BCI sistemleri, aktif, pasif ve reaktif olmak üzere farklı kategorilere ayrılmaktadır. Bu sistemler, beyin dalgalarının yanı sıra işlevsel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS), magnetoensefalografi (MEG), fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) gibi çeşitli sinyal toplama yöntemlerini de kullanmaktadır.

BCI teknolojisinin uygulamaları arasında, fiziksel engelli insanların bağımsız hareket edebilmelerini sağlamak, beyin sinyalleriyle kontrol edilen protezler ve rehabilitasyon süreçlerinde kullanım gibi alanlar bulunmaktadır.

Ayrıca, bu teknoloji, insanların beyin dalgalarıyla oyun oynamalarını, uyku düzenlerini izlemelerini ve hatta telepati iletişimi kurmalarını sağlayacak potansiyele sahiptir. Özellikle, tıbbi uygulamalarda BCI'nin başarısı, rahat ve kullanışlı sinyal toplama cihazları, sistem doğrulaması ve güvenilirliği gibi faktörlere bağlıdır.

Kesme ya da alet sokma yoluyla canlı vücuduna girmeyi içeren (invaziv) ve (kesme ya da alet sokma yoluyla) canlı vücuduna girmeyi içermeyen (non-invaziv) BCI sistemleri arasında, invaziv sistemler, sinyal gürültü oranı ve beyin aktivitesinin yerleştirilmesi açısından üstün performans sunmaktadır. Beyin-Bilgisayar Cihazları (BCI) alanında, Neuralink gibi şirketler ve diğer firmalar tarafından yapılan çalışmalar, bu teknolojinin gelişimini ve potansiyelini göstermektedir.

Neuralink: Elon Musk tarafından kurulan Neuralink, insan beyni ile yapay zekâ arasında bir simbiyoz oluşturmayı hedeflemektedir. Bu şirket, felç, hafıza kaybı, işitme kaybı, körlük ve diğer nörolojik problemleri olan kişilere yardımcı olmayı amaçlayan cihazlar geliştirmektedir. Neuralink'in projeleri, beyin hücrelerine doğrudan erişim sağlamak ve yapay zekâ kullanarak bu hücreleri manipüle etmek için beyne ince elektrot iplikleri yerleştirmeyi içermektedir. Şirket, 2016'dan bu yana toplamda 373 milyon dolarlık fonlama almıştır.

Diğer Önemli Şirketler: Beyin-Ara Yüzü teknolojileri üzerine çalışan diğer şirketler arasında Neurable, Emotiv, Kernel, NextMind, MELTIN MMI ve Bitbrain gibi firmalar bulunmaktadır.

Bu şirketlerin geliştirdiği cihazlar, insan beyninin aktivitesini takip ederek çeşitli uygulamalar için kullanılmaktadır. Örneğin, Neurable, duygusal durumu ölçen kognitif ölçüm araçları geliştirirken, Emotiv EEG tabanlı başlıklar üretmektedir. Kernel, beyin ölçüm sistemleri üzerinde çalışmaktadır, ve NextMind, beyin aktivitesini algılayarak kullanıcıların yalnızca düşünceleriyle nesneleri kontrol etmelerine olanak tanıyan bir cihaz geliştirmiştir. Bu alanın genel durumu, özellikle tıbbi ve kişisel kullanım alanlarında, potansiyel uygulamaların artması ve teknolojik gelişmelerle sürekli olarak büyüyen bir sektör olduğunu göstermektedir.

Xenobotlar

Xenobotlar, bilgisayar algoritmaları tarafından tasarlanan ve biyolojik hücreler kullanılarak inşa edilen yapay yaşam formlarıdır. Bu canlı robotlar dalgalanabilir, yüzebilir, yürüyebilir, birlikte çalışabilir ve kendiliğinden iyileşme kapasitesine sahiptirler. Küçük boyutları nedeniyle **insan vücudu içine enjekte edilebilir ve içinden geçebilirler ve bir gün hedeflenen ilaçları teslim etme yeteneğine** sahip olabilirler. 2021 yılında bilim insanları, xenobotların birçok yönünü geliştirmeyi başardılar, farklı şekillerde hareket edebilir ve daha uzun süre yaşayabilir duruma geldiler.

Xenobotlar, yaşayan programlanabilir organizmalar olarak önemli gelişmeler göstermektedir. Bu canlı robotlar üzerinde çalışmalar yapan Tufts Üniversitesi ve Vermont Üniversitesi'ndeki bilim insanları Afrika kurbağası *Xenopus Laevis*'in kök hücrelerinden bir Xenobot yaratabildiler ve bir dizi etkileyici özelliğe sahip olduğunu kanıtladılar.

Xenobotlar, yüzme, hareket etme ve hatta kendiliğinden iyileşme gibi yeteneklere sahip olduklarını kanıtladılar. Ayrıca, topluluk halinde çalışma ve bilgi kaydetme gibi özellikler de geliştirmişlerdir.

Yenilenen Xenobotlar 2.0 versiyonunda, kök hücrelerin kendiliğinden birleşerek bir vücut oluşturması ve hareket için kas hücrelerine ihtiyaç duymaması gibi ileri özellikler bulunmaktadır. Yenilikçi yapıları sayesinde bu robotlar, daha hızlı hareket edebiliyor, farklı ortamlarda hareketler yapabiliyor ve daha uzun ömürlü olabiliyorlar. Ayrıca, bu yeni nesil Xenobotlar, basit görevler gerçekleştirebilirken, gelecekte daha karmaşık görevler için optimize edilebilirler. Örneğin, mikropplastikleri okyanustan temizleme ya da topraktaki kirleticileri giderme gibi çevresel görevlerde kullanılmaları da hedeflenmektedir.

Xenobotlar, biyolojik robotlar olarak, kendilerini onarabilme ve yenileyebilme gibi doğal yaşam özelliklerine de sahiptir. Bu, metal ve plastik robotların zorlandığı bir alan olup, Xenobotların biyolojilerinde olan bir özelliktir. Biyolojik robotların hücreleri kimyasalları emebilir ve küçük fabrikalar gibi çalışarak kimyasalları ve proteinleri sentezleyebilmektedir. Xenobotlar ve onların halefleri, tek hücreli organizmalardan çok hücreli organizmalara geçişin ve biyolojik organizmalarda bilgi işleme, karar alma ve bilişin kökenlerinin anlaşılmasına dair önemli içgörüler sunabilmektedir.

Yapay Zekâ Teknolojileri

Yapay zekâ, bir bilgisayarın ya da bilgisayar kontrollü robotun, genellikle akıllı varlıklarla ilişkili görevleri yerine getirme yeteneğidir. Terim sıklıkla akıl yürütme, anlam keşfetme, genelleme ya da geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi insanlara özgü entelektüel süreçlerle donatılmış sistemler geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır.⁹⁶

Yapay Zekâ Sanatçıları, sanat ve müzik yaratma süreçlerine katkıda bulunan ve insan yaratıcılığına meydan okuyan yapay zekâ sistemleridir. Etkileşimli ve öğrenen yapay zekâ (AI)

⁹⁶ <https://cbddo.gov.tr/sss/yapay-zekâ/> (Ağustos, 2024)

sanatçıları, sanat ve müzik yaratma süreçlerine katkıda bulunarak, bu alanlarda insan yaratıcılığına yeni boyutlar getirmektedir.

Yapay zekâ, sanatçıların yaratıcı potansiyellerini genişletmelerine yardımcı olurken, aynı zamanda sanat ve bilim arasındaki sınırları bulanıklaştırmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalar, YZ'nın sadece sanat eserleri yaratma süreçlerine değil, aynı zamanda sanatın kendisi üzerine olan anlayışımıza da katkı sağladığını göstermektedir.

Stanford İnsan Odaklı YZ Enstitüsü'nde (Human-Centered AI Institute'de (HAI)) yapılan çalışmalar, YZ'nın insan sanatçıları destekleyerek, onların daha yaratıcı olmalarına yardımcı olabileceğini ve YZ'nın sanat dünyasında kendi başına bir yer edinebileceğini göstermektedir. DeepMusic⁹⁷ gibi girişimler, müzisyenler ve YZ mühendislerini bir araya getirerek, insan yeteneklerini aşan besteler yaratmayı amaçlamaktadır. Bu tür projeler, YZ'nın sanat eserlerinin oluşturulmasındaki rolünü yeniden tanımlıyor ve sanatın anlamını genişletiyor.

Önümüzdeki yıllarda, YZ sanatçılarının sanat dünyasında daha etkin bir rol oynaması ve sanatın anlamını, yaratılma sürecini ve sanat eserlerinin algılanma biçimlerini dönüştürmesi beklenmektedir. Ayrıca, YZ'nın sanat alanındaki varlığı, eserlerin yazarlığı, telif hakkı ve fikri mülkiyet gibi konular üzerine yeni tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Bu gelişmeler, sanat ve teknolojinin kesiştiği alanda yeni fırsatlar ve meydan okumalar yaratacaktır.

İnsan Benzeri Yapay Zekâ

Bilgisayar işlem gücü, ses ve görüntü tanıma, derin öğrenme ve diğer yazılım algoritmalarında büyük gelişmeler olacağı beklenmektedir. *GPT-4*⁹⁸, *Gemini*⁹⁹ gibi doğal dil işleme teknolojileri sürekli güncellenip geliştirilmektedir. Bu, yapay zekânın Turing Testi'ni¹⁰⁰ geçebileceği anlamına gelmektedir. Böylece, gerçek insanlarla anlamlı sohbetler yapabilen YZ tabanlı sanal asistanlar ortaya çıkabilecektir.

İnsan benzeri yapay zekâ, sağlık, finans, müşteri hizmetleri ve eğitim gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojiler, insan davranışlarını ve dillerini daha iyi taklit edebilir ve karmaşık görevleri yerine getirebilir hale gelecektir.

⁹⁷ <https://www.deepmusic.ai/> (Ağustos, 2024)

⁹⁸ <https://chatgpt.com/> (Ağustos, 2024)

⁹⁹ <https://gemini.google.com/app> (Ağustos, 2024)

¹⁰⁰ https://tr.wikipedia.org/wiki/Turing_testi (Ağustos, 2024)

Birleşmiş Milletler (UN), Avrupa Birliği (EU), Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) gibi uluslararası kuruluşlar, yapay zekâ etiği, düzenlemeleri ve kullanım alanları üzerine çalışmalar yapmaktadır. Bu kuruluşların, insan benzeri yapay zekânın sorumlu kullanımı ve etik yönetimi için çerçeveler geliştirmesi beklenmektedir. *EU AI Act*¹⁰¹ bu konuda yayınlanmış ilk yasa taslağıdır.

İnsan benzeri yapay zekânın daha ileri düzeyde bilişsel ve duygusal zekâyâ sahip olması, insan-makine etkileşimini daha doğal ve verimli hale getirecektir. Bu teknolojilerin, insanların günlük yaşamını ve çalışma şekillerini önemli ölçüde değiştirebileceği ve yeni etik, yasal ve toplumsal sorunları beraberinde getirebileceği öngörülmektedir.

Sosyal ve Etik Tabanlı Yapay Zekâ

Hızla büyüyen yapay zekâ teknolojisi, uygulamalarda ve popülerlikteki artışı, çalışanlar ve tüketiciler arasında direnç ve güvensizlik oluşturmuştur. Bu durum teknolojinin benimsenme hızını etkileyebileceği gibi, büyük şirketler ve hükümet organlarının teknolojiye yönelmeye başlamasıyla daha geniş toplumsal etkilere de sahip olabilecektir.

Kullanıcılar arasında güveni teşvik etmek için benimsenen stratejiler, veri şeffaflığı (kullanıcıların hangi verilerin ve neden toplandığını anlamalarına olanak tanır ve hangi verileri sağlamaya istekli olduklarına karar vermelerine yardımcı olur), algoritma açıklanabilirliği (kararların nasıl alındığı konusunda şeffaf ve anlaşılabilir açıklamalar, kullanıcılara ve çalışanlara yönelik, yapay zekâ talimatlarına karşı direnci azaltmak için) ve yapay zekâ güvenilirliği (doğruluk için bir çıta belirlemeye yardımcı olur, böylece yapay zekâ kurumsal iş aleti olarak kabul edilmiş standartları karşılayabilir).

İşletmeler için, işletmelerin %73'ü yapay zekâyı başarı için kritik görse de, %41'i yapay zekâ araçlarının etik sorunlarından endişeli ve %47'sinde liderler şeffaflık konusunda endişeleri olduğunu belirtmektedir.

Hükümetler için, yapay zekâ sistemlerinde açıklanabilirlik düzenlemeler geliştirmek ve adaleti değerlendirmek için önemlidir. Güney Kore gibi bazı hükümetler, kamu hizmetlerine erişimi artırmak ve basitleştirmek için yapay zekâ destekli sanal evren (metaverse) platformları

¹⁰¹ <https://artificialintelligenceact.eu/> (Ağustos, 2024)

başlatmıştır. Ancak, toplumsal güveni ve güvenilirliği dikkatli bir şekilde yönetmeleri gerektiği değerlendirilmektedir.

Büyük Eylem Modeli (LAM) Yeteneğine Sahip Cihazlar

"Large Action Model" teriminin Türkçe karşılığı olarak "Büyük Eylem Modeli" ya da "Geniş Eylem Alanı Modeli" ifadeleri kullanılmaktadır. Bu tür modeller, özellikle oyun teorisi, robotik, otomatik kontrol sistemleri ve karmaşık sistemlerin simülasyonu gibi alanlarda kullanılmaktadır. Yapay zekâ tarafından yönetilen bu modeller, çok sayıda potansiyel eylem ve sonucu hesaba katmak zorunda kaldıklarında, hangi eylemlerin en iyi sonucu vereceğini belirlemeye çalışmaktadır.

"Large Action Model" terimi, genellikle yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanında kullanılan bir kavramdır. Bu terim, büyük ve karmaşık eylem alanlarına sahip ortamlarda, yapay zekânın ya da algoritmaların nasıl etkili bir şekilde karar verebileceğini ve eylemde bulunabileceğini inceleyen modelleri ifade etmektedir. Bu modeller, yapay zekânın daha karmaşık karar verme mekanizmalarını ve stratejilerini simüle edebilmektedir.

Rabbit R1, bir YZ destekli el cihazı olarak pazarda yerini almıştır. Bu cihaz, 2.88 inçlik bir dokunmatik ekran, MediaTek Helio P35 işlemci ve 4 GB RAM ile donatılmıştır. Rabbit R1, özel olarak geliştirilmiş Rabbit OS işletim sistemini kullanır ve gelişmiş bir YZ asistanı içermektedir. Cihaz, kullanıcıların çeşitli uygulamalarla etkileşimini kolaylaştıran ve geleneksel komutlara dayalı YZ asistanlarından daha gelişmiş öğrenme ve uygulama yetenekleri sunan "Large Action Model" (LAM) YZ'ya sahiptir. Wi-Fi ve Bluetooth bağlantısı gibi özellikler sunan Rabbit R1, özellikle günlük dijital görevlerde ve hızlı iletişim ihtiyaçlarında kullanıcıların hayatını kolaylaştırma potansiyeline sahiptir.

