**T.C.**
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**
**SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ GİRİŞİMCİLİĞİ EKOSİSTEMİNİN OLGUNLUK ANALİZİ

Murat ŞAHİN

**Doktora Tezi**

**TEKNOLOJİ VE BİLGİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

Teknoloji ve Bilgi Yönetimi Programı

**MAYIS 2026**

**T.C.**
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**TEKNOLOJİ VE BİLGİ YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI**

**Doktora Tezi**

# TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ GİRİŞİMCİLİĞİ EKOSİSTEMİNİN OLGUNLUK ANALİZİ

**Tez Yazarı**
Murat ŞAHİN

**Danışman**
Prof. Dr. Yusuf Cemalettin ÇOPUROĞLU

**MAYIS 2026**
**ELAZIĞ**

**T.C.**

**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**TEKNOLOJİ VE BİLGİ YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI**

**Doktora Tezi**

| | |
|---|---|
| **Başlığı:** | TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ GİRİŞİMCİLİĞİ EKOSİSTEMİNİN OLGUNLUK ANALİZİ |
| **Yazarı:** | Murat ŞAHİN |
| **Tez Öneri Tarihi:** | 11.01.2024 |
| **Savunma Tarihi:** | 08.05.2026 |

**TEZ ONAYI**

Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda **OYBİRLİĞİ/OYÇOKLUĞU** ile kabul edilmiştir**.**

| | | **İmza** |
|---|---|---|
| **Danışman:** | **Prof. Dr. Y. Cemalettin ÇOPUROĞLU**<br>Fırat Üniversitesi İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi | İMZALIDIR |
| **Başkan:** | **Prof. Dr. Erkan Turan DEMİREL**<br>Fırat Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi | İMZALIDIR |
| **Üye:** | **Doç. Dr. Cem AYDEN**<br>Fırat Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi | İMZALIDIR |
| **Üye:** | **Doç. Dr. Erdinç KOÇ**<br>Malatya Turgut Özal Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi | İMZALIDIR |
| **Üye:** | **Dr. Öğr. Üyesi Seda İŞGÜZAR**<br>Malatya Turgut Özal Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi | İMZALIDIR |

**Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun ...../...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.**

**Prof. Dr. Ahmet AKSIN**

**Enstitü Müdürü**

## BEYAN

Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım "**TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ GİRİŞİMCİLİĞİ EKOSİSTEMİNİN OLGUNLUK ANALİZİ"** başlıklı Doktora Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

08.05.2026

**Murat ŞAHİN**

# ÖN SÖZ

Bu doktora tez çalışmasında, Türkiye'deki yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin olgunluk düzeyi çok boyutlu bir analitik çerçeve üzerinden Türkiye'ye özgü dinamiklerle ele alınmış; ekosistemin mevcut durumu, bileşenleri ve bu bileşenler arasındaki yapısal etkileşimler nesnel göstergeler ışığında değerlendirilmiştir. Disiplinler arası bir bakış açısını zorunlu kılan bu araştırma süreci, karmaşık göstergelerin sistematik bir ölçüm yapısına kavuşturulmasıyla yürütülmüş ve tamamlanmıştır. Ortaya konulan modelin ve elde edilen bulguların; gelecekte bu alanda çalışacak araştırmacılara, politika yapıcılara ve uygulayıcı kurumlara yol gösterici bir referans niteliği taşıması amacıyla tez çalışması tamamlanmıştır.

Tez sürecimde, eğitim hayatımın başlangıcından itibaren emek ve desteklerini esirgemeyen ilk öğretmenlerim annem ve babama, aileme; akademik rehberliğini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Yusuf Cemalettin ÇOPUROĞLU'na ve kıymetli katkılarıyla çalışmayı zenginleştiren Doç. Dr. Cem AYDEN'e ve Prof. Dr. Erkan Turan DEMİREL'e içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca, bu yoğun süreç boyunca sabırları, anlayışları ve koşulsuz destekleriyle her zaman yanımda olan arkadaşlarıma da minnettarlığımı ifade eder; yanımda olan herkese teşekkürlerimi sunarım.

**Murat ŞAHİN**

ELAZIĞ 2026

# İÇİNDEKİLER

**BEYAN** ..... **I**
**ÖN SÖZ** ..... **II**
**İÇİNDEKİLER** ..... **III**
**ÖZET** ..... **VII**
**ABSTRACT** ..... **IX**
**ŞEKİLLER LİSTESİ** ..... **XI**
**TABLOLAR LİSTESİ** ..... **XII**
**SİMGELER VE KISALTMALAR** ..... **XIII**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
1.1. Araştırma Problemi ..... 1
1.2. Araştırmanın Amacı ..... 2
1.3. Araştırma Soruları ve Betimsel Hipotezler ..... 2
1.4. Araştırmanın Yöntemi ..... 4
1.5. Araştırmanın Önemi ..... 5
1.6. Araştırmanın Kapsamı ..... 6
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları ..... 6
1.8. Araştırmanın Katkıları ..... 7
1.8.1. Kavramsal Katkı ..... 7
1.8.2. Metodolojik Katkı ..... 7
1.8.3. Stratejik ve Pratik Katkı ..... 8
1.8.4. Özgün Katkı ..... 8
1.8.5. Literatürdeki Boşluğun Giderilmesine Yönelik Katkı ..... 8
1.9. Tezin Yapısı ..... 9
**2. TEORİK ÇERÇEVE: YAPAY ZEKÂ VE GİRİŞİMCİLİK EKOSİSTEMİ** ..... **10**
2.1. Yapay Zekâ Yaklaşımı: Tanım, Kuramsal ve Kavramsal Temeller ..... 10
2.1.1. Zekâ ve Yapay Zekâ Kavramı ..... 10
2.1.1.1. Zekâ ..... 10
2.1.1.2. Yapay Zekâ ..... 11
2.1.2. Yapay Zekânın Doğuşu ve Gelişimi ..... 11
2.1.3. Yapay Zekânın Temel Bilişsel Yetkinlikleri ..... 12
2.1.3.1. Algılama ..... 12
2.1.3.2. Öğrenme ve Uyarlama ..... 13
2.1.3.3. Muhakeme ve Planlama ..... 14
2.1.3.4. Dil ve Etkileşim ..... 15
2.1.3.5. Açıklanabilirlik ve Güvence ..... 16
2.1.4. Yapay Zekânın Sınıflandırılması ..... 16
2.1.4.1. Genellik ve Kapasite Düzeyine Göre ..... 17
2.1.4.1.1. Dar Yapay Zekâ ..... 17
2.1.4.1.2. Genel Yapay Zekâ ..... 18
2.1.4.1.3. Süper Yapay Zekâ ..... 18
2.1.4.2. Paradigma ve Teknolojik Yaklaşıma Göre ..... 19
2.1.4.2.1. Sembolik–Kural Tabanlı Sistemler ..... 19
2.1.4.2.2. İstatistiksel–Öğrenen Sistemler ..... 20
2.1.4.2.3. Melez ve Yeni Yaklaşımlar ..... 20
2.1.4.3. Kapsam ve Kullanım Bağlamına Göre ..... 21
2.1.4.3.1. Gömülü ve Edge Yapay Zekâ ..... 21
2.1.4.3.2. Bulut-tabanlı Yapay Zekâ ..... 21
2.1.4.3.3. Otonom Sistemler ..... 22
2.1.4.3.4. İnsan-Döngüsünde Yapay Zekâ ..... 23
2.1.4.3.5. Alanlar Arası Yapay Zekâ ..... 23
2.1.4.3.6. Bağlamsal Yapay Zekâ ..... 24
2.1.5. Yapay Zekâ Altyapısı ve Bileşenleri ..... 24
2.1.5.1. Algoritmalar ve Yazılımlar ..... 25
2.1.5.2. Donanım ve Bilgi İşlem Gücü ..... 25
2.1.5.3. Veri ve Analitik ..... 26
2.1.5.4. İnsan Kaynağı ..... 27
2.1.5.5. Eğitim ve Akademik Kurumlar ..... 27
2.1.5.6. Endüstri ve Girişimler ..... 28
2.1.5.7. Politikalar ve Düzenlemeler ..... 29

2.1.6. Yapay Zekânın Sektör Olarak Üstlendiği Roller ..... 29
2.1.6.1. Sağlık Sektörü ..... 30
2.1.6.2. Finans Sektörü ..... 30
2.1.6.3. Üretim ve Sanayi ..... 30
2.1.6.4. Eğitim Sektörü ..... 31
2.1.6.5. Ulaşım ve Lojistik Sektörü ..... 31
2.1.7. Yapay Zekânın Toplumsal, Etik ve Hukuki Boyutları ..... 32
2.1.7.1. Toplumsal Dönüşüm ..... 32
2.1.7.2. İşgücü ve İstihdam ..... 32
2.1.7.3. Dijital Eşitsizlik ..... 33
2.1.7.4. Kültürel Dinamikler ..... 34
2.1.7.5. İnsan Hakları ve Etik ..... 35
2.1.7.5.1. Özel Hayatın Gizliliği ..... 35
2.1.7.5.2. Adil Karar Verme Sistemleri ..... 36
2.1.7.5.3. Etik Sorumluluklar ..... 36
2.1.7.6. Güvenilir Yapay Zekâ ve Yönetişim Çerçeveleri ..... 37
2.1.7.6.1. Güvenilir Yapay Zekâ ..... 37
2.1.7.6.2. Otomatik Güvence ve Öz-Düzenleme Mekanizmaları ..... 38
2.1.8. Yapay Zekâda Gelecek Yönelimler ..... 38
2.1.8.1. Kuantum Yapay Zekâ ..... 39
2.1.8.2. İnsan–Yapay Zekâ Bütünleşmesi ..... 39
2.1.8.3. Duygusal Yapay Zekâ ..... 40
2.1.8.4. Yapay Zekânın Evrimsel Geleceği ..... 40
2.1.9. Yapay Zekâ Gelişiminde Karşılaşılan Zorluklar ..... 41
2.1.9.1. Teknolojik Zorluklar ..... 41
2.1.9.1.1. Veri Güvenliği ve Gizlilik ..... 41
2.1.9.1.2. Veri Setlerinin Yetersizliği ..... 42
2.1.9.1.3. Maliyet ve Ölçek Sorunları ..... 42
2.1.9.2. Yasal ve Düzenleyici Zorluklar ..... 43
2.1.9.2.1. Hukuki Çerçeveler ..... 44
2.1.9.2.2. Fikrî Mülkiyet Hakları ..... 44
2.1.9.2.3. Etik ve Düzenleyici Yaklaşımlar ..... 44
2.2. Girişimcilik Ekosistemi Yaklaşımı: Tanım, Yapay Zekâ Girişimciliği ve Ekosistemi ..... 45
2.2.1. Girişimcilik ..... 45
2.2.2. Girişimcilik Ekosistemi ..... 46
2.2.3. Girişimcilik Ekosisteminin Bileşenleri ..... 46
2.2.3.1. İnsan Kaynağı ve Yetenek Havuzu ..... 47
2.2.3.2. Finansman ve Sermaye Sürekliliği Ekseninde Yatırım Ekosistemi ..... 48
2.2.3.3. Pazar Dinamikleri ve Müşteri Erişimi ..... 49
2.2.3.4. Bilgi, Ar-Ge ve Üniversite Bağlantıları ..... 50
2.2.3.5. Destekleyici Kurumlar, Aracı Kurumlar ve Ağlar ..... 51
2.2.3.6. Politika-Düzenleyici Çerçeve ve Yönetişim ..... 52
2.2.3.7. Fiziksel ve Dijital Altyapı ..... 53
2.2.3.8. Kültürel ve Toplumsal Dinamikler ..... 53
2.2.4. Girişimcilik Ekosistem Yaklaşımları ..... 54
2.2.4.1. Mekânsal ve Bölgesel Temelli Yaklaşım ..... 54
2.2.4.2. Konfigürasyonel Temelli Yaklaşım ..... 56
2.2.4.3. Dayanıklı ve Kurumsal Koordinasyon Odaklı Yaklaşım ..... 57
2.2.4.4. Yapısal Açıdan Sağlıklı, Ağ Kaynaklı ve Verimlilik Odaklı Yaklaşım ..... 57
2.2.4.5. Veri Odaklı ve Algoritmik Yaklaşımlar ..... 58
2.2.4.6. Ekosistem Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Değerlendirilmesi ..... 58
2.2.5. Yapay Zekâ Girişimciliği, Ekosistemi ve Yapısal Boyutları ile Dinamikleri ..... 59
2.2.5.1. Yapay Zekâ Girişimciliği ..... 60
2.2.5.2. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosistemi ..... 61
2.2.5.3. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Temel Unsurları ..... 62
2.2.5.3.1. Yapay Zekâ Şirketleri ..... 62
2.2.5.3.2. Startup'lar ..... 64
2.2.5.4. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Yapısal Boyutları ..... 68
2.2.5.5. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Dinamikleri ..... 69
2.2.6. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminde Karşılaşılan Zorluklar ..... 69

2.2.7. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosistemlerinde Olgunluk Yaklaşımı ..... 70
**3. OLGUNLUK MODELLERİ TEMELLİ ARAŞTIRMA TASARIMI VE YÖNTEMİ ..... 72**
3.1. Araştırma Tasarımı ..... 72
3.1.1. Araştırma Soruları ve Betimsel Hipotezlerin Yöntemsel Eşleştirilmesi ..... 74
3.2. Veri Kaynakları ve Toplama Yöntemleri ..... 75
3.2.1. İkincil Veri Kaynakları ..... 76
3.2.2. Çevrim İçi Veri Toplama Yöntemi ..... 76
3.2.3. Etik Boyut ..... 78
3.3. Olgunluk Modelleri Temelinde Analiz Kriterlerinin Belirlenmesi ..... 78
3.3.1. Literatürdeki Olgunluk Modelleri ..... 79
3.3.1.1. Yapay Zekâ Benimseme Olgunluk Modeli ..... 80
3.3.1.2. Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi ..... 81
3.3.1.3. Yetenek Olgunluk Modeli ..... 81
3.3.1.4. Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi ..... 82
3.3.1.5. Dijital Devlet Olgunluk Modelleri ..... 83
3.3.1.6. Girişimcilik Ekosistemi Olgunluk Modelleri ..... 84
3.3.1.7. Küresel İnovasyon Endeksi ..... 85
3.3.1.8. OECD Yapay Zekâ Göstergeleri ..... 86
3.3.1.9. Sorumlu Yapay Zekâ Olgunluğu ..... 90
3.3.1.10. Teknoloji Hazırlık Seviyesi ..... 91
3.3.2. Olgunluk Düzeyleri ve Analiz Göstergelerinin Operasyonelleştirilmesi ..... 93
3.3.3. Olgunluk Analizinin Uygulama Süreci ..... 100
**4. BULGULAR VE TARTIŞMA ..... 102**
4.1. Türkiye'deki Ekosistemin Nitel Bulguları ve Bağlamsal Analizi ..... 102
4.1.1. Politika ve Stratejiler Çerçevesinde Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Dinamikleri ..... 102
4.1.1.1. Türkiye'deki Kurum ve Kuruluşların Yapay Zekâ Yaklaşımının Tahlili ..... 103
4.1.1.2. Türkiye'nin Yapay Zekâ Eksenli Ulusal Politika ve Kalkınma Planlarına İlişkin Nitel Bulgular ..... 106
4.1.2. Türkiye Perspektifinde Yapay Zekâ Odağında, Girişimcilik ve Girişimcilik Ekosistemi Üzerine Akademik Literatür İncelemesi ..... 115
4.1.3. Türkiye'de Yapay Zekâ Alanındaki Patent Başvurularının İnovasyon Perspektifinden Tahlili ..... 116
4.1.4. SWOT Analizi ile Türkiye Yapay Zekâ Ekosistemine Genel Bakış ..... 117
4.1.5. PESTEL Analizi ile Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Makro Çevre Bulguları ..... 120
4.1.6. Porter'ın Beş Güç Analizi ile Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Rekabet Dinamikleri ..... 123
4.1.7. Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Haritalama ve Ağ Analizi ..... 126
4.1.8. Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Yapısal Analizi Kapsamında Değer Zinciri Bulguları ..... 129
4.1.9. Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Uluslararası Kıyaslama Analizi ..... 131
4.1.10. Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin STEEP Analizi ile Sosyo-Teknolojik Eğilimler ..... 134
4.2. Türkiye'deki Ekosistemin Nicel Bulguları ve Genel Olgunluk Analizi ..... 137
4.2.1. Nicel Çalışma Evreninin Tanımlanması ve Girişimlerin Tespiti ..... 138
4.2.1.1. Yapay Zekâ Girişim Haritasında (TRAI) Yer Alan Şirketler ..... 138
4.2.1.2. Teknopark Firma Kataloglarındaki Şirketler ..... 141
4.2.1.3. Merkezi Sicil Kayıt Sistemi (MERSİS) Veri Tabanında Yer Alan Şirketler ..... 144
4.2.2. Veri Temizleme, Birleştirme ve Doğrulama ..... 145
4.2.3. Nihai Örneklem ve Yapısı ..... 146
4.2.4. Olgunluk Göstergelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma ..... 148
4.2.4.1. Strateji ve Liderlik ..... 149
4.2.4.2. Üniversite–Sanayi İşbirliği ..... 150
4.2.4.3. Süreç Standardizasyonu ..... 151
4.2.4.4. Dijital Teknoloji Entegrasyonu ..... 151
4.2.4.5. Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik ..... 152
4.2.4.6. Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi ..... 153
4.2.4.7. İnovasyon Çıktıları ..... 154
4.2.4.8. Politika ve Regülasyon Uyumu ..... 155
4.2.4.9. Etik ve Güvenlik ..... 156
4.2.4.10. Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) ..... 157
4.2.5. Genel Olgunluk Analizinin Belirlenmesi ..... 158
4.2.5.1. Frekans ve Oran ..... 158
4.2.5.2. Oranlar İçin Güvenirlik Aralıkları ..... 159
4.2.5.3. Göstergelerin Normalizasyonu ..... 160

4.2.5.4. Ağırlıklandırma ve Genel Olgunluk Analizi Hesaplanması ..... 164
4.2.5.5. Olgunluk Analizinin Düzeylendirilmesi ve Temsili Görselleştirme ..... 165
4.2.5.6. Duyarlılık ve Sağlamlık Analizi ..... 168
4.2.6. Olgunluk Düzeylerinin Sınıflandırılması ve Ekosistem Konumlandırması ..... 170
4.2.6.1. Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi ..... 170
4.2.6.2. Türkiye Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Konumu ..... 172
4.2.7. Olgunluk Kriterleri Arası Bağlaşıklık Analizi ve Öne Çıkan Kombinasyonlar ..... 173
**5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME ..... 177**
5.1. Araştırmanın Bütüncül Çerçevesi ..... 177
5.2. Türkiye'de YZ Girişimcilik Ekosisteminin Genel Olgunluk Düzeyine İlişkin Sonuçlar ..... 178
5.3. Araştırma Soruları ve Betimsel Hipotezler Düzeyinde Genel Değerlendirme ..... 179
5.3.1. Araştırma Soruları Bağlamında ..... 181
5.3.2. Betimsel Hipotezler Açısından ..... 186
5.4. Ekosistem Gelişimine Yönelik Politika ve Strateji Önerileri ..... 192
5.4.1. Bölgesel ve Makro Ölçekli Politikalar ..... 192
5.4.2. Firma-Düzeyi Kurumsal Uygulamalar ve Yönetişim Önerileri ..... 193
5.5. Genel Değerlendirme ..... 194
**KAYNAKLAR ..... 199**

# ÖZET
# TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ GİRİŞİMCİLİĞİ EKOSİSTEMİNİN OLGUNLUK ANALİZİ

**Murat ŞAHİN**

Doktora Tezi

**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**

Sosyal Bilimleri Enstitüsü

**TEKNOLOJİ VE BİLGİ YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI**

**Teknoloji ve Bilgi Yönetimi Programı**

Mayıs 2026, Sayfa: XIV+ 239

Bu tez, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin mevcut olgunluk düzeyini çok boyutlu, kanıt temelli ve ölçülebilir bir çerçevede incelemektedir. Çalışmanın çıkış noktasını, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin çoğunlukla firma sayısı, yatırım hacmi, patent verileri veya genel dijitalleşme göstergeleri üzerinden değerlendirilmesi; buna karşılık ekosistemin strateji ve liderlik, üniversite-sanayi işbirliği, süreç standardizasyonu, dijital teknoloji entegrasyonu, şeffaflık ve hesap verebilirlik, teknopark üyeliği ve teknoloji transferi, inovasyon çıktıları, politika ve regülasyon uyumu, etik ve güvenlik ile teknoloji olgunluğu gibi çok boyutlu bileşenler üzerinden yeterince analiz edilmemesi oluşturmaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, Türkiye'de yapay zekâ odaklı girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyini belirlemek ve ekosistemin güçlü, zayıf ve gelişime açık yönlerini Türkiye'ye özgü dinamikler çerçevesinde ortaya koymaktır.

Araştırma betimleyici bir tasarımla kurgulanmıştır. Çalışmada ikincil veri kaynakları, doküman incelemesi ve çevrim içi veri toplama yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Nitel aşamada ulusal politika belgeleri, kalkınma planları, strateji dokümanları, resmî raporlar ve akademik literatür sistematik biçimde incelenmiş; bu veriler MAXQDA aracılığıyla içerik analizine tabi tutulmuştur. Ayrıca Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin bağlamsal, kurumsal ve stratejik görünümünü değerlendirmek amacıyla SWOT, PESTEL, Porter'ın Beş Güç Analizi, ekosistem haritalama ve ağ analizi, değer zinciri analizi, uluslararası kıyaslama ve STEEP analizlerinden yararlanılmıştır. Nicel aşamada ise Türkiye yapay zekâ girişimcilik ekosistemine ilişkin firma verileri çok kaynaklı biçimde derlenmiş, MERSİS kayıtları üzerinden doğrulanmış ve tekilleştirilmiştir. Bu süreç sonunda 354 firmalık araştırma evreni belirlenmiş; erişilebilir ve doğrulanabilir kurumsal web kanıtı sunan 187 firma nihai örneklem olarak analiz edilmiştir.

Analizler, literatürdeki olgunluk modellerinden hareketle ve Türkiye'ye özgü ekosistem dinamikleri dikkate alınarak geliştirilen on boyutlu olgunluk çerçevesi üzerinden yürütülmüştür. Bulgular, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin dijital teknoloji entegrasyonu, strateji ve liderlik ile süreç standardizasyonu boyutlarında görece daha güçlü bir görünüm sergilediğini; buna karşılık politika ve regülasyon uyumu, üniversite-sanayi işbirliği ile etik ve güvenlik boyutlarında daha sınırlı bir olgunluk düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Genel Olgunluk Analizi sonucunda ekosistemin yaklaşık %37'lik olgunluk skoruna sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin gelişmekte olan, ancak boyutlar arasında dengeli dağılmayan ve kurumsal derinleşme ihtiyacı taşıyan bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın temel katkısı, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosistemini yalnızca nicel büyüklük göstergeleriyle değil; doğrulanabilir dijital kanıtlar, çok boyutlu olgunluk kriterleri ve karşılaştırılabilir ölçüm mantığı üzerinden değerlendiren özgün bir analiz çerçevesi sunmasıdır. Çalışma, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin belirli teknik ve örgütsel alanlarda gelişim gösterdiğini; ancak politika uyumu, etik-

güvenlik, üniversite-sanayi işbirliği ve kurumsal sürdürülebilirlik bakımından daha bütüncül bir olgunluk düzeyine ulaşması gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zekâ Girişimciliği, Girişimcilik Ekosistemi, Olgunluk Analizi, Türkiye, Yapay Zekâ Ekosistemi.

# ABSTRACT

## Maturity Analysis of the Artificial Intelligence Entrepreneurship Ecosystem in Türkiye

**Murat ŞAHİN**

Ph.D. Thesis

**FIRAT UNIVERSITY**

Graduate School of Social Sciences

**TECHNOLOGY AND KNOWLEDGE MANAGEMENT**

**Technology and Knowledge Management**

May 2026, Page: XIV + 239

This dissertation examines the current maturity level of the artificial intelligence entrepreneurship ecosystem in Türkiye within a multidimensional, evidence-based, and measurable framework. The point of departure of the study is that the artificial intelligence entrepreneurship ecosystem in Türkiye has mostly been evaluated through indicators such as the number of firms, investment volume, patent data, or general digitalization indicators, whereas the ecosystem has not been sufficiently analyzed through multidimensional components such as strategy and leadership, university–industry collaboration, process standardization, digital technology integration, transparency and accountability, technopark membership and technology transfer, innovation outputs, policy and regulatory compliance, ethics and security, and technology maturity. Accordingly, the aim of the research is to determine the maturity level of the artificial intelligence-oriented entrepreneurship ecosystem in Türkiye and to reveal its strengths, weaknesses, and areas open to development within the framework of Türkiye-specific dynamics.

The research was designed as a descriptive study. Secondary data sources, document analysis, and online data collection methods were used together. In the qualitative phase, national policy documents, development plans, strategy documents, official reports, and the academic literature were systematically examined, and these data were subjected to content analysis using MAXQDA. In addition, SWOT, PESTEL, Porter's Five Forces Analysis, ecosystem mapping and network analysis, value chain analysis, international benchmarking, and STEEP analyses were employed to evaluate the contextual, institutional, and strategic outlook of Türkiye's artificial intelligence entrepreneurship ecosystem. In the quantitative phase, firm-level data on Türkiye's artificial intelligence entrepreneurship ecosystem were compiled from multiple sources, verified through MERSİS records, and deduplicated. As a result of this process, a research population of 354 firms was identified, and 187 firms that provided accessible and verifiable corporate web evidence were analyzed as the final sample.

The analyses were conducted through a ten-dimensional maturity framework developed on the basis of maturity models in the literature and by taking Türkiye-specific ecosystem dynamics into account. The findings indicate that Türkiye's artificial intelligence entrepreneurship ecosystem exhibits a relatively stronger profile in the dimensions of digital technology integration, strategy and leadership, and process standardization; whereas it demonstrates a more limited level of maturity in the dimensions of policy and regulatory compliance, university–industry collaboration, and ethics and security. As a result of the General Maturity Analysis, the ecosystem was found to have an approximate maturity score of 37%. This result shows that Türkiye's artificial intelligence entrepreneurship ecosystem has a developing structure that is not evenly distributed across dimensions and requires further institutional deepening.

The main contribution of the research is that it offers an original analytical framework that evaluates Türkiye's artificial intelligence entrepreneurship ecosystem not only through quantitative size indicators, but also through verifiable digital evidence, multidimensional maturity criteria, and a comparable measurement logic. The study reveals that Türkiye's artificial intelligence entrepreneurship ecosystem has made progress in certain technical and organizational areas; however, it still needs to reach a more holistic level of maturity in terms of policy compliance, ethics and security, university–industry collaboration, and institutional sustainability.

