

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK
VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü

COĞRAFI VERİ ODAKLI YAPAY ZEKA
UYGULAMALARI ÇALIŞMA HEYETİ SONUÇ RAPORU

ANKARA

Mart, 2025

08.03.2025 - 11.03.2025

ÇALIŞMA HEYETİ ÜYELERİ

Adı Soyadı	Unvan	Kurumu
Özlem SAVAR TURANOĞLU	CBS Yazılım Geliştirme Uzmanı	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
Elif ERCAN	Tapu ve Kadastro Uzman Yardımcısı	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
Hakan YILMAZ	Uzman	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Yapı İşleri Genel Müdürlüğü
Turgay DEMİR	Elektrik- Elektronik Mühendisi	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Yapı İşleri Genel Müdürlüğü
Murat ARSLAN	Çevre ve Şehircilik Uzmanı	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
Canan Esin KÖKSAL	Çevre ve Şehircilik Uzmanı	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Hasan EGE	Çevre ve Şehircilik Uzmanı	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Özlem ŞEN	Dr. Mühendis	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü
Merve TÜRK OYDEM	Mühendis	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü

Handwritten signature and text at the bottom of the page.

Onurcan ÇİRPİK	Mühendis	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü
Hikmet ÇOŞKUN	Mühendis	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Furkan KESKİN	Mühendis	T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-İklim Değişikliği Başkanlığı
Hüseyin KAFALI	Mühendis	T.C. İçişleri Bakanlığı – Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
Hüseyin Polat DALKIRAN	Mühendis Albay	T.C. Milli Savunma Bakanlığı-Harita Genel Müdürlüğü
Oktay SARIGAN	Şube Müdürü	T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı-Orman Genel Müdürlüğü
Saygın KURTOĞLU	Tekniker	T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı-Orman Genel Müdürlüğü
Ömer Yasin PEKER	CBS Uzmanı	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı-Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı
Enis ARDIÇ	CBS Uzmanı	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı-Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı
Duygu ATAY ÇETİN	Uzman	T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı-Milli Teknoloji Genel Müdürlüğü
Emrah BAŞARAN	DR, Başuzman Araştırmacı	T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı-TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi
Emre SÜMER	Doç.Dr.	Başkent Üniversitesi Rektörlüğü
M.Anıl ŞENYEL KÜRKÇÜOĞLU	Doç.Dr	Ortaoğlu Teknik Üniversitesi Rektörlüğü

12.04.2023 Tarihinde M. Anıl Şenyel Kürkçüoğlu tarafından

ÖNSÖZ

Yapay zeka teknolojilerinin hızla geliştiğı ve yaygınlaştığı günümüzde, coğrafi verinin bu teknolojilerle entegrasyonu büyük bir dönüşümün kapılarını aralamaktadır. Mekânsal ilişkileri anlamlandırma ve görselleştirme gücüyle karar verme süreçlerini destekleyen coğrafi verilerin yapay zeka teknolojileriyle işlenmesi; şehircilik, afet yönetimi, çevre koruma, enerji verimliliğı ve lojistik gibi karmaşık sorunlara çözüm üretme potansiyelini önemli ölçüde artırmaktadır. Bakanlığımız koordinasyonunda kurulan "Coğrafi Veri Odaklı Yapay Zeka Uygulamaları Çalışma Heyeti", entegrasyonun sağlayacağı faydaları maksimize etmek ve karşılaşılan zorlukları analiz ederek stratejik yol haritasını çizmek amacıyla yoğun çalışmalar yürütmüştür. Kamu kurumları, akademi ve özel sektörden temsilcilerin katılımıyla oluşturulan heyetimiz, disiplinler arası bir yaklaşımla konuyu tüm boyutlarıyla ele almıştır.

Bu rapor, ülkemizde coğrafi veri odaklı yapay zeka uygulamalarının mevcut durumunu analiz ederken, karşılaşılan zorlukları tanımlamakta ve somut öneriler sunmaktadır. Özellikle 6 Şubat 2023 tarihinde yaşadığımız büyük deprem felaketi sonrasında afet yönetiminde coğrafi veri ve yapay zeka entegrasyonunun önemi bir kez daha gözler önüne serilmiştir. Bu nedenle raporumuzda afet yönetimi başta olmak üzere enerji, çevre, şehircilik ve iklim değışikliği alanlarında yapay zeka destekli çözümlere özel bir önem verilmiştir.