*Humane AI Pin*¹⁰², 2023 yılında piyasaya sürülen bir yapay zekâ destekli giyilebilir cihazdır. Bu cihaz, bir kullanıcının gömleğine ya da bluzuna mıknatıslarla takılabilen, 13 megapiksel kamera ile donatılmış ve etkileşimli bir kullanıcı arayüzünü kullanıcının avucuna projekte edebilen bir tasarıma sahiptir. *Humane AI Pin*, OpenAI'nin GPT-4 modeli tarafından desteklenen Large Action Model (LAM) YZ özelliklerine sahip olup, dil çevirisi, sesli mesajlaşma ve toplantı özetleri gibi YZ destekli görevleri yerine getirebilmektedir. Cihaz,

¹⁰² <https://humane.com/> (Ağustos, 2024)

ayrıca, gelişmiş bir dokunmatik yüzey ve jest kontrolüne de sahiptir. Bu özellikleri ile *Humane AI Pin*, akıllı telefonlara olan bağımlılığı azaltmayı amaçlamaktadır.

Bu tarz cihazların gelecekte artması, bilgisayar ve cep telefonu kullanımını değiştirmesi, cihaz üretimi ve uygulama geliştirme alanlarında farklı fırsatları yaratılabileceği öngörülmektedir.

Yapay zekâ ayrıca,

- Farklı sanat dallarında ve video üretiminde;
- Robotların basınç hassasiyeti ve motor becerilerindeki duyarlılığın algılanmasında;
- Nesne tanımlama ve nesnelerin belirli bölgelerini ayırmada da

kullanılabilmektedir.

İnsan Benzeri Yapay Zekâ. İnsan duyguları ve bilinçaltıyla ilgili yapay zekâ çalışmaları, yapay zekânın insanlaştırılması yerine insani problemlerin çözüm hızının artırılması gerektiği değerlendirilmektedir.

İnsanın tembelliğini özümseyen robotlar gibi, yapay zekânın da bazı insani özellikleri benimsemesi ve bu özellikleri işlevsel hale getirmesi tartışılmaktadır.

Ahlaki konulara ilişkin eğitim verileri ve algoritmalarındaki kararların etik boyutlarının ele alınması beklenmektedir.

ANI, AGI ve ASI Yapay Zekâ Modelleri. Dar Yapay Zekâ (ANI), Genel Yapay Zekâ (AGI) ve Süper Yapay Zekâ (ASI) modelleri yapay Zekânın evrimine dair önemli basamaklardır. ANI belirli görevlerde uzmanlaşmışken, AGI insan seviyesinde genel yeteneklere sahip olacaktır. ASI ise insan Zekâsını aşan yeteneklere sahip olacak ve bilimin sınırlarını zorlayacaktır.

Sosyal ve Etik Tabanlı Yapay Zekâ, sosyoloji ve psikoloji uzmanlarının katkısıyla geliştirilen yapay zekâ modellerinin, toplum bilimine daha uygun ve duyarlı hale getirilebileceği üzerinde durulmaktadır. Ancak, yapay zekâ uygulamalarında, örneğin *Gemini*'ın örnek *Suçlu Profili* oluşturması gibi, algoritmalarından kaynaklı önyargılarının önemli bir sorun oluşturduğu değerlendirilmektedir.

Yapay zekâ tarafından üretilen sonuçların tarafsızlık iddiasının sorgulanmasıyla birlikte, insan ne kadar etikse, yapay zekânın da o kadar etik olabileceği vurgulanmaktadır. Bu nedenle,

yapay zekânın eğitiminde verilerin ve sınıflandırma modellerinin etik değerlere uygun şekilde düzenlenmesinin gerekliliği üzerinde durulmaktadır.

Yapay zekânın, insan davranışlarını ve toplumsal normları yansıtan bir ayna görevi görebileceği de tartışılan konular arasındadır. Ancak, yapay zekânın başarılı ve etik sonuçlar ürettiğini nasıl algılayacağımızın belirsiz olduğu, özellikle *ChatGPT* gibi yapay zekâ modellerinin, anlamsal (semantic) saldırılar ve duygusal etkilemelere (manipülasyonlara) karşı savunmasız olabileceği konusu da unutulmamalıdır.

Bu nedenle, yapay zekâdan beklenmeyen etik ve ahlaki yanıtları almamızın önemli olduğu ve bu tür sorunların çözümünde matematiksel değil, anlayış ve sezgisel bir yaklaşımın gerekliliği üzerinde durulmaktadır.

Büyük Eylem Modeli (LAM) Yeteneğine Sahip Cihazlar konusundaki tartışmalarda, eylem (action) modellerinin temelde metinle ifade edilen modelleri bir fonksiyon çağırarak ifade ettiği ve sonuçları ürettiği belirtilmiştir. Bu modeller, doğrudan bir dil girdisi yerine sıralı aksiyonlarla girdi çıktılarını kullanarak sonuca ulaşabilmektedir. Yapay Zekânın geniş ve karmaşık eylem alanlarında daha etkin ve doğru kararlar almasını sağlayacaktır. Bu modeller, çok sayıda değişkeni ve olasılığı değerlendirerek, en uygun eylem planlarını belirleyecektir.

Üretken Yapay Zekâ ve Büyük Dil Modelleri (LLM), insan benzeri üretme kabiliyetleri ile içerik oluşturma, müşteri hizmetleri ve dil çevirisi gibi birçok alanda devrim yaratacaktır. Bu modeller, büyük veri setlerinden öğrenerek dil anlama ve üretme yeteneklerini sürekli geliştirecektir.

Pekiştirmeli Öğrenme (Reinforcement Learning): Yapay Zekânın karmaşık problemleri çözme ve stratejik karar alma yeteneklerini geliştirecektir. Bu öğrenme yöntemi, otonom araçlar, oyunlar ve robotik gibi alanlarda büyük ilerlemeler sağlayacaktır.

Endüstriyel üretimde, özellikle, **robot** kollarının eksen kabiliyetlerinin artırılması ve ince motor becerilerinin geliştirilmesi gibi konuların önemi vurgulanmaktadır.

Kuantum Teknolojileri

Kuantum (nicem) ve ilişkili teknolojier değerdendirilmektedir.

Bir Milyon Kubitli Kuantum Bilgisayarlar

IBM ve Google başta olmak üzere 1 milyon kubit kapasiteli kuantum bilgisayarların hayata geçirilebilmesi yönündeki çalışmalar devam ediyor¹⁰³. Bu, optimizasyon problemlerinin çözümünün, makine öğrenimi algoritmalarının eğitilmesi ve doğanın alt atomik seviyelerinin daha iyi anlaşılması gibi alanlarda devrim yaratacağı değerdendirilmektedir. Kuantum bilgisayarlar, özellikle ilaç geliştirme, iklim değışikliğini anlama, karmaşık kodları çözmeye ve malzeme bilimindeki zorlukları aşmada büyük potansiyele sahip olacaktır.

Ekonomik olarak, kuantum bilgisayarların, finans, güvenlik ve bilim gibi alanlarda oyun değıştirici olacağı öngörülmektedir. Bu güçlü bilgisayarlar, büyük veri setleri ile çalışabilecek ve çok daha geniş frekans aralıklarında işlem yapabilecektir. Bu durum onları çeşitli algoritmalar ve görevler için ideal kılacaktır. Örneğin, finansal piyasaların daha verimli hale gelmesi ve yeni finansal ürünlerin geliştirilmesi olanaklı olacaktır.

Sosyal ve meslekler açısından, kuantum bilgisayarlar yeni kariyer yolları açabilecek ve mevcut mesleklerin doğasını değıştirebilecektir. Özellikle, kuantum algoritmalarını anlamak ve kullanmak için gerekli olan beceriler talep görecektir.

Bunun yanı sıra, güvenlik endişeleri ve kuantum bilgisayarların geleneksel şifreleme yöntemlerini kırma potansiyeli, siber güvenlik alanında yeni zorlukları ve fırsatları ortaya çıkaracaktır.

Kuantum bilgisayarların yaygınlaşması için hala üstesinden gelinmesi gereken bazı teknik zorluklar bulunmaktadır. Örneğin, bu bilgisayarların performansı ve güvenliği konusunda bazı belirsizlikler bulunmaktadır. Ayrıca, kuantum bilgisayarları kullanmak için gerekli yazılım ve altyapının geliştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, bu engellerin zamanla ancak hızlı bir şekilde aşılabileceği düşünülmektedir.

¹⁰³ <https://blog.architech.com/blog/2903/bir-islemciye-bir-milyon-islem-kuantum-bilgisayarlar/>
(Ağustos, 2024)

Kuantum bilgisayarların gelişimi ve yaygınlaşması, gelecek on yıllarda ekonomi, toplum ve meslekler üzerinde derin etkiler yaratacaktır. Bu nedenle bu alanda devam eden yenilikçilik (inovasyon) ve gelişmeler dikkatle takip edilmelidir.

Kuantum Hesaplama ile Güvenli İletişim Ağları

Kuantum bilgisayarlar kuramsal olarak müdahaleye dayanıklı iletişim sağlamaktadır. Kuantum iletişimi, müdahaleyi ve izleme girişimlerini tespit eden iletişim ağları oluşturmak için kuantum mekaniğı prensiplerini kullanan donanım tabanlı bir çözümdür. **Bu güvenli iletişim seviyesine ulaşmanın birkaç tekniğı arasında kuantum anahtar dağıtımı (QKD) bulunur, bu teknolojiye taraflar optik ağlar üzerinden veri iletmek için son derece güvenli şifreleme anahtarları değıştirirler.** QKD teknolojisi tam anlamıyla olgunlaşmamış olmasına rağmen, birkaç kuantum iletişim ağı ya da geliştirme aşamasında olan ağı mevcuttur.

Kuantum iletişimin ve özellikle Kuantum Anahtar Dağıtımı'nın (QKD), güvenli iletişim teknolojileri alanında önemli gelişmelere neden olacağı değeriendirilmektedir. QKD, kuantum mekaniğı prensiplerini kullanarak, herhangi bir dinleme girişiminin hemen fark edileceğı son derece güvenli bir iletişim sağlayabilmektedir. şu anda, QKD teknolojisi optik fiberler aracılığıyla yüzlerce kilometreye kadar olan mesafelerde iletişim için kullanılmaktadır. Ancak halâ kayıplar yaşanabilmektedir.

Diğer bir yaygın QKD teknolojisi ise, uydu ve yer istasyonları arasında binlerce kilometre seviyesinde iletişim sağlayan serbest uzay kullanımına dayanmaktadır.

Çin, 2016'da dünyanın ilk kuantum iletişim uydusu olan QUESS'i¹⁰⁴ (Mozi/Micius) fırlatarak, 2.600 km uzaklıktaki iki yer istasyonu arasında QKD başarısını elde etmiştir. 2017'de Beijing ve Shanghai arasında 2.000 km'den uzun bir optik fiber ağı tamamlanarak QKD için kullanılmıştır. Bu ağı, Çin'deki 150'den fazla endüstriyel kullanıcıya hizmet vermekte ve bankalardan, belediye enerji şebekelerine ve e-devlet web sitelerine kadar geniş bir kullanıcı kitlesine sahiptir.

Avrupa Birliğı ise, “Nostradamus” adı verilen bir konsorsiyumu, Avrupa üreticilerinin QKD cihazlarını değeriendirecek bir test altyapısı oluşturmak üzere görevlendirmiştir. Bu girişim, Avrupa'nın kritik altyapısını daha güvenli hale getirmek için kuantum teknolojisine dayalı pan-Avrupa iletişim ağı EuroQCI'nin uygulanmasının yolunu açmıştır. AB'nin gelecek

¹⁰⁴ <https://www.pathfinderdigital.com/quantum-experiments-at-space-scale-quess> (Ağustos, 2024)

şifreli uydu ağı IRIS², hükümetlerin iletişim hizmetleri ve ağ kritik altyapıları için hizmet sağlayacak ve 2027'de tam operasyona geçmesi planlanmaktadır.

Bu gelişmeler, kuantum iletişim teknolojisinin gelecekte geniş çaplı pratik uygulamalar için kullanılabileceğini göstermektedir. Ulusal kuantum ağlarının birleştirilmesi ve ilgili protokoller, donanım için standartların oluşturulması konusunda üniversitelerin, kurumların ve şirketlerin işbirliği yapmasıyla küresel bir kuantum iletişim ağı kurulabileceğini göstermektedir.

Kuantum Algılayıcılar

Kuantum algılayıcılar, birçok alanda uygulanabilmektedir. Otomotiv endüstrisinde ivme ölçerler otonom araçların navigasyonunun doğruluğunu artırmak için kullanılabilmektedir.

Biyomedikal alanda, manyetometreler manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) tarayıcılarını geliştirebilmektedir.

Kuantum gravitometreler deprem ve volkan patlamalarının sismografik tahminlerinde, yeraltı doğal kaynaklarını keşfetmek ya da mühendislik ve inşaat amaçları için zemin ve toprak koşullarını değerlendirmek için kullanılabilmektedir.

Son derece hassas saatler, finans piyasalarını denetlemek ve akıllı enerji şebekelerini yönetmek için kullanılabilmektedir.

Kuantum algılayıcıların küresel durumu ve gelişimi, bu alandaki yenilikçilik (inovasyon) ve teknolojik ilerlemenin hızlı olduğunu göstermektedir. Bu algılayıcılar, zaman, frekans, hızlanma, sıcaklık, rotasyon ve manyetik ve elektrik alanları gibi çeşitli ölçümlerde olağanüstü hassasiyet ve doğruluk sunabilmektedirler. Kuantum algılayıcıların ikinci yenilikçilik (inovasyon) dalgası, taşınabilir cihazlar üretmeyi ve yeni ölçüm kullanım durumları yaratmayı hedeflemektedir. Bu, özellikle savunma ve havacılık, sağlık hizmetleri, elektronik ve jeoloji/enerji gibi alanlarda dönüştürücü etkiler yaratabilecektir.

Kuantum algılayıcıların 2033 yılına kadar 850.6 milyon dolarlık bir büyüklüğe ulaşması beklenmektedir. Kuantum algılayıcıların artan kullanımı, yapay zekâ (AI) ve kuantum teknolojilerinin gelişmesiyle yakından ilişkilidir. Bu teknoloji, sağlık hizmetleri, çevre izleme, telekomünikasyon gibi çeşitli uygulama alanlarına genişleyerek, sahip olduğu yüksek hassasiyet sayesinde yeni olanaklar sunabilecektir.

Kuantum Görüntüleme

Kuantum görüntüleme çok düşük ışık koşullarında, yoğun atmosferik türbülansa, bulut örtüsü ya da yangınlar nedeniyle oluşan duman gibi zorlu koşullarda nesnelerin tespit edilmesine olanak tanıyabilmektedir. Bu görüntüleme, görünür bir ışık ve radyo frekansı radyasyonunu algılayarak çalışmaktadır.

Bu teknolojinin özellikle savunma ve güvenlik, sağlık ve tıp alanlarında önemli uygulamalara sahip olabileceği değerlendirilmektedir. Örneğin, kuantum lidar teknolojisi, hassas 3B haritalar oluşturmak ve mesafe ölçümlerini iyileştirmek için kullanılabilirken, kuantum radar teknolojisi, nesnelerin daha yüksek çözünürlükle tespit edilmesine ve gizli ya da hızla hareket eden hedeflerin tespitine yardımcı olabilecek olanaklar sunabilecektir.