**Keywords:** AI Entrepreneurship, AI Ecosystem, Entrepreneurial Ecosystem, Maturity Analysis, Türkiye.

# ŞEKİLLER LİSTESİ

**Şekil 1.** Algılamaya Dayalı Yapay Zekâ Veri İşleme ve Öğrenme Aşamalarının Bütünleşik Akış Şeması ... 13
**Şekil 2**. Yapay Zekâ Öğrenme Süreci ... 14
**Şekil 3.** YZ Startup Ekosistemi Kavramsal Modeli ... 67
**Şekil 4.** Web Scraping ile İlişkisel Süreç ... 78
**Şekil 5.** Değerlendirme Unsurlarının Seçim Ölçütleri ... 80
**Şekil 6.** Boyutlara Göre Gruplandırılmış Olgunluk Analizi Kriterleri ... 95
**Şekil 7.** Kategori Birliktelik Isı Haritası ... 141
**Şekil 8.** İl Bazlı Teknoparklarda Yer Alan Yapay Zekâ Şirketleri (Ağustos-Aralık 2025 Yılı) ... 143
**Şekil 9.** Kriter Bazında Normalize Skorlar ... 163
**Şekil 10.** Kriter Bazında Normalize Skorlar ve Wilson %95 Güven Aralıkları ... 166
**Şekil 11.** Radar Grafiği On Eksenli S_k Profili (Normalize Skorlar) ... 167
**Şekil 12.** GOA'nin 1'e Taşınması İçin Bileşen Boşlukları ... 168

# TABLOLAR LİSTESİ

**Tablo 1.** Mekânsal Ölçeğe Göre ve YZ Girişimciliği Açısından Girişimcilik Ekosistemlerinin Karşılaştırılması ..... 56
**Tablo 2.** Tematik Sınıflandırma Kapsamında Yapay Zekâ Startup Ekosisteminin Genel Özellikleri .....65
**Tablo 3.** Yapay Zekâ Ekosisteminde Startup'ların Genel Özelliklerinin Genişletilmiş Sentezi .....66
**Tablo 4.** Araştırma Soruları, Betimsel Hipotezler ve Analiz Yöntem Eşleştirme Tablosu .....74
**Tablo 5.** "The OECD.AI Policy Navigator" Türkiye Politika Girişimlerinin Listesi .....87
**Tablo 6.** TRL Ölçütleri ve Ekosistem Değerlendirmeleri .....92
**Tablo 7.** Olgunluk Modelleri, Olgunluk Kriterleri ve Temel Anahtar Kelime Eşleşmeleri.....96
**Tablo 8.** Ulusal Kalkınma Planlarının Karşılaştırılması ve Kavramsal İlişkilerin Yapılandırılması .....107
**Tablo 9.** Türkiye'nin YZ Ekosisteminin SWOT Analizi .....119
**Tablo 10.** Türkiye YZ Ekosisteminin PESTEL Analizi .....121
**Tablo 11.** Porter'ın Beş Güç Analizi ile Rekabet Dinamiklerinin Analizi.....125
**Tablo 12.** Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminde Değer Zinciri Halkaları ve Analizi .....130
**Tablo 13.** Uluslararası Kıyaslama (Benchmarking) Analizi .....134
**Tablo 14.** STEEP Analizi ile Türkiye'de Yapay Zekâ Ekosisteminin Sosyo-Teknolojik Eğilimleri .....137
**Tablo 15.** Çoklu Etiketleme Perspektifinde Yapay Zekâ Girişim Haritası Kategori Tablosu .....140
**Tablo 16.** İl Bazında Teknokent Kaynaklı Yapay Zekâ Firmalarının Dağılımı ve K-Means Atamaları ..... 142
**Tablo 17.** Türkiye'deki Yapay Zekâ Şirketlerinin İl ve Sermaye Dağılımları.....146
**Tablo 18.** Türkiye'deki Yapay Zekâ Firmalarının Şirket Türü.....148
**Tablo 19.** Olgunluk Kriterleri İçin Frekans, Oran Tahminleri ve Güvenirlik Aralıkları (n = 187).....149
**Tablo 20.** Göstergelere İlişkin Frekans ve Oran .....159
**Tablo 21.** Olgunluk Kriterlerinin Normalleştirilmiş Skorları, Oranları ve Öncelik Sıralaması (n = 187) .... 162
**Tablo 22.** Olgunluk Kriterleri Arasında En Yüksek Bağlaşıklık Gösteren İlişkiler (Top-10) (n=187) .....174
**Tablo 23.** En Sık Gözlenen Olgunluk Kriter Kombinasyonları (Top-10) (n=187).....175
**Tablo 24.** Olgunluk Kriterlerine Göre Araştırma Soruları, Hipotezler ve Bulguların Genel Görünümü.....179
**Tablo 25.** Olgunluk Göstergelerinin Tertil Esaslı Değerlendirilmesi ve Gelişim Önerileri.....195

# SİMGELER VE KISALTMALAR

## Simgeler

| | |
|---|---|
| e | : Hedeflenen mutlak hata payı. |
| n | : Örneklem hacmi / örneklem büyüklüğü. |
| N | : Evren büyüklüğü. |
| nk | : Nokta (piksel) büyüklüğü ölçü birimi (1 nk = 0,3527 mm değerdedir). |
| p | : Örneklem oranı. |
| p̂ (şapkalı p) | : Örneklem oran tahmini / nokta tahmini. |
| S_k | : Normalize edilmiş kriter skoru. |
| T1, T2 | : Tertil (üçte birlik) eşik değerleri (Düşük, Orta, Yüksek bant sınırlarını belirlemek için). |
| w_k | : Bileşik endeks hesaplamasında kullanılan ağırlık faktörü. |
| Z | : Standart normal dağılımın kritik değeri. |
| φ (Phi) | : Phi katsayısı (Kriterler arası bağlaşıklık/eş-oluşum düzeyini ölçmek için). |
| $\chi^2$ (Ki-kare) | : Ki-kare bağımsızlık testi (Kriterler arası ilişkilerin istatistiksel anlamlılığını sınamak için) |

## Kısaltmalar

| | |
|---|---|
| AB | : Avrupa Birliği. |
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri. |
| AGI | : Genel Yapay Zekâ (Artificial General Intelligence). |
| AHP | : Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process). |
| AI | : Yapay Zekâ (Artificial Intelligence). |
| ANI | : Dar Yapay Zekâ (Narrow AI). |
| API | : Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface). |
| AR | : Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality). |
| ASI | : Süper Yapay Zekâ (Artificial Superintelligence). |
| B2B | : İşletmeden İşletmeye (Business to Business). |
| B2C | : İşletmeden Tüketiciye (Business to Consumer). |
| BİGG | : Bireysel Genç Girişimcilik Destek Programı. |
| CMMI | : Yetenek Olgunluğu Modeli Entegrasyonu (Capability Maturity Model Integration). |
| DESI | : Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (Digital Economy and Society Index). |
| ETBİS | : Elektronik Ticaret Bilgi Sistemi. |
| GDPR | : Genel Veri Koruma Yönetmeliği (General Data Protection Regulation). |
| GEI | : Küresel Girişimcilik Endeksi (Global Entrepreneurship Index). |
| GEI | : Genel Ekosistem Endeksi (General Ecosystem Index). |
| GOA | : Genel Olgunluk Analizi. |
| GII | : Küresel İnovasyon Endeksi (Global Innovation Index). |
| GSYH | : Gayrisafi Yurt İçi Hasıla. |
| HGF | : Yüksek Büyüme Odaklı Girişimler (High Growth Firms). |
| HHI | : Herfindahl–Hirschman Endeksi. |
| HITL | : İnsan-Döngüsünde Yapay Zekâ (Human-in-the-Loop). |
| HPC | : Yüksek Performanslı Hesaplama (High Performance Computing). |
| IoT | : Nesnelerin İnterneti (Internet of Things). |
| IP | : Fikrî Mülkiyet (Intellectual Property). |
| JRC | : Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi (Joint Research Centre). |
| KOBİ | : Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler. |
| KVKK | : Kişisel Verilerin Korunması Kanunu. |
| MERSİS | : Merkezi Sicil Kayıt Sistemi. |
| MLOps | : Makine Öğrenmesi Operasyonları (Machine Learning Operations). |

| | |
|---|---|
| MVP | : Asgari Uygulanabilir Ürün (Minimum Viable Product). |
| NLP | : Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing). |
| OECD | : Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development). |
| PCP | : Ön Ticari Tedarik (Pre-Commercial Procurement). |
| PESTEL | : Politik, Ekonomik, Sosyo-kültürel, Teknolojik, Çevresel ve Yasal Analiz. |
| PoC | : Kavram Kanıtı (Proof of Concept). |
| PPI | : Yenilikçi Kamu Alımları (Public Procurement of Innovation). |
| RPA | : Robotik Süreç Otomasyonu (Robotic Process Automation). |
| SDK | : Yazılım Geliştirme Kiti (Software Development Kit). |
| SLA | : Hizmet Düzeyi Anlaşması (Service Level Agreement). |
| STEEP | : Sosyal, Teknolojik, Ekonomik, Çevresel, Politik (Social, Technological, Economic, Environmental, Political) Analiz. |
| SWOT | : Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) Analizi. |
| TGB | : Teknoloji Geliştirme Bölgeleri. |
| TRAI | : Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi. |
| TRL | : Teknoloji Hazırlık Seviyesi / Teknoloji Olgunluk Düzeyi (Technology Readiness Level). |
| TTO | : Teknoloji Transfer Ofisi. |
| TÜBİTAK | : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. |
| VR | : Sanal Gerçeklik (Virtual Reality). |
| WIPO | : Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (World Intellectual Property Organization). |
| YÖK | : Yükseköğretim Kurulu. |
| YZ | : Yapay Zekâ. |

# 1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz dijital dönüşüm çağında yapay zekâ (YZ), belirli işlemleri otomatikleştiren teknik bir araç olmaktan çıkmış; üretim biçimlerini, yönetim süreçlerini ve küresel rekabetin kurallarını köklü bir biçimde değiştiren stratejik bir "genel amaç teknolojisi" niteliği kazanmıştır. Teknolojik ilerlemenin hızıyla paralel olarak YZ; sağlık, savunma, finans, lojistik ve üretim gibi dikey sektörlerde standart bir bileşen hâline gelmiş; bu durum ise ulusal ekonomilerin rekabet kapasitesini ve kurumsal örgütlenme yapılarını yeniden tanımlamaya itmiştir.

Günümüzde yapay zekânın yaygınlaşması, sanayi devriminin fiziksel emeği makineleşme yoluyla dönüştürmesine benzer bir paradigma değişimini bu kez "zihinsel emek" ve "karar verme süreçleri" ekseninde gerçekleştirmektedir. Dahası yapay zekâ, özellikle tahmin üretimini insanlardan makinelere kaydırarak karar verme süreçlerinin yapısını dönüştürmekte ve sistem düzeyinde yeni örgütsel yeniden tasarımları gündeme getirmektedir (Agrawal ve ark., 2022, s. 89). Ancak bu sosyo-teknik kırılma noktası, verimlilik artışı sağlamakla beraber aynı zamanda veriye dayalı yeni bir ekonomik ve kurumsal yapılanmayı da beraberinde getirmektedir. Veri temelli algoritmaların olgunlaşması, hesaplama kapasitesindeki artış ve uygulama alanlarının çeşitlenmesi, YZ'nin hem yeni iş modelleri oluşturmasına hem de ekosistem düzeyinde esnek ve inovatif örgütsel yapıların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Bu küresel dönüşüm içerisinde, yapay zekânın bir teknoloji dalgası olmanın ötesinde, stratejik bir rekabet unsuru olduğu gerçeğinden hareketle; ulusal düzeydeki YZ ekosistemlerinin performansının ölçülmesi kritik bir gereklilik hâline gelmiştir. Bu bağlamda "Türkiye'de Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Olgunluk Analizi" başlıklı bu çalışma, ekosistem gelişmişliğini değerlendirirken geleneksel ölçütlerin (firma adedi, fon miktarı) ötesine geçen kapsamlı bir perspektif benimsemiştir. Nitekim YZ gibi dinamik bir ekosistemin gerçek olgunluk düzeyi; araştırma-geliştirme yetkinliği, akademi-özel sektör etkileşimi, yasal altyapı, etik ilkeler ve güvenlik standartları ile küresel bağlantılılık kapasitesi gibi birbiriyle ilişkili pek çok faktörün eş zamanlı değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır.

Söz konusu analiz; Türkiye örneklemi üzerinden standartlaştırılmış bir ölçüm ve karşılaştırma zemini sunarak, hem kuramsal düzeyde ekosistem literatürüne özgün katkı sağlamayı hem de politika yapıcılar için kanıta dayalı bir referans çerçevesi oluşturmayı hedeflemiştir. Nitekim mevcut çalışmaların Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosistemini çoğunlukla firma sayısı, yatırım hacmi veya genel dijitalleşme göstergeleri üzerinden ele alması, ekosistemin çok boyutlu olgunluk düzeyinin açıklanması bakımından önemli bir araştırma boşluğu doğurmaktadır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu Türkiye örneklemi üzerinden kanıt temelli ve çok boyutlu bir olgunluk analizi ile gidermeyi amaçlamaktadır. Ayrıca Türkiye'nin yapay zekâ alanındaki potansiyelini "büyüyen bir kullanıcı pazarı"ndan "değer üreten ve ölçeklenebilir bir ekosistem" profiline dönüştürme stratejisi, bu tezin temel hareket noktasını oluşturmuştur. Bu çerçevede, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin mevcut durumunu ve yapısal dinamiklerini anlamaya yönelik temel araştırma problemi ortaya konulmuştur.

## 1.1. Araştırma Problemi

Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosistemi son yıllarda büyüme göstermekte; ancak bu yapının hangi boyutlarda gelişim kaydettiği, hangi boyutlarda ise yapısal sınırlılıklar taşıdığı hâlen nesnel, karşılaştırılabilir ve kanıta dayalı biçimde ortaya konulamamaktadır. Mevcut

değerlendirmeler çoğunlukla girişim sayısı, yatırım hacmi ya da genel potansiyel söylemi gibi sınırlı göstergelere dayanmakta; bu nedenle insan kaynağı, Ar-Ge kapasitesi, yönetişim, etik uyum, üniversite-sanayi iş birliği, teknoloji olgunluğu ve uluslararası ağlara eklemlenme gibi kritik bileşenleri bütüncül olarak açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bu durum, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin gerçek olgunluk düzeyinin güvenilir biçimde ölçülmesini ve politika yapıcılar, yatırımcılar, üniversiteler ile girişimler açısından sağlıklı karar üretilecek bir değerlendirme zemininin kurulmasını güçleştirmektedir. Dolayısıyla bu tezin araştırma problemini, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin olgunluğunu doğrulanabilir dijital kanıtlara dayalı, çok boyutlu, sistematik ve tekrarlanabilir bir analiz aracılığıyla ölçebilecek kuramsal ve yöntemsel çerçevenin eksikliği oluşturmaktadır. Tez, söz konusu eksikliği gidermeyi ve bu probleme çözüm üretebilecek analitik bir değerlendirme zemini çerçevesinde kurgulanmıştır. Bu temel problemden hareketle, araştırmanın amacı ortaya konulmaktadır.

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'de yapay zekâ (YZ) odaklı girişimcilik ekosisteminin mevcut olgunluk düzeyini ortaya koymak ve bu ekosistemin güçlü, zayıf ve gelişime açık yönlerini Türkiye'ye özgü dinamikler çerçevesinde çok boyutlu olarak değerlendirmektir. Bu doğrultuda çalışma, ekosistemin genel görünümünü betimlemekle ve ekosistem olgunluğunu belirleyen temel boyutların ve bileşenlerin nesnel göstergeler üzerinden analiz edilmesini hedeflemektedir. Aynı zamanda araştırma, aktörler, kurumlar, destek mekanizmaları, firmalar ve bunlar arasındaki etkileşimlerden oluşan yapının, Türkiye'deki YZ girişimcilik ekosisteminin dinamiklerine ilişkin soyut "potansiyel" söylemini ölçülebilir bir zemine taşıyarak Türkiye'deki YZ girişimcilik ekosisteminin mevcut gelişim düzeyinin ölçümünün somutlaştırılmasını amaçlamaktadır. Bu doğrultuda hazırlanan araştırma soruları ve betimsel hipotezler ele alınmaktadır.

## 1.3. Araştırma Soruları ve Betimsel Hipotezler

Bu çalışmada araştırma soruları ve betimsel hipotezlerin sayısı, çalışmanın odak bütünlüğünü koruması açısından kritik öneme sahiptir. Literatürde, araştırma sorularının sayısının sınırlı tutulması gerektiği; genellikle 4–7 temel araştırma sorusu ve buna paralel biçimde 4–8 hipotezin derinlemesine analiz için yeterli ve dengeli olduğu belirtilmektedir (Creswell & Creswell, 2018, s. 138-142; Yin, 2018, s. 28-31). Daha fazla sayıda soru veya hipotez belirlemek, araştırmanın kapsamını genişletse de odak kaybına ve metodolojik yükün artmasına neden olabilmektedir (Maxwell, 2013, s. 76-79). Bu bağlamda, çalışmamızda yedi araştırma sorusu ve sekiz hipotezin tercih edilmesinin temel nedeni, ekosistemin hem makro düzeyde hem de mikro düzeyde (girişimlerin yapısal özellikleri, öne çıkan faktörler, olgunluk göstergeleri) bütüncül biçimde incelenmesini sağlamaktır. Böylelikle, sorular ve betimleyici hipotezler doğrudan test edilebilir, verilerle ilişkilendirilebilir ve hem betimleyici göstergelerle desteklenebilir nitelikte kurgulanmıştır. Bu yaklaşım, çalışmanın akademik derinliğini artırmakta ve doktora düzeyinde beklenen bilimsel katkıyı sistematik olarak güvence altına almaktadır (Punch, 2000, s. 30-32). Bu bağlamda çalışma, temelinde aşağıdaki temel araştırma sorularına odaklanmaktadır:

**S1- Yapısal Özellikler ve Yoğunlaşmalar**

**S1:** Web scraping yöntemiyle elde edilen veriler temelinde, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminde faaliyet gösteren girişimlerin kurumsal yapıları ve mekânsal yoğunlaşmaları nelerdir?

**S2- Olgunluk Ölçütleri ve Boyut Bazlı Değerlendirme**

**S2:** Seçilen olgunluk kriterine ilişkin web scraping verilerinden türetilen göstergeler çerçevesinde, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyi nasıl değerlendirilebilmektedir?

**S3- Politika–Uygulama Uyum Analizi**

**S3:** Web scraping yoluyla belirlenen süreç standardizasyonu ve politika/regülasyon uyumu göstergeleri ile ulusal strateji belgelerinde yer alan ilgili hedef ve öncelikler arasında hangi uyum ve boşluk alanları ortaya çıkmaktadır?

**S4- Stratejik Değerlendirme Araçları ile Ekosistem Analizi**

**S4:** Web scraping ile elde edilen olgunluk bulguları stratejik değerlendirme araçlarıyla birlikte ele alındığında, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditleri hangi boyutlarda ortaya çıkmaktadır?

**S5- Gelişim Kapasitesi**

**S5:** Web scraping verilerinin olgunluk kriterleri doğrultusunda değerlendirilmesiyle elde edilen bulgular çerçevesinde, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin gelişim kapasitesi nasıl ortaya konulabilmektedir?

**S6- Öne Çıkan Faktörler**

**S6:** Web scraping ile ölçülen on olgunluk kriteri bir arada değerlendirildiğinde, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin rekabet kapasitesi ve sürdürülebilir gelişimi açısından öne çıkan boyutlar ve birlikte görülme örüntüleri nelerdir?

**S7- Politika ve Strateji Çıkarımları**

**S7:** Çalışmanın nitel bulguları ile ağırlıklı olarak ikincil veriye dayalı nicel analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin sürdürülebilir gelişimi için hangi politika ve strateji çıkarımları geliştirilebilmektedir?

Bu araştırma sorularına dayalı olarak aşağıdaki betimsel hipotezler oluşturulmuştur:

**H1- Strateji ve Liderlik**

**H1:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde yazılı Strateji–Liderlik olgunluk puanları gelişmekte olan düzeyde kümelenmektedir.

**H2- Üniversite–Sanayi İşbirliği ve Teknopark Üyeliği / Teknoloji Transferi**

**H2:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde Üniversite–Sanayi İşbirliği boyutuna ilişkin göstergeler, Teknopark/Teknoloji Transferi boyutuna ilişkin göstergelere kıyasla daha düşük düzeyde kümelenmektedir.

**H3- Süreç Standardizasyonu ve Politika/Regülasyon Uyumu**

**H3:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde Süreç Standardizasyonu ile Politika/Regülasyon Uyumu boyutlarına ilişkin göstergeler ekosistem genelinde düşük düzeyde kümelenmektedir.

**H4- Dijital Teknoloji Entegrasyonu**

**H4:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde Dijital Teknoloji Entegrasyonu boyutuna ilişkin göstergeler ekosistem genelinde yüksek düzeyde kümelenmektedir.

**H5- Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik ile Etik ve Güvenlik**

**H5:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde Şeffaflık–Hesap Verebilirlik ile Etik–Güvenlik boyutlarına ilişkin göstergeler ekosistem genelinde düşük düzeyde kümelenmektedir.

**H6- İnovasyon Çıktıları**

**H6:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde İnovasyon Çıktı puanları ekosistem genelinde orta bantta kümelenmektedir.

**H7- Teknoloji Olgunluğu**

**H7:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin Teknoloji Olgunluğu puanları orta düzeyde kümelenmektedir.

**H8- Türkiye'de YZ Girişimcilik Ekosisteminin Genel Olgunluk Seviyesi**

**H8:** Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin boyut bazlı olgunluk profili dengeli bir dağılım sergilemediğinden yüksek olgunluk düzeyine ulaşmamaktadır.

## 1.4. Araştırmanın Yöntemi

Bu tez çalışmasında araştırma, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin mevcut olgunluk düzeyini çok boyutlu, kanıta dayalı ve sistematik biçimde ortaya koymak amacıyla betimleyici nitelikte tasarlanmıştır. Araştırmanın yöntemsel kurgusu; araştırma tasarımının oluşturulması, veri kaynaklarının belirlenmesi, çevrim içi veri toplama sürecinin yürütülmesi, olgunluk modelleri temelinde analiz kriterlerinin geliştirilmesi, nitel bulguların bağlamsal ve stratejik düzeyde çözümlenmesi, nicel bulguların ölçümlenmesi ve Genel Olgunluk Analizi'nin hesaplanması aşamalarından oluşmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın kuramsal ve analitik temeli, literatürde yer alan olgunluk modelleri ve gösterge setleri üzerinden yapılandırılmıştır. Analiz kriterlerinin belirlenmesinde; yapay zekâ benimseme olgunluğuna ilişkin yaklaşımlar, Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi, Yetenek Olgunluk Modeli, Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi, Dijital Devlet Olgunluk Modelleri, Girişimcilik Ekosistemi Olgunluk Modelleri, Küresel İnovasyon Endeksi, OECD Yapay Zekâ Göstergeleri, Sorumlu Yapay Zekâ Olgunluğu ve Teknoloji Hazırlık Seviyesi başlıkları altında incelenen model, endeks, gösterge ve kuramsal çerçeveler esas alınmıştır. Bu kaynaklardan kriter seçimi yapılırken, her bir kriterin yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin teknik, kurumsal, stratejik, yenilikçi veya yönetişimsel bir boyutunu temsil etmesine; firma düzeyinde çevrim içi dijital kanıtlar üzerinden gözlemlenebilir ve kodlanabilir nitelik taşımasına; Türkiye'deki veri erişilebilirliği, kurumsal görünürlük ve ekosistem yapısına uyarlanabilir olmasına; tekrar edilebilir ölçüme, karşılaştırmalı analize ve bileşik olgunluk skoru üretimine imkân vermesine dikkat edilmiştir. Ayrıca kriterler belirlenirken, birbirini tekrar eden göstergeler elenmiş, ekosistemin farklı yönlerini temsil eden ve ölçüm mantığı bakımından birbirini tamamlayan boyutlar tercih edilmiştir. Bu doğrultuda Strateji ve Liderlik, Üniversite–Sanayi İşbirliği, Süreç Standardizasyonu, Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik, Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi, İnovasyon Çıktıları, Politika ve Regülasyon Uyumu, Etik ve Güvenlik ile Teknoloji Olgunluğu olmak üzere on boyutlu bir olgunluk analizi çerçevesi oluşturulmuştur. Araştırmanın nitel boyutunda, Türkiye'deki yapay zekâ ekosisteminin bağlamsal, kurumsal ve stratejik görünümünü ortaya koymak amacıyla ulusal politika belgeleri, strateji dokümanları, kalkınma planları, resmî raporlar, uluslararası gösterge setleri ve akademik literatür sistematik biçimde incelenmiş; bu belgeler MAXQDA yazılımı aracılığıyla içerik analizine tabi tutulmuştur. SWOT analizi, PESTEL analizi, Porter'ın Beş Güç Analizi, ekosistem haritalama ve ağ analizi, değer zinciri analizi, uluslararası kıyaslama analizi ve STEEP analizi de aynı belge ve literatür temelli veri zeminine dayandırılmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda ise çalışma evreninin tanımlanması ve girişimlerin tespiti amacıyla Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi girişim haritası, teknopark firma katalogları ve T.C. Ticaret Bakanlığı Merkezi Sicil Kayıt Sistemi verileri birlikte kullanılmıştır. Bu kaynaklardan elde

edilen firma kayıtları veri temizleme, birleştirme, çok kaynaklı doğrulama ve tekilleştirme işlemlerine tabi tutulmuş; bu süreç sonucunda araştırmanın evreni 354 firma olarak belirlenmiştir. Evrenin belirlenmesini takiben, erişilebilir, doğrulanabilir ve kurumsal web kanıtı sunan firmalar örneklem kapsamına alınmıştır. Cochran formülü ve sonlu evren düzeltmesi kullanılarak yapılan örneklem yeterliliği değerlendirmesinde, %95 güven düzeyi ve ±%5 hata payı altında gerekli asgari örneklem büyüklüğü yaklaşık 185 firma olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada ise söz konusu teorik alt sınırın üzerinde olacak şekilde 187 firma analiz kapsamına alınmış ve araştırmanın nihai örneklemi bu firmalardan oluşturulmuştur. Nicel veri toplama süreci, firmaların kurumsal web sitelerinde yer alan doğrudan gözlenebilir dijital kanıtlar üzerinden yürütülmüştür. Bu kapsamda geleneksel anket ve mülakat yöntemlerinin beyana dayalı veri üretmesinden kaynaklanabilecek yanlılıkları azaltmak amacıyla çevrim içi veri toplama ve web scraping yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen veriler PostgreSQL veri tabanında depolanmış; her bir firma, belirlenen on olgunluk kriteri kapsamında Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler aracılığıyla taranmıştır. Her kriter için gözlenebilir kanıt bulunması durumunda "VAR=1", kanıt bulunmaması durumunda ise "YOK=0" biçiminde ikili kodlama yapılmıştır. Kodlanan veriler öncelikle olgunluk göstergelerine ilişkin frekans, oran ve güven aralıkları bakımından analiz edilmiş; her bir kriter için prevalans değerleri hesaplanmış ve oran tahminlerindeki belirsizliği göstermek amacıyla Wilson skor ve Wald yaklaşımlarıyla %95 güven aralıkları üretilmiştir. Ardından göstergeler 0–1 aralığında normalize edilmiş ve normalize edilmiş kriter skorları eşit ağırlıklandırma yaklaşımıyla Genel Olgunluk Analizi skoruna dönüştürülmüştür. Bu hesaplamada her bir kriterin ağırlığı $w_k=0,10$ olarak kabul edilmiş ve on kriterden oluşan bileşik yapı üzerinden Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin genel olgunluk düzeyi belirlenmiştir. Genel Olgunluk Analizi'nin ardından elde edilen skorların yorumlanabilmesi için olgunluk analizinin düzeylendirilmesi, temsili görselleştirilmesi, duyarlılık ve sağlamlık analizleri gerçekleştirilmiştir. Ekosistemin düşük, orta ve yüksek olgunluk düzeyleri bakımından sınıflandırılması ise Üçte Birlik Esaslı Eşikleme Yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu kapsamda olgunluk kriterleri arasındaki birlikte-görülme örüntülerini belirlemek amacıyla Phi katsayısı ve Ki-kare bağımsızlık testlerinden yararlanılmış; böylece kriterler arası bağlaşıklık düzeyi ve öne çıkan olgunluk kombinasyonları analiz edilmiştir. Bu yöntemsel kurgu sayesinde çalışma, Türkiye'deki yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin olgunluk düzeyini genel ve betimleyici göstergelerle ve doğrulanabilir dijital kanıtlara, sistematik doküman incelemesine, ikili kodlamaya, bileşik endeks hesaplamasına ve istatistiksel ilişki analizlerine dayalı bütüncül bir ölçüm yapısı içinde değerlendirmiştir. Araştırmanın önemi ise sonraki başlıkta değerlendirilmiştir.