Çalışma heyetimizin titiz çalışmaları sonucunda ortaya çıkan bu raporun, kamu kurumlarımız, akademik kurumlarımız ve özel sektör kuruluşlarımız için değerli bir kaynak olacağına inanıyor, emeğı geçen herkese teşekkürlerimizi sunuyoruz. Coğrafi verinin yapay zeka teknolojileriyle buluştuğı bu yenilikçi alanda, ülkemizin küresel rekabet gücünü artıracak adımların atılmasına kararlılıkla devam edilecektir. Bu raporun, coğrafi veri odaklı yapay zeka uygulamalarının ülkemizde yaygınlaşmasına ve kamu hizmetlerinin daha verimli, etkin ve etkili şekilde sunulmasına katkı sağlamasını temenni ediyoruz.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi Veri, Yapay Zeka, CBS, Akıllı Şehirler, Afet Yönetimi

[Handwritten signatures and stamps]

YÖNETİCİ ÖZETİ

Bu rapor, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü koordinasyonunda kurulan "Coğrafi Veri Odaklı Yapay Zeka Uygulamaları Çalışma Heyeti" tarafından hazırlanmıştır. Çalışma heyeti, farklı bakanlıklar, kamu kurumları, akademi ve özel sektör temsilcilerinden oluşan multidisipliner bir yapıya sahiptir. Raporun temel amacı, coğrafi veri ve yapay zeka entegrasyonunun mevcut durumunu analiz etmek, karşılaşılan zorlukları belirlemek ve geleceğe yönelik stratejik önerileri sunmaktır.

Rapor, coğrafi veri ve yapay zeka ilişkisini tanımlayarak başlamakta, ardından coğrafi verinin tanımı, türleri ve özellikleri detaylandırılmaktadır. Yapay zeka ve coğrafi veri entegrasyonu bölümünde, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi yapay zeka tekniklerinin coğrafi veri analizinde nasıl kullanıldığı açıklanmış, coğrafi veri işleme süreçleri ele alınmıştır.

Coğrafi veri odaklı yapay zeka uygulamaları kapsamında; şehir planlama ve akıllı şehirler, trafik yönetimi, altyapı planlaması, enerji verimliliği, çevre yönetimi, lojistik ve özellikle afet yönetimi alanlarındaki potansiyel ve mevcut uygulamalar incelenmiştir. Afet yönetimi başlığı altında, deprem, sel, heyelan gibi doğal afetlerin önceden tahmini, afet sırasında ve sonrasında yapay zeka destekli çözümlerin kullanımı detaylı olarak analiz edilmiştir. Meteorolojik afetlerin tahmini konusunda ise kısa, orta ve uzun vadeli hava tahminleri, ani taşkın ve sel tahmini, kuvvetli yağış, dolu, rüzgar, yıldırım-şimşek ve sis gibi hava olaylarının tahmini ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ele alınmıştır.

Raporda, Türkiye'deki önemli uygulamalar başlığı altında, TÜBİTAK BİLİŞİM, MDSOFT, SC&P, IMPRO-SSTEK, E-ÇÖZÜM BİLİŞİM, ROCKSOFT ve HAVELSAN gibi kuruluşların geliştirdiği yenilikçi çözümler incelenmiştir. Bu kuruluşların özellikle afet yönetimi, çevresel izleme, tarım, denizcilik ve savunma alanlarında geliştirdikleri yapay zeka destekli coğrafi uygulamalar değerlendirilmiştir.

Raporun en kapsamlı bölümü, kamu kurumlarında yapay zeka kullanımında karşılaşılabilecek zorluklar, kısıtlar ve sorunlara ayrılmıştır. Bu zorluklar; veri ile ilgili zorluklar, teknolojik altyapı zorlukları, insan kaynakları zorlukları, etik ve yasal zorluklar, kurumsal ve yönetsel zorluklar, finansal ve sürdürülebilirlik zorlukları,

2 Ed Arz ~~Arz~~ Mth Pl: 25 Q mto Mth Arz de

sosyal ve toplumsal zorluklar ile performans değerlendirme zorlukları olmak üzere sekiz ana kategoride incelenmiştir.

Veri ile ilgili zorluklar arasında; veri gizliliği ve güvenliği, veri kalitesi sorunları ve veri erişilebilirliği öne çıkmaktadır. Teknolojik altyapı zorlukları kapsamında; donanım yetersizlikleri, bağlantı ve iletişim sorunları ile teknik entegrasyon zorlukları ele alınmıştır. İnsan kaynakları alanında; yapay zeka ve CBS konusunda nitelikli personel yetersizliği, mevcut personelin teknolojik adaptasyon sorunları, özel sektörle rekabet edemeyen ücret politikaları ve kariyer gelişim imkanlarının sınırlılığı gibi problemler vurgulanmıştır.

Etik ve yasal zorluklar başlığında; algoritmik tarafsızlık, şeffaflık eksikliği, mekansal adaletsizlik riskleri, hesap verebilirlik sorunları ve yasal düzenlemelere uyum zorlukları detaylandırılmıştır. Kurumsal ve yönetimsel zorluklar kapsamında ise; kurumlar arası koordinasyon eksikliği, değişime direnç ve kurumsal kültürün teknolojik yeniliklere açık olmaması gibi faktörler öne çıkarılmıştır.

Raporun son bölümünde, SAYZEK (Savunma Sanayii Yapay Zeka Yetenek Kümelenmesi) ile yapılan çalıştayın çıktıları değerlendirilmiş ve dokuz farklı uygulama senaryosu analiz edilmiştir. Bu senaryolar arasında; yapay zeka destekli yangın yayılım modellemesi, afet öncesi ve sonrası hasar tespiti, iklim projeksiyon çalışmaları, yenilenebilir enerji santralleri yer seçimi, maden sahalarında olası çöküntülerin tespiti, deniz kirliliğinin önlenmesi ve meteorolojik afetlerin tahmini yer almaktadır. Her bir senaryo için, literatürdeki mevcut yaklaşımlar, çözüm önerileri ve çift kullanımlılık (dual-use) durumu değerlendirilmiştir.