Çin, kuantum haberleşme teknolojilerini geliştirmek için Micius uydusu programı gibi projeleri kullanmakta ve ABD, savunma ve güvenlik alanlarında kuantum görüntüleme teknolojilerini geliştirmeye odaklanmaktadır. Bu teknolojilerin ilerleyen yıllarda daha da yaygınlaşması ve çeşitli endüstrilerde kullanılması beklenmektedir.

Yazılım ve Diğer Teknolojiler

Yazılım ve diğer teknolojiler alanında sürdürülebilir ulusal kalkınmayı sağlamak ve sayısal (dijital) gelişmeleri en uygun şekilde ele almak amacıyla değerlendirmeler yapılmıştır.

Az kodlu ve kodlamasız (Low-code ve no-code) yazılım geliştirme sürecindeki kolaylıkların yazılım ekiplerinin doğasını değiştireceği değerlendirilmektedir. Mevcut kodlayıcıları hazır yapı bloklarını birleştiren kişilere dönüştürürken, yazılım geliştirme ile ilişkilendirilen geliştirme süresini, pazara çıkma süresini ve giderlerini azaltabilecektir.

Ayrıca kodlamayı sıradan bireylerin yapabileceği bir noktaya taşıyabilecektir. Böylece **yeni bir yazılım girişimcisi nesline yol açılabilir**. Şu anda yapay zekâ, büyük veri ve API tabanlı mikro hizmetler gibi teknolojiler, az kodlu ve kod olmayan platformlarda kullanılmaktadır. Ancak, karmaşık ya da yüksek özelleştirme gereken ürünler ya da özellikler için yüksek beceriye sahip yazılım mühendisleri ve kodlama personelinin halâ gerekli olduğu belirtilmektedir.

8K Sanal Gerçeklik Başlıkları

Mevcut VR (Sanal Gerçeklik) cihazlarının çözünürlükleri çeşitlilik göstermektedir. Yaygın olarak kullanılan çözünürlükler 1080p (Full HD), 1440p (Quad HD) ve 4K'dır. 1080p çözünürlük, birçok VR başlığı için standart olarak kabul edilmektedir.

Yakın gelecekte, VR cihazlarının 8K çözünürlüğe sahip olması hedeflenmektedir. Bu çözünürlük, sıfır görünür pikselasyon sağlayarak etkileyici bir detay ve gerçekçilik sunabilecektir.

8K VR başlıklarının gelişimi, daha gerçekçi ve sarmalayıcı bir sanal gerçeklik deneyimi sunma potansiyeline sahiptir. Bu teknolojinin, sanal ve artırılmış gerçeklikteki deneyimleri daha da zenginleştirilmesi ve bu alanlarda yeni uygulamaların geliştirilmesini teşvik etmesi beklenmektedir. Ancak, bu teknolojinin yaygınlaşması için donanım maliyetlerinin düşürülmesi, yazılım ve içerik geliştirilmesi ve kullanıcı deneyimini iyileştiren yeniliklerin devam etmesi gerekmektedir.

8K çözünürlüklü sanal gerçeklik (VR) gözlüklerini üreten bir ülke, bu teknolojinin getirdiği yenilikçilik ve teknolojik liderlik sayesinde önemli ekonomik faydalar elde edebilecektir. Bu ürün, küresel pazarda rekabet avantajı sağlayarak ihracat gelirlerini artıracak ve AR-VR endüstrisi başta olmak üzere ilgili sektörlerde yeni iş olanakları yaratabilecektir; böylece ekonomik büyümeyi de teşvik edecektir.

Yüksek teknoloji bu ürün, hem yerli hem de yabancı yatırımcıları çekebilecek, çeşitli endüstriyel uygulamalar için yeni kapılar açabilecek ve ülkenin genel Ar-Ge kapasitesini güçlendirebilecektir. Ayrıca, bu teknoloji eğitim, sağlık, mühendislik ve eğlence gibi alanlarda kullanılarak yeni iş modelleri ve hizmetlerin geliştirilmesine de olanak tanıyabilecektir. Bu geniş etki yelpazesinin ülkenin genel teknoloji becerilerini ve ekonomik kalkınmasını olumlu yönde etkileyeceği tahmin edilmektedir.

Ambiyans Bilişim

Ambiyans bilişim (**Ambient Computing**) - *internet of things* (IoT), *internet of the body* (IoB), artırılmış gerçeklik (AR) ve 5G gibi giderek artan teknolojinin birleşmesini ifade eden genel bir terimdir. Bu yakınsama, **neredeyse fiziksel dünya ortamında daha fazla kontrol, özelleştirme ve otomasyon sağlayacaktır. Hem gerçek dünyayı hem de dijital dünyayı deneyimlemenin gelişmiş yollarını yaratacaktır.** Ambiyans bilişim, önümüzdeki on yıllarda

muhtemelen norm haline gelecek ve bizi bilgisayarlar ve cep telefonları ekranlarının ötesinde bir dünya ile etkileşime sokacaktır. Bu yeni tür etkileşimin bazı özellikleri daha az kullanıcı deneyimiyle (geliştirilmiş ve hafif), proaktif ve sezgisel modellerle (her zaman yanınızda bir kişisel asistanınızın olması gibi) ve artırılmış gerçeklik merkezliliğiyle (dijital öğelerle fiziksel deneyimi sürekli olarak artırma) karakterize edilecektir. Dijital dünya ile gerçeklik arasındaki açık kapanacaktır.

Sanal Dünya ve Ambiyans Bilişimin toplumsal kabul edilebilirliği, gelişmiş donanımın sunduğu daha zengin bir sarmalayıcı deneyimle artacaktır. Algılama, dokunsal (haptik), ekran ve optik teknolojilerindeki ilerlemeler, artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) cihazlarının yaygınlaşmasını sağlayacaktır. **Tüm gün takabileceğimiz hafif ve rahat cihazlar (gözlük ya da sadece lens) AR ve VR kullanmanın daha doğal bir deneyimine olanak sağlayacaktır. Bununla birlikte, daha sarmalayıcı bir deneyim için mikroLED ekranlar (yüksek çözünürlüklü bir kontak lens içine sığacak şekilde); birleştirici optikler (şeffaf bir lens üzerine yansıtılan görüntülerin birleştirilmesi); göz takip teknolojisi (ekranları iyileştiren ve hatta görüntüleri doğrudan retinaya yansıtmak için kullanılabilen) ve haptik cihazlar (dokunma geri bildirimi ile fiziksel dünya ile sanal etkileşimi iyileştiren) gibi diğer aşamalı ilerlemelere ihtiyaç vardır.**

Duyusal İnternet (Sensory Internet)

Geleneksel internet deneyimini genişleterek, dokunma, koku ve tat gibi ekstra duyu deneyimleri dijital ortama taşıyan teknolojilerdir. Örneğin, internet üzerinden bir tat ya da koku hissi paylaşmak mümkün olabilecektir.

Duyusal (Sensory) internet teknolojisi, sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojilerinin ötesine geçerek, uzaktan hissedilen deneyimler yaratmayı amaçlamaktadır. Örneğin, bir kullanıcı, Duyusal (Sensory) İnternet aracılığıyla uzaktan bir nesneye dokunabilecek ve o nesnenin dokusunu hissedebilecek ya da bir yemek tarifinin kokusunu alabilecektir.

Duyusal İnternet'in potansiyel uygulamaları arasında yer alması beklenen deneyimler şunlardır:

- Eğitim ve Öğretim alanında öğrencilere daha etkileşimli ve gerçekçi öğrenme deneyimleri sunmak;

- Sağlık Hizmetleri alanında hekimlerin hastaları uzaktan muayene etmesi ya da cerrahi simülasyonlar yapmak;
- Perakende ve Pazarlama alanında ürünleri sanal olarak deneyimleme ve test etmek;
- Eğlence ve Sosyal Medya alanında daha zengin ve etkileşimli sanal deneyimler yaratmak.

Kendi Kendine Öğrenen Akıllı Binalar

Evdeki cihazların, sakinlerinin alışkanlıklarını öğrenerek enerji verimliliğini, güvenliği ve konforu otomatik olarak optimize eden sistemlerdir. Önümüzdeki yıllarda, etkileşimli ve kendi kendine öğrenen akıllı binaların daha da gelişmesi ve yaygınlaşması beklenmektedir. Bu binalar sakinlerin, içinde yaşayanların ihtiyaçlarına daha iyi yanıt vermek, enerji tüketimini optimize etmek ve günlük yaşamı kolaylaştırmak için daha gelişmiş yapay zekâ ve makine öğrenimi teknolojilerini entegre edecektir. Bununla birlikte, bu teknolojilerin etik, gizlilik ve güvenlikle ilgili sorunları da beraberinde getireceği ve bu konularda düzenleyici çerçevelerin geliştirilmesi gerekeceği unutulmamalıdır.

Akıllı Tarım ve Ürün Yönetimi

Nesnelerin İnterneti aracılığıyla bağlı sensörlerden gelen veriler, akıllı arazi ve ürün yönetimine, doğru gübre ve su kullanımına katkı sağlayarak karbon emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Tarım sektörü, sera gazı emisyonları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir; diğer yandan, iklim değişikliğinin bir kurbanıdır ve dünya açısından beslenme için son derece önemlidir. Bu nedenle tarım sektöründeki kaynakların ve girdilerin etkili kullanımına doğrudan etki eden programlar ve çözümler, uzun vadeli sürdürülebilirliği teşvik etmek için kilit öneme sahiptir.

Toprak ihtiyaçları ve durumu hakkında gerçek zamanlı, doğru bilgi toplayan sensörler, su gibi doğal kaynakların, tohum ve gübre gibi tarım girdilerinin ve hasat, budama ve diğer yönetim uygulamaları gibi işçiliklerin daha etkili, verimli ve israf etmeyen kullanımlarını sağlayabilecektir.

2024-2030 döneminde yıllık %12.3'lük bir bileşik yıllık büyüme oranı (CAGR) ile büyümeye devam etmesi beklenmektedir. Asya Pasifik bölgesi de akıllı tarım uygulamalarının benimsenmesinde artan bir büyüme göstermektedir. Örneğin, Japonya'da tarım bakanlığı

tarafından hassas tarımın geliştirilmesi için fon sağlanmaktadır. Dünya Bankası, iklim akıllı tarım (CSA) yaklaşımını destekleyerek, tarım, gıda, su ve toprak gibi anahtar geçişlerin iklim kriziyle mücadelede önemli olduğunu belirtmektedir.

Akıllı tarım alanındaki öncü şirketler arasında Ag Leader Technology, AGCO Corporation, AgJunction, Inc., AgEagle Aerial Systems Inc., Autonomous Solutions, Inc. gibi firmalar yer almakta ve bu şirketler, akıllı seralar, otomasyon ve kontrol sistemleri, LED büyüme ışıkları, RFID etiketleri ve okuyucuları, algılama cihazları gibi teknolojileri geliştirmektedir. Bu teknolojilerin kullanımı, özellikle verimliliği artırma, kaynak kullanımını optimize etme ve çevreye duyarlı tarım uygulamaları gibi alanlarda önemli faydalar sunmaktadır.

Akıllı tarım ve akıllı ürün yönetimi teknolojileri, tarım sektöründe sürdürülebilirlik ve verimlilik artışı sağlayacak şekilde hızla gelişmektedir. Bu teknolojiler, küresel gıda güvenliği ve çevre koruma hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynayabilecektir.

Yumuşak, Esnek Robotlar

Biyolojik sistemlere dayalı olarak kısmen ya da tamamen esnek malzemelerden yapılmış robotlar, özel görevleri yerine getirerek devrim yaratabilir. **Yumuşak robotlar, arama kurtarma operasyonlarında, hassas cihazların tamirinde ve özel maddelerle çalışmada ve sağlık alanı dahil birçok alanda kullanılabilir.**

Ana avantajları, zorlu çevrelerde kullanılırken esneklik ve uyum sağlama yetenekleridir. Tasarım alternatifleri arasında X şeklinde paletli robotlar, tırtıllı yumuşak robotlar, balık ve vatoz benzeri robotlar ve el benzeri yapılar bulunmaktadır. Son zamanlarda, sağlık uygulamalarında yeni ilerlemeler kaydedilmiştir. Northwestern ve George Washington üniversitelerindeki araştırmacılar, vücut tarafından beş ila yedi hafta içinde emilen bir cihaz da geliştirmiştir.

Yumuşak robotik alanındaki global gelişmeler hızla ilerlemektedir. 2024 yılında yumuşak robotik pazarının 1.49 milyar USD'lik bir büyüklüğe ulaşması ve 2029'a kadar 6.53 milyar USD'ye yükselerek %34.45'lik bir bileşik yıllık büyüme oranı (CAGR) göstermesi beklenmektedir. Yumuşak robotlar, insan-makine etkileşimi, keşif, manipülasyon, tıbbi ve cerrahi uygulamalar, rehabilitasyon ve giyilebilir robotlar gibi çeşitli alanlarda kullanımının

artacağı tahmin edilmektedir. Bu teknoloji, özellikle Kuzey Amerika'da büyük bir pazar payına sahipken, Asya Pasifik bölgesi en hızlı büyüyen bölge olarak öne çıkmaktadır.

Yumuşak robotlar, insan dokularıyla uyumlu malzemelerden yapıldıkları için tıbbi uygulamalarda, özellikle de minimal invaziv cerrahide büyük potansiyel taşımaktadırlar. Yumuşak robotik cihazlar, kalp hastalıklarının tedavisinde ya da bir organın taklit edilmesinde ya da damar hastalıkları gibi koşullarda yardımcı olabilmektedir. Bu teknolojinin gelişimi, çeşitli endüstriyel ve tıbbi uygulamalarda insan güvenliğini artırmak amacıyla sürdürülebilir bir büyüme göstermektedir.

Mikromobilite

COVID-19'un evde kalma kurallarına rağmen, mikromobilite türleri (bisiklet ve elektrikli scooter paylaşımı ile yolculuk paylaşımı) kullanımı pandemi öncesi seviyelere geri dönmüş ya da hatta bunları aşmıştır. İnsanlar, pandemi nedeniyle artan özel araç kullanımından vazgeçmeye başladıkça ve iklim değişikliği farkındalığı artmaya devam ettikçe, bu kullanım yukarı doğru bir eğri izlemeye devam edebilecektir ve karbon emisyonlarını azaltmaya ve vatandaşların aktif zamanını artırmaya katkı sağlama potansiyeline sahip olacaktır. Ancak bu ulaşım türleri ile ilişkili şehir sorunlarını azaltan yeni çözümlere de ulaşılmalıdır; 2023 başlarında Paris, e-scooter'ların kamuya rahatsızlık vermesi ve kaza potansiyeli nedeniyle yasaklandığı ilk şehir olmuştur.

Mikromobilite'nin devam eden büyümesini ve faydalarını teşvik etmek amacıyla, bırakma (drop-off) noktaları, şarj, maksimum hız ve trafikle bütünleşme ile ilgili yeni donanım ve uygulama çözümleri, düzenleyicilerle birlikte şirketler tarafından oluşturulmalı ve tasarlanmalıdır.