### 1.5. Araştırmanın Önemi

Türkiye'de yapay zekâ girişimciliğine dair verilerin dağınık karakteri ve ekosistemi bütüncül bir yaklaşımla değerlendirecek metodolojik standartların henüz geliştirilmemiş olması, gelişim seyri üzerinde ölçülemeyen bir belirsizlik yaratmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın temel önemi; söz konusu belirsizliği, politika belgeleri, ekosistem içindeki doğrulanabilir firma verileri ve nesnel göstergelere dayalı hibrit bir bakış açısıyla, Türkiye'ye özgü geliştirdiği yenilikçi analiz çerçevesi üzerinden gidermesidir. Araştırma, kurgulanan bu somut analiz sayesinde hem akademik literatürde hem de ekosistem paydaşları nezdinde eyleme dönüştürülebilir, rasyonel ve ölçülebilir çıktılar üretmektedir. Bu çerçevede araştırmanın kapsamı aşağıda ele alınmıştır.

## 1.6. Araştırmanın Kapsamı

Bu araştırma, Türkiye'de faaliyet gösteren; iş modelleri ile ürün-hizmet portföylerinde yapay zekâyı (YZ) merkezi bir teknolojik bileşen olarak konumlandıran, işletme unvanında "Yapay Zekâ" ifadesi bulunan ve ana faaliyetleri itibarıyla "Yapay Zekâ Şirketi" tanımına uyan işletmeleri kapsamaktadır. Bu kapsamda çalışmanın evreni; Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi (TRAI), resmî kayıtlar ve teknopark veri tabanları taramaların bir arada değerlendirildiği çok kaynaklı bir anlayışla oluşturulmuştur. Verilerin resmî ve kanıtlanabilir bir dayanak teşkil etmesi bakımından T.C. Ticaret Bakanlığı MERSİS (Merkezi Sicil Kayıt Sistemi) üzerinden doğrulama yapılmış; tasfiye veya terkin durumundaki işletmeler ayıklanmıştır. Ardından MERSİS numarası, Vergi Numarası ve alan adı anahtarları kullanılarak gerçekleştirilen tekilleştirme işlemleriyle analiz birimi çerçevesinde "merkez tüzel kişilik" olarak sabitlenmiş ve şube kayıtları bu kapsamda konsolide edilmiştir. Bu süreçler sonucunda 354 firmalık bir evren belirlenmiştir. Bunu takiben araştırmanın ölçüm mantığı gereği, kurumsal web sitesi erişilebilirliği temel bir kapsam koşulu olarak işletilmiştir. Web sitelerinin sürekliliği yalnızca anlık erişimle sınırlı tutulmamış, şüpheli durumlarda web arşivi (Wayback Machine) kontrolleriyle tarihsel görünürlük izi aranmıştır. Bu doğrultuda MERSİS ile doğrulanmış 354 firmanın 187'sinin bu kriterleri karşıladığı tespit edilmiş ve nihai analizler bu örneklem grubu üzerinde yürütülmüştür. Elde edilen fiili örneklem büyüklüğü (n=187) olarak belirlenmiş olup, %95 güven düzeyi ve ±%5 hata payı altında teorik örneklem alt sınırını (n≈185) istatistiksel olarak karşılamaktadır. Araştırmanın kapsamı bu parametrelerle sınırlandırıldıktan sonra çalışmanın sınırlılıkları değerlendirilmektedir.

## 1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, yöntem tasarımı ve kullanılan veri kaynaklarının doğası gereği belirli sınırlılıklar çerçevesinde kurgulanmıştır. Çalışmanın temel veri girişini firmaların çevrim içi dijital ayak izleri (kurumsal web siteleri ve içerikleri) oluşturduğundan; kurumsal web sitesi bulunmayan, dijital mecralarda erişim sorunu yaşayan veya tarihsel sürekliliği doğrulanamayan işletmeler analiz kapsamı dışında tutulmuştur. Bu durum, araştırmanın bulgularını "kurumsal web kanıtı sunabilen" firma kümesiyle sınırlandırsa da ölçümün daha nesnel ve doğrulanabilir bir olgusal zeminde yükselmesini sağlamıştır. Zaman sınırlılığı bağlamında ise araştırma, 1 Ağustos 2025 ile 31 Aralık 2025 tarihleri arasını kapsayan kesitsel bir görünüm sunduğundan, elde edilen olgunluk skorları ölçümün yapıldığı dönemin sınırlılıklarını taşımaktadır. Bu çerçevede ekosistemin uzun dönemli evrimsel değişimini yansıtma iddiası taşımamaktadır. Bir diğer sınırlılık da yapay zekâ (YZ) firmalarının sektör bazlı bir ayrıştırmaya tabi tutulmaması ve ekosistemin bütüncül bir perspektifle ele alınmasıdır. Dolayısıyla bulgular, sektöre özgü mikrodinamikleri ve niş olgunluk farklılıklarını ayrı ayrı raporlamak yerine, ekosistemin genel panoramasına odaklanmaktadır.

Metodolojik açıdan geliştirilen olgunluk analizi çerçevesi de Türkiye'nin özgün girişimcilik ve yapay zekâ ekosistemi dinamiklerine göre yapılandırıldığından, Türkiye özelinde bir sınırlılık taşımaktadır. Bu durum, modelin farklı ülke örneklemlerine uygulanması halinde, ilgili ülkenin ekosistem koşullarına göre yeniden kalibre edilmesini gerektirmektedir. Ayrıca mevcut ölçüm mimarisi, işletmelerin finansal performansı veya çalışan memnuniyeti gibi doğrudan dijital izlerle takibi mümkün olmayan parametreleri kapsam dışında bırakmıştır. Söz konusu sınırlılıkların farkında olunarak gerçekleştirilen bu analizler, bulguların aşırı genellemelerden arındırılarak, kendi

bağlamsal sınırları içinde yorumlanmasını sağlamaktadır. Araştırmanın sunduğu temel katkılar, bu yöntemsel sınırlar ışığında katkılar kapsamında ayrıntılandırılmaktadır.

## 1.8. Araştırmanın Katkıları

Çalışmanın ortaya koyduğu katkılar; geliştirilen kavramsal çerçeveye dayanan kavramsal katkı, kullanılan araştırma tasarımı ve ölçüm yaklaşımına odaklanan metodolojik katkı, elde edilen bulguların karar alma süreçlerine yansımasını ifade eden stratejik ve pratik katkı, tezin benzer çalışmalardan ayrışan yönlerini açıklayan özgün katkı ve mevcut akademik eksikliklerin hangi boyutlarda giderildiğini ortaya koyan literatürdeki boşluğun giderilmesine yönelik katkı başlıkları altında incelenmektedir. Bu çerçevede aşağıda, araştırmanın söz konusu katkıları alt başlıklar hâlinde ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

### 1.8.1. Kavramsal Katkı

Bu tez, girişimcilik ekosistemi ve olgunluk modeli literatürlerini sentezleyerek; Türkiye'nin özgül koşulları ile uluslararası kabul görmüş performans standartlarını bütünleştiren, bağlama duyarlı; Strateji ve Liderlik, Üniversite–Sanayi İşbirliği, Süreç Standardizasyonu, Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik, Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi, İnovasyon Çıktıları, Politika ve Regülasyon Uyumu, Etik ve Güvenlik Kriterleri ile Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) kriterlerine dayalı on boyutlu bir yapay zekâ ekosistem olgunluk analizi geliştirmektedir. Geliştirilen bu analiz çerçevesi, literatürdeki girişim sayısı veya yatırım hacmi gibi geleneksel envanter temelli göstergelerin ötesine geçerek; ekosistemi strateji, etik, yönetişim ve iş birliği gibi uluslararası kriterlerle doğrudan eşleşen on temel gösterge boyutu üzerinden yeniden tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, ekosistem analizindeki "yapma ve üretme" odaklı perspektifi, küresel iyi uygulama örnekleriyle uyumlu bir "yönetme ve kurumsallaşma" eksenine taşımaktadır. Geliştirilen bu kavramsal katkının bulgu düzleminde sınanabilmesi, beraberinde özgün bir metodolojik yaklaşımı da gerektirmiştir. Bu kapsamda araştırmanın metodolojik katkıları aşağıda sunulmaktadır.

### 1.8.2. Metodolojik Katkı

Çalışmanın literatüre sunduğu en belirgin özgünlük ve metodolojik katkı, anket veya mülakat gibi geleneksel beyana dayalı yöntemlerin raporlama yanlılığı riski taşıyan kısıtlarını aşarak, web kazıma (web scraping) yöntemiyle elde edilen "doğrudan gözlenebilir dijital kanıtlar" üzerinden tekrarlanabilir ve nesnel bir analiz sunmasıdır. Bu yönüyle tez, bir veri üretim tekniği önermekle beraber aynı zamanda kanıt temelli göstergelerin doğrulanması, tekilleştirilmesi ve bileşik ölçüme dönüştürülmesi için sistematik bir analitik hat inşa etmektedir. İlgili evrensel çerçeveler normatif bir şablon olarak doğrudan kopyalanmamış; bunun yerine tasarım bilimi yaklaşımıyla Türkiye'nin veri erişilebilirliği, raporlama pratikleri ve aktör yapısına uygun hâle getirilmiştir. Bu uyarlama sonucunda, OECD ve Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi (JRC) metodolojisine uyumlu biçimde Türkiye YZ girişimciliği ekosistemi için "Genel Olgunluk Analizi" ortaya konmuştur. İkili kodlanan göstergelerin eşit ağırlıklarla bileşik bir analize dönüştürülmesi, alternatif ağırlıklandırma senaryoları ve duyarlılık analizleriyle test edilmesi sayesinde, ekosistem analizlerinde hem dönemsel olarak tekrarlanabilirlik hem de kıyaslanabilirlik bakımından şeffaf ve yeni bir metodolojik standart literatüre kazandırılmıştır. Üretilen bu metodolojik altyapı sayesinde elde edilen bulgular, akademik

araştırmalara ve aynı zamanda paydaşlara yönelik somut çıkarımlar üretilmesini de mümkün kılmıştır. Bu çerçevede araştırmanın stratejik ve pratik katkıları aşağıda ifade edilmiştir.

### 1.8.3. Stratejik ve Pratik Katkı

Elde edilen bulgular, hem mevcut durumu haritalamakla hem de, ulusal ölçüm mimarisi, ulusal ve bölgesel politikalar ve firma düzeyi yönetişim uygulamalarına yönelik eyleme geçirilebilir somut politika önerilerine dönüştürülmüştür. Politika yapıcılar ve kamu kurumları, bu tezde geliştirilen 10 boyutlu ölçüm mimarisini ulusal YZ ekosisteminin gelişimini izlemek üzere resmî bir gösterge paneli (dashboard) olarak doğrudan operasyonelleştirebilme imkânına sahiptir. Ayrıca analiz sonuçlarına dayanılarak şu stratejik araçlar uygulamaya konulabilmektedir: bölgesel kümelenme politikaları, yenilikçi kamu alımları ile regülasyon ve kurumsal yönetişim araçlarıdır. Tüm bu katkıların ötesinde, çalışmanın literatürdeki konumunu belirleyen asıl unsur, araştırmanın taşıdığı özgün niteliklerdir. Dolayısıyla tezin özgün katkısı aşağıda ele alınmaktadır.

### 1.8.4. Özgün Katkı

Çalışmanın özgün katkısı; literatürde ağırlıklı olarak küresel merkezler (ABD, Çin, AB) odağında şekillenen yapay zekâ girişimciliği tartışmalarını, Türkiye'nin yapay zekâ ekosisteminin dinamikleriyle harmanlayarak sistematik bir analize dönüştürmesidir. Bu perspektifte araştırma, Türkiye'deki yapay zekâ girişimciliği ekosistemini nitel analizlerle desteklenen ve ikincil veriye dayalı nicel ağırlıklı boyutlarıyla "Olgunluk" kavramı etrafında yeniden kavramsallaştırmakta ve sürece bütüncül bir "Olgunluk Analizi" çerçevesi kazandırmaktadır. Bu yönüyle çalışma, Türkiye'deki YZ girişimcilik ekosistemini analitik olarak konumlandıran, ilk ölçülebilir ve tekrarlanabilir analiz olma niteliği taşımaktadır. Mevcut durumu sadece tanımlamakla kalmayıp, standartlaştırılmış göstergelerle ekosistemin gelişim kapasitesini ortaya koyan bu yaklaşım, tezin literatürdeki özgün değerini pekiştirmektedir. Bu bağlamda araştırmanın literatürdeki boşluğun doldurulmasına yönelik katkısı aşağıda sunulmuştur.

### 1.8.5. Literatürdeki Boşluğun Giderilmesine Yönelik Katkı

Mevcut literatür incelendiğinde; girişimcilik ekosistemlerine ilişkin çalışmaların büyük bölümünün ya genel teknoloji odaklı bir çerçevede ele alındığı ya da ABD ve Çin gibi gelişmiş ekonomilerin dinamikleri temelinde şekillendiği görülmektedir. Oysa yapay zekâ (YZ) gibi yıkıcı ve dönüştürücü bir teknolojinin; yüksek işlem gücü gereksinimi, geniş veri setlerine erişim ihtiyacı, etik sorumluluklar ve regülatif uyum zorunluluğu gibi girişimcilik ekosistemine doğrudan yansıyan kendine özgü karakteristikleri bulunmaktadır. Geleneksel girişimcilik modellerinin, YZ'nin bu veri yoğunluklu doğasını ve Türkiye gibi gelişmekte olan YZ girişimciliği ekosistemlerinin özgün dinamiklerini açıklamadaki kuramsal yetersizliği ile beyan temelli ölçüm yöntemlerinin kısıtları, bu çalışmanın temel hareket noktasını oluşturmaktadır. Bu kapsamda araştırma; literatürdeki söz konusu kuramsal ve metodolojik boşluğu doldurmanın yanı sıra, akademik düzeyde üretilen bulguları stratejik yol haritası önerileriyle ilişkilendirerek; kamu politikaları ve sektörel uygulamalar açısından işlevsel, uygulanabilir ve özgün bir politika projeksiyonu ekseninde pratik katkıya dönüşmektedir. Bu perspektifte araştırmanın kuramsal, metodolojik ve pratik katkıları bu şekilde ortaya konulduktan sonra, tezin genel yapısı ve bölümlerinin içeriği aşağıda açıklanmaktadır.

## 1.9. Tezin Yapısı

Bu çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde araştırmaya yönelik çerçeve ortaya konulmaktadır. İkinci bölümde araştırmanın kavramsal ve kuramsal çerçevesi oluşturulmakta; yapay zekâ, girişimcilik ekosistemi ve ekosistem olgunluğu kavramları ilgili literatür doğrultusunda ele alınmaktadır. Üçüncü bölümde araştırmanın metodolojik yapısı ayrıntılı biçimde açıklanmakta; araştırma deseni, veri kaynakları, örneklem yapısı, web scraping yoluyla veri toplama süreci, analiz aşamaları ve geliştirilen on boyutlu olgunluk analizinin ölçüm mantığı sistematik bir bütünlük içinde sunulmaktadır. Dördüncü bölümde bulgular ve tartışma birlikte ele alınmaktadır. Bu bölümün ilk kısmında Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosistemi; SWOT, PESTEL, Porter'ın Beş Güç Analizi, ekosistem haritalama, değer zinciri, benchmarking ve STEEP analizleri çerçevesinde stratejik ve yapısal açıdan değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmeyi derinleştirmek amacıyla kalkınma planları ve ilgili politika belgeleri MAXQDA aracılığıyla çözümlenmekte ve alanın kavramsal ve tematik yönelimleri ortaya konulmaktadır. Aynı bölümün devamında nicel bulgular sunulmakta; Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi (TRAI), Merkezi Sicil Kayıt Sistemi (MERSİS), teknoparklar ve diğer doğrulanabilir dijital kaynaklardan elde edilen firma verileri esas alınmakta, bu firmalara ilişkin veriler web scraping yoluyla toplanmakta ve elde edilen bulgular doğrultusunda "Genel Olgunluk Analizi" hesaplanmaktadır. Bu kapsamda kriterlerin dağılımları, aralarındaki ilişkiler ve ekosistemde ortaya çıkan örüntüler tartışılmaktadır. Beşinci bölümde ise araştırmanın genel sonuçları değerlendirilmekte; elde edilen bulgular araştırma soruları ve hipotezler çerçevesinde yorumlanmakta, teorik ve pratik çıkarımlar ortaya konulmakta ve politika yapıcılar ile uygulayıcılara yönelik öneriler sunulmaktadır.

# 2. TEORİK ÇERÇEVE: YAPAY ZEKÂ VE GİRİŞİMCİLİK EKOSİSTEMİ

Bu bölümde, araştırmanın kavramsal altyapısını oluşturan yapay zekâ yaklaşımları, yapay zekâ teknolojileri ve girişimcilik ekosistemi kavramları kuramsal bir çerçevede ele alınmaktadır. Yapay zekânın tarihsel gelişimi ve teknolojik bileşenleri incelendikten sonra, bu dinamiklerin girişimcilik ekosistemlerini nasıl dönüştürdüğü detaylandırılmaktadır.

## 2.1. Yapay Zekâ Yaklaşımı: Tanım, Kuramsal ve Kavramsal Temeller

Yapay zekâ, günümüzde yalnızca teknik bir yenilik alanı değil; bilgi üretimi, karar verme, otomasyon, öğrenme ve problem çözme süreçlerini yeniden biçimlendiren çok katmanlı bir dönüşüm alanı olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle yapay zekânın doğru anlaşılabilmesi, yalnızca uygulama örnekleri üzerinden değil, aynı zamanda kavramsal sınırları, kuramsal dayanakları ve bileşenleriyle birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Yapay zekâya ilişkin tartışmalar; zekânın ne olduğu, insan bilişiyle hangi noktalarda kesiştiği, hangi yönlerden ondan ayrıştığı ve hangi teknik mimariler üzerinden işlerlik kazandığı gibi temel sorular etrafında şekillenmektedir. Bu çerçevede, yapay zekâ yaklaşımının sağlam bir teorik zemine oturtulabilmesi için öncelikle zekâ kavramının, ardından bu kavramdan türeyen yapay zekâ anlayışının açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda ilgili hususlar "Zekâ ve Yapay Zekâ Kavramı" başlıklarında irdelenmiştir.

### 2.1.1. Zekâ ve Yapay Zekâ Kavramı

Yapay zekâ kavramının anlam çerçevesi, doğrudan zekâ kavramının nasıl tanımlandığıyla ilişkilidir. Çünkü yapay olanın neyi taklit ettiği, hangi bilişsel süreçleri modellediği ve hangi sınırlar içinde değerlendirileceği, öncelikle zekânın kapsamına dair kabul edilen yaklaşım tarafından belirlenmektedir. Zekâ; öğrenme, uyum sağlama, muhakeme yürütme, problem çözme ve yeni durumlara uygun tepki geliştirme gibi çok boyutlu yetkinlikleri içeren bir yapı olarak ele alınırken, yapay zekâ da bu yetkinliklerin makine ve algoritmalar aracılığıyla yeniden üretilmesi ya da işlevsel olarak benzetilmesi çabası olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle kavramsal netliğin sağlanabilmesi için ilk olarak zekâ kavramı incelenmekte, ardından yapay zekânın tanımı, kapsamı ve ayırt edici özellikleri açıklanmaktadır.

#### 2.1.1.1. Zekâ

Zekâ, en temel ifadeyle bilginin edinilmesi, düşünme, öğrenme, problem çözme ve çevreyi algılayarak onu uygulamaya dökme kapasitesinin bütünüdür (Türk Dil Kurumu, 2024; Encyclopaedia Britannica, 2025). Yalnızca akademik başarıya veya belirli bir bilgi birikimine indirgenemeyen bu kavram; soyut düşünme, tecrübelerden öğrenme, olayları anlamlandırma ve rasyonel kararlar alma gibi karmaşık bilişsel yetkinlikleri kapsamaktadır (Gottfredson, 1997, s. 13-14). Tarihsel süreçte mitolojik tasvirlerden rasyonalizm ve empirizm gibi çeşitli felsefi tartışmalara konu olan zekâ, günümüzde tekil bir bilişsel işlev olmaktan çıkıp çok boyutlu bir yapı olarak değerlendirilmektedir. Nitekim Gardner (2011, s. 3), geleneksel yaklaşımı genişleterek bireylerin farklı alanlarda bağımsız zekâ türlerine sahip olabileceği çoklu zekâ teorisini öne sürmüştür. Gardner'ın (2005, s. 5-8) bedensel, mantıksal, görsel, sosyal ve sözel gibi sekiz farklı boyutta sınıflandırdığı bu yaklaşım, çeşitli eleştiriler alsa da zekânın tek bir merkezden ziyade çok işlevli doğasını ortaya koyması bakımından kuramsal bir derinlik sağlamıştır. Özünde bilgi edinme ve bunu

işlevsel olarak uyarlama yeteneği olan insan zekâsı, teknolojik sistemlerin öğrenme kapasitesine ilham kaynağı olmuştur.

İnsanın bilgi edinme ve karmaşık karar süreçlerini yönetebilme kapasitesini ifade eden bu çok boyutlu yapı, dijital dönüşüm çağında makinelerin bilişsel sınırlarını belirleyen yapay zekâ olgusunun da kavramsal temelini oluşturmaktadır. Zekâ kavramının kuramsal çerçevesi ortaya konulduktan sonra, bu kavramın yapay sistemler bağlamında nasıl yeniden tanımlandığı yapay zekâ başlığı altında ele alınmaktadır.

#### 2.1.1.2. Yapay Zekâ

Yapay zekâ (YZ), dijital dönüşümün yönünü belirleyen ve farklı disiplinlerdeki yaygın kullanımı nedeniyle üzerinde uzlaşılmış tek bir tanımı bulunmayan çok boyutlu bir olgudur. Genel çerçevede YZ, bir bilgisayarın akıl yürütme, anlam çıkarma, genelleme yapma ve deneyimden öğrenme gibi insan zekâsıyla ilişkilendirilen bilişsel görevleri yerine getirme yeteneğidir (Artificial intelligence, t.y.). Literatürde akıllı cihazlardan otonom gözetim sistemlerine kadar geniş bir yelpazede ele alınan bu kavram (Ghorayeb, Comber, & Gooberman-Hill, 2021, s. 3, 10, 13); önde gelen küresel teknoloji şirketleri tarafından makinelerin insan benzeri bilişsel işlevleri (öğrenme, algılama, problem çözme, karar alma vb.) simüle etmesine olanak tanıyan bir teknoloji ailesi olarak tanımlanmaktadır (IBM, t.y.; Microsoft, t.y.; Amazon, t.y.; Google, t.y.; What is Artificial Intelligence?, t.y.; Artificial Intelligence, t.y.). Söz konusu tanımların ortak noktası, YZ'nin insana özgü anlama, yorumlama ve tahminde bulunma yeteneklerini dijital sistemlere aktararak otomatize etmesidir. İnsan zekâsının analitik sınırlarını aşarak içgüdüsel ve sezgisel boyutları da test etmeye başlayan bu teknolojik evrim, günümüzde modern iş modellerinin ve girişimcilik rekabetinin doğasını yeniden şekillendirmektedir.

Makinelerin bilişsel sınırlarını sürekli olarak genişleten bu olgunun günümüzdeki stratejik konumunu anlayabilmek için, fikrî temellerinden modern veri ekosistemlerine uzanan tarihsel gelişimini incelemek gerekmektedir. Bu kapsamda yapay zekânın tarihsel kökenleri ile zaman içinde geçirdiği gelişim süreci ile incelenmektedir.

### 2.1.2. Yapay Zekânın Doğuşu ve Gelişimi

Yapay zekâ (YZ) fikrinin kökleri, Antik Çağ'ın mekanik otomat tasavvurlarından erken modern dönemin biyomekanik taklit çabalarına kadar uzanan geniş bir tarihsel izleğe dayanmaktadır (Encyclopaedia Britannica, t.y.; Olson, 2018, s. 39; Tybjerg, 2003, s. 444–445, 451–452). 20. yüzyıla gelindiğinde kavram, Asimov'un bilimkurgu yazınında formüle ettiği robotik ve etik kurallarla popülerleşmiş; ardından Alan Turing'in makinelerin düşünme kapasitesini sorguladığı felsefi-teknik tartışmalarla bilimsel bir zemine oturmuştur (Asimov, 1942, s. 94-103; Haenlein & Kaplan, 2019, s. 15-16; Turing, 1950, s. 433). Dartmouth Yapay Zekâ Yaz Araştırma Projesi, yapay zekânın bağımsız bir bilimsel alan olarak doğuşunu simgeleyen ve alanın kurucu olayı olarak kabul edilen 1956 yaz çalıştayıdır (Moor, 2006, s. 87–88). Kısa süre sonra, Newell ve Simon'ın (1956, s. 61) sembolik çıkarım sistemleri ile Samuel'in (1959, s. 210) kendi performansını iyileştiren dama programı, makine öğrenmesinin uygulamalı temellerini atmıştır. Bu epistemik eşik, Rosenblatt'ın (1958, s. 386) algılayıcısından Rumelhart ve ark.'nın (1986, s. 533) derin mimarilerin önünü açan geri-yayılım algoritmasına kadar uzanan bir dizi buluşla olgunlaşmış; MYCIN gibi uzman sistemlerle de endüstriyel uygulama potansiyelini kanıtlamıştır (Buchanan & Shortliffe, 1984, s. 44). Bununla birlikte yapay zekâ araştırmaları, 1970'lerde sınırlı hesaplama kapasitesi, veri yetersizliği ve

beklentilerin karşılanamaması nedeniyle ilk durgunluk dönemini; 1980'lerin sonundan itibaren ise uzman sistem pazarının daralmasıyla ikinci "yapay zekâ kışı"nı yaşamıştır (Lighthill, 1973, s. 1-5; Crevier, 1993, s. 203-214; Russell & Norvig, 2021, s. 24-27) 1990'lardan itibaren destek vektör makineleri, olasılıksal akıl yürütme, LSTM (Long Short-Term Memory-Uzun Kısa Süreli Bellek) ve gradyan temelli öğrenme gibi yaklaşımların gelişmesi; Kasparov'u yenen Deep Blue örneğinde olduğu gibi YZ'nin karmaşık problemleri çözme gücünü gözler önüne sermiştir (Cortes & Vapnik, 1995, s. 273; Broomhead & Lowe, 1988, s. 321; Pearl, 1988, s. 29-32; Breiman, 2001, s. 5; Hochreiter & Schmidhuber, 1997, s. 1735; LeCun, Bottou, & Bengio, 1998, s. 2278; Campbell, Hoane, & Hsu, 2002, s. 57). 2010'lu yıllarda derin öğrenme, büyük veri ve GPU tabanlı hesaplama kapasitesinin birleşmesiyle yapay zekâ yeniden ivme kazanmış; 2012'de ImageNet başarısı ve 2017'de Transformer mimarisi, günümüz büyük dil modellerinin teknik temelini oluşturmuştur (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2012, s. 1097-1105; Vaswani ve ark., 2017, s. 5998-6001). 2022'de ChatGPT'nin kullanıma sunulması ve 2023'te GPT-4 gibi büyük ölçekli çok modlu modellerin geliştirilmesi, üretken yapay zekâyı metin, kod, görsel ve karar destek süreçlerinde yaygın kullanılan genel amaçlı bir teknolojiye dönüştürmüştür (OpenAI, 2022; OpenAI, 2023, s. 1-2). 2024–2025 döneminde ise yapay zekâ, yalnızca teknik performansıyla değil; kurumsal benimsenme, yatırım artışı, genel amaçlı yapay zekâ modellerine ilişkin düzenleyici yükümlülükler ve yönetişim tartışmalarıyla da şekillenen küresel bir ekosistem hâline gelmiştir (Stanford HAI, 2025; European Commission, 2025). Günümüzde bu algoritmik birikim, veri ambarları, bilgi keşfi ve yüksek performanslı veri depolama mimarileriyle bütünleşerek, bugünkü ölçeklenebilir yapay zekâ iş modellerini mümkün kılan veri yoğun paradigmayı kurumsallaştırmıştır (Chaudhuri & Dayal, 1997, s. 65; Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996, s. 37; Chen, Lee, Gibson, Katz, & Patterson, 1994, s. 145). Algoritmik mimariler ile devasa veri işleme kapasitesinin bu tarihsel bütünleşmesi, günümüzde YZ'nin karmaşık çevresel girdileri anlamlandırıp eyleme dönüştürebilmesini sağlayan temel bilişsel yetkinliklerin de pratik zeminini oluşturmaktadır. Bu çerçevede yapay zekânın temel bilişsel yetkinlikleri izleyen başlık altında açıklanmaktadır.