Sonuç ve öneriler bölümünde, kısa vadeli (0-1 yıl), orta vadeli (1-3 yıl) ve uzun vadeli (3-5 yıl) stratejik öneriler sunulmuştur. Bu öneriler arasında; veri standardizasyonunun sağlanması, kurumlar arası veri paylaşımının artırılması, yapay zeka ve CBS alanında nitelikli insan kaynağı yetiştirilmesi, yasal ve etik çerçevenin güçlendirilmesi ve teknolojik altyapının iyileştirilmesi yer almaktadır.

Bu rapor, Türkiye'de coğrafi veri odaklı yapay zeka uygulamalarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için stratejik bir yol haritası sunmakta, kamu kurumları başta olmak üzere tüm paydaşlara bu alandaki çalışmalarında rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

08.03.2023 - 14.03.2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÇALIŞMA HEYETİ ÜYELERİ	ii
ÖNSÖZ.....	iv
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ	xii
KISALTMALAR/SİMGELER	xiii
TANIMLAR.....	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Coğrafi Veri ve Yapay Zeka İlişkisi.....	1
1.2. Coğrafi Veri Odaklı Yapay Zeka Uygulamalarının Önemi.....	2
1.3. Raporun Amacı ve Kapsamı.....	2
2. COĞRAFİ VERİ NEDİR?	4
2.1. Coğrafi Verinin Tanımı ve Türleri	4
2.2.1 Vektör Verileri.....	5
2.2.2. Raster Verileri	6
2.2.3. Vektör ve Raster Verilerinin Bilgisayar Grafikleri ile İlişkisi	6
2.3. Coğrafi Verinin Çözünürlüğü Kavramı.....	7
2.4. Coğrafi Veri Kaynakları	7
2.4.1. Uzaktan Algılama Kaynakları	8
2.4.2. Yersel (Yer Tabanlı) Sistemler.....	8
3. YAPAY ZEKA VE COĞRAFİ VERİ ENTEGRASYONU	9
3.1. Yapay Zeka Tekniklerinin Coğrafi Veri Analizinde Kullanımı.....	9
3.2. Makine Öğrenmesi (Machine Learning)	10
3.3. Derin Öğrenme (Deep Learning).....	11
3.4. Doğal Dil İşleme (NLP)	11
3.5. Coğrafi Veri İşleme Süreçleri.....	12
4. COĞRAFİ VERİ ODAKLI YAPAY ZEKA UYGULAMA ALANLARI.....	14
4.1. Şehir Planlama ve Akıllı Şehirler.....	14
4.1.1. Kentsel Yönetişim ve Katılım	15
4.2. Trafik Yönetimi ve Kentsel Ulaşım Planlaması	16
4.3. Altyapı Planlaması.....	16
4.3.1. Atık Yönetimi.....	17
4.5. Enerji Verimliliği.....	17
4.5.1. Güneş ve Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Analizi.....	18
4.5.2. Akıllı Şebeke Optimizasyonu.....	18
4.5.3. Binalarda Enerji Verimliliği	19
4.5.4. Elektrikli Araç Şarj Altyapısı Optimizasyonu.....	19
4.5.5. Tarımda Enerji Verimli Sulama ve Üretim	19
4.5.6. Sanayi ve Fabrikalarda Enerji Yönetimi	19
4.6. Çevre Yönetimi	20
4.7. Lojistik.....	20