Mikromobilite, kentsel ulaşım alanında artan bir eğilim olarak kendini göstermekte olup bu eğilimin önümüzdeki yıllarda daha da büyümesi beklenmektedir. Mikromobilite pazarının büyüklüğü, 2022'de 66.4 milyar USD olarak değerlendirilmiş ve 2023 ile 2032 arasında %13'ün üzerinde bir CAGR ile büyüyeceği tahmin edilmektedir. Asya-Pasifik bölgesi, 2022'de gelir payının %70'ini oluşturarak mikromobilite pazarının en büyük bölgesel payına sahip olup 2032'ye kadar 66.4 milyar USD'ye ulaşması beklenmektedir. Bu büyüme, özellikle Çin ve Hindistan gibi büyük kentsel nüfusa sahip ülkelerde önemli fırsatlar sunuyor.

EK-4 : GELECEK KUŞAKLARIN GÖZÜNDEN YENİ NESİL TEKNOLOJİLER

Görüşlerini paylaşan Atılım Üniversitesi öğrencilerinden *Aysena Yeşilöz, Batuhan Durucakoğlu, Berkin Koca, Bora Yılmaz, Burhan Keleş, Can Yazıcı, Canberk Ergün, Ceren Tarım, Çağhan Demirci, Defne Aydın, Deniz Yünsel, Eda Feriha Kodolbaş, Emine Nida Öner, Emre Ertuğ, Eray Bedir, Erkan Özcanoğlu, Erol Emre Akyıldız, Ferit Berkay Kuzucu, Furkan Babuccu, Gamze Güner, Hazar Kağan Elbeyli, Irmak Kılınç, İlke Yılmaz, Melihşah Yıldız, Melis Topçu, Muhlis Erdem Yıldız, Nejan Elber Keskin, Nursena Çakan, Saime İpek İşçelebi, Sevim Kaftelen, Şükrü Tolga Kara ve Tolga Uğur*'a bir kez daha teşekkür ederiz.

Teknoloji	Alan	Öneri
3B e-Üretim	Üretim	3D Yazıcı Teknolojilerinde İlerleme: Gelişmiş 3D yazıcılar, daha karmaşık ve çeşitli malzemelerle nesnelerin üretilmesine olanak tanır. 3D Yazıcılar ile Yerinde Üretim: - Katmanlı üretim olarak da bilinen 3D baskı, dijital tasarımlara dayalı olarak birbirini takip eden malzeme katmanlarının biriktirilmesi yoluyla üç boyutlu nesnelerin oluşturulmasını sağlar. Sürdürülebilirlik perspektifinden bakıldığında, 3D yazıcılarla yerel üretim, daha az malzeme atığı, daha düşük nakliye emisyonları ve merkezi olmayan üretim yetenekleri dahil olmak üzere çok sayıda avantaj sunar. Şirketler malları yerel olarak üreterek büyük fabrikalar ve uzun mesafeli nakliye gibi geleneksel seri üretim yöntemleriyle ilişkili çevresel ayak izini en aza indirebilir. Ayrıca 3D baskı, ürün tasarımlarının özelleştirilmesine ve optimize edilmesine olanak tanıyarak kaynak verimliliğini ve ürün dayanıklılığını daha da artırır. 3 Boyutlu Metal Baskı (3D Metal Printing) • 3D metal baskı, karmaşık parçaların üretimini kolaylaştırırken malzeme israfını minimuma indirebilir. • Bu da imalat sektöründe sürdürülebilirlik ve verimlilik sağlar
5G/6G	İletişim	5G ve 6G Haberleşme Teknolojileri: Ultra hızlı internet bağlantısı sağlayan 5G'nin evrilerek, daha gelişmiş iletişim özelliklerine sahip 6G teknolojisinin benimsenmesi.
Akıllı Şehirler	Yaşam	Akıllı Şehirler: Akıllı Şehir ile amaçlanan, şehrin mevcut ve gelecek beklenti ve problemlerini şehrin tüm mekânlarında ve sistemlerinde tetikleyici güç hâline getirmek, fiziksel, sosyal ve dijital planlamayı birlikte ele alabilmek, ortaya çıkan zorlukları sistematik, çevik ve sürdürülebilir bir şekilde öngörmek, tanımlamak ve karşılamak, şehir içindeki organizasyonel yapılar arası etkileşimi sağlayarak bütünleşik hizmet sunumu ve yenilik üretme potansiyelini ortaya çıkarmaktır. [3] [3] https://www.akillisehirler.gov.tr/akilli-sehir-nedir/
Batarya / Pil	Çevre	Havacılıkta Elektrifikasyon ve Hibrit Teknolojiler: - Havacılıkta elektrifikasyon ve hibrit teknolojiler, karbon emisyonlarını azaltmak ve hava yolculuğunun sürdürülebilirliğini iyileştirmek için elektrikli tahrik sistemlerinin ve hibrit güç aktarma organlarının kullanılmasını içerir. Bataryalar ya da yakıt hücreleri ile çalışan elektrikli uçaklar, geleneksel jet motorlarına daha temiz bir alternatif sunarak sera gazı emisyonlarını ve gürültü kirliliğini önemli ölçüde azaltır. Benzer şekilde, hibrit uçaklar geleneksel içten yanmalı motorları elektrikli tahrik sistemleriyle birleştirerek daha verimli yakıt tüketimi ve daha az

		çevresel etki sağlar. Havacılık endüstrisi, elektrifikasyon ve hibridizasyona yatırım yaparak, güvenlik ve güvenilirlik standartlarını korurken daha çevreci ulaşım çözümlerine doğru ilerleyebilir.
	Enerji	Hibrit Elektrik Araçlarında İleri Batarya Teknolojileri - İleri batarya teknolojileri, hibrit araçların menzilini artırabilir ve daha çevreci bir ulaşım seçeneği sunabilir. - Elektrikli araçların pillerinin geri dönüşümü hala tam olarak yapılamadığı için Hibrit araçların kullanımının yaygınlaşması daha çevre dostu olacaktır.
Bilişim	Bilişim	Terabaytlık internet hızlarının normalleşmesi (5G'den 6G'den geçişin sağlanması) Isı Destekli Manyetik Kayıt Teknolojisi (HAMR) ile aşırı fazla kapasiteye sahip depolama disklerinin geliştirilmesi
	Çevre	Bulut Bilişim (Cloud Computing): Bulut bilişim, modern dünyadaki veri depolama ve işleme ihtiyaçlarını karşılamak için hayati bir rol oynuyor. Geleneksel veri merkezlerine kıyasla, bulut bilişim çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir seçenek sunuyor. Büyük ölçekli veri merkezlerinin ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlamak için kullanılan fosil yakıtların yerine, bulut bilişimde genellikle yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilir. Ayrıca, bulut bilişim sayesinde, birçok işletme ve kuruluş kendi veri merkezlerini yönetmek yerine, hizmet sağlayıcılardan altyapıyı kiralar. Bu da enerji ve kaynak kullanımını optimize eder, donanım gereksinimlerini azaltır ve verimliliği artırır. Dijital dönüşüm ve yeşil inovasyon Dijital İkizler ve Simülasyon Teknolojileri: Şehirlerin, fabrikaların ve ekosistemlerin sanal modellerini oluşturarak, sürdürülebilirlik açısından önemli kararların önceden simüle edilmesi ve optimize edilmesi mümkün olabilir. Bu teknolojiler, çevresel etkileri azaltmak ve kaynak kullanımını iyileştirmek için stratejik planlamada kullanılabilir. Sıfır Atık Alışveriş Merkezleri: Alışveriş merkezlerinde sıfır atık politikaları uygulanarak, plastik kullanımı azaltılır ve geri dönüşüm teşvik edilerek daha verimli bir doğa oluşturabiliriz. Ayrıca, müşterilere kendi ambalajlarını getirmeleri ve ürünleri dolum istasyonlarından alabilmeleri gibi seçenekler sunarak onların bu konuda desteklerini alabiliriz.
Bilişim	Eğitim	Holographic Display Technologies: Explanation: Holographic display integrates real-world and digital content, offering innovative experiences in education, entertainment, and more. • Microsoft HoloLens: https://www.microsoft.com/en-us/hololens • Magic Leap: https://www.magicleap.com/
	Enerji	Green Data Centers and Cybersecurity: Green data centers' cybersecurity infrastructure can operate using hardware and software optimized for energy efficiency and environmental sustainability, thus reducing the environmental impact of cybersecurity operations. • <u>References:</u> o M. Gupta et al., "Energy Efficiency in Data Centers: A Survey," 2010 International Conference on Advances in Computing, Control, and Telecommunication Technologies, 2010. o M. Poess et al., "Greening IT: How Green Is My Cloud?" ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review, vol. 37, no. 4, pp. 46-51, 2010.

	Sağlık	Beyin-Bilgisayar Arayüzleri (BCI): Beyin-bilgisayar arayüzleri, beynin sinyallerini doğrudan bir bilgisayara ya da başka bir cihaza aktarmayı sağlayan cihazlardır. Düşünce gücüyle cihazları kontrol etmek ve engelli insanların işlevlerini geri kazanmak gibi birçok uygulamaya sahiptir. (Shih, Krusienski, & Wolpaw, 2012) // Ref: 1. Shih JJ, Krusienski DJ, Wolpaw JR. Brain-computer interfaces in medicine. Mayo Clin Proc. 2012 Mar;87(3):268-79. doi: 10.1016/j.mayocp.2011.12.008. Epub 2012 Feb 10. PMID: 22325364; PMCID: PMC3497935 Biyo-teknoloji ve Genetik Düzenleme: Genetik düzenleme teknolojileri, hastalıkların tedavisi, genetik modifikasyonlar ve biyolojik iyileştirmeler için kullanılabilir.
Biyometri	Yaşam	Toplu Taşıma Sistemlerinde Biyometrik Ödeme Sistemleri: Toplu taşıma araçlarını kullanırken kullanılan kart sistemleri yerine, parmak izi ve yüz tanıma gibi biyometrik sistemleri kullanarak oluşturulan bir sistemle ödemelerin kolaylaşması, masrafsızlaştırılması ve hızlandırılması hedeflenmektedir
Biyotaklit	Otonom	Teknoloji ve Biomimikri (Biyotaklit) ortak işbirliği ile beraber doğadan esinlenerek üretilen robot ve otonom sistemler gelişecektir ve böylece daha dayanıklı , esnek, işlevsel, sürdürülebilir ürünler ortaya çıkacaktır.
Biyoteknoloji	Çevre	Dinamik Atık Yönetim Sistemleri: Akıllı sensörler ve veri analitiği kullanarak, atık toplama ve geri dönüşüm süreçlerini optimize eden dinamik atık yönetim sistemleri gelecek için güzel bir fikir olabilir. Bu sistemler, atık miktarını azaltırken geri dönüşüm oranlarını artırarak doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur. Biyo-bilgisayarlar: Biyo-bilgisayarlar, biyolojik sistemlerle entegre edilmiş bilgisayar cihazlarıdır. Bu teknoloji, biyolojik sistemlerin potansiyelini kullanarak sürdürülebilirlik problemlerini çözmek için yeni ve yenilikçi yaklaşımlar sağlayabilir. Biyoçeşitlilik İzleme ve Koruma Araçları: Orman yangınları, kaçak avcılık gibi tehditlere karşı, yapay zekâ ve uzaktan algılama teknolojileri destekli erken uyarı sistemi. Deniz Kirliliği Yutucu Robotlar: Deniz yüzeyinde yüzen robotlar, deniz kirliliği tespit edip emebilen özel filtrelerle donatılır ve bu robotlar, denizlerdeki plastik ve diğer atıkları toplarken, bir yandan da deniz suyunu arıtarak deniz yaşamını korur. Böylece hem denizdeki canlılar için hem de insanların sağlığı için etkili bir yöntem elde edilmiş olur.
	Enerji	Bio-Computing: Bio-Computing: https://en.wikipedia.org/wiki/Biocomputing Bio-computing manipulates biological processes to provide computing and data processing capabilities, potentially revolutionizing areas like health, environment, and energy.
Biyoteknoloji	Sağlık	Biyoteknoloji: Gen düzenleme ve sentetik biyoloji, özelleştirilmiş ilaçlar ve gen terapileri gibi devrim niteliğindeki bbi tedavileri mümkün kılabilir. Ayrıca, daha verimli ve sürdürülebilir tarım yöntemleri geliştirebilir.

	Tarım	Biyoteknoloji ve Genomik Düzenleme: Biyoteknoloji ve genomik düzenleme, tarım ve tıp alanlarında devrim niteliğinde değişikliklere yol açıyor. Tarımın sürdürülebilirliği açısından, bu teknolojiler bitki ve hayvan yetiştiriciliğinde önemli avantajlar sunuyor. Genomik düzenleme sayesinde, bitki ve hayvan türlerinin genetik yapısı belirli özellikler açısından optimize edilebilir. Bu da daha dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi, verimliliğin artırılması ve zararlılara karşı dirençli çeşitlerin geliştirilmesi anlamına gelir. Dijital Çiftlik Yönetimi: Tarım sektöründeki verimi arttırmak ve sürdürülebilir üretim sağlamak için kullanılan çiftlik yönetim sistemleri. Biyoteknoloji ve Tarım İnovasyonları: Biyoteknoloji, tarım sektöründe sürdürülebilir ve verimli üretim sağlamak adına genetik mühendislik ve organik tarım gibi alanlarda kullanılabilir. Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı, biyoteknoloji uygulamaları ve sürdürülebilir tarım politikaları üzerinde çalışmaktadır. Biyoteknoloji ve Genetik Mühendislik: Biyoteknoloji ve genetik mühendislik, organizmaların genetik yapısını değiştirerek istenilen özellikleri kazandırmayı sağlar. Bu teknolojiler, tarımda daha verimli bitkilerin ve biyoyakıtların üretilmesine olanak tanır. <u>Kaynak:</u> McKinsey Global Institute, "Artificial intelligence: Implications for China"
Blokzincir	Çevre	Blokzincir Teknolojisi: Şeffaf ve güvenilir bir şekilde sürdürülebilir kaynak kullanımını izlemek, yeşil enerji üretimini ve tüketimini takip etmek ve sürdürülebilir tedarik zincirleri oluşturmak için kullanılabilir. Ayrıca, karbon kredisi ticareti ve çevresel sürdürülebilirlik projelerinde fon toplama gibi alanlarda da kullanımı mümkündür.
	Enerji	Blokzincir Teknolojisi: Blokzinciri, merkezi olmayan bir veri tabanı teknolojisidir ve dijital varlıkların güvenli bir şekilde saklanması ve transfer edilmesini sağlar. Bu teknoloji, tedarik zinciri yönetimi ve karbon ayak izi izleme gibi alanlarda kullanılabilir. <u>Kaynak:</u> International Renewable Energy Agency (IRENA), "Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series" Blokzincir Tabanlı Yeşil Enerji Ticareti: Kaynaklar: World Economic Forum raporları, IEEE makaleleri. Blockchain, yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi arasındaki doğrudan ticareti kolaylaştırarak enerji piyasalarını daha şeffaf ve verimli hale getirebilir, bu da yeşil enerji kullanımını teşvik edebilir.
	Finans	Fiziksel para ve bankacılık ortadan kalkacak: Fiziksel para ve bankacılığın yerini dijital para ve bankacılık alacaktır. Bu sayede banka binaları daha inovatif bir şekle girerek gerekli personel ve mimari alanda azalma yaşayacaktır. Personel azalımının diğer sektörlerdeki personel ihtiyacını kapatacak miktarda olmasıyla ve hatta açılan mimari bölgelerle birlikte başka ve yeni sektörlerin desteği yapılarak sürdürülebilir bir kalkınma sağlanabilir. https://www.aa.com.tr/tr/analiz/paranın-gelecegi-merkez-bankasi-dijital-parasi/2735997 Blockchain-Based Data Security and Tracking Systems: • Blockchain Technology Explained: https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp • Ethereum: https://ethereum.org/en/