### 2.1.3. Yapay Zekânın Temel Bilişsel Yetkinlikleri

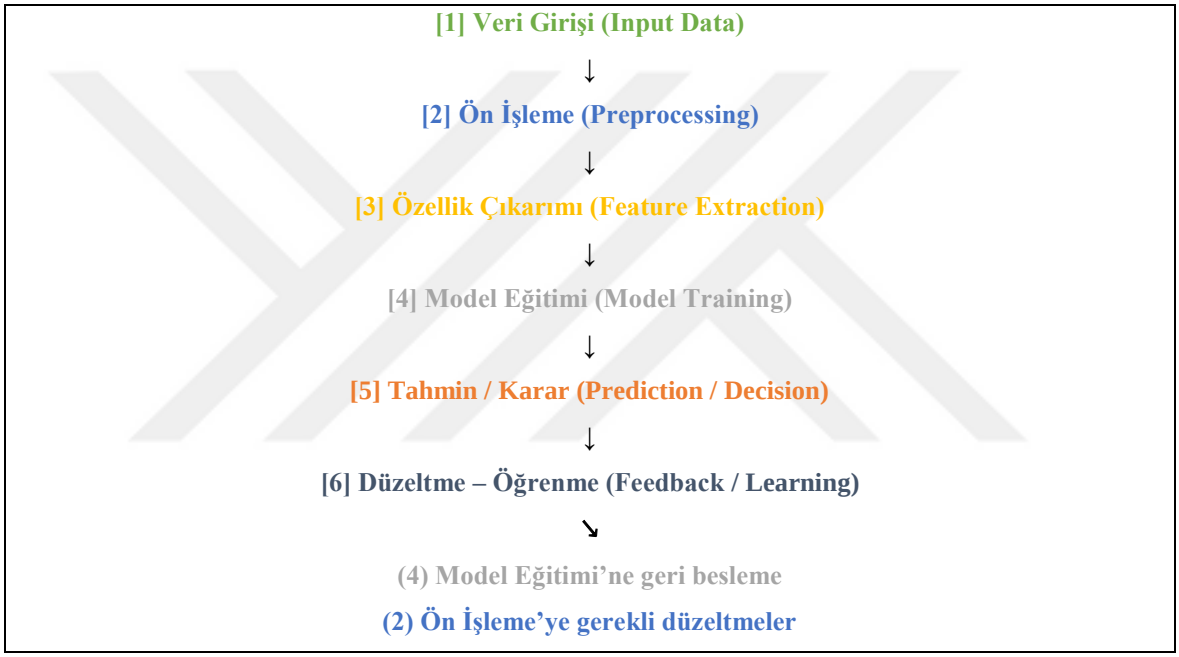
Yapay zekâ, insana özgü bilişsel yetenekleri gerektiren görevleri yerine getirebilen sistem ve yöntemleri konu edinen bir sosyo-teknik alandır. Bu bölümde YZ'nin beş temel bilişsel boyutu; algılama, öğrenme ve uyarlama, muhakeme ve planlama, dil ve etkileşim ile açıklanabilirlik ve güvence başlıkları altında ele alınmaktadır. Bu bilişsel yetkinliklerin kavramsal olarak açıklığa kavuşturulması, tezde ele alınan YZ girişimlerinin hangi teknolojik kapasite ve işlevsel derinlik üzerinden değerlendirileceğinin anlaşılması bakımından önem taşımaktadır.

#### 2.1.3.1. Algılama

Algılama, gerçek dünyadaki görsel, konumsal, metinsel, sayısal, ses ve zaman serisi verilerinin toplanıp işlenerek yapay zekâ tarafından anlamlandırılması sürecidir (Zhou ve ark., 2023, s. 593). Bu süreç; sensörler veya çevrim içi kaynaklardan kapsamlı veri kümelerinin elde edilmesi, ön işlemeyle analiz için uygun hâle getirilmesi, özellik çıkarımıyla verinin temsil gücünün artırılması ve nihayetinde model eğitimi yoluyla tahmin veya karar üretilmesini kapsayan döngüsel bir akışa dayanmaktadır (Pendleton ve ark., 2017, s. 8-9). Algısal kapasite, karmaşık çevre verilerini çözümleyerek bağlamsal niyet kestirimi yapabilen otonom sistemlerde de görüldüğü üzere, derin öğrenme tabanlı algı ve akıl yürütme teknikleriyle eyleme dönüşmektedir (Rasouli & Tsotsos, 2020,

s. 900, 912-913; Iosifidis & Tefas, 2022, s. 1-3; Pendleton ve ark., 2017, s. 3-5). Bu nedenle süreçlerin amaca uygun bir şekilde yerine getirilebilmesi için algılama aşaması önemli bir başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir.

Nitekim, YZ girişimlerinin veriyle çalışma kapasitesi, teknolojik yetkinliği ve ürün geliştirme olgunluğu büyük ölçüde algılamaya dayalı bilişsel işlev üzerinden görünür hâle gelmektedir. Bu kapsamda algılama sürecinin yapay zekâ veri işleme ve öğrenme aşamalarının bütünleşik akış şeması Şekil 1 ile ifade edilmiştir. Şekil 1, algılamaya dayalı yapay zekâ sistemlerinde verinin ham girdiden öğrenen çıktıya dönüşüm sürecini özetlemektedir. Süreç, veri girişiyle başlamakta; ön işleme ve özellik çıkarımı aşamalarından sonra model eğitimi gerçekleştirilmektedir. Ardından model, tahmin ya da karar üretmekte; son aşamada ise geri bildirim yoluyla öğrenme ve düzeltme mekanizması devreye girerek sistemi yeniden eğitime bağlamaktadır. Bu yönüyle şekil, yapay zekâ uygulamalarının döngüsel ve sürekli iyileşen bir öğrenme mantığına dayandığını göstermektedir.




**Şekil 1.** Algılamaya Dayalı Yapay Zekâ Veri İşleme ve Öğrenme Aşamalarının Bütünleşik Akış Şeması

Algılama aşamasında elde edilen bu karmaşık veri yığınlarının iş modellerinde değer yaratan eylemlere dönüşebilmesi, sistemlerin bu verilerden sürekli biçimde öğrenme ve kendini yeni çevre koşullarına uyarlama kapasitesine bağlıdır. Algılama sürecinin ardından, yapay zekâ sistemlerinin veriden öğrenme ve değişen koşullara uyum sağlama kapasitesi de ele alınmaktadır.

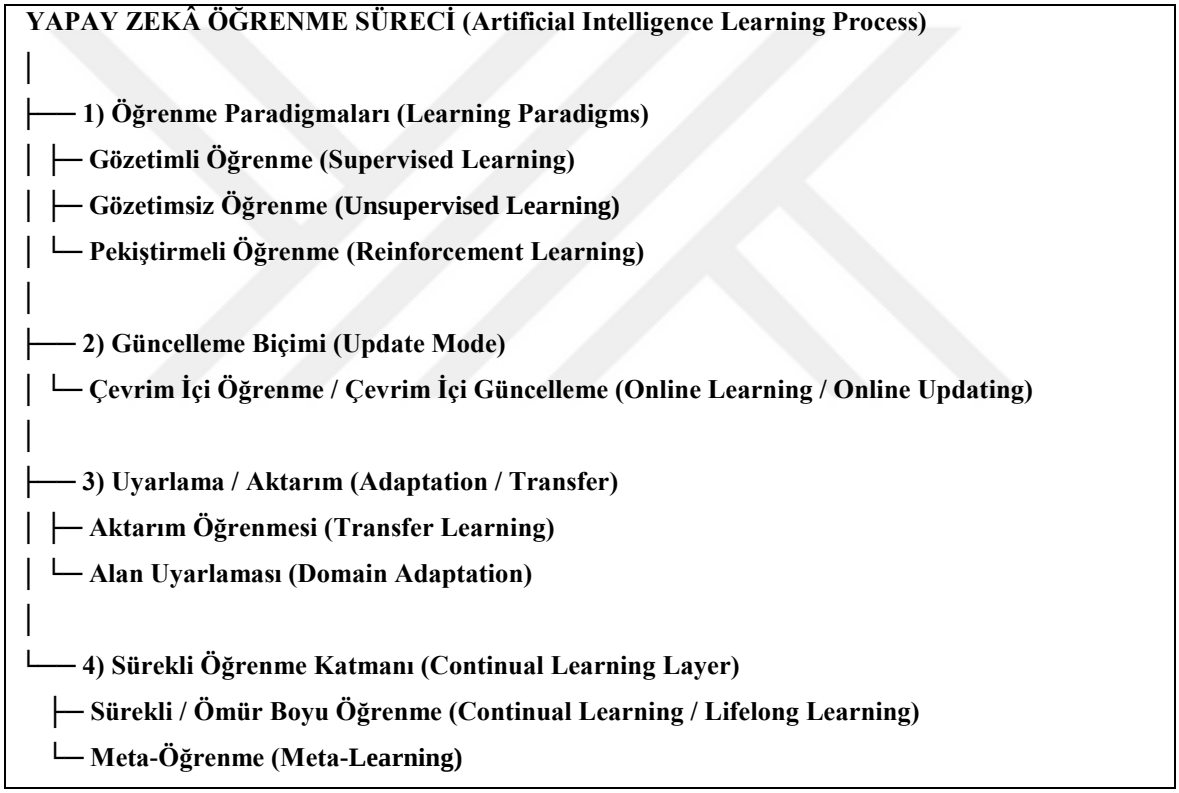
### 2.1.3.2. Öğrenme ve Uyarlama

Öğrenme ve uyarlama, yapay zekânın çevreden gelen verilerle parametrelerini güncelleyerek yeni örüntülere uyum sağlamasını ve değişen koşullarda performansını sürdürülebilir kılmasını ifade eden dinamik bir süreçtir (Haenlein &

Kaplan, 2019, s. 17). Veri toplamadan saha geri bildirimine uzanan tipik öğrenme döngüsünde uyarlama mekanizmaları; özellikle veri dağılımındaki değişimler (concept drift), gürültü ve belirsizlik durumlarında devreye girerek modellerin yeniden kalibre edilmesini sağlamaktadır (Xiang ve ark., 2023, s. 6515). Örneğin otonom sürüş sistemlerinde, değişken hava koşullarına uyarlamalar,

modelin önceki yeteneklerini korurken yeni çevreye adaptasyonunu kesintisiz kılmaktadır (Erkent & Laugier, 2020, s. 3580-3581). Karar katmanında SHAP (SHapley Additive exPlanations-Shapley - Toplamsal Açıklamalar) gibi açıklanabilirlik çerçeveleriyle desteklenen bu uyarlama şemaları, sistemlerin çoklu koşul senaryolarında genellenebilirliğini korumasına ve üretilen stratejilerin izlenebilir olmasına imkân tanımaktadır (Li ve ark., 2023, s. 3620-3621, 3625).

Şekil 2'de görüleceği üzere yapay zekâ sistemlerinde öğrenme sürecinin kapsayıcı yapısı; temel öğrenme paradigmalarını (gözetimli, gözetimsiz, pekiştirmeli), modelin zaman içinde güncellenmesini sağlayan çevrim içi öğrenmeyi, farklı görev ya da veri alanlarına aktarımı mümkün kılan transfer ve alan uyarlaması yaklaşımlarını ile modeli kalıcı olarak geliştiren süreklilik/ömür boyu öğrenme ve meta-öğrenme katmanlarını içermektedir (Liu ve ark., 2025, s. 5). Bu kapsamda değişen koşullara yanıt verebilme, model performansını sürdürebilme açısından YZ işletmelerin teknolojik olgunluk düzeyi kriterlerini nitelendiren ürünleri/hizmetleri daha görünür kılmaktadır. Dahası YZ şirketlerini ekosistemde daha rekabetçi bir konuma taşıyabilmektedir.




**Şekil 2**. Yapay Zekâ Öğrenme Süreci

Çevresel verilerden beslenen ve esnek uyarlama süreçleriyle kazanılan bu dinamik öğrenme kapasitesi, sistemin hedefleri doğrultusunda kısıtlar altında rasyonel kararlar alabilmesini sağlayan muhakeme ve planlama aşamasıyla somut eylemlere dönüşmektedir. Bu kapsam, muhakeme ve planlama ile ele alınmaktadır.

### 2.1.3.3. Muhakeme ve Planlama

Muhakeme, bilgi ve kanıtlardan yeni sonuçlar çıkarma sürecini ifade ederken; planlama, bu çıkarımlar doğrultusunda zaman, kaynak ve belirsizlik kısıtları altında en uygun eylem dizilerini tasarlama problemidir. Özünde "ne doğrudur/olasılık nedir?" ve "hedeflere ulaşmak için hangi

eylemler, hangi sırayla uygulanmalıdır?" sorularına yanıt arayan bu mekanizma; sembolik, olasılıksal (Bayesçi ağlar) ve öğrenen muhakeme (derin temsiller) biçimlerinde icra edilmekte ve MDP (Markov Decision Process-Markov Karar Süreci), POMDP (Partially Observable Markov Decision Process-Kısmen Gözlemlenebilir Markov Karar Süreci) ile pekiştirmeli öğrenme gibi karar çerçeveleriyle somutlaşmaktadır. Algı ve öğrenme aşamalarında edinilen veriler, bu katmanda "durum kestirimi → hedef tanımı → eylem tasarımı → yürütme → geri bildirim" döngüsüyle bağlama uygun kararlara dönüştürülmektedir. Söz konusu kapasite; otonom araçların çevresel ipuçlarını güvenli rota planlarına dönüştürmesinde veya finansal sistemlerin risk ölçütleri altında portföy stratejileri tasarlamasında görüldüğü üzere, sistemin değişken koşullara başarıyla uyarlanmasını sağlamaktadır. Yapay zekâ, bu karmaşık karar süreçlerinde ihtiyaç duyduğu niyet okuma ve bağlam analizi işlevlerini de çeşitli dil işleme ve örüntü tanıma teknikleriyle desteklemektedir (Young ve ark., 2018, s. 55; Otter ve ark., 2021, s. 604-606). Örneğin NLP tabanlı sohbet asistanları, kullanıcı mesajlarını çok-adımlı bir muhakeme süreciyle ayrıştırıp çözümlemekte (Yuan & Gao, 2021, s. 2; Young ve ark., 2018, s. 55-56); daha gelişmiş sistemler ise metinlerdeki duygu durumunu ve dolaylı anlamları derinlemesine algılayarak eyleme dökebilmektedir (Young, Hazarika, Poria, & Cambria, 2018, s. 61; Otter, Medina, & Kalita, 2021, s. 611; Dongbo, Miniaoui, Fen, Althubiti, & Alsenani, 2023, s. 1). CNN (Convolutional Neural Network-Evrişimsel Sinir Ağı) ve Transformer (Transformer Architecture-Dönüştürücü Mimarisi) gibi mimarilerin bu tür bağlamsal bağımlılıkları yakalamadaki belirleyici rolü literatürde açıkça kanıtlanmış olup (Albawi ve ark., 2017, s. 1; Zeng ve ark., 2014, s. 2335; Raffel ve ark., 2020, s. 3-4; Otter ve ark., 2021, s. 604-606); ilgili akıl yürütme sistemlerinin sağlık ve eğitim gibi stratejik alanlarda yüksek doğruluklu diyalog ve karar yönetimi sağladığı raporlanmaktadır (Dongbo ve ark., 2023, s. 1-2; Mendapara ve ark., 2021, s. 89-90; Makhlouf ve ark., 2024, s. 2; Muliyono, 2021, s. 142–145). Bu çerçevede muhakeme ve planlama boyutu YZ girişimlerinin veriyi anlamlı kararlara ve uygulanabilir çözümlere dönüştürme kapasitesini yansıtmaktadır. Bu yetkinlik, girişimlerin teknolojik olgunluk ve işlevsel yeterlilik düzeyinin değerlendirilmesinde alt yapı niteliği taşımaktadır.

Algoritmik muhakeme ve planlama ile üretilen karmaşık stratejilerin eyleme geçirilebilir ve anlamlı bir kullanıcı deneyimine dönüşebilmesi, sistemin niyet kestirimini doğal bir iletişime çeviren ve dil ve etkileşim katmanıyla mümkün olmaktadır.

#### 2.1.3.4. Dil ve Etkileşim

Dil ve etkileşim katmanı, yapay zekânın içsel analiz ve çıkarımlarını kullanıcıyla anlamlı, izlenebilir ve amaç-odaklı iletişime dönüştüren arayüzdür. Bu katman; niyet tespiti, diyalog yönetimi ve doğal dil üretimi gibi bileşenler aracılığıyla sistemin ürettiği sonuçları sorular, uyarılar ve öneriler biçiminde sunmakta; aynı zamanda alınan geri bildirimlerle öğrenme döngüsünü beslemektedir. Etkileşim katmanının işleyişi, özellikle finans sektöründeki karar destek sistemlerinde belirgin biçimde gözlemlenmektedir. Örneğin bir risk analiz sistemi, müşterinin mali geçmişini işleyerek öngörü modelleri kurmakta (Manjaly, Varghese, & Varughese, 2021, s. 210-212; Yadav, 2021, s. 77, 81) ve hesaplanan temerrüt olasılığı gibi ölçütleri karar katmanına aktarmaktadır (Chornous & Ursulenko, 2013, s. 123-124). Kredi riski veya dolandırıcılık tespiti gibi alanlarda üretilen bu analitik çıktılar (Kumar, Srivastava, & Gupta, 2022, s. 592-593), etkileşim katmanı sayesinde kullanıcıya anlaşılır diyaloglar ve sohbet asistanları aracılığıyla iletilmektedir (Manjaly, Varghese, & Varughese, 2021, s. 213-215; Yadav, 2021, s. 77-81). Bu kapsamda dil ve etkileşim katmanı; (i) karmaşık analitik çıktıları eyleme dönük içeriklere çevirme, (ii) eksik veri durumlarında sorgulama yoluyla bilgi

açığını kapatma ve (iii) kullanıcı geri bildirimlerini anlık öğrenme sinyaline dönüştürerek modeli yeniden kalibre etme işlevlerini üstlenmektedir (Kumar, Srivastava, & Gupta, 2022, s. 592-593; Manjaly, Varghese, & Varughese, 2021, s. 214-216). Nitekim bu olgu YZ girişimlerinin ürettiği analitik çıktıları kullanıcıyla etkili, anlaşılır ve işlevsel bir biçimde buluşturma kapasitesini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle söz konusu katman, girişimlerin ürünleşme ve uygulama olgunluğunu değerlendirmede önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır.

Kullanıcı ile makine arasındaki bu doğal iletişimin güven tesis edebilmesi, sistemin aldığı kararların arkasındaki algoritmik mantığın şeffaf biçimde ortaya konulduğu ve açıklanabilirlik ve güvence mekanizmalarının varlığına bağlı olmaktadır.

#### 2.1.3.5. Açıklanabilirlik ve Güvence

Açıklanabilirlik, yapay zekâ sistemlerinin ürettiği çıktıların arkasındaki veri ve çıkarım zincirinin insanlar tarafından anlaşılabilir gerekçelerle ortaya konulmasıdır. YZ modellerinin şeffaflığı ile doğrudan ilişkili olan bu kavram, özellikle kapalı kutu (black box) mimarilerinde kararların hem genel hem de tekil düzeyde aydınlatılmasını zorunlu kılmaktadır (Castelvecchi, 2016). Güvence boyutu ise modelin doğru çalışmasını güvenilir, tekrarlanabilir ve hesap verebilir olmasını temin eden mekanizmalar bütünüdür. Bu kapsamda doğrulama, belirsizlik yönetimi, saha izleme ve insan-döngüsünde (HITL-Human-in-the-Loop) yönetişim gibi pratikler bütüncül bir güvence altyapısı oluşturmaktadır (Gazendam ve ark., 2023, s. 11; Yuan ve ark., 2024, s. 318-320). Ekosistemdeki YZ girişimleri açısından bu iki boyut, sistemin çıktılarının anlaşılabilirliğini, kullanıcı güvenini ve düzenleyici uyum kapasitesini güçlendiren temel unsurlar arasında yer almaktadır (Kaur, Uslu, Rittichier, & Durresi, 2022, s. 1-5).

Güvence boyutu, YZ girişimlerinin içinde yer aldığı ekosistemde hesap verebilirlik ve düzenleyici uyum kapasitesini yansıtan temel unsurlardan biridir. Bunun yanında, teknolojik çözümlerin belirli yetkinlik ve kapsam ölçütlerine göre sınıflandırılması da ekosistemin kavramsal çerçevenin belirlenmesinde önemli bir işlev görmektedir.

### 2.1.4. Sınıflandırılması

Yapay zekânın güncel uygulamalarını geniş bir perspektifte değerlendirmek için sınıflandırma çerçeveleri, yalnızca teknik bir tasnif değil; aynı zamanda normlar ve uygunluk değerlendirmelerini destekleyen yönetişim araçları olarak kurgulanmaktadır (Schmid, Hildesheim, Holoyad, & Schumacher, 2021, s. 425-426). Bu bağlamda YZ; ilk olarak genellik/kapasite ekseninde "zayıf-genel-süper" hiyerarşisiyle felsefi ve metodolojik zeminde kavramsallaştırılmakta (Kear & Folkes, 2020, s. 49-51; Raikov, 2020, s. 81-83; Escott, 2017) ikinci olarak paradigma/teknolojik yaklaşım bakımından sembolik, istatistiksel ve melez çizgilerde haritalanmaktadır (Schmid, Hildesheim, Holoyad, & Schumacher, 2021, s. 426-427). Sistemler ayrıca kapsam ve kullanım bağlamına göre sınıflandırılmakta; diyalog sistemleri, gömülü/bulut mimarileri ve eğitime yönelik uyarlanabilir çözümler gibi spesifik alanlar belirleyici birer alt boyut oluşturmaktadır (Xu ve ark., 2023, s. 59-60; Iftikhar ve ark., 2023, s. 9; Kabudi, Pappas, & Olsen, 2021, s. 1-2; Winaitham, 2022, s. 152). Tüm bu çerçeveyi, güvenilir YZ'nin yaşam döngüsünü, açıklanabilirlik gereklerini ve bağlamsal risk düzeylerini belirleyen etik-güvenlik/uygunluk ekseni tamamlamaktadır (Li ve ark., 2023, s. 177; Kay, 2023, s. 1; Price II, 2019, s. 66-67). Böylelikle sınıflandırma mantığı, teknolojinin yalnızca türünü değil; hangi kapasite, yöntem, risk düzeyi ve kullanım bağlamında faaliyet gösterdiğini eş

zamanlı olarak yanıtlayan kapsamlı bir yapı sunmaktadır (Schmid, Hildesheim, Holoyad, & Schumacher, 2021, s. 425-427).

Yapay zekânın çok boyutlu ekosistem içindeki bu karmaşık yapısını analitik bir zemine oturtabilmek için, öncelikle sistemlerin eriştiği veya erişmeyi hedeflediği bilişsel sınırları ifade eden genellik ve kapasite düzeylerinin incelenmesi gerekmektedir.

#### 2.1.4.1. Genellik ve Kapasite Düzeyine Göre

Yapay zekâ sistemleri, sahip oldukları bilişsel kapsam ve problem çözme kapasitesine göre farklı düzeylerde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma, sistemlerin yalnızca belirli bir görev alanında mı işlev gördüğünü, yoksa farklı alanlara genellenebilen daha geniş bir bilişsel yetkinlik mi taşıdığını ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır "Literatürde yapay zekâ çoğunlukla dar yapay zekâ ile daha genel zekâ hedefi arasındaki ayrım üzerinden tartışılmakta; dar yapay zekâ belirli görevlerle sınırlı sistemleri, genel yapay zekâ ise insan benzeri çok alanlı bilişsel kapasiteyi ifade etmektedir (Babu & Banana, 2024, s. 210–211; Clune, 2019, s. 1–5). Süper yapay zekâ ise bu çerçevenin daha ileri ve spekülatif aşaması olarak ayrıca ele alınmaktadır (Johnsen, 2025, s. 329). Söz konusu ayrım YZ girişimleri kapsamında günümüzde fiilen kullanılan görev-odaklı uygulamalar ile geleceğe yönelik daha geniş bilişsel kapasite iddiaları taşıyan yapay zekâ vizyonlarını değerlendirme imkânı vermektedir. Bu nedenle sonraki başlıklarda, yapay zekâ sistemleri genellik ve kapasite düzeyleri bakımından ilk olarak dar yapay zekâ ardından genel yapay zekâ ve süper yapay zekâ başlıkları altında incelenmektedir.

#### 2.1.4.2.Dar Yapay Zekâ

Dar yapay zekâ, belirli bir görevi ya da sınırlı bir görev kümesini yüksek isabetle yerine getirmek üzere tasarlanan sistemleri ifade etmektedir (Chedrawi & Atallah, 2022, s. 279; Korteling, van de Boer-Visschedijk, Blankendaal, Boonekamp, & Eikelboom, 2021, s. 1-3). Bağlam dışı genelleme yeteneğinden yoksun olan bu sistemler, dar tanımlı problemlerde (ör. konuşma sentezi) insan düzeyine yaklaşmakta veya onu aşmaktadır (Ramati, 2024, s. 1–2; Oraif, 2024, s. 1). Dijital asistanlar (Siri/Alexa vb.) ve öneri algoritmaları bu kategorinin gündelik hayattaki olgunlaşmış örnekleri iken (Woods, 2018, s. 1; Simplilearn, 2026; Kanade, 2022); dijital asistanlar ve öneri algoritmaları dar yapay zekânın savunma alanında operasyonel etkinliği artıran ve sağlık alanında yaşlanma biyobelirteçlerinin tespiti, geroprotektör kombinasyonlarının keşfi ve kişiselleştirilmiş tedavi gibi görev-odaklı uygulamalar, dar yapay zekânın alan-özgü kullanım biçimlerini göstermektedir (Chedrawi & Atallah, 2022, s. 279; Batin ve ark., 2017, s. 501-502). Bu sistemler bağlam dışı genelleme yeteneğine sahip değildir ve esas olarak belirli görev alanlarında yüksek performans göstermektedir (Fjelland, 2020, s. 1–2).

Dar YZ'nin alan dışı genelleme kapasitesinin sınırlı olması, bu sistemlerin esas olarak belirli görev alanlarında yüksek performans göstermesi anlamına gelmektedir (Fjelland, 2020, s. 1-2; Russell & Norvig, 2021, s. 1072). Problem çözme görevlerinin giderek algoritmalar tarafından üstlenildiği bu bağlamda, insanın rolü ise daha çok hangi problemlerin anlamlı olduğunu belirleme ve sensemaking sürecine yönelme ekseninde öne çıkmaktadır (Verganti, Vendraminelli, & Iansiti, 2020, s. 212, 225). Dar YZ; yüz tanıma, doğal dil işleme ve robotik gibi iyi tanımlı alt alanlarda teknolojik rüştünü ispatlamış olup, genel amaçlı zekâ iddiası taşımamasına rağmen günümüz girişimcilik faaliyetlerinin ve ticari ürünlerin en baskın formunu temsil etmektedir (Zatwarnicki ve ark., 2021, s. 740; Mondal, 2019, s. 390; Lauterbach & Bonim-Blanc, 2016, s. 54-57).