2024 Aralık 2024 14.12.2024 14.12.2024 14.12.2024 14.12.2024 14.12.2024

4.8.	Afet Yönetimi.....	21
4.8.1	Afet Öncesi Tahmin ve Erken Uyarı Sistemleri.....	21
4.8.1	Afet Sonrası Hasar Tespiti.....	22
4.9.	Meteorolojik Afetlerin Tahmini	23
4.9.1.	Kısa, Orta ve Uzun Vadeli Hava Tahminleri	23
4.9.1.1.	Kısa Vadeli Tahminler ve Nowcasting (0-72 saat).....	23
4.9.1.2.	Orta Vadeli Tahminler (3-10 gün)	24
4.9.1.3.	Uzun Vadeli Tahminler (10 günden fazla)	24
4.9.2.	Ani Taşkın ve Sel Tahmini.....	25
4.9.2.1.	Gerçek Zamanlı CBS ve YZ Entegrasyonu.....	25
4.9.2.2.	Kompleks Hidrolojik Modelleme ve Yapay Zekâ.....	25
4.9.2.3.	Havza Bazlı Yönetim Yaklaşımı	26
4.9.3.	Kuvvetli Yağış ve Dolu Yağışı Tahmini	26
4.9.3.1.	Çok Kaynaklı Veri Füzyonu	26
4.9.3.2.	Derin Öğrenme ve Radar Görüntü Analizi	26
4.9.4.	Kuvvetli Rüzgar Tahmini ve CBS Entegrasyonu.....	27
4.9.4.1.	Mikro-Ölçekli Rüzgar Modellemesi	27
4.9.4.2.	Derin Öğrenme ve Zamansal Veri Analizi	27
4.9.4.3.	Türkiye İçin Entegre Rüzgar Risk Analizi.....	28
4.9.5.	Windshear (Rüzgar Kırılması) Tahmini ve Havacılık Güvenliği.....	28
4.9.5.1.	Havalimanı Özelinde CBS Destekli Yapay Zekâ Uygulamaları	28
4.9.5.2.	Havalimanı Çevresi Topoğrafik Etki Analizi	28
4.9.5.3.	İHA Operasyonları ve Düşük İrtifa Rüzgâr Kırılması Tahmini	29
4.9.6.	Yıldırım-Şimşek Tahmini ve Erken Uyarı Sistemleri	29
4.9.6.1.	CBS Tabanlı Yıldırım Risk Haritalama.....	29
4.9.6.2.	Derin Öğrenme ve Çok-Parametrelili Yıldırım Tahmini.....	30
4.9.6.3.	Kritik Altyapı Koruması ve Gerçek Zamanlı Uyarı Sistemleri	30
4.9.7.	Sis Tahmini ve Ulaşım Güvenliği	30
4.9.7.1.	Mekansal Sis Oluşum Modelleri ve CBS	30
4.9.7.2.	Zamansal Sis Tahmini ve Yapay Zekâ	31
4.9.7.3.	Ulaşım Güvenliği ve Akıllı Sis Uyarı Sistemleri.....	31
4.9.8.	Çığ Tehlikesi ve CBS Tabanlı Risk Analizi.....	32
4.9.8.1.	Kar Stabilitesi Modelleme ve Yapay Zekâ Entegrasyonu	32
4.9.8.2.	Uzaktan Algılama ve Erken Uyarı Sistemleri.....	32
5.	TÜRKİYE'DEKİ ÖNEMLİ UYGULAMALAR.....	33
5.1.	TÜBİTAK BİLİŞİM.....	33
5.2.	MDSOFT	34
5.3.	SC&P (Smart City and Partners).....	35
5.4.	IMPRO-SSTEK(Savunma Sanayi Teknolojileri).....	36
5.5.	E-ÇÖZÜM BİLİŞİM	38
5.6.	ROCKSOFT	39
5.7.	HAVELSAN.....	40
5.8.	SONUÇ.....	41

DEL Arşiv ve Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü

6. KAMU KURUMLARINDA YAPAY ZEKA KULLANIMINDA KARŞILAŞILABİLECEK ZORLUKLAR, KISITLAR VE SORUNLAR.....	43
6.1. Veri ile İlgili Zorluklar	43
6.1.1. Veri Gizliliği ve Güvenliği	43
6.1.1.1. Hassas ve Kişisel Verilerin Korunması Zorluğu	43
6.1.1.2. Siber Saldırı Riskleri	44
6.1.1.3. Kritik Altyapı Bilgileri Güvenliği	45
6.1.1.4. Coğrafi/Konum Verilerinin Gizliliği	47
6.1.2. Veri Kalitesi Sorunları	48
6.1.2.1. Eksik, Tutarsız ve Güncelliğini Yitirmiş Veriler	49
6.1.2.2. Farklı Kurumlar Arasında Standart Olmayan Veri Formatları	50
6.1.2.3. CBS Veri Doğrulama Mekanizmalarının Yetersizliği	51
6.1.3. Veri Erişilebilirliği	52
6.1.3.1. Kurumlar Arası Veri Paylaşım Engelleri	52
6.1.3.2. Veriye Erişimde Bürokratik Süreçler	54
6.1.3.3. Farklı Veri Tabanlarının Entegrasyon Sorunları	56
6.2. Teknolojik Altyapı Zorlukları	58
6.2.1. Donanım Yetersizlikleri	58
6.2.1.1. Yüksek İşlem Gücü Gerektiren Yapay Zeka Uygulamaları İçin Yetersiz Altyapı	59
6.2.1.2. Veri Depolama Kapasitesi Sınırlamaları	60
6.2.1.3. Eski BT Sistemleri	61
6.2.2. Bağlantı ve İletişim Sorunları	62
6.2.2.1. Yetersiz Bant Genişliği	62
6.2.2.2. Gerçek Zamanlı Analiz İçin Gerekli Ağ Hızı Eksikliği	63
6.2.3. Teknik Entegrasyon Zorlukları	64
6.2.3.1. Mevcut Sistemlerle Uyum Sorunları	65
6.2.3.2. Bulut Bilişim Entegrasyon Zorlukları	66
6.2.3.3. Farklı Sistemlerin Birlikte Çalışabilirlik (Interoperability) Sorunları	67
6.3. İnsan Kaynakları Zorlukları	68
6.3.1. Uzmanlık Eksikliği	69
6.3.1.1. Yapay Zeka, Veri Bilimi ve CBS Konusunda Nitelikli Personel Yetersizliği	69
6.3.1.2. Teknik Personelin Çalıştırma ve Bakım Becerileri Eksikliği	70
6.3.1.3. Mevcut Personelin Teknolojik Adaptasyon Sorunları	72
6.3.2. Personel Yönetimi	73
6.3.2.1. Özel Sektörle Rekabet Edemeyen Ücret Politikaları	73
6.3.2.2. Personel Alım Süreçlerindeki Katılık	74
6.3.2.3. Kariyer Gelişim İmkanlarının Sınırlılığı	76
6.3.3. Eğitim ve Kapasite Geliştirme	77
6.3.3.1. Yetersiz Eğitim Programları	77
6.3.3.2. Sürekli Eğitim İmkanlarının Kısıtlılığı	78
6.3.3.3. Yöneticilerin Yapay Zeka Konusunda Farkındalık Eksikliği	80