		Blockchain ensures secure data storage and tracking, providing reliability and transparency in various fields from financial transactions to healthcare records. Kripto Para Birimleri ve Merkeziyetsiz Finans (DeFi): Kripto para birimleri ve DeFi, finansal hizmetlere erişimi artırarak ekonomik kalkınmaya katkıda bulunabilir ve geleneksel finansal engelleri aşabilir. Kripto Para: Şu an için, sundukları sürdürülebilir çözümlerden ziyade, fiyat odaklı gündeme geliyor ama 2030'a kadar kripto altyapısıyla bir sürü çözüm bulunabilecek.
	İletişim	Blokzincir ve Şeffaflık: Blokzincir teknolojisi, tedarik zinciri yönetiminde şeffaflığı artırabilir ve etik kaynak kullanımını destekleyebilir. Vodafone, blokzincir tabanlı çözümleri ile tedarik zinciri yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında projeler geliştirmektedir. Kaynak: World Wildlife Fund (WWF), "Blockchain: Transformative Solutions for Climate Action"
	Sağlık	Blockchain Blockchain teknolojisi, sürdürülebilir kalkınmada kritik bir role sahip olan dijital teknolojiler arasında yer alır. Güvenilirlik, şeffaflık ve izlenebilirlik sağlayarak, sürdürülebilir tedarik zincirleri oluşturmak için kullanılabilir. Bu teknoloji, kaynakların daha etkin bir şekilde yönetilmesine ve sürdürülebilirliğe katkı sağlar. Örneğin, gıda, ilaç ve diğer ürünlerin tedarik zincirlerinde blockchain kullanılabilir. Bu sayede ürünlerin kökeni, üretim süreci ve taşıma aşamaları tam olarak izlenebilir, dolayısıyla kaynakların etkili bir şekilde kullanılması sağlanır ve çevresel etkiler azaltılır.
	Tedarik	Blockchain Technology: Blockchain is utilized to improve supply chains and resource management by providing transparency, security, and traceability. • References: o "Blockchain Technology for Sustainability" (Swan, 2015) o "Blockchain: A New Architecture for Digital Sustainability" (Leprat et al., 2020)
	Ticaret	Blokzincir ve Dağıtık Defter Teknolojileri: Blokzincir, güvenli veri paylaşımı ve kayıt süreçleriyle şeffaflığı artırarak işbirlikçi ve adil ticaretin temelini oluşturabilir.
Büyük Veri	Çevre	Büyük Veri Büyük veri, çevre ve toplumun anlaşılmasında önemli bir araçtır. Veriye dayalı kararlar alarak, kaynakların daha verimli kullanılmasına yardımcı olur ve çevresel ve sosyal etkilerin azaltılmasına katkı sağlar.
	Yaşam	Büyük Veri ve IoT Tabanlı Akıllı Şehirler: Büyük Veri ve Nesnelerin İnterneti (IoT) entegrasyonu ile akıllı şehirler, ulaşım, enerji yönetimi ve çevre izleme gibi alanlarda sürdürülebilirliği artırabilir ve kentsel yaşamı iyileştirebilir. Kaynaklar: Deloitte raporları, şehir yönetimi teknolojileri konferansları.
Çip / Yonga	Sağlık	Deri altına yerleştirilen, hayvanlar ve insanlar için sağlık taraması yaparak bir sağlık sorunu olduğunda tespit eden ve uyarı veren bir çip.
Depolama	Enerji	Yenilenebilir Enerji Depolama Teknolojileri: Kaynaklar: BloombergNEF raporları, enerji depolama konferansları.
Dijital Teknoloji	Genel	Conclusion: Identifying new generation digital technologies for sustainable development and effectively utilizing these technologies can support Turkey's progress in the information technology sector and contribute to environmental sustainability. The technologies listed in this report can play a significant role in Turkey's digital transformation beyond 2030 and contribute to sustainable development goals.

Elektrik	Ulaşım	Gelişmiş otonom , bağlantılı, elektrikli ve paylaşımlı araçlar
Enerji	Bilişim	Gelişmiş teknolojiyle ortaya çıkan yeni enerji kaynakları ve elementlerle süper bilgisayarlar taşınabilir , küçük boyutlara ulaşabilir. Süper bilgisayarlardaki elektrik tüketimi oldukça azalabilir , soğutma sorunları azalabilir ayrıca bu taşınabilir süper bilgisayarlar tüm insanlar için erişilebilir hale gelebilir.Böylece belirli araştırmacılar ve uzmanlar yerine tüm insanlık bunu kullanabilir küresel bir kaynak haline gelebilir.(Bilgisayar evrimine benzer bir durum). Böylelikle teknolojik çalışmalara tüm insanlık ortak olacağı için takip edilemez derecede hızlı ve inanılmaz boyutta gelişmeler söz konusu olabilir. Fakat bu durum dünyada şu sorunları ortaya çıkarabilir, süper bilgisayarlar ile verilerin kötüye kullanımı, siber saldırıların hız kazanması, kullanılan bu teknoloji ile kimyasal , biyolojik silahların artması tarzında felaketleri doğurabilir.
	Çevre	Gelişen teknolojiyle beraber okyanusların gizemi azalabilir, burada yeni elemanlar, kimyasal ve biyolojik keşifler yapılabilir. Böylece insanlığın enerji kaynaklarına karşı anlayışı değişebilir. Günümüzde değerli kılınan elementler (altın, gümüş, krom, bor vb.) değerini yitirebilir yerini daha verimli, etki alanı geniş, yeni enerji kaynakları oluşturan elementlere bırakır. Yeşil Enerji Teknolojileri: Gelişmiş enerji depolama sistemleri, güneş enerjisi panellerindeki inovasyonlar ve akıllı şebeke çözümleri, Türkiye'nin enerji sektöründe sürdürülebilirliği destekleyebilir. Vodafone, yenilenebilir enerji projeleri ve enerji verimliliği çözümleri ile ilgili bilgi sunan bir kaynaktır. Energy Storage and Conservation Technologies: Energy storage and conservation technologies are pivotal for a sustainable future, facilitating the efficient utilization of resources, reduction of waste, and integration of renewable energy sources. By storing excess energy from renewables like solar and wind, storage systems ensure a consistent supply, cutting down on fossil fuel reliance and curbing carbon emissions. They also enhance grid stability, offering backup power during outages and supporting overall reliability. Conservation technologies, such as energy-efficient appliances and smart systems, reduce energy demand in buildings, transportation, and industries, leading to cost savings and lower utility bills. These innovations not only promote a greener, more resilient energy infrastructure but also drive ongoing advancements in the field, fostering a transition towards a cleaner and more sustainable future. Source: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/energy-conservation-through-energy-storage Yenilenebilir Enerji Teknolojileri: Güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu iyileştiren dijital teknolojiler, enerji sistemlerinin daha sürdürülebilir ve esnek hale gelmesini sağlayabilir. Enerji depolama teknolojileri ve akıllı şebeke çözümleri bu kategoride değerlendirilebilir. Akıllı Şehir Teknolojileri: Şehirlerin sürdürülebilirliği, modern teknolojinin entegrasyonu ile büyük ölçüde artırılabilir. Akıllı şehir teknolojileri, ulaşım, enerji yönetimi ve atık yönetimi gibi alanlarda çevre dostu ve sürdürülebilir çözümler sunarak şehirlerin yaşanabilirliğini artırır. Örneğin, akıllı trafik yönetimi sistemleri, trafik sıkışıklığını azaltarak hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarını düşürmeye yardımcı olur. Akıllı enerji yönetimi sistemleri, enerji tüketimini optimize ederek kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlar. Aynı şekilde, akıllı atık yönetimi sistemleri, geri dönüşüm oranlarını artırarak çevreye verilen zararı azaltır.

		Green Construction Technologies: Green construction technologies are vital for a sustainable future by promoting energy efficiency, reducing resource consumption, and improving indoor air quality. These technologies include energy-efficient HVAC systems, sustainable building materials, such as recycled steel and bamboo, and features like green roofs. They lower carbon emissions, cut utility costs, and create healthier indoor environments. By incorporating renewable energy sources like solar panels, green construction reduces reliance on fossil fuels. These practices ensure long-term environmental benefits, making buildings more eco-friendly, efficient, and healthy for occupants and communities. Source: https://www.upperinc.com/guides/green-technology-construction/ https://www.intellis.io/blog/what-is-green-building-technology-plus-the-top-5-technologies-transforming-facility-management-right-now
Gen	Sağlık	Gen düzenleme ve tedaviler (CRISPR örnek verilebilir)
Görüntü	Sağlık	Holografik görüntüleme teknolojileri (iletişim ve eğlence alanlarında yeni bir boyut kazandırabilir)
	Yaşam	Trafik Yoğunluk Sistemi: Trafik ışıklarına eklenecek kamera sistemiyle, gerekli durumlarda ışıklarda bekleyen araç yoğunluğuna bakarak yeşil ya da kırmızı ışık sürelerini kısaltıp uzatacak bir sistem. Bu şekilde trafik akışının optimize edilmesi hedeflenmektedir. Holografik Ekranlar ve Arayüzler: Gerçek dünyada nesneleri ve bilgileri holografik olarak görüntüleyen gelişmiş ekran teknolojileri.
Güneş	Enerji	Güneş Enerjisi Kullanımını Yaygınlaştırmak • Güneş Enerjili Sulama Sistemleri • Güneş Enerjili Ev ve Bina Çatıları • Güneş Enerjili Taşıtlar ve Şarj İstasyonları • Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri
IOT	Bilişim	Uç Bilişim: IoT'nin (Nesnelerin İnternetinin) yaygınlaşması ve bulut servislerinin başarısı, verilerin ağıncı ucunda işlenmesini gerektiren yeni bir bilgi işlem paradigması olan Uç Bilişim'in ufkunu açmıştır. Uç (Edge) Bilişim, yanıt süresi gereksinimi, pil ömrü kısıtlaması, bant genişliği maliyet tasarrufu, veri güvenliği ve gizliliği gibi problemleri ortadan kaldırma potansiyeline sahiptir. Bu teknoloji sayesinde bulutta daha az işlem yapmayı ve bu işlemleri kullanıcıların bilgisayarlarına ya da uç sunucu gibi yerlere aktarımını hedefliyor. (Enerji Verimliliği, Azaltılmış Karbon Ayak İzi) Kaynakça: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7488250 Davranışların İnterneti (IoB): Halihazırda yaygın olarak kullanılan IoT'nin (Nesnelerin İnternetinin) bir uzantısı olan bu teknoloji, izleme ve tanımlama teknolojileri, kablolu ve kablosuz sensor ağları vb. Kullanılarak toplanan verilerin analizi yoluyla tüketicilerin davranış eğilimlerini analiz etmek ve etkilemek için kullanılmaktadır. IoT'lerden alınan veriler IoB paradigmaları için devasa veri tabanları oluştururlar. Örneğin, IoT cihazlar IoB cihazlar ile ortak çalışarak sizin eve geç kaldığınız gün ya da erken geldiğiniz günün sabahında kaçta kalktığınızı ve evden kaçta çıktığınızı tahmin edebilmek aracınızın ısınmasını ya da kahvenizin sertlik derecesine kadar günlük rutinlerinizi davranışsal iyileştirme için ayarlayabilir. (Sürdürülebilir Tüketim Alışkanlıkları, Sosyal Sorumluluk ve Katılım) Kaynakça: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9702450

	Çevre	Enerji verimliliği teknolojileri (IoT cihazları, enerji verimliliğini artırmak için kullanılan akıllı sensörler) Akıllı Şehir Altyapıları: IoT (Internet of Things) ve sensörlerle desteklenen akıllı şehir projeleri. Bu projeler sayesinde enerji, su ve ulaşım gibi altyapı sistemleri daha verimli ve sürdürülebilir yönetilmesi. Nesnelerin İnterneti (IoT): IoT, internete bağlı olan ve birbirleriyle iletişim kurabilen cihazların oluşturduğu bir ağdır. Bu teknoloji, akıllı şehirlerde enerji, su ve atık yönetimini optimize etmek için kullanılabilir. Kaynak: World Economic Forum, "Harnessing the Fourth Industrial Revolution for the Earth" Akıllı Şehir Teknolojileri: IoT (Nesnelerin İnterneti) ve büyük veri analitiği gibi teknolojileri kullanarak, enerji ve su verimliliği, trafik yönetimi, çevresel izleme ve atık yönetimi gibi alanlarda sürdürülebilir şehirlerin geliştirilmesini sağlayabilir, yakıt, enerji ve su tüketimini önemli bir derecede azaltarak çevremize yardımcı olabiliriz. Internet of Things (IoT): Akıllı şehirlerin geliştirilmesi, enerji ve su kullanımının verimli yönetimi, ve çevresel izleme için hayati öneme sahiptir. IoT cihazları, gerçek zamanlı veri toplayarak sürdürülebilir yaşam alanları yaratma ve doğal kaynakların korunmasına yardımcı olabilir. CCS teknolojileri (karbondioksit yakalama ve depolama teknolojileri sayesinde sera gazı emisyonları azalabilir. Internet of Things (IoT) and Smart Cities: • IoT For All: https://www.iotforall.com/ • Smart Cities Council: https://smartcitiescouncil.com/ Explanation: IoT enables the creation of smarter and more efficient cities, improving areas such as traffic management, energy efficiency, and public health. Nesnelerin interneti tabanlı (IOT) Atık Yönetimi • IOT cihazları, atık yönetim süreçlerini izlemek ve optimize etmek için kullanılabilir. • Sensörler aracılığıyla atık seviyeleri ve türleri takip edilerek, geri dönüşüm süreçleri ve atık toplama verimliliği artırılabilir. • Sokaklarda gezerek yere atılan çöp ve benzeri türündeki atıkları toplayarak geri dönüşüm kutularına ayrıştırarak dökülebilir. Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Akıllı Şehirler: IoT, şehir planlamasında ve yönetiminde kullanılarak enerji tasarrufu, trafik yönetimi ve atık azaltımı gibi sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada etkili olabilir. BTK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu) ve Vodafone gibi kuruluşlar, IoT tabanlı akıllı şehir çözümleri üzerinde çalışmaktadır. Kaynak: United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA),
	Ekonomi	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti - IoT) DAHİN, Arş Gör Fatma. "COVID-19 SONRASI DÖNEMDE DİJİTAL EKONOMİDEKİ GELİŞMELERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA STRATEJİLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ." Ekonomide Güncel Sorunlara Politik, Teorik ve Uygulamalı Yaklaşımlar (2023): sayfa:55