Mevcut ticari ekosistemin ve teknoloji girişimlerinin omurgasını oluşturan bu görev-odaklı sistemlerin ötesinde, teknolojinin gelecekteki sınırlarını ve vizyonunu belirleyecek olan çok-boyutlu insan bilişine eşdeğer sistem arayışı öne çıkmaktadır. Bu noktada genel yapay zekâyı açıklamaktadır.

#### 2.1.4.3.Genel Yapay Zekâ

Genel yapay zekâ (AGI), insanın akıl yürütme, öğrenme ve problem çözme yeteneklerini çoklu alanlarda genel biçimde taklit etmeyi amaçlayan sistemleri ifade etmektedir (Goertzel, 2014, s. 2; Zhao ve ark., 2023, s. 1). İnsan-makine iş birliği bağlamında yeteneklerin bütünleştirilmesini hedefleyen bu vizyon (Cichocki & Kuleshov, 2021, s. 1); biyolojik bilişsel kısıtlar ve mevcut algoritmik yaklaşımların yetersizliği gibi nedenlerle, dar YZ'den AGI'ye doğrusal bir geçiş varsayımını sorgulatmaktadır (Hole & Ahmad, 2021, s. 2; Butz, 2021, s. 91–92). Nitekim literatür, AGI beklentilerinin yöntemsel olmaktan çok normatif bir teknolojik yönelimi yansıttığını (Cárdenas-García, 2023, s. 1; Kourkoulou, 2023, s. 73-86; Hoffmann, 2023, s. 1697-1699) sağlık bilişimi gibi yüksek riskli ticarî alanlarda veri, genelleme ve güvenilirlik kısıtlarının pratik sınırları belirlediğini vurgulamaktadır (Yang, Khorshidi, & Aickelin, 2022, s. 193-195). İnsan düzeyinde bilişsel genelliğe ulaşma iddiası taşıyan güçlü yapay zekâ (strong AI) söylemi (Butz, 2021, s. 91-92); sistemlerin kontrol edilebilirliği, insan amaçlarıyla uyumu ve güvenli yönetişimi sorunlarını ekosistemin merkezine taşımaktadır (Bostrom, 2016, s. 308-309). Bu bağlamda, güvenli AGI inşası için dağıtık defter teknolojileriyle izlenebilirliğin sağlanması (Carlson, 2019, s. 1) ve toplumsal sistemlere nüfuz eden uygulamalarda etik ilkelerin paydaş temelli çerçevelerle güvence altına alınması zorunlu görülmektedir (Holmes ve ark., 2022, s. 505; Lim & Kwon, 2021, s. 208). Netice itibarıyla AGI kavramı, barındırdığı risk ve uygunluk gereksinimleri nedeniyle salt ontolojik bir teknoloji vizyonu olmanın ötesine geçerek, ekosistemdeki girişimlerin regülasyon ve yönetişim kapasitesini şekillendiren stratejik bir araç hâline gelmektedir (Cichocki & Kuleshov, 2021, s. 1; Zhao ve ark., 2023, s. 1; Goertzel, 2014, s. 2).

İnsan düzeyindeki bilişsel genelliğe ulaşma ve bunu güvenli biçimde yönetme hedefini ifade eden bu yaklaşım, teknolojinin gelişim yörüngesinde insan kapasitesini bütünüyle aşmayı vadeden süper zekâ (ASI) tasavvurları ile ele alınmıştır.

#### 2.1.4.4.Süper Yapay Zekâ

Süper yapay zekâ (ASI), insan bilişini tüm boyutlarda aşarak yaratıcı üretimden karmaşık problem çözümüne kadar üst-insan (super-human) performans göstermesi beklenen sistemler olarak kavramsallaştırılmaktadır (Goertzel, 2014, s. 1; Zohuri, 2023, s. 2; Matsuo ve ark., 2022, s. 267). ANI→AGI→ASI sürekliliğinde hiyerarşinin en üst katmanını oluşturan bu yapı, insan yeteneklerini bütünüyle aşma iddiası taşımaktadır (Saghiri, Vahidipour, Jabbarpour, Sookhak, & Forestiero, 2022, s. 2-3; Sergievskii, 2020, s. 458). Bilimsel keşiflerin ve özerk karar alma kabiliyetlerinin benzeri görülmemiş bir hızla genişlemesi öngörülmekle birlikte, bu vizyonun gerçekleşme zamanına (yakın, uzak veya asla) dair belirsizlikler literatürde varlığını sürdürmektedir (Siemens ve ark., 2022, s. 2-3). ASI'nin yükselişi ve kavramsal sınırlarına dair tartışmalar (Sharma & Sarode, 2023, s. 1); klinik alanlarda fayda-risk dengesinin, demokratik süreçlerde ise kamusal etki ve kontrol risklerinin (ödül manipülasyonu, öz-iyileştirme vb.) yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır (Grech, Cuschieri, & Eldawlatly, 2023, s. 401-402; Jungherr, 2023, s. 2-3; Carlson, 2019, s. 3). ASI tasavvuru, geniş ölçekli yaratıcı üretim ve üstün genelleme vaat etse de (Goertzel, 2014, s. 1; Matsuo ve ark., 2022, s. 267); bu potansiyelin yenilikçi girişimler ve ekosistem aktörleri tarafından güvenle

yönetilebilmesi için dağıtık güvence mimarilerini, sistem güvenliğini ve kurumsal uyumu önceleyen kapsamlı bir regülasyon çerçevesine ihtiyaç duyulmaktadır (Pradhan, 2019, s. 46; Saghiri ve ark., 2022, s. 1-5).

Zekânın erişebileceği genellik ve kapasite sınırlarını çizen bu hiyerarşik vizyon, pratikte bu sınırların hangi algoritmik ve mimari paradigmalar üzerinden inşa edildiğini belirleyen teknolojik yaklaşımların incelenmesini gerekli kılmaktadır. Bu noktada paradigma ve teknolojik yaklaşım unsuru ile ele alınmaktadır.

#### 2.1.4.5. Paradigma ve Teknolojik Yaklaşıma Göre

Yapay zekâ sistemleri, yalnızca sahip oldukları bilişsel kapasiteye göre değil, bu kapasitenin hangi yöntemsel ve teknolojik yaklaşım üzerinden üretildiğine göre de sınıflandırılmaktadır. Bu bağlamda yapay zekânın gelişim çizgisi, açık kurallara dayalı sembolik sistemlerden veriden öğrenen istatistiksel modellere, oradan da bu iki yaklaşımın güçlü yönlerini bir araya getiren melez mimarilere doğru genişleyen çok katmanlı bir paradigma dönüşümünü yansıtmaktadır. Söz konusu ayrım, yapay zekâ sistemlerinin nasıl çalıştığını, hangi tür problemleri daha etkili biçimde çözebildiğini ve şeffaflık, ölçeklenebilirlik, uyarlanabilirlik ile açıklanabilirlik gibi temel özellikler bakımından nasıl farklılaştığını ortaya koyması açısından önem taşımaktadır. Tez açısından bu sınıflandırma, YZ girişimlerinin dayandığı teknolojik mantığın, çözüm üretme biçimlerinin ve kurumsal uygulama kapasitelerinin daha doğru değerlendirilmesine imkân vermektedir. Bu nedenle aşağıda, paradigma ve teknolojik yaklaşım ekseninde sırasıyla sembolik-kural tabanlı sistemler, istatistiksel-öğrenen sistemler ile melez ve yeni yaklaşımlar ele alınmaktadır.

#### 2.1.4.6.Sembolik–Kural Tabanlı Sistemler

Sembolik–kural tabanlı sistemler, bilgiyi "eğer-öyleyse" formunda açıkça modelleyen ve bu kurallar dizisi üzerinde çalışan mantıksal çıkarım motorlarıdır (Liu, Gegov, & Cocea, 2016, s. 260; Masri ve ark., 2019, s. 1). İleri ve geri zincirleme mekanizmalarıyla işleyen bu yapı, karar tabloları gibi temsiller aracılığıyla belirli koşullarda eylem otomasyonu sağlamaktadır (Halverson, 1993, s. 316; Mishra, Painuli, & Nirvikar, 2016, s. 169-170). Literatürde, kural tabanlı yapıların daha esnek ve belirsizlik duyarlı hâle getirilmesi amacıyla bulanık (fuzzy) mantık ile genişletildiği görülmekte (Ishibuchi & Nakashima, 2001, s. 506-507); ancak bu genişleme, sistem performansı ile kural sayısının artırdığı yapısal karmaşıklık arasındaki ödünleşimi de beraberinde getirmektedir (Ishibuchi, Sotani, & Murata, 1999, s. 125-126). Günümüzde bu sistemler, karar süreçlerinin izlenebilirliği sayesinde şeffaflık ve düzenleyici uyum gerektiren sağlık, e-devlet ve finans gibi stratejik uygulama alanlarında güçlü bir tercih nedeni olmaya devam etmektedir (Yang ve ark., 2022, s. 1, 13-14; Mustafa, Saad, & Rizkallah, 2023, s. 2-3; Mishra, Painuli, & Nirvikar, 2016, s. 167-172; Lulaj, Zarin, & Rahman, 2022, s. 1). Bununla birlikte, kural tabanının genişlemesi bakım ve ölçekleme maliyetlerini ciddi biçimde artırdığından; ticari girişimler bu teknolojik kısıtı aşmak üzere yöntemlerini giderek vaka ve veri temelli melez tasarımlarla desteklemektedir (Mustafa, Saad, & Rizkallah, 2023, s. 10-11; Ishibuchi, Sotani, & Murata, 1999, s. 125-126). Özellikle YZ ekosistemi içindeki girişimlerin şeffaflık ve açıklanabilirlik gerektiren alanlarda hangi paradigmalar üzerine faaliyetlerin kurulduğunu anlamaya imkân vermektedir. Bu yönüyle sembolik-kural tabanlı sistemler, girişimlerin çözüm mimarisini ve uygulama mantığını değerlendirmede önemli bir kavramsal dayanak oluşturmaktadır.

Kuralların insan uzmanlarca kodlanmasının yarattığı ölçeklenme sınırları ve modern iş modellerinin veri yoğun doğası, sonraki başlıkta ele alınan sistemin çevresel örüntüleri doğrudan veriden öğrenebildiği istatistiksel mimarilerin yükselişine zemin hazırlamıştır.

### 2.1.4.7.İstatistiksel–Öğrenen Sistemler

İstatistiksel–öğrenen sistemler, çevresel verilerden beslenerek parametrelerini sürekli güncelleyen, yeni örüntülere dinamik biçimde uyum sağlayan ve bilgi-yoğun süreçlerde ölçeklenebilir performans üreten algoritmalardır (Bengio, LeCun, & Hinton, 2021, s. 58-60; Zhang, Nandhakumar, Hummel, & Waardenburg, 2020, s. 221-223). Denetimli, denetimsiz ve pekiştirmeli öğrenme paradigmalarına dayanan bu yapı, doğrulama ve güvence pratikleriyle bütünleştirildiğinde sürdürülebilir ve güvenli ticari YZ çözümlerine zemin hazırlamaktadır (Seshia, Sadigh, & Sastry, 2022, s. 34-36). Uygulamada bu sistemlerin etki alanı; eğitimde kullanıcı davranışından beslenen uyarlanabilir sistemlerden (Murtaza, Ahmed, Shamsi, Sherwani, & Usman, 2022, s. 81323-81326; Kabudi, 2021, s. 1-2; Kwak, Jenkins, & Kim, 2023, s. 223-226), otonom araçların karmaşık çevre algısı ve gerçek-zamanlı karar süreçlerine (Kumar ve ark., 2023, s. 1-3; Khan, 2024, s. 236-237) ve tıp gibi yüksek veri gerektiren sektörlere (Kaul, Enslin, & Gross, 2020, s. 807-812) kadar geniş bir pazar ekosistemini kapsamaktadır. Veri güdümlü bu buluşçu (yenilikçi) kapasite, insan denetimi altında kademeli otonomi sağlayarak modern girişimlerin değer önerilerinde ve rekabet stratejilerinde merkezî bir rol üstlenmektedir (Geigel, 2023, s. 303–305). Bu kapsamda YZ girişimlerinin veri temelli değer üretme kapasitesini, uygulama esnekliğini ve rekabetçi teknoloji geliştirme yetkinliğini anlamak bakımından istatistiksel-öğrenen sistemler önemli bir kavramsal dayanak oluşturmaktadır.

İstatistiksel öğrenmenin bu veri-yoğun esnekliği ile sembolik sistemlerin kural tabanlı şeffaflığı arasındaki yöntemsel sınırlar, günümüz iş modellerinin her iki yetkinliği de aynı anda talep etmesiyle birlikte ele alacağımız melez (hibrit) mimarilerin yükselişine zemin hazırlamıştır.

### 2.1.4.8.Melez ve Yeni Yaklaşımlar

Melez (hibrit) yaklaşımlar, sinirsel temsiller (alt-sembolik) ile kural tabanlı akıl yürütmeyi (sembolik) bütünleştirerek veri verimliliğini ve yorumlanabilirliği eş zamanlı olarak artırmayı hedefleyen entegrasyon mimarileridir. Uygulamada bu yapı; yapay zekâ modellerinin arama, optimizasyon ve sezgisel algoritmalarla birleştirilmesiyle somutlaşmakta olup karmaşık öngörü görevlerinde sistem performansını belirgin biçimde yükseltmektedir. Bu kapsamda, belirsizliği ölçülebilir kılan olasılıksal modelleme ile oyun kuramı ve dağıtık optimizasyon ilkelerine dayalı çok etmenli düzeneklerin bir arada kullanılması; sistemlerin genellenebilirliğini, dayanıklılığını ve kurala uyumlu (compliant) karar alma kapasitesini güçlendirmektedir (Corchado, Graña, Snášel, & Woźniak, 2010, s. 807-809; Ibrahim, Huang, Ahmed, Koo, & El-Shafie, 2022, s. 279-303). Bu kapsamda YZ girişimlerinin farklı teknolojik yöntemleri bir araya getirerek daha güçlü, esnek ve uygulanabilir çözümler üretebildiğini göstermektedir. Bu yönüyle melez ve yeni yaklaşımlar, girişimlerin teknolojik olgunluğunu ve yenilik kapasitesini de yansıtmaktadır.

Teknolojik paradigma eksenindeki bu yöntem çeşitliliği, sistemlerin fiziksel olarak nerede ve nasıl konumlandırılacağını belirleyen kapsam ve kullanım bağlamı stratejilerini de doğrudan etkilemektedir.

### 2.1.4.9. Kapsam ve Kullanım Bağlamına Göre

Yapay zekâ sistemleri, bilişsel kapasite düzeyi, teknolojik paradigma bakımından ve aynı zamanda hangi ortamda, hangi altyapı üzerinde ve hangi kullanım bağlamında işlev gördüklerine göre de sınıflandırılmaktadır. Bu çerçevede yapay zekânın konumlandığı fiziksel ve dijital ortam, sistemin gecikme süresi, işlem gücü, veri mahremiyeti, ölçeklenebilirlik, insan denetimi ve bağlamsal uyum kapasitesi gibi temel özelliklerini doğrudan şekillendirmektedir. Literatürde bu ayrım; gömülü ve edge yapay zekâ, bulut-tabanlı yapay zekâ, otonom sistemler, insan-döngüsünde yapay zekâ, alanlar arası yapay zekâ ve bağlamsal yapay zekâ gibi farklı kullanım bağlamları üzerinden ele alınmaktadır. Bu sınıflandırma, tez açısından önem taşımaktadır; çünkü YZ girişimlerinin yalnızca hangi teknolojiyi geliştirdiğini değil, bu teknolojiyi hangi uygulama mimarisi ve kullanım senaryosu içinde değer üreten bir çözüme dönüştürdüğünü anlamaya imkân vermektedir. Bu nedenle aşağıda, yapay zekâ sistemleri kapsam ve kullanım bağlamı bakımından farklı mimari ve uygulama alanları çerçevesinde incelenmektedir. Bu kapsamda, yapay zekânın veri kaynağına en yakın noktada konumlandığı ve gerçek zamanlı işlem kapasitesi sunduğu gömülü ve edge yapay zekâ yaklaşımı izleyen başlıkta ele alınmıştır.

### 2.1.4.10. Gömülü ve Edge Yapay Zekâ

Gömülü ve edge yapay zekâ, hesaplama süreçlerinin bulut yerine doğrudan veri kaynağında (sensör, IoT düğümü vb.) yürütülmesini sağlayarak gecikme, bant genişliği ve enerji tüketimini azaltmayı, eş zamanlı olarak da veri mahremiyetini güçlendirmeyi hedefleyen bir paradigmadır. Bu mimaride, TinyML (Tiny Machine Learning-Küçük Ölçekli Makine Öğrenmesi) ölçekli modeller çeşitli donanım hızlandırıcıları ve model sıkıştırma teknikleriyle (nicemleme, budama, bilgi damıtma) uç cihazlarda etkinleştirilmektedir (Wulfert ve ark., 2024, s. 4519–4533). Sınırlı kaynaklarla gerçek zamanlı analitik kapasitesi sunan bu yaklaşım; üretim hatlarındaki anlık arıza tespiti ve müdahalelerinde (Klippel ve ark., 2022, s. 12-13) veya sağlık sektöründe acil distres durumlarının yerinde sınıflandırılmasında (Mohan & Anitha, 2022, s. 106-116) kritik bir rol oynamaktadır. Ekosistemdeki teknoloji girişimleri açısından edge YZ; bulut bağımlılığını azaltan, mahremiyeti koruyan ve gerçek zamanlı otonom kararlar verebilen çevik iş modellerinin inşası için stratejik bir temel oluşturmaktadır. Bu açıdan YZ girişimlerinin gerçek zamanlı karar alma, veri mahremiyetini koruma ve kaynak kısıtlı ortamlarda çözüm üretme kapasitesini yansıtmaktadır. Bu yönüyle gömülü ve edge yapay zekâ, girişimlerin teknolojik olgunluğunu ve uygulama yeterliliğini değerlendirmede önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır.

Uç cihazlarda yerel işlem gücüne dayanan ve mahremiyeti merkeze alan bu mimari, veri işleme hacminin ve model karmaşıklığının donanım sınırlarını aştığı durumlarda yerini bulut tabanlı yapay zekâ temelli altyapılara bırakmaktadır.

### 2.1.4.11. Bulut-tabanlı Yapay Zekâ

Bulut-tabanlı yapay zekâ, model eğitimi ve çıkarım süreçlerinin ölçeklenebilir IaaS (Infrastructure as a Service-Hizmet Olarak Altyapı), PaaS (Platform as a Service-Hizmet Olarak Platform) ve SaaS (Software as a Service-Hizmet Olarak Yazılım) hizmet mimarileri üzerinde, GPU (Graphics Processing Unit-Grafik İşlem Birimi) ve TPU (Tensor Processing Unit-Tensör İşlem Birimi) gibi donanım hızlandırıcılarıyla yürütülmesini ifade etmektedir (Hajipour ve ark., 2023, s. 2; Mell & Grance, 2011, s. 2-3; Jouppi ve ark., 2017, s. 1). Üretim ortamlarında bu altyapı; veri gölleri,

özellik depoları ve sürekli tümleştirme ve dağıtım boru hatlarını içeren MLOps (Machine Learning Operations-Makine Öğrenmesi Operasyonları) yaşam döngüsü ile standartlaştırılarak sistemlerin operasyonel güvenilirliği artırılmaktadır (Kreuzberger, Kühl, & Hirschl, 2023, s. 31867-31868, 31876; Amazon Web Services, 2025). A/B testi (iki farklı sistem, model ya da arayüz sürümünün kullanıcılar üzerinde eş zamanlı olarak denenerek performans farklarının karşılaştırıldığı deneysel değerlendirme yöntemi) ve kanarya (canary-model veya sistem sürümünün önce sınırlı bir kullanıcı ya da trafik grubunda devreye alınarak risklerin kontrollü biçimde test edilmesini sağlayan kademeli dağıtım yöntemi) yayınlama gibi dağıtım stratejileri risklerin kademeli yönetimine olanak tanıyarak üretim kalitesini güvence altına alırken; bulut mimarisinin doğasından kaynaklanan veri çıkış (egress) maliyetleri, gecikme, tedarikçi bağımlılığı ve veri yerleşimi gibi ticari ve operasyonel riskler, şifreleme ile erişim denetimi gibi pratiklerle yönetilmektedir (Soundarapandian, 2024, s. 1-5; Velayutham & Shanmugam, 2021, s. 20). Girişimcilik ekosistemi açısından bulut bilişim, yüksek başlangıç donanım yatırımlarını operasyonel giderlere dönüştürerek teknoloji startuplarına küresel ölçekte hızlı büyüme ve esneklik imkânı sunmaktadır. Bu olgu YZ girişimlerinin ölçeklenebilir altyapı kurma, maliyet esnekliği sağlama ve küresel ölçekte hizmet sunma kapasitesini görünür kılarak teknolojik olgunluk ve ticarileşme düzeylerinin değerlendirilmesine önemli rol oynamaktadır.

Bulut altyapılarının sunduğu bu merkezi hesaplama ve ölçeklenme avantajı, fiziksel dünyayla doğrudan etkileşim kurarak gerçek zamanlı kararlar alması ve eyleme geçmesi gereken otonom sistemlerin mimari kurgusunda farklı bir boyut kazanmaktadır.

#### 2.1.4.12. Otonom Sistemler

Otonom sistemler; algılama, yorumlama, planlama ve denetim döngüsünü kapalı çevrimde icra ederek çevresel verileri güvenli eylem planlarına dönüştüren yazılım-donanım bütünleridir (Müller ve ark., 2021, s. 6-10). Otonomi düzeyinin artması beraberinde etik, hukuki ve yöntemsel soruları da büyüttüğünden; bu sistemlerin ticari ve kamusal alanlarda güvenilirliği, katmanlı otonomi çerçeveleri ve düzenleyici yol haritalarıyla sertifikalandırılmak zorundadır (Fisher ve ark., 2021, s. 4, 8). Bu kapsamda, belirsizlik altında karar veren sistemlerin IEC 61508 ve ISO 26262 gibi işlevsel güvenlik standartlarına uyumu; model denetimi, çalışma zamanlı izleme, senaryo-temelli testler ve dijital ikizler gibi resmî doğrulama yöntemleriyle temin edilmektedir (Fisher ve ark., 2021, s. 15, 29-31; Müller ve ark., 2021, s. 10-11; Fisher ve ark., 2021, s. 53). Ek olarak, karma (hibrit) mimarilerle desteklenen bu doğrulama süreçleri, sistemlerin "hava kuralları" gibi alana özgü regülasyonlara uyumunu da güvence altına almaktadır (Dennis ve ark., 2016, s. 3–4). Netice itibarıyla otonom robotik ve araçlar; üretim, lojistik ve ulaşım sektörlerinde yüksek özerklik ile sertifikasyon uyumlu güvenilirliği birleştiren modern girişimcilik unsurları olarak konumlanmaktadır. Bu olgu YZ girişimlerinin algılama, karar verme ve eyleme geçme süreçlerini gerçek dünya koşullarında güvenli ve uygulanabilir çözümlere dönüştürme kapasitesini yansıtmaktadır. Bu nedenle bu alan, girişimlerin teknolojik olgunluğu, uygulama yetkinliği ve düzenleyici uyum düzeyinin değerlendirilmesinde önemli bir iz niteliği taşımaktadır.

Tam özerkliğin taşıdığı operasyonel risklerin ve sertifikasyon zorluklarının aşılabilmesi ve sistemin karar döngülerine insan denetiminin doğrudan dâhil edildiği insan-makine iş birliği tasarımlarının değerini artırmaktadır.

#### 2.1.4.13. İnsan-Döngüsünde Yapay Zekâ

İnsan-döngüsünde yapay zekâ (HITL - Human-in-the-Loop), insan uzmanlığını veri üretimi, modelleme ve çıkarım aşamalarına entegre ederek güvenilirlik, güvenlik, etik uyum ve hesap verebilirliği güçlendiren sosyo-teknik bir yaklaşımdır (Chen, Wang, & Qu, 2023, s. 548). Bu yapı, aktif öğrenme, karar onay-ret akışları ve belirsizlik kalibrasyonu gibi mekanizmalar aracılığıyla sistemlerin kullanıcı arayüzü ve açıklanabilirlik gereksinimlerini bütüncül bir biçimde ele almaktadır (Retzlaff ve ark., 2024, s. 359-365). Özellikle görüntü işleme ve klinik tanı gibi yüksek etki barındıran alanlarda yürütülen çalışmalar, insan-makine iş birliğine dayalı HITL tasarımlarının model doğruluğunu artırdığını, gerçek dünyadaki genelleme hatalarını sınırladığını ve üretim aşamasındaki güvence metriklerini iyileştirdiğini açıkça işaret etmektedir (Wilchek, Hanley, Lim, Luther, & Batarseh, 2023, s. 106376; Patel ve ark., 2019, s. 111). Ekosistemdeki teknoloji girişimleri açısından HITL mekanizmaları; kurumsal risk yönetimini standartlaştırmak, sistem içindeki insan denetimi rollerini netleştirmek ve izlenebilir ticari çözümler üreterek yüksek etkili pazarların güvenini kazanmak için stratejik bir zemin oluşturmaktadır (Retzlaff ve ark., 2024, s. 370-372; Wilchek ve ark., 2023, s. 106376; Chen, Wang, & Qu, 2023, s. 548). Söz konusu stratejik zemin, girişimlerin teknolojik olgunlukta ticarileştirilmiş ürün ve kurumsal sorumluluk düzeylerini de anlamlı bir şekilde yansıtmaktadır.

İnsan ve makine iş birliğiyle sağlanan bu güvenilirlik ve yüksek doğruluk kapasitesi, yapay zekânın tek bir uzmanlık sınırını aşarak farklı disiplinlerden gelen ve karmaşık verileri bütünleştirebildiği alanlar arası mimarilerin gelişimine de zemin hazırlamaktadır.

#### 2.1.4.14. Alanlar Arası Yapay Zekâ

Alanlar arası yapay zekâ, farklı disiplinlerden elde edilen heterojen verileri bütünleştirerek temsil-öğrenme ve akıl yürütme işlevlerini eş zamanlı yürüten entegre sistemleri ifade etmektedir. Literatürde bu çok boyutlu kapasite; doğal dilde çapraz alan diyaloğu (Vanzo, Bastianelli, & Lemon, 2019, s. 1-2) görsel ve işitsel tanıma (Li, Fu, & Wang, 2021), afet yönetiminde açık veri tabanlı bilgi grafı modelleri (Son, Lim, Shim, & Kang, 2021, s. 2-4) sağlıkta açıklanabilir karar destek ve mahremiyet odaklı klinik yetkinlikler (Wang & Hsu, 2023, s. 1; Rashidi, 2021, s. 15-16; Wang ve ark., 2023, s. 5), eğitimde etik-işbirlikçi tasarımlar (Shih, 2021, s. 1–2) ve finansta üretken dil modellerinin sektörel entegrasyonu (Ali & Aysan, 2023, s. 116–117) gibi geniş bir yelpazede somutlaşmaktadır. Ekosistemdeki teknoloji girişimleri açısından bu yaklaşım, tekil disiplinlerin sınırlarını aşarak karmaşık problemlere bütüncül öngörüler sunabilen yenilikçi iş modellerine kapı aralamakta; ancak bu yatay büyüme, disiplinler üstü sistemik risklerin ve yönetişim gereksinimlerinin de kapsamlı biçimde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır (McLean ve ark., 2023, s. 2-3). Bu kapsamda YZ girişimlerinin farklı disiplinlerden gelen verileri ve yöntemleri bir araya getirerek bütüncül çözümler geliştirme kapasitesini yansıtmakla beraber girişimlerin yenilik gücü, uygulama çeşitliliği ve teknolojik olgunluk düzeyi göstergelerine de önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Sistemlerin farklı alanlardan edindikleri bu yatay bütünleştirme becerisi, üretilen analitik çıktıların gerçek dünyada anlamlı kararlara dönüşebilmesi için kullanıcının anlık durumunu, amacını ve çevresel koşullarını hesaba katan ve bağlamsal farkındalıkları da desteklemeyi gerektirmektedir.