43

6.4.	Etik ve Yasal Zorluklar	81
6.4.1.	Etik Sorunlar.....	81
6.4.1.1.	Algoritmik Tarafsızlık ve Önyargı.....	82
6.4.1.2.	Karar Alma Süreçlerindeki Şeffaflık Eksikliği.....	83
6.4.1.3.	Mekansal Adaletsizlik Riskleri.....	84
6.4.1.4.	Hesap Verebilirlik Sorunları.....	85
6.4.2.	Yasal Düzenlemeler.....	86
6.4.2.1.	Uluslararası ve Ulusal Veri Koruma Yasalarına Uyum Zorluğu.....	87
6.4.2.2.	Yapay Zeka Düzenlemelerine Adaptasyon.....	88
6.4.2.3.	Sınır Aşan Veri Paylaşımı Kısıtlamaları.....	90
6.4.2.4.	Sorumluluk ve Yükümlülüklerin Belirsizliği.....	91
6.4.3.	Veri Egemenliği ve Ulusal Güvenlik.....	93
6.4.3.1.	Kritik Verilerin Yurt Dışında İşlenmesi Riskleri.....	93
6.4.3.2.	Stratejik Verilerin Korunması İhtiyacı.....	94
6.5.	Kurumsal ve Yönetimsel Zorluklar	96
6.5.1.	Kurumlar Arası Koordinasyon	96
6.5.1.1.	Rekabet, Yetki Çatışmaları ve Mükerrer Çalışmalar	96
6.5.1.2.	İletişim Eksikliği	98
6.5.1.3.	Ortak Standartların Yokluğu	99
6.5.2.	Kurumsal Dönüşüm Zorlukları.....	100
6.5.2.1.	Değişime Direnç	101
6.5.2.2.	İş Süreçlerinin Yapay Zeka Entegrasyonu İçin Yeniden Tasarlanması..	102
6.5.2.3.	Kurumsal Kültürün Teknolojik Yeniliklere Açık Olmaması.....	103
6.6.	Finansal ve Sürdürülebilirlik Zorlukları	105
6.6.1.	Maliyet Sorunları	105
6.6.1.1.	Yüksek Başlangıç Yatırım Maliyetleri	105
6.6.1.2.	Sürekli Bakım ve Güncelleme Harcamaları	107
6.6.1.3.	Personel Eğitim Maliyetleri	108
6.6.2.	Bütçe Kısıtları	109
6.6.2.1.	Kaynak Tahsisinde Önceliklendirme Sorunları	110
6.6.2.2.	Uzun Vadeli Finansman Güvencesinin Olmaması	111
6.6.3.	Çevresel Sürdürülebilirlik.....	112
6.6.3.1.	Yapay Zeka Sistemlerinin Yüksek Enerji Tüketimi	113
6.6.3.2.	Veri Merkezlerinin Karbon Ayak İzi ve Emisyon Yükü	114
6.7.	Sosyal ve Toplumsal Zorluklar	115
6.7.1.	Toplumsal Kabul	116
6.7.1.1.	Yapay Zeka Uygulamalarına Karşı Güvensizlik	116
6.7.1.2.	Kişisel Verilerin Kullanımına İlişkin Endişeler.....	117
6.7.1.3.	Gözetim ve Kontrol Algısı.....	119
6.7.2.	Dijital Eşitsizlik	120
6.7.2.1.	Teknolojik Hizmetlere Erişimde Bölgesel ve Sosyoekonomik Farklılıklar	120
6.7.2.2.	Dijital Okuryazarlık Seviyesindeki Farklılıklar.....	122

del Ar. 2021. 14. 11. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.