	Enerji	Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları: - Nesnelerin İnterneti, gündelik nesnelerin internete bağlanarak veri gönderip almalarını sağlar. Sürdürülebilir kalkınma bağlamında, IoT uygulamaları kaynak kullanımını optimize etmek ve enerji verimliliğini artırmak için kullanılabilir. Örneğin, IoT cihazları ve sensör ağları binalardaki, endüstrilerdeki ve şehirlerdeki enerji tüketimini izleyebilir. Paydaşlar bu verileri analiz ederek iyileştirme alanlarını belirleyebilir ve israfı azaltmak ve enerji tasarrufu sağlamak için stratejiler uygulayabilir. Buna ek olarak, IoT özellikli akıllı şebekeler talep modellerine göre enerji dağıtımını dinamik olarak ayarlayabilir, bu da daha verimli enerji kullanımı ve daha az çevresel etki ile sonuçlanabilir.
	Tarım	Internet of Things (IoT): IoT is used to provide optimized functionality in environmental monitoring, energy efficiency, agriculture, and industrial processes. • References: - o "Internet of Things for Sustainable Development" (Shrouf et al., 2014) - o "IoT Solutions for Sustainable Smart Cities" (Bibri et al., 2019)
	Yaşam	Süreç otomasyonu ve sanallaştırma (IIoT): 2025 yılına kadar mevcut iş süreçlerinin yaklaşık yarısında Endüstriyel Internet of Things (IIoT) kullanılacak. Robotlar, RPI (Pobot), 3D baskı, yapay zekâ, artırılmış/ karma/sanal gerçeklik ve blockchain kullanımı süreçleri sanallaştıracak. İnsanların, makinelerin ve yapay Zekânın entegrasyonu demek olan Endüstri 5.0'a zıplanacak. [1] [1] https://www.dunya.com/kose-yazisi/gelecek-10-yili-2030lari-sekillendirecek-5-teknoloji/695929
İletişim	Bilişim	6. Nesil Mobil Telekomünikasyon Hizmeti: 5G teknolojisi henüz daha yaygınlaşmamışken, 6. Nesil Mobil Telekomünikasyon Hizmeti araştırmaları başlamış durumda. 6G sistem gereksinimlerini ve teknolojilerini şekillendirecek yeni temaların ortaya çıkması muhtemeldir. Örneğin, birlikte hareket eden birden fazla yerel cihazın bir araya gelmesiyle oluşturulan yeni insan-makine arayüzleri, birden fazla yerel cihaz ve bulut arasında dağıtılan her yerde bulunan evrensel bilgi işlem, çoklu evren haritaları ve yeni karma gerçeklik deneyimleri oluşturmak için çoklu duyuşsal veri füzyonu ve fiziki dünyayı kontrol etmek için hassas algılama ve çalıştırma.(Akıllı Şehirler ve Otomasyon, Tarım ve Gıda Güvenliği) Kaynakça: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9040431
	Eğitim	5G ve İletişim Altyapısı: 5G teknolojisi, yüksek hızlı iletişim ve düşük gecikme süreleri sağlayarak bir dizi sektörde sürdürülebilirlik için yeni olanaklar sunabilir. Vodafone, 5G altyapısı üzerine yatırımlar yaparak akıllı tarım, uzaktan eğitim ve sağlık hizmetlerini destekleyen projelere öncülük etmektedir. Dijital Eğitim ve Uzaktan Çalışma Çözümleri: Dijital eğitim ve uzaktan çalışma, sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayabilir. Türkiye'deki Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK), dijital eğitim altyapısı ve uzaktan çalışma politikalarını destekleyerek sürdürülebilir bir iş yapısının oluşturulmasına yardımcı olabilir.
	Genel	Sosyal Medya ve Kamu Katılımı: Sosyal medya platformları, toplumun sürdürülebilirlik konularında farkındalığını artırabilir ve kamu katılımını teşvik edebilir. BTK, sosyal medya platformları üzerinden kamuoyu ile etkileşimi artırmaya yönelik stratejiler geliştirebilir.

	Sağlık	Dijital Sağlık Hizmetleri: Dijital sağlık teknolojileri, sağlık hizmetlerini iyileştirerek kaynakları daha etkili bir şekilde kullanılmasına olanak tanır. Vodafone, telemedicine (uzaktan tıp) ve dijital sağlık hizmetleri konusunda çeşitli projeleri desteklemekte ve bu alanda inovasyon sağlamaktadır.
	Yaşam	Ses Tabanlı Arayüzler: Sesle etkileşim, özellikle kişisel dijital asistanlar aracılığıyla yaygınlaşmaktadır. Örneğin, bir mobil uygulama geliştirirken, kullanıcıların sesli komutlarla işlevleri kontrol etmesine olanak tanıyan bir arayüz eklemek.
Karbon	Yaşam	Karbon Yakalama ve İklim Değişikliği Teknolojileri: Yeni nesil teknolojiler, karbon emisyonlarını azaltma ve atmosferden karbon yakalama konusunda çözümler sunabilir.
Kuantum	Bilişim	Quantum Computers: - IBM Quantum Computing: https://www.ibm.com/quantum-computing/ - Google Quantum AI: https://ai.google/research/teams/applied-science/quantum-ai/ - Microsoft Quantum Computing: https://www.microsoft.com/en-us/quantum Explanation: Quantum computers, beyond traditional computers, can solve complex problems much faster and revolutionize encryption. Kuantum Bilgisayarlar: Geleneksel bilgisayarların ötesinde hesaplama gücü sunarak karmaşık problemlerin çözüm sürelerini dramatik şekilde azaltabilirler. Bir milyon kubite sahip ilk kuantum bilgisayarlar Kuantum iletişim ve kriptografi: Kuantum iletişim ve kriptografi, güvenli iletişim ve veri aktarımı sağlamak için kuantum özelliklerini kullanır. Bu teknoloji, sürdürülebilirlik alanında veri güvenliği ve gizliliği sağlama potansiyeline sahiptir. Kuantum Bilgisayarlar: Kuantum bilgisayarlar, kuantum mekaniğinin ilkelerini kullanarak hesaplama yapan yeni bir bilgisayar türüdür. Klasik bilgisayarlardan çok daha hızlı ve karmaşık problemleri çözme potansiyeline sahiptir. ("Quantum", n.d.) // Ref: 3. IBM. (n.d.). Quantum. Retrieved from https://www.ibm.com/quantum Kuantum Bilgi İşlem: Kuantum bilgi işlem, geleneksel bilgisayarların yapamayacağı karmaşık hesaplamaları gerçekleştirebilir. Bu teknoloji, sürdürülebilirlik problemlerini çözmek için daha hızlı ve etkili algoritmalar geliştirmeye yardımcı olabilir.
	Yaşam	Beyin-Bilgisayar Arayüzleri: Düşünce gücüyle cihazları kontrol etmemizi ve sanal dünyalarla etkileşime girmemizi sağlayan beyin-bilgisayar arayüzleri engelli bireyler için yeni imkanlar sunmak üzere bir sürü konuda bizlere yardımcı olacak.
LLM	Yaşam	Gelişmiş Gerçek Zamanlı Dil Çevirmeleri: Gerçek zamanlı dil çeviri teknolojileri ile kültürler arası iletişimin kolaylaştırılması.
Metal	Metalurji	Teknolojik gelişmeler ile birlikte yeni elementlerin keşfi söz konusu olabilir, bilgisayar simülasyonları ile bu elementlerin analizi ve kullanım alanları gelişebilir. Yeni elementlerin varlığı sürdürülebilir kaynakları olumlu etkileyebilir, kaynakları artırabilir ve kullanımını kolaylaştırabilir.
Mikro	Sağlık	İnsan beyni ve teknoloji arasındaki bağlantının kurulması: Yakın gelecekte mikro teknolojinin ve beyin implantlarının da gelişmesiyle artık bedenimiz bir teknoloji habitatına dönüşecektir. Başta beynimiz olmak üzere içerisine yerleştirilebilir çiplerle beynimizin ve bedenimizin işlevselliği ve verimliliği arttırılacaktır. Bu sayede akıllı cihazların yönetimi sağlanabilir. Beyin

		teknoloji arasındaki köprü'nün diğer kısmından bakıldığında insan beyninin teknoloji ile yönetilebileceğini düşünüyorum.
Mobil	Çevre	Geri Dönüşümü Teşvik Eden Mobil Uygulamalar • Mobil uygulamalar, kullanıcıların geri dönüşüm yapmalarını teşvik edebilir ve bilinçlendirebilir. • Geri dönüşüm merkezlerini bulma, atık türlerini ayırt etme ve geri dönüşüm süreçlerine katkıda bulunma gibi işlevler sunarak çevresel duyarlılığı artırabilir.
MR/AR/VR	Bilişim	VR ve AR: Son zamanlarda Meta'nın VR gözlükleri bayağı popülerken Apple'da bu işin içine el atarak piyasayı bayağı kızıştırdı. Çıkardığı son ürün olan Apple Vision Pro, bir sürü özellik sunuyor. 8K çözünürlüklü VR cihazlarının geliştirilmesi
	Eğitim	AR/VR günlük kullanıma uygun hale getirilecektir: Corona sonrası artan uzaktan çalışma sisteminde iletişimin, kişiler arası sabit bir ekran gereksinimi ortadan kalkar bununla birlikte gerek artırılmış gerçeklik tasarımı sonucu oluşan gerekse bireylerin yapay bir gerçekliğe girişiyle oluşan ortamlarda iş, ders ve eğlence gibi konularda insanların fiziksel yakınlığına ve temasına bakmaksızın uzaktan, sabit bir ekrana ihtiyaç duyulmadan sağlanabilmesi ülkede yürütülecek birçok projeyi destekler niteliktedir. Bunun yanında VR ve AR kullanımı daha ileriki bir gelecekte büyük gözlükler yerine lensler ile sağlanabileceği takdirde işlevselliği de artarak daha kolay ve ergonomik bir kullanıma ulaşacaktır. Holografik ve Artırılmış Gerçeklik (AR): AR, sanal deneyimler aracılığıyla sürdürülebilir eğitim ve simülasyonları destekleyerek kaynak tüketimini azaltabilir.
	İnşaat	Akıllı Gözlüklerle Teknik Analizlerin Yapılması ve Projelerin 3 boyutlu olarak canlandırılması: Akıllı gözlük teknolojisine artan ilgiyle beraber akıllı gözlüklere gerekli sensor ve yazılımların kurulmasıyla arazi ölçümleri gibi teknik konularda kolay, hızlı ölçüm yapılması ve projelerin istenilen arazi üzerinde 3 boyutlu olarak gösterilmesi ile projelerin doğruluğunun artırılması hedeflenmiştir
	Sağlık	Sanal Gerçeklik Destekli Terapi Araçları: Sanal gerçeklik teknolojisini kullanarak, fobiler, anksiyete ve travma gibi durumlar için terapi araçları geliştirme. Örneğin, bir psikolojik danışmanlık uygulaması kullanıcıların korkularıyla sanal ortamda yüzleşmelerine yardımcı olabilir. METaverse: Günümüzde ise, dördüncü yenilik dalgası, sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi uzaysal, sürükleyici teknolojiler etrafında gelişmekte ve bugünün en büyük potansiyele sahip teknolojilerinden biri olarak kabul edilen Metaverse evrenini insanlığın hizmetine sunmaya hazırlanmaktadır. Kullanıcılar, özgürlük kısıtı olmaksızın kültür sanat faaliyetlerine katılabilir, turist olarak dünyayı ve hatta uzayı gezebilir, gerçek dünyada deneyimleme imkânı olmayan şeyleri yapabilir, gidemeyeceği yerlere gidebilir. Metaverse sağlık alanında da önemli potansiyel uygulamalara sahiptir ve kullanımı hızla genişlemektedir. En önemli uygulamalardan bazıları yoğun bakıma ihtiyacı olan hastaların uzaktan izlenmesi, verilere erişim, klinik sonuçların daha iyi anlaşılması (kan şekeri ve kalp hızı izleme gibi) ve hastaların sanal takibidir. Tıbbi görüntülerde de Metaverse, görüntülemenin doğası ve kalitesindeki temel değişiklik nedeniyle birçok potansiyel uygulamaya sahiptir. Metaverse, akıllı şehir uygulamaları için de kullanılabilir. Gerçekliğe paralel bir sanal dünya olarak Metaverse, akıllı bir şehir inşa etmek için de önemli bir araç olan dijital ikiz teknolojisini kullanır. Dijital ikiz teknolojisi, fiziksel dünyayı dijital olarak haritalayabilir, insanlar, araçlar, nesneler ve alan gibi kentsel verileri tam olarak yakalayabilir ve görünür, kontrol edilebilir

		ve yönetilebilir bir dijital ikiz şehir oluşturabilir. Kaynak kullanımının verimliliğini artırabilir, kentsel yönetim ve hizmetleri optimize edebilir ve vatandaşların yaşam kalitesini iyileştirebilir.[2] https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2676469 Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR): AR ve VR, gerçek dünyayı dijital öğelerle birleştiren ya da tamamen sanal dünyalar yaratan teknolojilerdir. Eğitim, eğlence, sağlık ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.
	Sanat	İleri seviye teknoloji ile somut sanat eserleri yerini hologram, simülasyon, artırılmış gerçeklik ile oluşturulmuş sanat eserlerine bırakabilir. Sanat eserlerinde insan etkisi giderek azalabilir böyle sanata olan bakış açısı ve anlayış değişebilir.
	Turizm	Arttırılmış Gerçeklik Turizmi: Arttırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak dünya üzerinde gezilmek istenilen noktalara sanal geziler düzenlemek, yapılmak istenilen tehlikeli ve ekstrem sporların yapılması gibi etkinliklerin yapılabilirliğini arttırmak hedeflenmiştir
	Yaşam	Duygu Aktarımı İçeren Sanal Etkileşimler: Sanal gerçeklik teknolojisi ile birleştirilmiş biyometrik sensörler aracılığıyla, kullanıcıların duygusal durumlarını dijital ortama aktararak etkileşimlerini zenginleştiren platformlar geliştirme. Örneğin, bir sanat projesinde, kullanıcıların müzikle senkronize olabilen duygusal avatarlar oluşturabilirsin. Çoklu Gerçeklik (Mixed Reality): Sanal gerçeklik (VR) ile artırılmış gerçeklik (AR) ve gerçek dünya arasındaki sınırları daha da azaltan teknolojiler.
Nano	Çevre	Nanoteknoloji: Nanoteknoloji, malzemelerin atomik ya da moleküler ölçekte kontrol edilmesini sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji, çevresel izleme, temiz su sağlama ve enerji üretimi gibi sürdürülebilirlik alanlarında yenilikçi çözümler sunabilir.
	Enerji	Nanomalzemeler daha fazla uygulama alanı bulabilir ve birçok sektörde kullanımı artabilir. Enerji depolama ve dönüşümünde verimlilik artabilir, elektronik cihazların performansı artabilir ve malzemelerin dayanıklılığı ve özellikleri daha da iyileşebilir.
	Sağlık	Mikro-Biyonik Protezler: Biyonik ve nanoteknoloji alanlarındaki ilerlemelerle, vücuda entegre edilebilecek mikro ölçekli protez cihazlar geliştirme. Örneğin, bir sağlık teknolojisi firması, mikro-biyonik bir protez el ya da göz geliştirebilirsin.
NFC	Finans	NFC (Near Field Communication) ödeme sistemleri, güvenli ve hızlı bir şekilde ödeme yapmayı mümkün kılar. Bu sistemler, kağıt para kullanımını azaltarak çevre dostu bir ödeme yöntemi sunar ve garsonla iletişimi azaltarak hizmet sektöründeki verimliliği artırabilir.
Nükleer Teknoloji	Enerji	Nuclear Energy Technologies While nuclear energy remains a culprit among the climate change communities, it is the best alternative we have for coal and natural gas produced energy. It is a low-carbon energy source, to be exact its CO2 emission is 4 times less than solar. It is constant and reliable. There are safety concerns against nuclear energy but most of them lack real basis. Against all opposition nuclear energy remains a safe way forward for humanity. Source: https://www.orano.group/en/unpacking-nuclear/7-good-reasons-for-turning-to-nuclear-power-to-combat-global-warming https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-nuclear-energy-the-science-of-nuclear-power
Otomotiv	Enerji	Otonom araçlar - Enerji verimliliğini artırarak ve trafik kazalarını azaltarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunabilir.