#### 2.1.4.15. Bağlamsal Yapay Zekâ

Bağlamsal yapay zekâ, kullanıcının amaçlarını, tercihlerini ve anlık çevresel koşullarını eş zamanlı olarak değerlendirip kişiselleştirilmiş ve uyarlanabilir çıktılar üreten sistemleri ifade etmektedir (Vercauteren, Unberath, Padoy, & Navab, 2020, s. 198-202; Deepika, Tilekya, Mamatha, & Subetha, 2020, s. 1196-1197). Kullanıcı davranış kalıplarını anlık bağlamla (yer, zaman, görev) modelleyerek etkileşimi doğal hâle getiren bu yapı; pazarlama, hizmet tasarımı ve karar destek süreçlerinde "an-içi uygunluk" sağlayarak müşteri memnuniyetini ve ticari güveni artırmaktadır (Paul, Haque Latif, Amin Adnan, & Rahman, 2019, s. 248-251; Vercauteren, Unberath, Padoy, & Navab, 2020, s. 206-210; Brdiczka, 2019; Pitardi, 2023, s. 101-104; Khan & Mishra, 2023, s. 69-72). Öte yandan, bağlamsallığın algoritmik kararlara entegrasyonu, kurumsal bağlamın şeffaf biçimde modellenmesini zorunlu kılmakta ve sistem içi önyargı risklerine karşı biçimsel akıl yürütmenin sınırlarını tartışmaya açmaktadır (Nishant, Schneckenberg, & Ravishankar, 2024, s. 20-22, 28). Günümüzde bağlamsal YZ'nin üretken (generative) modellerle bütünleşmesi, ekosistemdeki yenilikçi girişimlerin iş modeli tasarımlarını ve değer üretme senaryolarını doğrudan şekillendirmektedir (Gamoura, Koruca, & Urgancı, 2024, s. 5). Bu bakış açısında YZ girişimlerinin kullanıcıya ve kullanım koşullarına duyarlı, kişiselleştirilmiş ve uyarlanabilir çözümler geliştirme kapasitesini yansıtan bu yaklaşım, girişimlerin ürün olgunluğu, kullanıcı odaklılık düzeyi ve uygulama yetkinliğinin değerlendirilmesinde dikkate değer bir görünüm sunmaktadır.

Kullanıcı ile çevre arasındaki bu ileri düzey bağlamsal ve alanlar arası etkileşimlerin ticari bir ekosistem ürününe dönüşebilmesi, bütün bu süreçleri ayakta tutan ve yapay zekâ altyapısı ile bileşenlerin kapasitesine bağlıdır.

### 2.1.5. Yapay Zekâ Altyapısı ve Bileşenleri

Yapay zekâ teknolojileri, üretim ve tüketim süreçlerini besleyen, donanımdan uç uygulamalara kadar uzanan çok katmanlı bir ekosistem mimarisi etrafında evrilmektedir. Bu mimarinin bütünleşik çalışması, YZ'nin ölçeklenebilir biçimde üretilmesi ve ticarî çıktıya dönüştürülmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Jacobides, Brusoni, & Candelon, 2021, s. 414). Fiziksel donanım ve veri işleme katmanlarından oluşan altyapı istifi, günümüzde büyük ölçüde bulut ve veri hizmetleriyle uçtan uca entegre olabilen büyük teknoloji şirketleri tarafından kontrol edilmektedir; bu düşey bütünleşme, öngörü doğruluğunu ve kişiselleştirmeyi artırarak ekosistemde sürekli bir geri besleme döngüsü yaratmaktadır (Jacobides, Brusoni, & Candelon, 2021, s. 416–417). Bununla birlikte, başarılı bir yapay zekâ entegrasyonu yalnızca teknik mimariyle sınırlı kalmamakta; stratejik uyum, üst yönetim desteği, iş modeli tasarımı ve yetenek yönetimi gibi örgütsel, teknik ve dönüşümsel boyutların birlikte kurgulanmasını gerektirmektedir. Bu çok katmanlı yapı, girişimcilik ekosistemi açısından YZ girişimlerinin değer üretme kapasitesi için geliştirdikleri algoritmalara ve aynı zamanda veri, donanım, bulut altyapısı, insan kaynağı ve iş modeli bileşenlerini ne ölçüde bütünleştirebildiklerine bağlıdır. Bu olgu YZ girişimlerinin hangi altyapısal, örgütsel ve stratejik koşullar altında geliştiğini anlamaya imkân vererek ekosistem olgunluğunun yalnızca teknoloji düzeyinde değil, çok boyutlu bir yapı içinde değerlendirilmesine de kavramsal zemin sunmaktadır. Dolayısıyla algoritmalar ve yazılımlar; donanım, veri analitiği, insan kaynağı, akademi, endüstri ve düzenleyici çerçeve katmanlarından oluşan karşılıklı bağımlı bir sistem olarak değerlendirilmektedir.

### 2.1.5.1. Algoritmalar ve Yazılımlar

Yapay zekâ ekosisteminin çekirdeğini, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme gibi farklı paradigmalar etrafında şekillenen algoritmalar ve bunları hayata geçiren yazılım çerçeveleri oluşturmaktadır (Mahesh, 2020, s. 381). Doğal dil işleme (NLP) ve bilgisayarlı görü gibi görevlerde otomatik özellik keşfi sağlayarak temsil gücünü artıran derin ağlar (Collobert ve ark., 2011, s. 2493-2494; Bengio, Courville, & Vincent, 2013, s. 1798-1799; Schmidhuber, 2015, s. 86-87) etmen-çevre etkileşimiyle karar politikalarını optimize eden pekiştirmeli öğrenme modelleri (Kaelbling, Littman, & Moore, 1996, s. 238-240; Watkins & Dayan, 1992, s. 279-280) ve modelin genellenebilirliğini artıran dropout (eğitim sürecinde bazı nöronların geçici olarak devre dışı bırakılması) gibi düzenlileştirme teknikleri (Srivastava, Hinton, Krizhevsky, Sutskever, & Salakhutdinov, 2014, s. 1930-1931), bu algoritmik birikimin temel taşlarıdır. Uygulama katmanında ise TensorFlow, PyTorch, Keras ve scikit-learn gibi açık kaynaklı yazılım kütüphaneleri, karmaşık matematiksel işlemleri standart bir arayüze (API-Application Programming Interface-Uygulama Programlama Arayüzü) dönüştürerek teknoloji girişimlerinin geliştirme maliyetlerini düşürmekte ve ticarileşme hızını artırmaktadır (Abraham ve ark., 2014, s. 1-2; Pedregosa ve ark., 2011, s. 2826-2828). Ancak, kullanılan kütüphaneye göre aynı ağ mimarisinin bile performans farklılıkları gösterebilmesi (Kim, Wimmer, & Kim, 2022, s. 54, 60–63) ve yaygın çerçevelerin (ör. TensorFlow) barındırabildiği güvenlik açıklarının (CVE-Common Vulnerabilities and Exposures-Yaygın Güvenlik Açıkları ve Maruziyetler) statik analiz araçlarından kaçabilmesi (Filus & Domańska, 2023, s. 1-2, 7); yazılım altyapısının seçimini YZ girişimleri için hem ölçeklenebilirliği hem de operasyonel güvenilirliği doğrudan etkileyen stratejik bir karara dönüştürmektedir. Bu çerçevede YZ girişimlerinin teknolojik kapasitesinin geliştirdikleri modellerle ve bu modelleri hangi algoritmik, yazılımsal ve operasyonel altyapı üzerinde ticarileştirdikleriyle birlikte değerlendirilmesi olgunluk kapsamında olguyu gerekli kılmaktadır.

Algoritmaların ve yazılım kütüphanelerinin sunduğu bu eşsiz mimari altyapı, büyük hacimli verilerin gerçek zamanlı ve hatasız işlenebilmesi için yüksek performanslı donanım hızlandırıcılarına ve kusursuz bir bilgi işlem gücüne ihtiyaç duymaktadır.

### 2.1.5.2. Donanım ve Bilgi İşlem Gücü

Yapay zekâ ekosisteminde yüksek performanslı donanım ve bilgi işlem gücü, büyük veri kümeleri üzerinde karmaşık hesaplamaların verimli biçimde yürütülerek ticari değer üreten uygulamalara dönüşmesi için belirleyici altyapıyı oluşturmaktadır (Sze ve ark., 2017, s. 2295–2297). Bu bağlamda GPU'lar (Graphics Processing Unit-Grafik İşlem Birimi) ve TPU (Tensor Processing Unit-Tensör İşlem Birimi) gibi alan-özelleşmiş hızlandırıcılar, derin öğrenme iş yüklerinde bellek, paralellik ve enerji verimliliği kısıtlarını aşarak; gerçek zamanlı yorumlamayı ve operasyonel hızlandırmayı mümkün kılmaktadır (Brodtkorb ve ark., 2013, s. 4-6; Pan & Mishra, 2023, s. 29-51; Sze ve ark., 2017, s. 2297-2299). Bilgi işlem katmanında ise MapReduce ve Hadoop tabanlı dağıtık mimariler ile HDFS (Hadoop Distributed File System-Hadoop Dağıtık Dosya Sistemi) ve YARN (Yet Another Resource Negotiator-Bir Başka Kaynak Müzakerecisi) gibi bileşenler, büyük veri kümelerinin dağıtık ve paralel biçimde işlenmesini, kaynakların planlanmasını ve işlerin hata toleranslı biçimde yürütülmesini mümkün kılarak büyük kümelerde yüksek ölçeklenebilirlik sağlamaktadır; ayrıca veri yerelliği ve heterojen depolama duyarlı zamanlama yaklaşımları ağ üzerindeki veri hareketini ve işlem gecikmesini azaltabilmektedir (Dean & Ghemawat, 2008, s. 107-

110; Qureshi ve ark., 2017, s. 13742-13746; Omar Hassan & Abdulahi Hasan, 2021, s. 44-47; Bellettini ve ark., 2013, s. 83-85). Büyük ölçekli dağıtık sistemlerde veri trafiği özellikleri, ağ bant genişliği, gecikme ve güvenilirlik gereksinimleri de ağ tasarımını ve sistem performansını doğrudan etkilemektedir (Shao ve ark., 2018, s. 2266-2268). Uygulama seviyesinde standart makine öğrenmesi boru hatlarının entegrasyonu araştırma topluluğunun bu altyapılara erişimini kolaylaştırırken (Abraham ve ark., 2014, s. 1–2); metaverse gibi gecikme duyarlı senaryolarda işlem gücü kısıtlarına uyarlanmış savunma mekanizmalarının tasarlanması da kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır (Yi ve ark., 2023, s. 1–2). Girişimcilik ekosistemi açısından bu donanım ve dağıtık bilgi işlem mimarileri, yüksek başlangıç yatırım maliyetlerini optimize ederek, teknoloji startuplarının karmaşık YZ modellerini hızlı ve uygun maliyetli biçimde ticarileştirebilmelerine imkân tanımaktadır. Bu bağlam, YZ girişimlerinin teknolojik kapasitesinin geliştirdikleri algoritmalarla ve bu algoritmaları hangi donanımsal ve bilgi işlem altyapısı üzerinde ölçekleyip ticarileştirdikleriyle birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Donanım ve bilgi işlem mimarilerinin sunduğu bu yüksek ölçeklenebilirlik kapasitesi, yapay zekânın asıl yakıtı olan büyük verinin toplanması, anlamlandırılması ve rekabet avantajı yaratan bir ürüne dönüşebilmesi için veri ve analitik süreçlerinin etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

#### 2.1.5.3. Veri ve Analitik

Yapay zekâ ekosisteminin omurgasını oluşturan veri ve analitik, hacim (Volume), çeşitlilik (Variety) ve hız (Velocity) 3V gibi artan karmaşıklık boyutlarına yanıt veren stratejik bir değer yaratım sürecidir (Kuhn, 2021, s. 366; Gandomi & Haider, 2015, s. 137-141). YZ'nin öğrenme ve rasyonel öngörü kapasitesi, işlenen verinin nicelik ve niteliğiyle doğrudan koşullanmakta olup (Duan, Edwards, & Dwivedi, 2019, s. 63-65; Marjani ve ark., 2017, s. 5247-5249); istatistik, makine öğrenmesi, veri madenciliği ve optimizasyon gibi analitik disiplinlerin dengeli kullanımı işletmeler için alan-özgü bir rekabet avantajına dönüşmektedir (Choi, Wallace, & Wang, 2018, s. 1870–1871).

Özellikle yapılandırılmamış ve çok kipli (metin-görüntü-ses) veri akışlarının büyümesi, ekosistemdeki girişimleri Hadoop (büyük veri depolama ve dağıtık işleme için kullanılan açık kaynak yazılım çerçevesi) ve Spark (büyük veriyi bellek-içi ve dağıtık biçimde hızlı işlemek için kullanılan veri analitiği motoru) gibi yüksek ölçeklenebilir, bellek-içi (in-memory) ve dağıtık hesaplama yetenekleri sunan analitik boru hatlarına yöneltmektedir (Gandomi & Haider, 2015, s. 140-142; Jagatheesaperumal, Rahouti, Ahmad, Al-Fuqaha, & Guizani, 2022, s. 12861-12863). Bu altyapılar sayesinde sağlıkta genomik dizileme, ulaşımda filo ve ağ optimizasyonu, perakendede ise gerçek zamanlı öneri ve müşteri deneyimi sistemleri büyük bir hızla ticarileşebilmekte (O'Driscoll, Daugelaite, & Sleator, 2013, s. 774-776; Ma, Zhao, & Zhao, 2023, s. 900-905; Hallur, Prabhu, & Aslekar, 2021, s. 87-90) örneğin NLP tabanlı araçlar kurumsal ölçekte çok dilli destek sunarak yeni nesil iş modellerinin temelini oluşturmaktadır (Kocaman & Talby, 2021, s. 1). Teknik düzeyde karşılaşılan depolama darboğazları, yineleme ve gecikme maliyetleri gibi operasyonel engeller (Saeed, Aghbari, & Alsharidah, 2020, s. 1-2, 5-6) modern veri yönetişimi pratikleriyle aşıldığında; veri analitiği, teknoloji girişimlerine kısıtlı kaynaklarla pazar trendlerini öngörme ve rekabetçi değer üretme imkânı sunmaktadır (Choi, Wallace, & Wang, 2018, s. 1871-1873; Duan, Edwards, & Dwivedi, 2019, s. 66-69; Marjani ve ark., 2017, s. 5250-5254; O'Driscoll, Daugelaite, & Sleator, 2013, s. 777-779). Bu eksen, girişimcilik ekosistemi açısından veri ve analitik kapasitesi, teknoloji girişimlerinin pazarı okuma, kullanıcı ihtiyacını öngörme ve ölçeklenebilir değer önerileri geliştirme yetkinliğini doğrudan belirlemektedir. Nitekim YZ girişimlerinin yalnızca algoritmik yetkinlikleriyle

değil, veriyi toplama, işleme, anlamlandırma ve ticari çıktıya dönüştürme kapasiteleriyle birlikte değerlendirilmesi olgunluk analizi kapsamında anlamlı katkılar sağlamaktadır.

Algoritmalar, donanım ve veri analitiği katmanlarının uyum içinde çalışmasını sağlayan bu ekosistem mimarisinin sürdürülebilir bir değer yaratabilmesi için söz konusu teknolojileri üretecek, yönetecek ve etik standartlar çerçevesinde ticarileştirecek nitelikli insan kaynağı da önemli bir boyutta değerlendirilmektedir.

#### 2.1.5.4. İnsan Kaynağı

İnsan kaynağı, yapay zekâ ekosisteminin sürekliliğini ve girişimlerin yenilik üretme kapasitesini belirleyen en temel faktördür. Hizmet üretiminde YZ'nin işlevleri arttıkça insan-makine iş bölümü yeniden tanımlanmakta ve bu durum işletmelerin yetkinlik mimarisine doğrudan yansımaktadır (Huang & Rust, 2018, s. 155, 157, 167). YZ teknolojilerinin işe alım ve performans yönetimi gibi süreçlerdeki karar destek kapasitesi (Alsaif & Aksoy, 2023, s. 1, 7); teknoloji girişimlerinin veri bilimciler ve yazılım mühendislerinden yalnızca teknik derinlik değil, aynı zamanda alan bilgisi, iletişim ve problem çözme gibi "aktarılabilir" beceriler de talep etmesini zorunlu kılmaktadır (Smaldone, Ippolito, Lagger, & Pellicano, 2022, s. 673-674). Bununla birlikte, AutoML (Automated Machine Learning-Otomatik Makine Öğrenmesi) ve düşük kodlu (low-code) platformların yaygınlaşması salt kodlama ihtiyacını kısmen azaltarak; ürün uzmanları ile geliştiricilerin bir arada çalıştığı "ikili çalışma" ve vatandaş-geliştirici pratiklerini iş modellerinin merkezine taşımaktadır (Ahmad & Hamid, 2023, s. 123–125). Teknolojinin bu denli genişlemesi; veri mahremiyeti, adalet ve şeffaflık konularında etik gözetimi şart koştuğundan, modern ekosistemlerde insan kaynağının hukuki-etik farkındalığı da içeren sosyo-teknik bir profilde kurgulanması gerekmektedir (Dennis & Aizenberg, 2022, s. 24–25; Strawn, 2016, s. 55–57). Makro ölçekte otomasyonun getirdiği bu dönüşüm ve beceri güncellemeleri stratejik düzeyde yönetilmek durumundayken (Manyika, Chui, Lund, & Ramaswamy, 2017, s. 1-3); analitik hesaplama görevlerinin ağırlıklı olarak makinelere devredildiği bir ekosistemde insanın "sezgisel" ve "empatik" yetkinlikleri, ticari ürünlerin rekabetçi üstünlüğünde kalıcı bir değer kaynağı olmaya devam etmektedir (Huang & Rust, 2018, s. 167). Bu boyut, girişimcilik ekosistemi açısından YZ tabanlı iş modellerinin başarısı, teknik uzmanlık ile aktarılabilir becerilerin birlikte gelişmesine bağlıdır. Aynı zamanda insan kaynağı, YZ girişimlerinin yenilik üretme, ölçeklenme ve kurumsal olgunluk düzeyini anlamada temel göstergelerden biri durumundadır.

Ekosistemde kalıcı bir rekabet üstünlüğü sağlayan bu çok disiplinli ve empatik insan kaynağının yetiştirilmesi ise bilgi üretiminin ve yetenek transferinin merkezinde yer alan eğitim ve akademik kurumların stratejik konumunu ön plana çıkarmaktadır.

#### 2.1.5.5. Eğitim ve Akademik Kurumlar

Yapay zekâ ekosisteminin sürdürülebilir gelişiminde eğitim ve akademik kurumlar; yetenek havuzunu besleyen öğretim altyapısını ve ticarileşmeyi hızlandıran araştırma-inovasyon mekanizmalarını birlikte çalıştıran stratejik merkezler olarak konumlanmaktadır. Üniversitelerde YZ politika okuryazarlığının ve pratik-kuramsal entegrasyonun ders tasarımına dâhil edilmesi (Chan, 2023, s. 1–2; Kumar & Meeden, 1998, s. 341–344), sanal ve uzaktan laboratuvar düzenekleriyle desteklendiğinde (Wahyono, Putranto, Asfani, Afandi, & Sunarti, 2019, s. 360–365); girişimcilik ve yenilik odaklı programlarda öğrencilerin veri güdümlü değer yaratma becerilerini doğrudan artırmaktadır (Chen & He, 2023, s. 1–3). Öte yandan, üretken YZ'nin yaygınlaşması ve kurum içi

dijitalleşme süreçleri; yükseköğretim yönetiminde kestirimci analitik ve süreç otomasyonu kullanımını zorunlu kılarken (Ge & Hu, 2020, s. 2–4; Siminto, Akib, Hasmirati, & Widianto, 2023, s. 284–288; Yuan, 2022, s. 604–611), aynı zamanda akademik dürüstlük, etik ve veri yönetişimi alanlarında yeni standart ihtiyacını gündeme taşımaktadır (Rezaev & Tregubova, 2023, s. 19–21). Ekosistem boyutuyla bakıldığında, yüksek nitelikli akademik yeteneklerin sanayiye akışı ve akademi-sanayi rekabeti, üniversiteleri araştırma şartlarını iyileştirmeye ve ekosistemle kurdukları bağları güçlendirmeye itmektedir (Gofman & Jin, 2024, s. 1). Bu bağlamda, "dijital deney laboratuvarları" gibi sınır aşan veri-yoğun araştırma pratikleri (Williamson, 2020, s. 210–212) ve problem tanımının ortak yapıldığı, etik/veri protokollerinin erken tasarlandığı üniversite-sanayi projeleri (Amini, Chen, Cox, Oliva, & Torralba, 2020, s. 75–81), teorik bilginin yenilikçi ticari ürünlere dönüşümünü hızlandırarak ekosistemin bütüncül kapasitesini olgunluk analizi çerçevesinde tahkim etmektedir.

Bilgi üretiminin merkezindeki akademi ile pazarın dinamiklerini yönlendiren bu yapı teknolojik inovasyonu nihai ticari değere ve sürdürülebilir iş modellerine dönüştürecek endüstri ve teknoloji girişimlerinin stratejik rolünü ön plana çıkarmaktadır.

#### 2.1.5.6. Endüstri ve Girişimler

Yapay zekâ (YZ) ekosisteminin ticarî ölçeğe taşınmasında endüstriyel aktörler ve girişimler birbirini tamamlayan, stratejik roller üstlenmektedir. Bir yanda büyük teknoloji şirketleri, "Büyük YZ" paradigmasıyla hiper-ölçekli bulut altyapılarını ve entegre bilişsel hizmetleri sunarak ekosistemin değer zincirine fiilen yön vermekte (van der Vlist ve ark., 2024, s. 2, 6, 13; Salvaris ve ark., 2018, s. 79-98) diğer yanda Endüstri 5.0 ve "AI readiness" (hazırlık) vizyonuyla dönüşen imalat, finans ve lojistik devleri, süreç verimliliğini ve risk yönetimini bu altyapılar üzerinden yeniden yapılandırmaktadır (Albarracín Vanoy, 2023, s. 1-2; Holmström, 2022, s. 334-336; Nahavandi, 2019, s. 1, 3, 5; Xu & Zhang, 2023, s. 1-3; Fadziso, 2018, s. 82-84). Perakende ve pazarlama gibi veri-yoğun sektörlerde bu teknolojik dönüşüm ölçeklenebilirliği artırırken; veri yönetişimi, şeffaflık ve hesap verebilirlik gereksinimlerini de eş zamanlı olarak büyütmektedir (Conick, 2017, s. 1-3; Maouche, 2019, s. 447-451).

Girişimcilik cephesinde ise YZ, fırsat keşfini ve ürün-pazar uyumunu hızlandıran kurucu bir genel amaçlı teknoloji işlevi görmektedir (Chalmers, MacKenzie, & Carter, 2021, s. 1-3). Bu çevik yapılar; otonom müşteri-ajanların (müşteri olarak YZ) dönüştürdüğü yeni etkileşim protokollerine hızla adapte olmakta, veri toplama ve inovasyon döngülerini kısaltarak büyük kurumsal aktörlerin yakalayamadığı mikro-fırsatları ticarileştirmektedir (Hassan & Al Moaraj, 2022, s. 530-542; Huang & Rust, 2022, s. 3-5; Fadziso, 2018,s. 84–86; Chalmers, MacKenzie, & Carter, 2021, s. 2–4). Nitekim lojistik, pazarlama, imalat ve finans sektörlerine yönelik yenilikçi çözümler üreten teknoloji girişimleri; büyük veri analitiğini süreç optimizasyonu, kişiselleştirilmiş kullanıcı deneyimi, insan-robot işbirliği ve finansal risk yönetimi uygulamalarıyla birleştirerek ekosistemin rekabetçi dinamizmini ana akım endüstrilere taşımaktadır (Albarracín Vanoy, 2023, s. 1–3; Gołąb-Andrzejak, 2023, s. 399–403; Nahavandi, 2019, s. 1–5; Bogojević Arsić, 2021, s. 27–30). Bu çerçeve, tez açısından önem taşımaktadır; çünkü Türkiye'deki YZ girişimcilik ekosisteminin yalnızca teknoloji geliştiren firmalardan ibaret olmadığını, büyük teknoloji şirketleri, sektörel kurumsal aktörler ve çevik girişimler arasındaki çok katmanlı etkileşimler üzerinden şekillendiğini göstermektedir. Bu durum, ekosistem olgunluğunun değerlendirilmesinde altyapı bağımlılığı, ticarileşme kapasitesi, veri yönetişimi, sektörel entegrasyon ve yenilik üretme hızı gibi boyutların birlikte ele alınmasını gerekli

kılmaktadır. Dolayısıyla YZ girişimlerinin hangi ekosistem koşulları içinde geliştiğini, nasıl değer ürettiğini ve hangi stratejik ilişkiler ağı içinde konumlandığını anlamak bakımından önemli bir kavramsal zemin sunmaktadır.

Endüstrinin sahip olduğu ölçek gücü ile girişimlerin yenilikçi hızını buluşturan bu değer üretim döngüsü, yapay zekânın sürdürülebilir ve güvenilir biçimde topluma entegre olabilmesi için etik ilkelerle desteklenen kapsayıcı politika ve düzenlemelere (regülasyonlara) ihtiyaç duymaktadır.

#### 2.1.5.7. Politikalar ve Düzenlemeler

Yapay zekâ (YZ) ekosisteminin ticarî ve toplumsal ölçekte sürdürülebilir biçimde gelişebilmesi, etik kullanım, veri gizliliği ve güvenlik gibi alanlarda asgari normları belirleyen kapsamlı bir politika ve düzenleme omurgasının inşasına bağlıdır (Elliott & Soifer, 2022, s. 1-3). Özellikle mahremiyet-tasarımlı (privacy-by-design) ilkelerin kurumsal süreçlere entegrasyonu ve uluslararası hukuk bağlamında "hukukî kişilik" tartışmaları, sınır-ötesi operasyonlar yürüten teknoloji girişimlerinin yönetişim kapasitesini doğrudan etkilemektedir (Goldsteen, Saadi, Shmelkin, Shachor, & Razinkov, 2023, s. 1–5; Hárs, 2022, s. 1–2). Bu bağlamda, gelişmekte olan ülkeler dâhil olmak üzere ulusal YZ stratejileri, veri altyapısı ve yetenek inşasını önceleyen (OECD, 2021), girişimcilik ekosistemiyle uyumlu politika paketlerine dönüşmektedir (Upadhayay, 2024, s. 45; Khadse, 2024, s. 118; Demaidi, 2023, s. 1).