6.7.3. Vatandaş Katılımı	123
6.7.3.1. Yapay Zeka Sistemlerinin Tasarımında Katılımcı Süreçlerin Eksikliği	124
6.7.3.2. Kullanıcı Geri Bildirim Mekanizmalarının Yetersizliği	125
6.8. Performans Değerlendirme Zorlukları	127
6.8.1. Başarı Ölçütleri	127
6.8.1.1. Yapay Zeka Sistemlerinin Performansını Değerlendirmede Standart Metodolojilerin Yokluğu	127
6.8.1.2. Teknik ve Sosyal Etki Göstergelerinin Dengeli Değerlendirilmesi Zorluğu	129
6.8.2. Sürekli İyileştirme	131
6.8.2.1. Sistemlerin Zaman İçinde Kalite Kaybı Yaşaması	131
6.8.2.2. Düzenli Değerlendirme ve Güncelleme Gereksinimi	132
7. SAYZEK-COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YAPAY ZEKA ÇALIŞTAYI ÇIKTILARI	135
7.1. Senaryo 1: Yapay Zeka Destekli Yangın Yayılım Modellemesi	135
7.2. Senaryo 2: Afet Sonrası Meydana Gelen Hasarların Tespiti	137
7.3. Senaryo 3: Afet Öncesi Oluşabilecek Hasarların Tespiti	140
7.4. Senaryo 4: İklim Projeksiyon Çalışmalarında Post-processing Aşamasında Ekstrem Olay Analizleri	142
7.5. Senaryo 5: Yapay Zeka Destekli Yenilenebilir Enerji Santralleri Yer Seçimi ve Uygunluk Analizi	144
7.6. Senaryo 6: Maden Sahalarında Olası Çöküntülerin Yapay Zeka İle Tespiti ve Erken Uyarı Sistemi	147
7.7. Senaryo 7: Deniz Kirliliğinin Önlenmesi	149
7.8. Senaryo 8: Meteorolojik radar, yıldırım tespit ve takip sistemi ile meteoroloji uydularından elde edilen verileri kullanarak kısa süreli (1-3 saat) kuvvetli yağış, windshear, dolu ve sis tahmini konularında noktasal ve alansal uyarı sisteminin makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleriyle geliştirilmesi	151
7.9. Senaryo 9: CBS altlıklarına dayalı olarak arazideki bir değişikliği yapay zeka tabanlı görüntü işleme teknikleriyle tespit etmek	152
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	155
8.1. Sonuç	155
8.2. Öneriler	156
8.2.1. Kısa Vadeli Öneriler (0-1 Yıl)	156
8.2.2. Orta Vadeli Öneriler (1-3 Yıl)	159
8.2.3. Uzun Vadeli Öneriler (3-5 Yıl)	160
KAYNAKÇA	161
EKLER	162
EK 1. Toplantı Tutanakları	162

Handwritten signature in blue ink.

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo

Sayfa

Table of Contents
Tablo 1 - Vektör ve Raster Veri Tipleri7

2. $\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) = \frac{1}{2} m \frac{d}{dt} (v^2) = \frac{1}{2} m \frac{d}{dt} (v \cdot v) = \frac{1}{2} m \left(\frac{dv}{dt} \cdot v + v \cdot \frac{dv}{dt} \right) = m v \cdot \frac{dv}{dt} = m v \cdot a = m \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} v^2 \right)$

KISALTMALAR/SİMGELER

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
TUCBS	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
GDPR	General Data Protection Regulation (Genel Veri Koruma Yönetmeliği)
DPIA	Data Protection Impact Assessment (Veri Koruma Etki Değerlendirmesi)
DDoS	Distributed Denial of Service (Dağıtılmış Hizmet Reddi Saldırısı)
ANN	Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)
CNN	Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Network)
RNN	Tekrarlayan Sinir Ağları (Recurrent Neural Networks)
LSTM	Uzun-Kısa Vadeli Bellek (Long Short-Term Memory)
NLP	Doğal Dil İşleme
YZ	Yapay Zeka
ML	Makine Öğrenmesi
SVM	Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine)
BRT	(Boosted Regression Tree)
RF	Random Forest
MaxEnt	Maximum Entropy
ECMWF	Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)
ESA	Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency)
EUMETSAT	Avrupa Meteoroloji Uyduları İşletme Teşkilatı
İHA	İnsansız Hava Aracı
NCAR	Ulusal Atmosferik Araştırmalar Merkezi (National Center for Atmospheric Research)
EUCLID	Avrupa Şimşek Tespit Ağı
LVM	Çoklu Ortam Modelleri
LLM	Büyük Dil Modelleri

$\alpha \in L(A_2) \text{ and } \alpha \notin M \cup H \cup E' \cup S \cup Q \cup R \cup P \cup A \cup Z \cup K$

NDVI	Fark Bitki Örtüsü İndeksi
MSAVI	Değiştirilmiş Toprak Ayarlı Bitki Örtüsü İndeksi
LAM	Büyük Ses Modelleri
VLM	Görü ve Dil Modelleri
KVKK	Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
TPU	Tensor Processing Unit
BDDK	Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
SPK	Sermaye Piyasası Kurulu
TKHK	Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun
CBDDO	Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
ROI	Yatırım Getirisi
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-Operation and Development)
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