	Ulaşım	Uçan arabalar Public Transportation Technologies: Public transportation can reduce carbon emissions by replacing personal transportation. Cars produce most of the CO2 emissions both in their production and usage. They also cause more damage because they need giant infrastructure to be effective. If public transportation is utilized with modern technologies, it can reduce this dependence on cars and make transportation more sustainable. Source: https://www.conserve-energy-future.com/extraordinary-reasons-you-should-use-public-transport.php
	Ulaşım	Sürdürülebilir Mobilite Çözümleri: Sürdürülebilir mobilite çözümleri, artan şehirleşme ve nüfusun yanı sıra çevresel endişelerin de artmasıyla birlikte giderek daha önemli hale geliyor. Elektrikli araçlar, fosil yakıtlı araçların yerine daha çevre dostu bir alternatif sunarak hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarını azaltır. Aynı zamanda, paylaşım ekonomisi modelleri sayesinde araç paylaşımı ve toplu taşıma kullanımı teşvik edilir, böylece trafik sıkışıklığı ve araç yoğunluğu azaltılır. Akıllı ulaşım sistemleri, trafik akışını optimize ederek zaman ve yakıt tüketimini azaltır. Bisiklet paylaşım sistemleri ve yaya dostu altyapılar da çevre dostu ulaşımı teşvik eder. Nöral Arabalar: Nöral ağlar ve derin öğrenme gibi teknolojilerin entegrasyonu ile araçlar insan sürücülerden daha güvenli hale gelebilir.
	Yaşam	Çağırınca belirtilen konuma gelen araba.
Robotik	Enerji	Robotik ve Otomasyon: Robotik ve otomasyon teknolojileri, tekrarlayan görevleri otomatikleştirerek verimliliği artırabilir. Bu teknolojiler, enerji ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayabilir. Kaynak: World Economic Forum, "Harnessing the Fourth Industrial Revolution for the Earth"
	Genel	Birebir insan hareketlerine, görünümüne ve motor becerilerine sahip robotların geliştirilmesi
	İletişim	Beyin implantlarının geliştirilmesi Beyin – Bilgisayar arayüzlerinin geliştirilmesi: beyin sinyallerinin doğrudan bir bilgisayara ya da başka bir cihaza aktarılması.
	Sağlık	Yapay Zekâ ve Robotik Destekli Sağlık Hizmetleri: Yapay zekâ destekli tanı, tedavi planlaması ve robotik cerrahi gibi teknolojiler sağlık sektöründe önemli bir rol oynayabilir. Robotik Cerrahi: Robotik cerrahi uygulamaları daha da yaygınlaşarak doktorun direkt müdahalesi olmadan yapay zekâ teknolojisi ile direktif verilerek kullanılabilir.
	Tarım	Robotik Tarım ve Akıllı Tarım Sistemleri: Kaynaklar: FAO raporları, tarım teknolojileri konferansları Robotik sistemler ve sensörler, tarımsal üretimi artırabilir, su kullanımını optimize edebilir ve kimyasal gübre kullanımını azaltarak çevresel etkileri azaltabilir, bu da gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik açısından önemlidir.
	Üretim	Robotik uygulamalar, endüstride çeşitli görevleri yerine getirilmesini sağlar. Özellikle robotlardan yardım alınan siparişler ve market uygulamaları, lojistik süreçleri optimize ederek ve insan işgücünü tasarruflu kullanarak sürdürülebilirliği destekleyebilir.
	Yaşam	Robot hizmetçi/temizlikçi

Sağlık	Enerji	Yapısal Sağlık ve İzleme: Yapısal sağlık ve izleme teknolojileri, akıllı binaların ve altyapının geliştirilmesini sağlar. Bu teknolojiler, enerji tüketimini optimize ederek sürdürülebilirliği destekleyebilir. Kaynak: World Economic Forum, "Harnessing the Fourth Industrial Revolution for the Earth"
Sanal Banka	Finans	Sanal bankalar ve Neo bankalar: geleneksel bankacılık sistemlerini dijitalleştirerek finansal hizmetlere erişimi kolaylaştırır. Dijital bankacılık, kağıt kullanımını azaltabilir ve finansal işlemleri daha verimli hale getirerek sürdürülebilir bir finansal sisteme katkıda bulunabilir.
Siber Güvenlik	Bilişim	Smart Security Analytics: Data-driven security analytics using optimized algorithms can detect cyber threats and reduce false alarm rates, leading to more efficient use of energy resources. • References: M. Elahi et al., "A Survey on Big Data and Machine Learning for Cybersecurity: Challenges and Opportunities," IEEE Access, vol. 6, pp. 66533- 66551, 2018. Kaur et al., "Machine Learning Techniques for Intrusion Detection System: A Review," 2016 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA), 2016.
	Enerji	AI-Driven Cyber Defense: Artificial intelligence and machine learning can be used in processes such as detecting cyber threats and automatically updating defense mechanisms. This makes cybersecurity operations more efficient while reducing energy consumption. <u>References:</u> o K. D. Sharma et al., "Deep Learning Approach for Cyber Security Threat Detection in IoT Based Smart Environment," 2020 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), 2020. o S. M. Thapaliya et al., "A Survey on the Role of Machine Learning Techniques in Cyber Security," 2019 International Conference on Information Networking (ICOIN), 2019. Energy-Efficient Cryptography Algorithms: Cryptography algorithms' energy efficiency can reduce the energy consumption of hardware and software used in cybersecurity applications. For example, low-power consumption algorithms like AES (Advanced Encryption Standard) are developed for this purpose. • References: o J. Kaps et al., "AES Encryption Power Consumption Analysis for IoT Sensor Nodes," 2017 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), 2017. o Singh, "Energy Efficient Cryptography Algorithms for Wireless Sensor Networks," 2016 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA), 2016.
	İletişim	Veri Güvenliği ve Gizlilik: Sürdürülebilir dijital teknolojilerin uygulanmasında veri güvenliği ve gizliliği büyük önem taşır. Türkiye'deki Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından belirlenen standartlar ve politikalar, veri güvenliği ve gizliliğini korumak için önemli bir rol oynayabilir. Kaynak: BTK, "Data Security and Privacy Regulations" belgesi.

Tarım	Çevre	Hydroponic Farming Technologies: Hydroponic farming is an alternative to soil-based agriculture. In hydroponic farming plants nurture in nutrient-rich water solutions instead of soil. With this method all essential nutrients can be provided and managed to grow the plants effectively and efficiently. As a result, plants grow more quickly and resource efficiently. This method can be used to grow various plants. It is costly to start-up, but it uses 90% less water than traditional soil-based farming. If future droughts are considered this can be a great method to delay or possibly prevent them. Source: https://getgrowee.com https://psi.princeton.edu/tips/2020/11/9/the-future-of-farming-hydroponics
	Tarım	Dijital Çiftlikler (AgTech): Dijital çiftlikler ya da AgTech, tarım endüstrisindeki verimliliği artırmak ve doğal kaynakları daha etkin kullanmak için inovatif bir yaklaşım sunabilir. Sensor teknolojileri ve veri analitiği sayesinde, çiftçiler artık tarım arazilerinin her köşesinde gerçek zamanlı veri toplayabilir ve analiz edebilirler. Bu da sadece tarım verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda su ve gübre gibi kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar, böylece çevresel sürdürülebilirliği destekler.
Telekom	İletişim	Environmentally Friendly Security Protocols: Security protocols and communication standards adopting energy-efficient communication methods can reduce network traffic. For example, the 6LoWPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks) protocol ensures secure communication while optimizing energy consumption of IoT devices. • References: o M. Dohler et al., "6LoWPAN: A Study on QoS Security Threats and Countermeasures," IEEE 10th International Conference on Mobile Ad-Hoc and Sensor Systems, 2013. o R. Raza et al., "On the Energy Efficiency of Security Mechanisms for Wireless Communication Networks," IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 9, no. 2, pp. 324-333, 2014.
	Kuantum	Kuantum İletişim: Kuantum iletişimi, son yıllarda güvenlik ve gizlilik açısından standartları değiştiren bir teknolojidir. Kuantum mekaniği prensiplerini kullanarak mesajların güvenli bir şekilde iletilmesini sağlar. Kuantum fiziğinin prensiplerini kullanarak güvenli ve anlık iletişim kurmamızı sağlayan kuantum iletişim, siber güvenlik ve uluslararası iletişimde devrim yaratacak. [2] [2] https://www.blogteknoloji.com.tr/kuantum-iletisimi-guvenlik-ve-gizliligin-yeni-bir-standardi/
	Yaşam	Telefon işlevlerini tamamen yerine getiren, sesli komut ile çalışan kulaklık ve telefonların hayatımızdan kalkması.
Ulaşım	Çevre	Kendiliğinden Onaran Yol Kaplamaları: Yolların yıpranması ve çatlaklarının oluşması durumunda, mikropplastiklerle kaplanmış özel bir yol yüzeyi, küçük hasarları kendiliğinden onarması gelecek için güzel bir fikir olabilir çünkü şuan geçtiğimiz çoğu yol bozuk ve hem araba sağlığı açısından hem de ülkemizin güzelliği açısından paha biçilemez bir teknoloji olacaktır. Bir yandan da bakım maliyetlerini azaltırken, yol güvenliğini ve dayanıklılığını artırır.
	Yaşam	Akıllı ve Sürdürülebilir Ulaşım Sistemleri: Akıllı ve sürdürülebilir ulaşım sistemleri, hareketliliği iyileştirmek, trafik sıkışıklığını azaltmak ve çevresel etkileri en aza indirmek için ileri teknolojileri ve yenilikçi çözümleri entegre eder. Bu sistemler Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS), toplu taşıma iyileştirmeleri, ortak hareketlilik hizmetleri ve aktif ulaşım altyapısı gibi çeşitli girişimleri içerir. Örneğin ITS, trafik akışını optimize etmek, sinyalleri koordine etmek ve yolculara

		zamanında bilgi sağlamak için gerçek zamanlı veri, trafik izleme ve iletişim teknolojilerini kullanır. Elektrifikasyon, güzergâh optimizasyonu ve dijital ödeme sistemleri gibi toplu taşımada yapılan iyileştirmeler, toplu taşıma kullanımını teşvik etmekte ve tek kişilik araçlara olan bağımlılığı azaltmaktadır. Buna ek olarak, araç çağırma, araç paylaşımı ve bisiklet paylaşımı gibi paylaşımlı mobilité hizmetleri, özel araç sahipliğine uygun alternatifler sunarken, trafik sıkışıklığını ve emisyonları da azaltmaktadır. Buna ek olarak, bisiklet yolları, yaya yolları ve yeşil yollar gibi aktif ulaşım altyapısına yapılan yatırımlar, sürdürülebilir seyahat yöntemleri olarak yürüyüş ve bisiklet kullanımını teşvik etmekte ve böylece halk sağlığını ve hava kalitesini iyileştirmektedir. Şehirler ve bölgeler, akıllı ve sürdürülebilir ulaşım çözümlerini benimseyerek hareketlilik seçeneklerini geliştirebilir, karbon emisyonlarını azaltabilir ve hem bölge sakinleri hem de ziyaretçiler için daha yaşanabilir toplumlar yaratabilir. Listede belirtilen bu teknolojilerin kullanımı, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında önemli bir rol oynayabilir ve Türkiye'nin 2030 ve sonrasındaki dijital dönüşümünü destekleyebilir.
Uzay	Madencilik	Uzay Madenciliği ve Kaynakları: Uzayda bulunan kaynakları keşfetmek ve kullanmak için robotik sistemler ve uzay madenciliği teknolojileri geliştirme. Uzay madenciliği, dünya kaynaklarının tükenmesini önleyebilir ve uzay kolonizasyonunu destekleyebilir.
Veri İşleme	Çevre	Büyük Veri Analitiği: Büyük veri analitiği, büyük veri kümelerini analiz ederek önemli bilgilerin keşfedilmesini sağlar. Çevresel izleme ve su kaynaklarının yönetimi gibi alanlarda büyük veri analitiği kullanılabilir. Kaynak: World Bank, "The Digital Economy: Africa's Path to Recovery and Resilience"
Yapay Zekâ	Afet	Doğal afet ile altyapı hasar tahmini ve afet sonrası ulaşımın sağlanması
	Bilişim	Artificial Intelligence and Machine Learning: Artificial intelligence and machine learning play a significant role in various fields such as developing autonomous systems, data analysis, and creating predictive models. • References: o "AI and ML in Sustainability: A Comprehensive Review" (Rajasekar et al., 2020) o "Sustainable Development with Artificial Intelligence" (Floridi et al., 2018)
	Çevre	Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi: Yapay Zekâ, sürdürülebilir kalkınmada kritik bir rol oynayan dijital teknolojilerden biridir. Enerji verimliliği, su yönetimi ve tarım optimizasyonu gibi kalkınma hedeflerini destekleyen bir teknolojidir. Enerji tüketimini analiz ederek verimliliği artırmak için kullanılabilir. Akıllı sulama sistemlerinde kullanılması, mevcut su kaynaklarının en optimize şekilde kullanılmasına yardımcı olur ve su tasarrufu sağlar. Bu da tarım optimizasyonunda daha etkin bir rol oynamasını sağlayabilir.