Düzenleyici çerçevelerin en somut örneği olan Avrupa Birliği'nin YZ Yasası (AI Act), güvenilir YZ'yi risk temelli bir yaklaşımla ele alsa da; "kabul edilebilir risk" ile "toplumsal meşruiyet" arasındaki normatif karmaşayı ve katılımcı yönetişim ihtiyacını tartışmaya açmaktadır (Laux, Wachter, & Mittelstadt, 2024, s. 3–4, 7). Söz konusu dengenin idaresi, idare hukukunun düzenleme tekniklerini dönüştürmekte olup (Khairo & Busroh, 2023, s. 618); regülasyonların yalnızca risk azaltımını değil, korumacı tedbirlerle birlikte inovasyonun ve ekosistem dinamizminin teşvikini de hedeflemesini zorunlu kılmaktadır (Elliott & Soifer, 2022, s. 2-3; Goldsteen, Saadi, Shmelkin, Shachor, & Razinkov, 2023, s. 3-5). Nihayetinde, adalet, ayrımcılık karşıtlığı ve eşitlik gibi siyaset felsefesinin merkezî meselelerini barındıran bu normatif mimari; teknik uygunluğun ötesine geçerek yenilikçi girişimlerin kanıta dayalı, etik ve katılımcı bir yönetişim sergilemelerini pazarda var olmanın ön koşulu hâline getirmektedir (Binns, 2018a, s. 1-2). Bu normatif ve düzenleyici çerçeve, girişimcilik ekosistemi açısından önem taşımaktadır; çünkü YZ girişimlerinin sürdürülebilir büyümesi, yalnızca teknolojik yenilik kapasitesine değil, aynı zamanda etik uyum, veri yönetişimi, güvenlik ve düzenleyici beklentilere uyum sağlayabilme yetkinliğine de bağlıdır. Ayrıca bu boyut, Türkiye'deki YZ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyinin yalnızca teknik ve ticarî göstergelerle değil, politika uyumu, kurumsal sorumluluk ve yönetişim kapasitesiyle birlikte değerlendirilmesini gerekli kılan temel bir kavramsal zemin sunmaktadır.

Ekosistemin altyapısını ve kurumsal sınırlarını çizen bu teknolojik, ekonomik ve düzenleyici yapı; yapay zekânın teorik laboratuvarlardan çıkarak sağlık, finans, üretim, eğitim ve ulaşım gibi somut pazarlarda yapay zekânın üstlendiği sektörel rolleri doğrudan biçimlendirmektedir.

### 2.1.6. Yapay Zekânın Sektör Olarak Üstlendiği Roller

Yapay zekâ, günümüzde teknik bir yenilik alanı olarak farklı sektörlerde üretim, karar verme, hizmet sunumu ve verimlilik artışı süreçlerini yeniden şekillendiren dönüştürücü bir genel amaç teknolojisi olarak rol üstlenmektedir. Sağlıktan finansa, üretimden eğitime, ulaşımdan lojistiğe kadar uzanan geniş bir uygulama alanında YZ; hata oranlarını azaltma, süreçleri hızlandırma, kaynak

kullanımını optimize etme, kişiselleştirilmiş hizmet sunma ve öngörü kapasitesini artırma gibi işlevlerle sektörlerin yapısal dönüşümüne yön vermektedir. Bu yönüyle yapay zekânın üstlendiği roller, yalnızca teknik performans ya da operasyonel verimlilikle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda kurumsal hazırlık, veri yönetişimi, düzenleyici uyum, etik sorumluluk ve ürünleşme kapasitesi gibi unsurlarla birlikte şekillenmektedir. Girişimcilik ekosistemi açısından bu durum, YZ girişimlerinin farklı sektörlerde özgün değer önerileri geliştirmesine, yeni iş modelleri oluşturmasına ve dikey uzmanlaşma temelli rekabet avantajı üretmesine imkân tanımaktadır. Bu perspektif çerçevesinde de YZ girişimcilik ekosisteminin hangi alanlarda yoğunlaştığını, hangi uygulama mantıkları üzerinden olgunlaştığını ve ekosistemin çok boyutlu gelişim dinamiklerinin hangi sektörel bağlamlarda görünür hâle geldiğini anlamak bakımından önemli bir kavramsal zemin sunmaktadır.

Yapay zekânın sektörel düzeyde üstlendiği roller ilk olarak sağlık sektörü bağlamında ele alınmaktadır.

#### 2.1.6.1. Sağlık Sektörü

Sağlık alanında yapay zekâ, özellikle tıbbi görüntülemede tanısal hataları azaltmakta ve süreçleri hızlandırmaktadır; nitekim derin öğrenme tabanlı sistemlerin mamografi taramalarında insan uzmanların performansını aşarak erken tanı olasılığını ve özgülük-duyarlılık dengesini iyileştirdiği görülmektedir (Stower, 2020, s. 163). Bu gelişme, girişimcilik ekosistemi açısından önem taşımaktadır; çünkü sağlık sektöründe YZ temelli çözümler, yüksek katma değerli ürün geliştirme, erken tanı kapasitesini artırma ve klinik süreçleri daha verimli hâle getirme potansiyeliyle yenilikçi girişimler için güçlü bir uygulama alanı oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak YZ girişimcilik ekosisteminin hangi alanlarda somut değer ürettiğini, teknolojik olgunluğunu hangi uygulama düzeyinde görünür kıldığını ve sektör-temelli uzmanlaşmanın ekosistem gelişimine nasıl yansıdığını değerlendirmede önemli bir örneklem sunmaktadır. Bu çerçevede, yapay zekânın finans sektöründeki rolü de sonraki ele alınmaktadır.

#### 2.1.6.2. Finans Sektörü

Finansal hizmetlerde YZ; örüntü tanıma ve anomali saptama kabiliyetleriyle kredi, piyasa ve operasyonel risklerin değerlendirilmesini optimize etmekte, dolandırıcılık tespiti ve kara para aklama ile mücadelede kurumsal kapasiteyi güçlendirmektedir (Emmanoulopoulos ve ark., 2025, s. 22). Ancak model şeffaflığı ve sistemik risk gibi unsurlar, girişimler açısından regülasyon uyumunu ve kurum içi yönetişimi bu teknolojik dönüşümün ayrılmaz bir parçası hâline getirmektedir (Bogojević Arsić, 2021, s. 27-31). Bu dönüşüm, finans sektöründe YZ kullanımı, veri temelli risk analizi, dolandırıcılık önleme ve uyum süreçleri üzerinden yüksek katma değerli yenilikçi çözümler geliştiren girişimler için güçlü bir büyüme alanı oluşturmaktadır. Buradan hareketle YZ girişimlerinin yalnızca teknik kapasitesini değil, aynı zamanda düzenleyici uyum, kurumsal güven ve yönetişim gereklilikleri altında nasıl değer ürettiğini değerlendirmede önemli bir uygulama bağlamı sunmaktadır. Bu çerçevede de yapay zekânın üretim ve sanayi sektöründeki rolü de tartışılmaktadır.

#### 2.1.6.3. Üretim ve Sanayi

Üretim hatlarının otomasyonu ve kestirimci bakım uygulamalarıyla sanayide verimliliği sistematik olarak yükselten YZ teknolojileri; liderlik, veri altyapısı ve yetenek gibi "kurumsal

hazırlık (AI readiness)" bileşenleriyle desteklendiğinde hızla ölçeklenebilmektedir. Süreç standardizasyonu ve veri yönetişiminin eksik olduğu durumlarda ise YZ yatırımlarının ticarileşme ve yaygınlaşma potansiyeli sınırlanmaktadır (Holmström, 2022, s. 334–336). Bu kapsam üretim ve sanayi sektöründe YZ kullanımı, kestirimci bakım, süreç optimizasyonu ve otomasyon temelli yenilikçi çözümler geliştiren girişimler için yüksek ölçeklenme potansiyeli sunmaktadır. Bu doğrultuda YZ girişimlerinin teknolojik olgunluğunu, kurumsal hazırlık düzeyini ve ticarileşme kapasitesini değerlendirmede önemli bir uygulama alanı oluşturduğu söylenebilmektedir. Bu eksende de yapay zekânın eğitim sektöründeki rolü aşağıda ele alınmaktadır.

#### 2.1.6.4. Eğitim Sektörü

Eğitimde YZ, veri güdümlü tasarımlarla öğrencilerin performans desenlerini çözümleyerek kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri ve adaptif geri bildirim mekanizmaları sunmaktadır (Ge & Hu, 2020, s. 1-3; Siminto, Akib, Hasmirati, & Widianto, 2023, s. 284-296). Ayrıca sanal ve uzaktan laboratuvar düzenekleri, makine öğrenmesi destekli platformlar sayesinde uygulamalı becerilerin kazandırılmasında ölçeklenebilir altyapılar yaratmaktadır (Wahyono, Putranto, Asfani, Afandi, & Sunarti, 2019, s. 88–91).

Eğitim sektöründe YZ kullanımı, kişiselleştirilmiş öğrenme, adaptif içerik sunumu ve dijital beceri geliştirme odaklı yenilikçi çözümler üreten girişimler için ekosistemde güçlü bir uygulama ve büyüme alanı oluşturmaktadır. Nitekim YZ girişimlerinin kullanıcı odaklı değer üretme kapasitesini, ölçeklenebilir hizmet sunumunu ve sektörel uzmanlaşma düzeyini değerlendirmede önemli bir uygulama bağlamı da sunmaktadır. Bu çerçevede, yapay zekânın ulaşım ve lojistik sektöründeki rolü ile açıklanmaktadır.

#### 2.1.6.5. Ulaşım ve Lojistik Sektörü

Lojistik ve tedarik zincirlerinde talep tahmini, rota ve kaynak optimizasyonu üzerinden teslimat sürekliliği sağlayan YZ (Albarracín Vanoy, 2023, s. 2); büyük ulaşım verilerinin Hadoop ve Spark gibi dağıtık mimarilerle işlenmesiyle filo yönetimi ve ağ optimizasyonuna analitik zemin hazırlamaktadır (Ma, Zhao, & Zhao, 2023, s. 19–21). Otonom sürüş teknolojileri insan hatasını azaltma potansiyeli taşısa da, karmaşık ve öngörülemez trafik ortamı ile çarpışma şiddetini etkileyen çoklu bağlamsal faktörler, girişimlerin teknoloji ürünleştirme süreçlerinde ihtiyatlı ve bağlama duyarlı hareket etmelerini gerektirmektedir (Almaskati, Kermanshachi, & Pamidimukkala, 2024, s. 1, 4–5).

Ulaşım ve lojistik sektöründe YZ kullanımı, talep tahmini, rota optimizasyonu, filo yönetimi ve otonom hareket kabiliyeti gibi alanlarda yenilikçi çözümler geliştiren girişimler için güçlü bir ticarileşme ve ölçeklenme alanı oluşturmaktadır. Dolayısıyla YZ girişimlerinin büyük veri işleme kapasitesini, gerçek zamanlı karar üretme yetkinliğini ve yüksek riskli uygulama alanlarında teknolojik olgunluk ile güvenlik duyarlılığını birlikte değerlendirmede önemli bir uygulama bağlamı da sunmaktadır.

Teknolojinin farklı sektörlerde yarattığı bu derin işlevsel dönüşüm ve verimlilik artışı; teknolojinin toplumun iş gücü piyasaları ve temel haklar üzerindeki eşitsizlik ya da önyargı üretebilen etkilerinin bütünüyle etik ve hukuki bir zeminde incelenmesini zorunlu kılmaktadır.

### 2.1.7. Yapay Zekânın Toplumsal, Etik ve Hukuki Boyutları

Yapay zekâ sistemlerinin toplumsal yaşama, kurumsal yapılara ve ekonomik süreçlere giderek daha derin biçimde entegre olması, bu teknolojiyi yalnızca teknik bir yenilik alanı olmaktan çıkararak çok boyutlu bir toplumsal, etik ve hukuki tartışmanın merkezine taşımaktadır. YZ'nin karar verme süreçlerine nüfuz etmesi; toplumsal değişim, iş gücü piyasaları, dijital eşitsizlikler, kültürel dönüşüm, mahremiyet, adil karar verme, etik sorumluluk ve insan hakları gibi temel meseleleri yeniden şekillendirmektedir. Bu nedenle yapay zekânın sürdürülebilir ve meşru biçimde gelişebilmesi, performans ve verimlilik artışıyla beraber toplumsal etkilerin yönetilmesi, etik ilkelerin kurumsal süreçlere gömülmesi ve hukuki yönetişim mekanizmalarının güçlendirilmesiyle mümkün olmaktadır. Girişimcilik ekosistemi açısından bu düzlem, YZ girişimlerinin pazarda kalıcılığının yalnızca teknolojik yenilik kapasitesine değil, aynı zamanda güvenilirlik, şeffaflık, düzenleyici uyum ve toplumsal kabul üretme yetkinliğine de bağlı olduğunu göstermektedir. Bu açıdan YZ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyini değerlendirirken teknik ve ekonomik göstergelerin ötesine geçilmesini; toplumsal sorumluluk, etik yönetişim ve hukuki uyum kapasitesinin de analitik çerçeveye dâhil edilmesini gerekli kılan önemli bir kavramsal zemin sunmaktadır. Buna bağlı olarak yapay zekânın yarattığı çok boyutlu etkiler toplumsal dönüşüm bağlamında ele alınmaktadır.

#### 2.1.7.1. Toplumsal Dönüşüm

Yapay zekânın gündelik yaşam, üretim süreçleri, kamu hizmetleri ve kurumsal karar mekanizmalarına giderek daha yoğun biçimde entegre olması, toplumsal yapıda derin ve çok katmanlı bir dönüşüm ortaya çıkarmaktadır. Bu dönüşüm, bir yandan verimlilik artışı, hizmet kalitesinin yükselmesi ve yeni değer üretim biçimlerinin gelişmesi gibi önemli fırsatlar yaratırken; diğer yandan teknolojiye erişim, dijital beceri düzeyi, veri temelli kararların toplumsal etkileri ve kurumsal gücün yeniden dağılımı gibi alanlarda yeni eşitsizlik ve uyum sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla yapay zekâ, yalnızca teknik bir ilerleme değil; bireylerin çalışma biçimlerini, kurumların işleyişini ve toplumun teknolojiyle kurduğu ilişkiyi yeniden şekillendiren sosyo-teknik bir dönüşüm alanı olarak değerlendirilmelidir. Bu durum, YZ girişimlerinin başarısı teknolojik yenilik üretmelerine ve toplumsal ihtiyaçları doğru okuyabilmelerine, kullanıcı güveni oluşturabilmelerine ve değişen sosyal beklentilere uyum sağlayabilmelerine bağlıdır. Haliyle YZ girişimcilik ekosisteminin yalnızca ekonomik ve teknolojik kapasite üzerinden değil, toplumsal etki, uyum ve sorumluluk boyutlarıyla birlikte olgunluk perspektifinde değerlendirilmesini gerekli kılan kavramsal açıdan güçlü bir dayanak oluşturmaktadır.

Toplumsal düzeyde ortaya çıkan çok yönlü dönüşüm, en görünür etkilerinden birini iş gücü piyasaları ve istihdam yapıları üzerinde göstermektedir.

#### 2.1.7.2. İşgücü ve İstihdam

Yapay zekâ ve otomasyonun iş gücü piyasaları üzerindeki etkisi, rutin ve kodifiye edilebilir görevlerde ikame edici bir baskı yaratırken, problem çözme, uyarlanabilirlik ve yaratıcılık gerektiren alanlarda tamamlayıcı becerilere yönelik talebi artırmakta; bu süreç de istihdam yapısında kutuplaşma eğilimlerini güçlendirmektedir (Autor, 2015, s. 5-7, 21, 27). Buna paralel olarak, AI temelli iş modellerinin yayılması iş organizasyonunda dışsallaştırma, parçalanma ve güvencesizleşme eğilimlerini de güçlendirebilmektedir (Fanti, Guarascio, & Moggi, 2020, s. 3–4).

Literatürdeki nicel öngörüler bu dönüşümü farklı yöntemlerle modellemektedir: Meslek temelli yaklaşımlar yüksek otomasyon riskine işaret ederken (Frey & Osborne, 2017, s. 263); görev ve faaliyet temelli ölçümler, mesleklerin bütünüyle değil, içerdikleri belirli rutin görevlerin otomasyona açık olduğunu göstererek risk tahminlerini daha dengeli bir zemine çekmektedir (Arntz, Gregory, & Zierahn, 2016, s. 4, 14–15; Chui, Manyika, & Miremadi, 2016, s. 3, 5). İkinci makine çağı bağlamında eş zamanlı olarak üretkenliği ve eşitsizliği tetikleyen bu dinamik (Given, 2015, s. 146; Marien, 2014, s. 190–191; Dong & McIntyre, 2014, s. 1896–1897; Evans, 2015, s. 244–246); düşük ve orta vasıflı işlerde daralma, yüksek vasıflı işlerde ise genişleme yaratmaktadır. Ekosistemdeki yenilikçi girişimler ve kurumsal aktörler açısından bu sürecin yönetilebilmesi, çalışanların yapay zekâ okuryazarlığı ile dijital yetkinliklerinin sürekli beceri güncellemeleriyle (upskilling/reskilling) desteklenmesine bağlıdır (Cetindamar ve ark., 2024, s. 1-2; Reddy, Chaudhary, & Hussein, 2023, s. 3-7; Tinmaz, Lee, Fanea-Ivanovici, & Baber, 2022, s. 2–5). Ayrıca, işe alım ve terfi gibi yüksek etkili karar süreçlerinin otomatikleşmesi, kurumsal yönetişimde fırsat eşitliği ve liyakat ilkelerini güvence altına alacak açıklanabilir yapay zekâ mekanizmalarının inşasını etik bir zorunluluk hâline getirmektedir (Chan, 2024, s. 1027–1030). Yapay zekâ temelli dönüşümün yalnızca bireysel işlerin niteliğini değil, ekosistemin tamamındaki insan sermayesi yapısını, yetenek talebini, iş modellerini ve kurumsal uyum kapasitesini yeniden şekillendirdiğini göstermesidir. Başka bir ifadeyle, yapay zekânın iş gücü piyasasında yarattığı kutuplaşma, ekosistemde hangi tür girişimlerin öne çıkacağını, hangi becerilerin değer kazanacağını ve hangi kurumların rekabet avantajı elde edeceğini belirleyen yapısal bir unsur niteliğindedir. Bu noktada otomasyon riskinin mesleklerin bütünü üzerinden değil, işlerin içerdiği görevler üzerinden değerlendirilmesi gerektiği; aksi halde risk düzeyinin abartılabileceği belirtilmektedir (Arntz, Gregory, & Zierahn, 2016, s. 12). Bu nedenle konu, çalışma hayatındaki değişimi açıklayan bir arka plan ve aynı zamanda girişimcilik ekosisteminin yenilik üretme, nitelikli iş gücü çekme, beceri dönüşümünü yönetme ve etik yönetişim kurma kapasitesini değerlendirmek bakımından doğrudan belirleyicidir.

İşgücü piyasasındaki bu yapısal kutuplaşma ve teknolojiye uyum sağlayabilenler ile sağlayamayanlar arasındaki ayrım, teknolojinin toplumsal tabanda yarattığı ve dijital eşitsizlik olgusunu daha da derinleştirmektedir.

#### 2.1.7.3. Dijital Eşitsizlik

Yapay zekâ ve dijital teknolojilerin yayılımı, salt bir donanım veya altyapı sorunu olmanın ötesine geçerek; erişim, operasyonel beceriler ve sosyo-ekonomik fayda boyutları arasında katmanlı ayrışmalar yaratan "dijital eşitsizlik" unsurunu derinleştirmektedir. Literatürde bu durum, teknolojinin zihinsel ve kültürel kaynak dağılımlarıyla şekillendiğini gösteren düzey analizleri ve "rakamlardan çok insanlara ulaşmayı" hedefleyen sosyal değişkenlerle açıklanmaktadır (Cosma, 2020, s. 244–248; Dowding, 2004, s. 117–118). Özellikle sağlık, eğitim ve emek piyasasında teknolojiye erişim ile dijital beceriler; yaş ve sosyo-ekonomik durum gibi belirleyenlere kuvvetle bağlı kalmakta ve hayat şanslarındaki mevcut ayrışmaları pekiştirebilmektedir (Azzopardi-Muscat & Sørensen, 2019, s. 13-15; Robinson ve ark., 2015, s. 570-572). Sosyolojik bağlamda YZ, önyargılı veri ve modeller aracılığıyla kurumsal eşitsizlikleri yeniden üretebilen bir "eşitsizlik çoğaltanı" olarak eleştirilmekte; "muhafazakâr YZ" kavrayışı algoritmik önyargıyı yalnızca teknik bir hata değil, statükoyu koruyan normatif bir sorun olarak tartışmaktadır (Joyce ve ark., 2021, s. 2-3; Zajko, 2021, s. 1342-1344; Zajko, 2022, s. 4-6). Ekosistemdeki teknoloji girişimleri ve karar alıcılar açısından bu tablo, çözümün yalnızca "donanım sağlamak" ile sınırlandırılamayacağını; kapsayıcı

dil, eğitim, sosyal bağlam ve toplumsal içerilme hedeflerinin yenilikçi iş modellerine ve teknoloji tasarımlarına doğrudan entegre edilmesini zorunlu kılmaktadır (Gray, 2004, s. 294–296; Pierce, 2004, s. 218–220; Yelland, 2013, s. 38–40). Bu olgu, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin yayılımının yalnızca teknik altyapı meselesi olmadığını; erişim, beceri, kapsayıcılık ve toplumsal fayda boyutlarında girişimcilik ekosisteminin niteliğini belirleyen yapısal bir unsur olduğunu göstermektedir. Dijital eşitsizlik derinleştikçe, ekosistemde teknolojiye erişebilen aktörler, yenilik süreçlerine katılabilen gruplar ve sürdürülebilir iş modelleri de yeniden şekillenmektedir. Bu nedenle konu, girişimcilik ekosisteminin yalnızca yenilik üretme kapasitesiyle değil, aynı zamanda kapsayıcı teknoloji geliştirme, toplumsal erişilebilirlik sağlama ve farklı kullanıcı gruplarına hitap eden çözümler üretebilme yeteneğiyle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Çünkü YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluğunun teknik yeterlilik, firma görünürlüğü ya da yenilik çıktılarıyla; teknolojinin erişilebilirliği, dijital beceri farklarının azaltılma düzeyi, algoritmik önyargı risklerinin yönetimi ve kapsayıcı tasarım anlayışının kurumsallaşma derecesiyle de birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

YZ girişimciliği ekosistemi beceri dönüşümüne uyum, yetkinlik güncelleme kapasitesi ve karar süreçlerinde şeffaf ile açıklanabilir yapay zekâ uygulamalarının varlığı üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Toplumun farklı kesimleri arasında gözlemlenen bu dijital çarpıklık ve fırsat eşitsizlikleri, yapay zekânın gündelik pratikleri, inançları ve değer yargılarını nasıl dönüştürdüğünü yansıtan ve kültürel dinamiklerle doğrudan iç içe geçmektedir.

#### 2.1.7.4. Kültürel Dinamikler

Yapay zekâ (YZ) teknolojileri, algoritmik öneri ve öğrenme analitiği platformları aracılığıyla bireysel davranışları ve içerik tüketimini standardize ederek "yankı odası" etkisini güçlendirmekte; böylece kültürel üretimin yapısal koşullarını derinden dönüştürmektedir (Sunstein, 2018, s. 12–14; Kulesz, 2018, s. 2–3, 8, 12, 16; Forero-Corba & Bennasar, 2024, s. 209–214). Bu dönüşüm; veri setlerinin çoğunlukla baskın dillerin ve kültürlerin normlarına göre şekillenmesiyle yerel ve azınlık gruplar aleyhine yapısal dezavantajlar üretmekte ve algoritmik adaleti normatif bir sorun hâline getirmektedir (Hanna, Denton, Smart, & Smith-Loud, 2020, s. 501–512; Risam, 2018, s. 1-2; Kulesz, 2018, s. 2–3, 16). YZ temelli uygulamalarda veri çeşitliliği, temsiliyeti ve şeffaf dokümantasyon standartlarının güçlendirilmesi, algoritmik yanlılık risklerinin azaltılması açısından kritik olup; bu risklerin kurumsal düzeyde yönetilebilmesi eleştirel veri okuryazarlığının örgütsel bir kapasiteye dönüşmesini gerektirmektedir (Arora ve ark., 2023, s. 2929-2930, 2935-2937; Kuhn, 2023, s. 201-226). Öte yandan YZ, sağlık gibi yüksek etkili alanlarda güveni ve uzmanlık kültürünü yeniden tanımlamaktadır (Lee & Yoon, 2021, s. 271). Kamusal alanda sosyal medya gözetimi ise bireylerin görünürlük, izlenebilirlik ve mahremiyet sınırlarını yeniden biçimlendirmektedir (Goold, 2019, s. 585–587). Sosyal medya kullanımında, kullanıcıların mahremiyet kaygılarına rağmen veri paylaşımını sürdürmeleri, ‘mahremiyet paradoksu’ tartışmalarını güçlendirmektedir (Sarker, 2021, s. 160; Suciati, 2021, s. 1–2). Buna ek olarak sentetik medya (deepfake) uygulamaları, dijital içeriklerin özgünlüğünü tartışmalı hâle getirerek estetik ikna kapasitesini artırmakta ve doğruluk normlarını aşındırmaktadır (Wang, 2024, s. 1–2; Majeed & Hwang, 2023, s. 76178–76185; Khalid, Qayyum, Bilal, Al-Fuqaha, & Qadir, 2023, s. 1–2). Dahası dezenformasyon ve gözetim kültürünün yarattığı bu itibar aşınması riskleri, kamusal denetim mekanizmalarının önemini artırmaktadır (Kılıç & Kahraman, 2023, s. 301–306, 316–318; Goold, 2019, s. 585–587; Andrejevic, 2013, s. 10-11). Bu çerçevede, teknoloji girişimleri açısından kültürel dinamiklerin doğru okunması etik bir sorumluluk

ve aynı zamanda kurumsal meşruiyet kazanmak, müşteri güvenini tesis etmek ve kapsayıcı iş modelleri geliştirmek bakımından stratejik bir zorunluluktur. Dolayısıyla ekosistemin olgunluk analizinin, YZ'nin kültürel üretim biçimlerini, bilgiye erişim kalıplarını, güven ilişkilerini, mahremiyet algısını ve algoritmik adalet sorunlarını nasıl etkilediğini de içerecek biçimde ele alınması gerekmektedir.

Kültürel alanda doğruluk, mahremiyet ve güven normlarını sarsan bu derin teknolojik dönüşüm, yapay zekânın temel insan hakları ve evrensel etik standartlar çerçevesinde nasıl denetleneceği sorusunu gündemin merkezine taşımaktadır.

### 2.1.7.5. İnsan Hakları ve Etik

Yapay zekâ teknolojilerinin toplumsal ve ticari süreçlere giderek daha yoğun biçimde entegre edilmesi, yalnızca teknik verimlilik ve yenilik kapasitesi bakımından değil; aynı zamanda bireysel özerklik, insan onuru, adalet, eşitlik, mahremiyet ve hesap verebilirlik gibi temel normatif ilkeler bakımından da kapsamlı tartışmalar doğurmaktadır. Bu durum, yapay zekâ temelli sistemlerin yalnızca işlevsel performansları üzerinden değil, bireyler ve toplum üzerindeki etkileri üzerinden de değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Özellikle veri toplama, sınıflandırma, tahmin üretme ve otomatik karar verme süreçlerinde ortaya çıkan riskler, insan hakları ile etik ilkelerin ortaya koyduğu özel hayatın gizliliği, adil karar verme süreçlerine dayalı sistemlerin varlığı ve etik sorumlulukların teknoloji tasarımından uygulamaya kadar ekosistem içinde firmaların tüm yaşam döngüsüne uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Çünkü insan hakları ve etik boyutu, yapay zekâ uygulamalarının toplumsal meşruiyetini, kurumsal güvenilirliğini ve sürdürülebilirliğini belirleyen temel alanlardan biridir. Aynı zamanda girişimcilik ekosisteminin olgunluğunun belirli seviyede temsil edilebilmesi için teknoloji girişimlerinin; yenilikçi ürün geliştirme kapasiteleri hak temelli, adil, güvenli ve toplumsal açıdan sorumlu çözümler üreterek faaliyet sürdürmesi gerekmektedir.

İnsan hakları ve etik tartışmalarının en görünür ve en kritik yansımalarından biri, yapay zekâ sistemlerinin veri toplama ve işleme kapasitesiyle doğrudan ilişkili olan mahremiyet alanında ortaya çıkmaktadır; bu nedenle izleyen başlıkta özel hayatın gizliliği meselesi ele alınmaktadır.