DELİBAĞI ATILAN KİŞİLERİN İNCELENMESİ

TANIMLAR

Coğrafi Bilgi Sistemi	Her türlü coğrafi verinin; üretilmesi, temini, depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, analiz edilmesi, paylaşılması, sunulması ve güncel tutulması için gerekli olan donanım, yazılım, insan kaynağı, standartlar ve yöntemler bütünü.
GDPR	General Data Protection Regulation (Genel Veri Koruma Yönetmeliği) Avrupa genelinde AB vatandaşlarının kişisel verilerini korumaya yönelik oluşturulmuş yönetmeliktir.
Privacy-by-design	(gizlilik-koruyucu tasarım) Yeni uygulamaya geçirilecek sistemlerin oluşturulma sürecinden başlayarak veri koruma ilkelerine (şeffaflık, veri minimizasyonu, ölçülülük vb.) uygun şekilde tasarlanması amaçlanmaktadır. İlgili ilkelere uygunluk, sistemlere sonradan eklenmemelidir.
Membership Inference Attack:	(Üyelik Çıkarımı Saldırısı) Makine öğrenmesi modellerinin eğitim verilerine dair gizli bilgileri sızdırmasına neden olan bir güvenlik açığıdır. Bu saldırı türünde bir saldırgan, belirli bir örneğin modelin eğitim verisinde olup olmadığını belirlemeye çalışır.
Data Poisoning	(Veri Zehirleme) Veri zehirleme saldırısı, makine öğrenmesi modellerini yanıltmak veya zarar vermek amacıyla eğitim verilerine kasıtlı olarak yanlış, yanıltıcı veya manipüle edilmiş verilerin eklenmesi yöntemidir. Bu saldırılar genellikle modelin performansını düşürmek, yanlış tahminler yaptırmak veya belirli sonuçları üretmeye zorlamak için kullanılır.
DDoS (Distributed Denial of Service)	(Dağıtılmış Hizmet Reddi Saldırısı) Bir sistemi, ağı veya web hizmetini aşırı trafikle doldurarak

d E L A . 25. 11. 2020 14:00 14. 11. 2020

	normal kullanıcıların erişimini engellemeyi amaçlayan bir siber saldırı türüdür. Bu saldırılar genellikle birden fazla kaynaktan aynı anda yapılır, dolayısıyla saldırıyı durdurmak daha zor hale gelir.
Legacy sistemler	Bir kuruluşun veya işletmenin hâlâ kullandığı, ancak teknolojik olarak eski kalmış, modern sistemlerle tam uyumlu olmayan veya güncellenmesi zor olan yazılım ve donanım sistemleridir.
Agregasyon seviyesi	Bir veri kümesindeki bireysel detayların ne kadar geliştirilip gruplandırıldığı seviyeyi ifade eder. Konum verileri özelinde konuşursak, agregasyon seviyesi, verinin ne kadar detaylı ya da ne kadar geliştirilmiş olduğunu belirleyen ölçüttür.
FAIR İlkeleri	(Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) Bilimsel verilerin ve dijital kaynakların daha erişilebilir, paylaşılabilir ve tekrar kullanılabilir olması için geliştirilmiş bir çerçevedir. Bu ilkeler özellikle araştırma verilerinin yönetimi ve veri bilimi çalışmalarında büyük önem taşır. FAIR, verinin herkes tarafından kolayca bulunmasını, erişilebilir olmasını, farklı sistemlerle çalışabilir olmasını ve yeniden kullanılabilir olmasını sağlamayı amaçlar.

2024.01.15 14:30 14.01.2024



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Coğrafi Veri Odaklı Yapay Zeka Uygulamaları Çalışma Heyeti

1. GİRİŞ

Coğrafi veri (mekânsal veri), konuma dayalı bilgileri içeren ve haritalama, şehir planlama, lojistik, afet yönetimi gibi birçok alanda kullanılan kritik bir veri türüdür. Yapay Zeka (Artificial Intelligence-AI) ise, insan zekasını taklit eden ve öğrenme, problem çözme, karar verme, dil işleme gibi bilişsel yeteneklere sahip bilgisayar sistemlerini ifade eder. Yapay zeka modelleri yoğunlukla büyük veri ve veri analizi üzerine yapılandırılır.

Son yıllarda yapay zeka (AI) ve makine öğrenmesi (ML) teknolojilerindeki gelişmeler, coğrafi verinin işlenmesi, analizi ve yorumlanmasında devrim niteliğinde değişikliklere yol açmıştır. Uzaktan erişim teknolojileri ve depolama alanlarındaki teknolojik gelişmeler ise coğrafi verinin daha hızlı ve yüksek yoğunluklu olarak toplanabilmesine olanak sağlamıştır. Toplanan coğrafi verilerin yapay zeka algoritmaları kullanılarak analiz edilmesi veya yapay zeka algoritmaları kullanılarak uygulamalar geliştirilmesi ile harita desteği üzerinden çalışan pek çok uygulamanın otomatikleştirilmesi ya da daha etkin kullanılması sağlanabilir.

1.1. Coğrafi Veri ve Yapay Zeka İlişkisi

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS): Mekânsal verilerin depolanması, analizi ve görselleştirilmesini sağlayan sistemlerdir. Toplanan ve/veya üretilen verilerin yapay zeka algoritmaları ile analizinin yapılabilmesi, CBS sistemlerine de yepyeni ve etkin bir kullanım alanı getirecektir. Yapay zeka algoritmaları özellikle görüntü işleme, tahmin modelleri ve optimizasyon modelleri konusunda önemli açılımlar getirmiştir. Söz konusu yaklaşımların her biri coğrafi veri ile kullanılabilir:

Görüntü İşleme: Uydu ve drone görüntülerinden otomatik nesne tanıma (örneğin, bina, orman, yol tespiti).