	Enerji	Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi: Enerji verimliliğini artırma, kaynak optimizasyonu, ve çevresel izleme için kullanılabilir. Bu teknolojiler, sürdürülebilir tarım uygulamalarını optimize ederek gıda güvenliğini artırabilir ve trafik yönetimini iyileştirerek şehirlerdeki karbon emisyonlarını azaltabilir. Yapay Zekâ Destekli Orman Yönetimi: Yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle orman yönetiminde daha etkili ve sürdürülebilir bir yaklaşım sağlanabilir. Bu sistemler sayesinde orman yangınlarını önceden tespit edebilir, ağaç hastalıklarını izleyebilir ve ormansızlaşmayı önlemek için veri odaklı kararlar alabiliriz böylece güzel doğamızı da kaybetmeyiz.
	Genel	Yapay Zekâ ve Derin Öğrenme Entegrasyonu: Yapay zekâ ve derin öğrenme teknolojileri, otomasyonu artırarak endüstriyel verimliliği artırabilir ve çevresel etkileri minimize edebilir. Füzyon Enerjisi: Nükleer füzyon, güneş enerjisinin aynısını kullanır ve son derece verimli bir enerji kaynağıdır. Ancak, bunu kontrol etmek ve enerjiye dönüştürmek büyük bir zorluktur. Bu teknolojiyi geliştirmek ve ticari kullanıma sunmak, 2050'ye kadar iklim değişikliğiyle mücadelede büyük bir adım olabilir. (kaynak: https://www.sozcu.com.tr/gelecekte-hangi-bulus-ve-teknolojik-gelismeler-olacak-yapay-Zekâ-siraladi-wp7690466) Sanayileşmeden ötürü var olan ve oluşacak, hava, toprak su kirliliğinin tahmini Kişiselleştirilmiş yapay Zekâ eğitimi, bireylere özel öğrenme içerikleri sunarak eğitim süreçlerini daha etkili hale getirir. Bu, eğitimde kaynak kullanımını azaltabilir ve bireylerin potansiyellerini maksimize ederek sürdürülebilir bir eğitim modeline katkı sağlar. Yapay Zekâ ve Veri Bilimi: Yapay Zekâ ve veri bilimi, endüstriyel süreçlerde verimliliği artırabilir, enerji tüketimini optimize edebilir ve sürdürülebilir kaynak yönetimine katkı sağlayabilir. Yapay Zekâ tabanlı enerji yönetim sistemleri ve veri analitiği, enerji verimliliği alanında önemli adımlar atılmasını sağlayabilir. Kaynak: World Economic Forum, "The New Physics of Financial Services" raporu; Vodafone, "AI in Energy: Empowering the Smart Grid" raporu. Yapay Zekâ Destekli Enerji Yönetim Sistemleri: Yapay zekâ destekli enerji yönetim sistemleri, enerji tüketimi, üretimi ve dağıtımı ile ilgili büyük miktarda veriyi analiz etmek için yapay zekâ algoritmalarını kullanır. Bu sistemler enerji kullanım modellerine ilişkin içgörüler sağlayabilir, verimsizlikleri belirleyebilir ve optimizasyon stratejileri önerebilir. Örneğin, makine öğrenimi algoritmaları, geçmiş verilere ve hava koşulları gibi dış faktörlere dayalı olarak enerji talebini tahmin edebilir, böylece kamu hizmetlerinin arzı buna göre ayarlamasına ve aşırı üretim ya da kıtlıktan kaçınmasına olanak tanır. Buna ek olarak, yapay zekâ algoritmaları, enerji üretimini tahmin ederek ve talep dalgalanmalarıyla entegre ederek güneş ve rüzgâr çiftlikleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının çalışmasını optimize edebilir, böylece genel şebeke istikrarını ve güvenilirliğini artırabilir. Yapay Zekâ Destekli Sürdürülebilirlik Çözümleri: Kaynaklar: McKinsey & Company raporları, IBM Blog makaleleri. Enerji verimliliği, atık yönetimi ve su tasarrufu gibi alanlarda yapay Zekâ destekli çözümler, kaynakların daha verimli kullanılmasına ve çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olabilir.

	Yapay Zekâ ile sürdürülebilir enerji sistemlerinin konumunun belirlenmesi: Yapay Zekâya sağlanan bilgiler sayesinde rüzgar gücü, güneş ışığı şiddeti, istenilen parametrelere bakarak kurulması planlanan sürdürülebilir enerji sistemlerinin en optimal konumlarını bulmak hedeflenmiştir. Web 4.0 : Sanal dünya üzerinden nesnelerin birbiri ile etkileşim halinde olduğu bir Web ortamıyla Web 4.0, Büyük veri (Big data), Makineler arası iletişim (M2M), Yapay Zekâ (AL), Bulut bilişim (Cloud Computing), Artırılmış gerçeklik (VR), Akıllı ajanlar ve Nesnelerin interneti (IoT) teknolojilerinin entegrasyonundan oluşan bir teknoloji pozisyonundadır.[1] https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1294558 Yapay Zekâ: Hayatımızda bir süredir olan ve epeyi etkisi olan yapay Zekâ gelecekte hayatın her alanında kullanılmaya elverişlidir. En yaygın olarak chatGPT’ yi örnek verebiliriz. Çıkardıkları gpt 3.5 modeliyle piyasayı sallamıştır ve hala alt modeller çıkarmaya devam etmektedirler (dall-e -> text to image, sora -> text to video) Yapay Genel Zekâ (AGI): Yapay genel Zekâ, insan Zekâsı seviyesinde ya da daha yüksek bir Zekâ seviyesine sahip yapay Zekâdır. Henüz geliştirme aşamasındadır, ancak birçok alanda devrim yaratma potansiyeline sahiptir. ("Strong AI", n.d.) // Ref: 2. IBM. (n.d.). Strong AI. Retrieved from https://www.ibm.com/topics/strong-ai Duygu Tanıma Teknolojileri: Duygu tanıma teknolojileri, insan duygularını anlayabilen yapay Zekâ sistemlerini ifade eder. Bu teknoloji, sürdürülebilirlik alanında insan davranışlarını analiz ederek daha etkili çözümler geliştirmeye yardımcı olabilir.
Hukuk	Yapay Zekâ ve Hukuk: 2030 ve Sonrası Perspektifi: Yapay Zekâ, 2030 yılında hukuk sistemimizle daha entegre hale gelecek ve birçok önemli değişikliğe yol açacaktır. Algoritmik kararların yaygınlaşması, adli süreçlerin hızlanmasına ve daha etkili bir şekilde yönetilmesine olanak tanıyacaktır. Ancak, bu durum sorumluluk konularını da beraberinde getirecek. Yapay Zekâ tarafından alınan kararların şeffaf ve adil olması, hukuki standartların korunması için önemli olacak. Ayrıca, özel hayatın gizliliği ve kişisel verilerin korunması gibi konularda yeni hukuki çerçeveler oluşturulması gerekebilir.
Oyun	Gelişmiş insan benzeri yapay Zekâlar (Turing Testini geçebilen yapay Zekâlar) Yapay Zekâ destekli oyun motorlarının geliştirilmesi
Sağlık	AI-Powered Healthcare Technologies: • IBM Watson Health: https://www.ibm.com/watson-health • Google DeepMind Health: https://deepmind.com/applied/deepmind-health/ Explanation: Artificial intelligence can play a significant role in diagnosing, treating, and managing health services, revolutionizing personalized medicine. Tıbbi test sonuçlarının yapay Zekâ ile analizi, hastalıkların erken teşhisini kolaylaştırabilir ve tedavi süreçlerini optimize ederek sağlık sektöründe sürdürülebilirliği destekler. Psikolojik Rehabilitasyon ve Gerçeği Ayırt Etme Yeteneği: Önümüzdeki yılında psikolojik rehabilitasyon, daha fazla yapay Zekâ ve gelişmiş

		teknolojiyle desteklenerek, üretken yapay Zekânın ürünlerinin hayatımızdaki yerini kıstas olarak, bireylerin gerçeği ayırt etme yeteneğini geliştirmelerine odaklanacaktır. Sanal gerçeklik terapileri, bireylerin farklı gerçekliklerde deneyim kazanmalarını sağlayarak, gerçek dünya ile daha sağlıklı bir bağlantı kurmalarına yardımcı olacaktır. Yapay Zekâ, bireylerin tepkilerini analiz ederek, özelleştirilmiş terapötik çözümler sunacak ve bireylerin duygusal ihtiyaçlarına daha etkili bir şekilde yanıt verebilecektir. Aynı zamanda medyadaki bilinçli okuryazarlık oranının negatif yönde ivmelenmesinin önüne geçmeyi hedefleyecektir.
	Sanat	Yapay Zekâ Destekli Sanat ve Yaratıcılık Araçları: Sanat ve tasarım alanında yapay Zekâ tarafından desteklenen araçlar ve algoritmalar.
	Tarım	Yapay Zekâ Destekli Tarım Teknolojileri: Tarım sektöründeki verimliliği arttırmak ve doğal kaynakları daha etkili kullanılmasını sağlamak için yapay zekâ destekli tarım robotları ve daha gelişmiş otomatik sulama sistemleri. Yapay Zekâ destekli tarım (Su, gübre kullanımı optimize edilerek verimde artış sağlanabilir) Yapay Zekâ Destekli Tarım Teknolojileri: Yapay Zekâ destekli tarım teknolojileri, tarımsal üretim verimliliğini arttırmak ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla geliştirilmektedir. Veri analitiği ve makine öğrenimi ile tarım süreçleri optimize edilecek ve sürdürülebilir tarımın önü açılacaktır. Sürdürülebilir Kalkınma için Yeni Nesil Teknolojiler şunlardır: Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi: Yapay Zekâ (YZ) ve makine öğrenmesi (MO), bilgisayar sistemlerinin veri analizi yapabilmesini ve belirli hedeflere ulaşmak için kendilerini geliştirebilmesini sağlayan teknolojilerdir. Örneğin, tarımda kullanılan MO algoritmaları, bitki hastalıklarını tespit edebilir ve çiftçilere önerilerde bulunabilir. Kaynak: McKinsey Global Institute, "Artificial intelligence: Implications for China"
	Yaşam	Duygusal Yapay Zekâ: Yapay Zekânın duygusal ifadeleri anlama ve uygun yanıtlar verme yeteneği.

EK-5 : YENİ NESİL TEKNOLOJİLER İLE ÇALIŞMA KONULARI İLİŞKİSİ

Türkiye 3. Bilişim Şûrası aşağıda yer alan çalışma grubu başlıklarında ve her çalışma grubunun bir STK'nin sorumluluğunda olacak şekilde yürütülmektedir.

- **ÇG1: Dijital Beceriler ve Çevik İşgücü Uyumu**
(Sorumlu STK: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği [TOBB] Türkiye Yazılım Meclisi)
- **ÇG2: Küresel Veri Ekonomisinde Daha Güçlü Yer Alma**
(Sorumlu STK: Bilişim Sanayicileri Derneği-TÜBİSAD)
- **ÇG3: Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler**
(Sorumlu STK: Türkiye Bilişim Derneği-TBD)
- **ÇG4: Dijital Egemenlik ve Dayanıklılık**
(Sorumlu STK: Bilgi Güvenliği Derneği-BGD)
- **ÇG5: Bilişim Hukuku ve Etik**
(Sorumlu STK: Türkiye Bilişim Vakfı-TBV)
- **ÇG6: Dijital Yaşam**
(Sorumlu STK: Yazılım Sanayicileri Derneği-YASAD)

Ulusal Kalkınmada Yeni Nesil Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu (ÇG3) tarafından diğer çalışma grupları ile paylaşılan ve çalışmalarda yararlanılması için hazırlamış olduğu Yeni Nesil Teknolojiler ile diğer grupların konuları arasındaki olası ilişkiler izleyen sayfadaki matris ile sunulmuştur.

Çizelge 2: Yeni Nesil Teknolojiler İle Çalışma Konuları İlişkisi

SIRA	YENİ NESİL DİJİTAL TEKNOLOJİLER	TOBB	TÜBİSAD	TBD	BGD	TBV	YASAD
		Beceri	Veri Ekonomisi	Yeni Nesil	Egemenlik	Hukuk	Yaşam
		ÇG1	ÇG2	ÇG3	ÇG4	ÇG5	ÇG6
1	Sayısal (Dijital) Cüzdanlar						1
2	Halka Açık Blok Zincirler					1	
3	Bitcoin ve Dijital (Kripto) Para Birimleri					1	1
4	Akıllı Sözleşmeler				1	1	
5	Kripto Para Birimlerine Yönelik Portföy Oluşturma		1		1		1
6	Geleceği Şekillendirecek Batarya Teknolojileri				1		1
7	Hidrojen Yakıt Hücreleri						1
8	Küçük Modüler Reaktörler (SMR)						1
9	Bireysel Güneş Enerjisi Yatırımları						1
10	Kendi Kendine Öğrenen Akıllı Binalar	1					1
11	Akıllı Tarım ve Mahsul Yönetimi		1				
12	Mikromobilité						1
13	Tarımsal Veri Analitiği		1				
14	Afet Bilişimi ve Kent Yönetimi						1
15	Akıllı İşletmeler ve Bina Teknolojileri						1
16	Terabyte İnternet						
17	5G Teknolojisi, Düzenlemeleri ve Ülkeye Katkısı		1				1
18	6'ncı Nesil Mobil İletişim Teknolojisi (6G)		1				1
19	Kablosuz Güç Beslemeli IoT Cihazları						
20	Çoklu Bulut ve Bulut Sistemlerini Merkezileştirme		1				1
21	Kablosuz İnternet Altyapı Uygulamaları						1
22	Uzay ve Alt Uzay İletişim Teknolojileri		1			1	
23	Uzay Tabanlı Veri Merkezleri		1			1	
24	Düşük Maliyetli, Minyatür ve Küçük Uydu Sürüleri		1				
25	Drone Temelli Teknolojiler		1			1	1
26	Teknoloji Destekli İlaç Keşfi						
27	İyileştirici (Terapötik) Bilgisayar Oyunları	1			1		1
28	Saklama Amaçlı DNA Kullanımı		1			1	1
29	Elektrolit Kullanmayan Superkapasitörler						

		TOBB	TÜBİSAD	TBD	BGD	TBV	YASAD
		Beceri	Veri Ekonomisi	Yeni Nesil	Egemenlik	Hukuk	Yaşam
SIRA	YENİ NESİL DİJİTAL TEKNOLOJİLER	ÇG1	ÇG2	ÇG3	ÇG4	ÇG5	ÇG6
30	Basılı ve Esnek Elektronik Teknolojileri						
31	Beyin-Bilgisayar Ara Yüzü Cihazları	1				1	1
32	Xenobotlar						
33	Hasta ve Hastalıkla İlgili Teknolojiler	1				1	1
34	Sağlıkta Eğitim Teknolojileri	1					
35	Yapay Zekâ Tabanlı Sağlık Teknolojileri	1	1			1	1
36	Bir Milyon Kubitli Kuantum Bilgisayarlar	1	1				
37	Kuantum Hesaplama ile Güvenli İletişim Ağları				1	1	
38	Kuantum Algılayıcılar				1	1	
39	Kuantum Görüntüleme				1	1	
40	Yapay Zekâ Sanatçıları	1					1
41	İnsan Benzeri Yapay Zekâ Gerçeği					1	1
42	Sosyal ve Etik Tabanlı Yapay Zekâ					1	1
43	Büyük Eylem Modeli (LAM) Yeteneğine Sahip Cihazlar		1		1		1
44	Üretken Yapay Zekâ	1					1
45	Az-Kodla ve Kodsuz Yazılım Geliştirme (Low Code, No-Code, RPA)	1			1		1
46	8K Sanal Gerçeklik Başlıkları (Spatial Computing)					1	1
47	Ambiyans Bilişim (Ambient Computing)	1					1
48	Duyusal İnternet (Sensory Internet)				1	1	1
49	Yumuşak, Esnek Robotlar	1					1
50	İnsansı Robotlar (Humanoid)	1				1	1

Notlar

Notlar

Notlar



www.bilisimsurasi.org.tr