[Handwritten signature in blue ink]



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Coğrafi Veri Odaklı Yapay Zeka Uygulamaları Çalışma Heyeti

Tahmin Modelleri: İklim değişikliği, tarım verimliliği veya afet risk analizlerinde makine öğrenmesi modelleri.

Optimizasyon: Trafik optimizasyonu, Enerji dağıtımı, kentsel planlama

1.2. Coğrafi Veri Odaklı Yapay Zeka Uygulamalarının Önemi

Coğrafi veriler, şehir planlaması, doğal kaynak yönetimi, ulaşım sistemleri, tarım, iklim değişikliği analizi gibi birçok alanda kritik bir rol oynamaktadır. Bu verilerin doğru bir şekilde analiz edilmesi, daha iyi karar verme süreçleri anlamına gelmektedir. Yapay zekâ desteği ve coğrafi verinin birleşimiyle insan hayatını kolaylaştıran uygulamalar geliştirmek mümkündür. Başlıca örnekleri aşağıda verebiliriz:

Deprem ve Sel Tahmini: Yapay zekâ modelleri, tarihsel verileri ve jeolojik verileri analiz ederek risk haritaları oluşturur.

Hasar Tespiti: Felaket sonrası uydu görüntüleri, yapay zekâ ile işlenerek hasarlı alanlar otomatik olarak belirlenir.

Precision Agriculture (Hassas Tarım): Toprak nemi, hava durumu ve uydu verileri birleştirilerek optimal tarım stratejileri geliştirilir.

Orman Gözetleme: Yasa dışı ağaç kesimi veya yangın tespiti için yapay zeka tabanlı izleme sistemleri kullanılır.

Trafik Akış Optimizasyonu: Gerçek zamanlı veri analizi ile trafik sıkışıklığı öngörülür ve alternatif rotalar önerilir.

Otonom Araçlar: Yüksek çözünürlüklü haritalar ve yapay zeka algoritmaları, sürücüsüz araçların güvenli navigasyonunu sağlar.

1.3. Raporun Amacı ve Kapsamı

Raporun ilk üç bölümünde kavramsal bir çerçeve oluşturulması hedeflenmiş ve coğrafi veri ile yapay zeka kavramlarına ilişkin teorik alt yapı oluşturulmuştur. Söz

2023.05.15 tarihinde yapılan toplantıda, raporun içeriği ve yapısı hakkında görüşler exchanged edilmiştir. Raporun son hali, aşağıdaki imzalarla onaylanmıştır.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU	Coğrafi Veri Odaklı Yapay Zeka Uygulamaları Çalışma Heyeti
------	--

konusu kavramlar sistematik bir şekilde tanıtılarak, okuyucuların raporun devamındaki teknik içerikleri kolaylıkla takip edebilmesi amaçlanmıştır. Bu kısımda

- Yapay zekanın temel prensipleri ve coğrafi verinin nitelikleri
- Mekânsal veri türleri (vektör/raster) ve yapay zeka entegrasyon metodolojileri
- Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile makine öğrenmesi arasındaki sinerji detaylandırılmıştır.

Dördüncü bölümde, coğrafi veri tabanlı yapay zekâ çözümlerinin operasyonel kullanım senaryoları analiz edilmiştir. Öne çıkan uygulama alanları aşağıda belirtilmiştir.

- Akıllı Şehirler: Trafik optimizasyonu ve kentsel planlama algoritmaları
- Tarım 4.0: Hassas tarım için toprak ve hava verisi analitikleri
- Afet Yönetimi: Risk haritalama ve erken uyarı sistemleri
- Enerji Yönetimi: Yenilenebilir kaynak dağıtım optimizasyonları

Raporun 5'inci bölümü ise ülkemizde, var olan coğrafi veri odaklı yapay zeka uygulamalarına değinilmiştir. Heyet çalışması süresince, 5'inci bölümde bahsi geçen her bir uygulama incelenmiştir.

Raporun 6'ıncı bölümü heyet çalışmasının en önemli vurgularından birine, kamu sektöründeki uygulama bariyerlerine ayrılmıştır. Veri Kalitesi, insan kaynağı, eğitim ihtiyacı, teknik altyapı ve donanım ihtiyacı, etik ve regülasyon kuralları üzerinde durulmuştur.

Heyet çalışmaları kapsamında, SAYZEK iş birliği ile düzenlenmiş olan yapay zekâ çalıştayına ilişkin bilgiler raporun 7'inci bölümünde yer almaktadır. Bu bölümde yer verilen problemler, henüz net olarak çözülmemiş, üzerinde araştırmaların devam ettiği ancak yapay zeka algoritmalarının denenmesinin gerekli olduğu problemlerdir.

Raporun son bölümü ise sonuç ve önerilere ayrılmıştır.

Bu çalışmanın, özellikle kamu kurumlarındaki dijital dönüşüm süreçlerine rehberlik etmesinin yanı sıra, akademik ve endüstriyel araştırmalar için bir yol haritası olması temennisiyle heyet çalışmaları yürütülmüştür. Belirtilen problem alanlarının disiplinler arası çalışma grupları tarafından ele alınması kritik önem taşımaktadır.

[Handwritten signature in blue ink]