### 2.1.7.6.Özel Hayatın Gizliliği

Yapay zekâ destekli veri işleme kapasitesi, mahremiyet bağlamında bir yandan veri güvenliğini güçlendirici teknikleri teşvik ederken, diğer yandan bireysel davranışların algoritmik olarak modellenmesiyle yeni ihlal alanları yaratan "çifte etkili" bir dinamik üretmektedir. Büyük veri çağında mahremiyet davranışının temel özellikleri olan belirsizlik, bağlam bağımlılığı ve yönlendirilebilirlik; bireyin özerkliğini istikrarsızlaştırmakta ve sistemlerin öngörülemeyen çıkarımları karşısında bireyin korunmasını zorlaştırmaktadır (Acquisti, Brandimarte, & Loewenstein, 2015, s. 509–512). Literatür, mahremiyet ihlallerinin yalnızca "veri sızıntısı" gibi nesnel zararlara değil, aynı zamanda istenmeyen gözetime dair öznel algılara da dayandığını; yaygın algoritmik gözetimin belirli eşikleri aştığında somut bir zarara dönüşebildiğini göstermektedir (Calo, 2011, s. 1133-1136, 1144-1146). Ekosistemdeki teknoloji girişimleri açısından bu durum, "veri adaleti" ilkeleri (görünürlük, teknolojiyle bağ kurma ve ayrımcılık karşıtlığı) ekseninde tasarlanmış, adil bir veri yönetişimini zorunlu kılmaktadır (Taylor, 2017, s. 1–6). Dolayısıyla olgunluk analizi çerçevesinde, ticari iş modellerinde mahremiyet korumasının salt zararı önlemeye veya şekli "bildirim (notice) ve tercih (choice)" prosedürlerine indirgenmemesi; bunun yerine sadakat, dürüstlük ve koruma gibi ilkeleri merkeze alan güven (trust) temelli bilgi ilişkilerine dönüştürülmesi,

pazarda kalıcı meşruiyet sağlamanın ve olgunluk seviyesinin yükseltilmesinde stratejik bir ön koşul olarak öne çıkmaktadır (Richards & Hartzog, 2016, s. 433–436, 457–459).

Bir sonraki başlık, mahremiyetin ve güven temelli veri ilişkilerinin kurumsallaşması, aynı veriler üzerinden eğitilen sistemlerin bireyler veya gruplar hakkında adil ve ayrımcılıktan uzak kararlar verebilmesi için kurulan algoritmik güvence mekanizmalarını ifade etmektedir.

### 2.1.7.7.Adil Karar Verme Sistemleri

Yapay zekâda adil karar verme tartışmaları, algoritmik sistemlerin veriye gömülü tarihsel önyargıları yeniden üretebilme riski ile toplumsal faydayı adil dağıtma vaadi arasındaki gerilim üzerinden şekillenmektedir. Literatür, önyargı ve ayrımcılığın doğrudan veri seçimi, problem formülasyonu ve değerlendirme metrikleri gibi tasarım kararları tarafından üretildiğini; dolayısıyla algoritmaların değer-yüklü, opak ve bağlama duyarlı olduğunu göstermektedir (Mittelstadt, Allo, Taddeo, Wachter, & Floridi, 2016, s. 7–8; Noble, 2018, s. 15). Nitekim adli alanda tartışma yaratan ProPublica risk değerlendirme çalışması ve ona getirilen eleştiriler; adalet kısıtlarının aynı anda bütünüyle sağlanmasının güçlüğünü, taban oran farklılıklarının belirleyiciliğini ve "adil" kavramının paydaşlar arasında normatif çeşitlilik barındırdığını açıkça işaret etmektedir (Angwin, Larson, Mattu, & Kirchner, 2016; Flores ve ark., 2016, s. 41, 45; Mittelstadt ve ark., 2016, s. 8).

Ekosistemdeki teknoloji girişimleri açısından adil karar verme, teknik bir optimizasyon problemi olmanın ötesinde kurumsal meşruiyet ve normatif bir yönetişim meselesidir. İşe alım, kredi tahsisi ve kamu hizmetleri gibi yüksek etkili alanlarda algoritmik sistemlerin eşitsizlikleri yeniden üretmesini engellemek için şeffaflık, hesap verebilirlik, zarar vermeme ve gizlilik ilkelerinin bütüncül bir çerçevede işletilmesi zorunludur (Hankwitz, 2023, s. 648–650; Slussareff, 2022, s. 72–74; Noble, 2018, s. 15). Saha uygulamalarında hata tipleri (yanlış pozitif/negatif), performans ve taban oranlar arasındaki gerilimler ölçüt seçimine duyarlı sonuçlar ürettiğinden; riskin kabul edilebilirliğini toplumsal meşruiyetle ilişkilendiren düzenleyici yol haritalarının benimsenmesi, pazarda güven inşa etmenin temel koşuludur (Flores, Bechtel, & Lowenkamp, 2016, s. 41–45; Floridi & Cowls, 2022, s. 536, 544; Mittelstadt, Allo, Taddeo, Wachter, & Floridi, 2016, s. 7–8). YZ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyi algoritmik kararların ne ölçüde adil, şeffaf, hesap verebilir ve toplumsal olarak meşru olduğuyla da ilişkilidir. Özellikle işe alım, kredi tahsisi ve kamu hizmetleri gibi yüksek etkili alanlarda faaliyet gösteren YZ girişimlerinin değerlendirilmesinde bu boyut, girişimlerin kurumsal sorumluluk, etik yönetişim ve güvenilir teknoloji üretme kapasitesini görünür kılan önemli bir unsurdur.

Algoritmik kararların adil ve tarafsız sonuçlar üretmesini hedefleyen bu normatif yönetişim çerçevesi, yapay zekâ teknolojilerinin tüm yaşam döngüsü boyunca uyması gereken etik sorumluluk başlığı altında ele alınmaktadır.

### 2.1.7.8.Etik Sorumluluklar

Yapay zekâ (YZ) sistemleri, basit teknik araçlar olmanın ötesinde, veri seçimi, problem formülasyonu ve değerlendirme metrikleri gibi değer yüklü kurumsal tasarım kararlarının birer ürünüdür. YZ'nin karmaşık karar gerekçelerinin insan fail için kavranmasındaki güçlük, açıklanabilirlik ile meşruiyet arasındaki bağı gerilimli hâle getirirken; sistemin zaman içindeki kullanımına bağlı olarak ortaya çıkabilen "öz-devinimli (emergent) " önyargılar, etik sorumlulukların tasarımdan denetime kadar tüm yaşam döngüsüne yayılmasını zorunlu kılmaktadır (Mittelstadt, Allo, Taddeo, Wachter, & Floridi, 2016, s. 7–8). Ekosistemdeki teknoloji girişimleri açısından etik

sorumluluklar, yalnızca soyut beyanlarla sınırlı kalamaz; faydalılık, zarar vermeme, özerkliğe saygı, adalet ve açıklanabilirlik ilkelerinin birlikte işletildiği bütünleşik bir kurumsal çerçeveye dönüştürülmelidir (Floridi & Cowls, 2022, s. 4–7). Uygulama düzeyinde adalet ve hesap verebilirlik hedefleri tek bir sayısal ölçüte indirgenemediğinden ve farklı gruplara yönelik adalet ölçütleri arasında yapısal gerilimler (değiş-tokuşlar) oluşabildiğinden (Flores, Bechtel, & Lowenkamp, 2016, s. 38–41, 45); riskin kabul edilebilirliğini toplumsal meşruiyetle ilişkilendiren, hatadan etkilenenler için itiraz-telafi yollarını kurumsallaştıran ve sahada sürekli gözetim-iyileştirme döngüsü kuran normatif bir yönetişim yaklaşımının benimsenmesi şarttır (Mittelstadt, Allo, Taddeo, Wachter, & Floridi, 2016, s. 7–8; Floridi & Cowls, 2022, s. 4–7). Bu kapsamda YZ girişimlerinin güvenilirlik, toplumsal kabul ve düzenleyici uyum kapasitesini doğrudan etkilemektedir. Aynı zamanda bu boyut YZ girişimcilik ekosisteminin kurumsal ve normatif olgunluğunu değerlendirmede temel bir gösterge niteliği taşımaktadır.

Etik ilkelerin herhangi bir şekilde somut süreçlere ve kurumsal politikalara gömülerek teknoloji ürünlerinin doğasına entegre edilmesi, doğrudan ekosistemin standartlarını belirleyen güvenilir yapay zekâ ve yönetişim çerçevelerinin inşasına zemin hazırlamaktadır.

#### 2.1.7.9. Güvenilir Yapay Zekâ ve Yönetişim Çerçeveleri

Güvenilir yapay zekâ (YZ), güncel uluslararası yaklaşımda ilke, süreç ve uyum üçgeni üzerinde kurumsallaşmaktadır. Bu mimari; teknik özellikleri bağlamsal etkilerle eşleştiren OECD sınıflandırma çerçevesi (OECD, 2022, s. 25, 40), kurumsal risk yönetimini operasyonel süreçlere yerleştiren NIST AI RMF 1.0 (NIST, 2023, s. 24–27), sertifikalandırılabilir bir yönetim sistemi sunan ISO/IEC 42001:2023 (ISO/IEC, 2023, s. 1) ve risk temelli bir yaklaşımla bağlayıcı uyum zemini tesis eden AB Yapay Zekâ Tüzüğü (European Union, 2024) ile somutlaşmaktadır. Birlikte ele alındığında bu yapı, güvenilir YZ'yi soyut etik ideallerden çıkarıp teknoloji girişimleri için ölçülebilir göstergeler, doğrulanabilir kontroller ve hukuki yükümlülükler barındıran bir kurumsal yönetişim pratiği hâline dönüştürmektedir. Bu boyut, girişimcilik ekosistemi açısından YZ girişimlerinin güvenilirlik, uyum ve meşruiyet kapasitesini doğrudan etkilemektedir. Bu pratikte YZ girişimcilik ekosisteminin kurumsal ve yönetişimsel olgunluğunu değerlendirmede temel bir dayanak oluşturmaktadır. Bu pratik, ilk olarak güvenilir yapay zekâ, sonrasında ise otomatik güvence ve öz-düzenleme mekanizmaları başlıklarında aşağıda ele alınmaktadır.

#### 2.1.7.10. Güvenilir Yapay Zekâ

Güvenilir YZ, iyilik yapma, zarar vermeme, özerklik, adalet ve açıklanabilirlik ilkelerinin (AI4People) sadece beyan düzeyinde kalmayıp kurumsal süreçlere gömülmesini gerektiren, tasarımdan işletime uzanan bütünleşik bir yaklaşımdır (Floridi ve ark., 2018, s. 689-707; Lewis ve ark., 2020, s. 123-150). İlke ile uygulama arasındaki boşluğun kapatılması; güvenilirlik boyutlarının ölçülebilir metriklere çevrilmesini (Liu, Wang, Liu, Lin, & Zha, 2022, s. 2-3) ve modelin veri-karar izini görünür kılan "soyağacı" (provenance) dokümantasyonunu zorunlu kılmaktadır (Kale, Gandomi, & Ram, 2023, s. 140-141). Aksi takdirde, ilkelerin bağlayıcı denetim mekanizmalarından yoksun biçimde kullanılması, pazarda "etik yıkama" (ethics washing) riskini doğurmaktadır (Stamboliev & Christiaens, 2025, s. 39-40). Bu riskin aşılması, sonuç-merkezli doğrulamadan ziyade aktörleri ve denetim izlerini merkeze alan süreç-odaklı bir hesap verebilirlik (Procter, Tolmie, & Rouncefield, 2023, s. 1–34) ile kapalı-kutu sistemleri kamusal denetime açan şeffaf tasarımları gerektirmektedir (Schneier, 2023, s. 95–96). Güvenilir YZ, teknoloji girişimleri için "ölçülebilir etik"

temelli bir pazar meşruiyeti ve risk yönetimi aracı olarak konumlanmaktadır (Zanotti, Petrolo, Chiffi, & Schiaffonati, 2024, s. 2691–2692).

Güvenilir YZ, girişimlerin pazarda güven, meşruiyet ve uyum üretme kapasitesini doğrudan şekillendirmektedir. Çünkü YZ girişimcilik ekosisteminin olgunluğunu değerlendirirken etik ilkelerin kurumsal süreçlere ne ölçüde yansıdığını anlamada önemli bir dayanak oluşturmaktadır. Bu kapsamda, güvenilir YZ'nin uygulamadaki görünümü otomatik güvence ve öz-düzenleme mekanizmaları üzerinden incelenmektedir.

#### 2.1.7.11. Otomatik Güvence ve Öz-Düzenleme Mekanizmaları

Uygulama düzeyinde kurumsal güvenilirlik, modellerin çalışma-zamanında (run-time) denetlendiği otomatik güvence ve öz-düzenleme mekanizmalarıyla operasyonelleştirilmektedir. Bu bütünleşik yapı; eylem uzayını bağlama duyarlı kurallarla kısıtlayan programlanabilir raylar (guardrails), modelin kendi yanıtlarını yardımseverlik, dürüstlük ve zararsızlık ölçütlerine göre değerlendirip insan geri bildirimli pekiştirmeli öğrenmeye (RLHF: Reinforcement Learning from Human Feedback-İnsan Geri Bildiriminden Pekiştirmeli Öğrenme) denk performans sunmasını sağlayan öz-eleştiri (self-criticism) döngüleri ve kullanım koşulları ile performans sınırlarını standart bir biçimde belgeleyen Model Kartları gibi izlenebilirlik pratiklerinden oluşmaktadır (Mitchell ve ark., 2019, s. 220-226).

Model kartlarından programlanabilir raylara kadar uzanan bu otomatik güvence mekanizmaları ve güvenilir yönetişim çerçeveleri, teknoloji girişimlerini mevcut risklere karşı korurken; yapay zekânın kuantum bilişim, insan-makine bütünleşmesi ve duygusal zekâ gibi gelecekteki gelişim yönelimlerine de kurumsal bir hazırlık zemini sunmaktadır. Bu unsur, YZ girişimlerinin güvenilir, ölçeklenebilir ve düzenleyici çerçevelerle uyumlu çözümler üretme yetkinliğini doğrudan şekillendirmektedir. Otomatik güvence ve öz-düzenleme mekanizmaları, YZ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyi incelenirken risk kontrolü, izlenebilirlik ve kurumsal hesap verebilirlik kapasitesinin değerlendirilmesinde önemli bir imge taşımaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ teknolojilerinin gelecekte hangi doğrultularda geliştiği ve hangi yeni dönüşüm alanlarına yöneldiği izleyen başlıkta ele alınmaktadır.

### 2.1.8. Yapay Zekâda Gelecek Yönelimler

Yapay zekâ alanındaki güncel yönelimler; eğitimde akademik yönetişimin, pazarlamada stratejik değer yaratımının ve sağlıkta veri-yoğun hizmet sunumunun "insan-artırımlı" biçimde yeniden tasarlanmasına odaklanmaktadır (Escotet, 2024, s. 535–538; Davenport, Guha, Grewal, & Bressgott, 2020, s. 24–27; Schwalbe & Wahl, 2020, s. 1579–1580). YZ'nin farklı sektörlerde hızla yaygınlaşması, insan özerkliği, mahremiyet, adalet ve hesap verebilirliğin birlikte gözetildiği normatif çerçeveleri zorunlu kılmakta; şeffaf karar yapıları ve açıklanabilir yapay zekâ mekanizmaları üzerinden kurumsal güvenin tesis edilmesini gerektirmektedir (Anishchenko, Gidenko, Kaliman, Polyvaniuk, & Demianchuk, 2023, s. 68-70; Inglada Galiana, Corral Gudino, & Miramontes González, 2024, s. 178-180; Praveenraj ve ark., 2023, s. 1-2). Bu yönelimler YZ girişimlerinin yenilik üretme hızını ve şeffaflık ve sektörlere uyumlu değer üretme kapasitesini de belirlemektedir. Haliyle YZ girişimcilik ekosisteminin gelecekte hangi teknolojik yönelimler doğrultusunda gelişeceğini ve olgunluk örüntülerinin hangi yeni alanlarda yeniden biçimleneceğini analiz etmede stratejik bir öngörü vermektedir. Bu çerçevede, yapay zekânın gelecekte öne çıkan

gelişim yönelimleri ilk olarak kuantum yapay zekâ sonrasında sırasıyla insan–YZ bütünleşmesi ve duygusal yapay zekâ başlıkları altında aşağıda ele alınmaktadır.

#### 2.1.8.1. Kuantum Yapay Zekâ

Kuantum yapay zekâ (KYZ), öğrenme ve optimizasyon süreçlerinde klasik hesaplamanın darboğazlarını gevşeten hibrit (varyasyonel) algoritmalar üzerinden gelişmektedir (Cerezo ve ark., 2021, s. 625–644). Google Quantum AI başta olmak üzere elde edilen kuantum üstünlüğü ve hata bastırma bulguları, kuantum hesaplamanın yüksek karmaşıklıklı problemlerde işlem kapasitesini genişletme yönünde anlamlı ilerleme kaydettiğini göstermekte; kuantum kimyası temelli çalışmalar ise bu gelişmelerin malzeme bilimi ve ilaç keşfi gibi alanlarda önemli bir araştırma ve uygulama potansiyeli taşıdığını ortaya koymaktadır (Arute ve ark., 2019, s. 505, 509; Google Quantum AI, 2023, s. 676–681; Kim ve ark., 2023, s. 500–505; Cao ve ark., 2019, s. 10856–10915). Ekosistemdeki teknoloji girişimleri açısından KYZ'nin "laboratuvardan üretime" geçişi, ancak veri hazırlama, gürültü/hata azaltma ve MLOps-QOps (makine/kuantum öğrenmesi operasyonları) süreçlerinin endüstriyel güven standartlarıyla bütünleştirilmesiyle mümkün olabilecektir. Bu yönelim YZ girişimciliği ekosisteminde yüksek işlem gücü gerektiren alanlarda girişimler için yeni uzmanlaşma ve ticarileşme imkânları sunmaktadır.

YZ girişimcilik ekosisteminin gelecekte hangi ileri teknoloji alanlarında derinleşebileceğini ve olgunluk yapısının hangi yeni alanlar etrafında şekillenebileceğini anlamada önemli bir kavramsal dayanak oluşturmaktadır. Bu kapsamda, olgu insan–YZ bütünleşmesi ele alınmaktadır.

#### 2.1.8.2. İnsan–Yapay Zekâ Bütünleşmesi

İnsan–YZ bütünleşmesi, insanın sezgisel ve bütüncül muhakemesi ile YZ'nin analitik ve hesaplamaya dayalı işlem kapasitesini bir araya getiren tamamlayıcı bir karar mimarisi yaratmayı amaçlamaktadır (Jarrahi, 2018, s. 577, 579–582). Bu simbiyotik yapı, insan ve YZ'nin birlikte problem çözmesini ve görevleri ortak biçimde yerine getirmesini mümkün kılan işbirlikçi bir çerçeve olarak değerlendirilmektedir (Mahmud, Hong, & Fong, 2023, s. 479; Becks & Weis, 2022, s. 132–133). Bu kapsamda, özellikle yönetim ve açık inovasyonun yönetimi bağlamında YZ uygulamaları, insan zekâsını artıran ve bazı görevleri otomatikleştiren tamamlayıcı araçlar olarak değerlendirilmektedir (Broekhuizen ve ark., 2023, s. 1–3).

Bilişim yönetişiminin etikleşmesi (ethification) eğilimi (van Dijk, Casiraghi, & Gutwirth, 2021, s. 2-3); sağlıkta klinik teşhislerden sanayideki "Operatör 4.0" siber-fiziksel sistemlerine kadar geniş bir alanda teknolojinin insanı ikame etmek yerine insanı güçlendirecek (human-augmenting) biçimde konumlandırılmasını şart koşmaktadır (Fazal, Patel, Tye, & Gupta, 2018, s. 246-249; Lee, 2020, s. 2-3; Shen ve ark., 2019, s. 1-3; Sebastian & Peter, 2022, s. 1991; Stypińska & Franke, 2023, s. 1-3; Bousdekis, Apostolou, & Mentzas, 2020, s. 10-13; Horvatić & Lipic, 2021, s. 332; Heyder, Passlack, & Posegga, 2023, s. 1-3). Bu durum insan bilgisi ile algoritmik gücün birleşimi için daha güvenilir çözümler üretmektedir. İnsan–YZ bütünleşmesi YZ girişimcilik ekosisteminin teknik kapasitesini olgunluk analizi çerçevesinde insan odaklılık ve kurumsal uyumla birlikte değerlendirmeye imkân vermektedir. Bu kapsamda, duygusal yapay zekâ izleyen başlıkta incelenmektedir.

### 2.1.8.3.Duygusal Yapay Zekâ

Duygusal YZ (Affective AI), kullanıcının duygu durumunu çoklu kiplerden (yüz, ses, biyosensörler) algılayarak uyarlanabilir; yüz, ses, fizyolojik sinyaller ve multimodal veri kaynakları üzerinden çalışan bir teknolojik yaklaşımdır (Calvo & D'Mello, 2010, s. 18–19; Cambria, 2016, s. 102–103; Hupont, Tolan, Frau, Porcaro, & Gomez, 2024, s. 63–66; Assabumrungrat ve ark., 2022, s. 1867–1871; Wang ve ark., 2022, s. 19–23, 39–45). Pazarlamada "yapay empati" kuran sohbet botları ile marka sadakatini artıran, eğitimde ise eş zamanlı pedagojik adaptasyon sağlayan bu sistemler, girişimler için yeni değer önerileri sunmaktadır (Lee, Pan, & Hsieh, 2022, s. 1331–1334; Liu-Thompkins, Okazaki, & Li, 2022, s. 1199–1202; Köchling, Wehner, & Warkocz, 2023, s. 2112–2116; Caruelle, Shams, Gustafsson, & Lervik-Olsen, 2022, s. 163–166; Reindl, 2021, s. 289–292, 296–299). Ancak duygusal verilerin işlenmesi; gözetim, güç asimetri ve algoritmik önyargı gibi derin normatif riskler taşıdığından, bu teknolojileri ticarileştiren girişimlerin tasarım aşamasında katı etik kontrol mekanizmalarını işletmesi zorunludur (Waelen, 2024, s. 353–356; Ghotbi, 2023, s. 424–427). Çünkü insan–YZ bütünleşmesi, girişimlerin insan uzmanlığını algoritmik kapasiteyle birleştirerek daha güvenilir, verimli ve uygulanabilir çözümler geliştirmesine imkân vermektedir. Duygusal yapay zekâ YZ girişimciliği ekosistemi içinde kullanıcı deneyimini derinleştiren, kişiselleştirilmiş etkileşimleri güçlendiren ve yeni nesil değer önerileri üreten ürünlerin ortaya çıkmasını desteklemektedir. Bu nedenle olgunluk analizi çerçevesinde YZ girişimlerinin kullanıcı odaklılık, pazar uyumu, etik sorumluluk ve rekabetçi farklılaşma düzeyini belirleyen stratejik bileşenler olarak öne çıkmaktadır. Bu bakış açısıyla YZ'nin evrimsel geleceği de tartışılmaktadır.

### 2.1.8.4. Yapay Zekânın Evrimsel Geleceği

Yapay zekânın evrimsel geleceği, teknolojik kapasitenin genişlemesine ve aynı zamanda bilişsel yetkinliklerin derinleşmesine, toplumsal etkilerin çeşitlenmesine ve etik-yönetsel sorumlulukların daha görünür hâle gelmesinde bir dönüşümü yansıtmaktadır. Bu bakış açısıyla dar yapay zekâdan (Artificial Narrow Intelligence-ANI), genel (Artificial General Intelligence-AGI) ve süper yapay zekâya (Artificial Superintelligence-ASI) doğru uzanan teknolojik evrim; salt hesaplama gücünün artışından ziyade nedensel akıl yürütme, ömür boyu uyarlanabilirlik ve hedef yönelimli özerklik gibi üst düzey yetkinliklerin kazanılmasını ifade etmektedir. Sistemlerin kapasitesi arttıkça kurumsal gizlilik, teknik okuryazarlık eksikliği ve yapısal karmaşıklıktan doğan "üçlü opaklık", algoritmik kararların gerekçelendirilmesini ve denetlenebilirliğini güçleştirmektedir (Burrell, 2016, s. 1–2). İnsan yanlılığının tasarım tercihleriyle birleştiğinde adalet risklerini yeniden üretebilme potansiyeli göz önüne alındığında (Pethig & Kroenung, 2023, s. 637–639); "iyi bir YZ toplumu" vizyonu, teknoloji girişimlerinin şeffaflık, hesap verebilirlik ve ayrımcılık karşıtlığı ilkelerini salt soyut beyanlar olarak değil, kurumsal mekanizmalarla bütünleştirilmiş bir yönetişim mimarisi olarak iş modellerine gömmelerini zorunlu kılmaktadır (Roberts ve ark., 2021, s. 288-289; Fosso Wamba, Bawack, Guthrie, Queiroz, & Carillo, 2020, s. 2-5).

Bu evrimsel geçiş, bilişsel performansın ötesinde devasa bir toplumsal, ekonomik ve çevresel dönüşümü de beraberinde getirmektedir. Büyük ölçekli modellerin artan enerji tüketimi ve karbon ayak izi (Kirkpatrick, 2023, s. 1–2), teknoloji girişimleri için çevresel etkilerin YZ yaşam döngüsünün her aşamasında ölçülmesini ve azaltılmasını (Rohde ve ark., 2024, s. 1–3); bu bağlamda kenar-bilişim ve yeşil nesnelerin interneti (IoT) gibi sürdürülebilir mimarilerin benimsenmesini stratejik bir pazar avantajına dönüştürmektedir (Fraga-Lamas, Lopes, & Fernández-Caramés, 2021,

s. 2-4; Wolf ve ark., 2022, s. 1-2). Eş zamanlı olarak YZ ve otomasyonun iş gücü piyasasında yarattığı yıkıcı dönüşüm; eğitim sistemlerinin güncellenmesini, yeni nesil dijital yetkinliklerin inşasını ve veri koruma eksenli kurumsal düzenlemelerin hızla hayata geçirilmesini şart koşmaktadır (OECD, 2022). Nihayetinde, AGI ve ASI'ye doğru ilerleyen bu çizgi; ekosistemdeki aktörler için yalnızca donanımsal bir ölçeklenme değil; kuantum bilişimden "yeşil YZ" stratejilerine, şeffaflıktan toplumsal uyuma kadar çok katmanlı ve sorumlu bir ekosistem entegrasyonu meselesidir. Bununla birlikte, yapay zekânın bu çok yönlü gelişim çizgisi, teknik, etik, hukuki ve toplumsal düzeyde çeşitli güçlükleri de beraberinde getirmekte; söz konusu zorluklar bir sonraki başlık altında ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

### 2.1.9. Yapay Zekâ Gelişiminde Karşılaşılan Zorluklar

Yapay zekâ ekosisteminin gelişimi, yalnızca teknik kapasitenin artırılmasına bağlı bir süreç olmaktan öte; veri güvenliği ve gizlilik, veri setlerinin niteliği ve yeterliliği, yüksek maliyet ve ölçeklenme baskısı, hukuki sorumluluğun belirsizliği, fikri mülkiyet ihtilafları ile etik ve düzenleyici uyum gereklilikleri gibi çok boyutlu sorun alanları tarafından şekillendirilmektedir. Özellikle yapay zekâ girişimlerinin ticarîleşme ve ulusal ya da uluslararası ölçekte büyüme süreçleri, bir yandan teknolojik altyapı, enerji tüketimi ve model güvenliği gibi operasyonel güçlüklerle; diğer yandan şeffaflık, hesap verebilirlik, hukuka uygunluk ve toplumsal meşruiyet talepleriyle sınanmaktadır. Bu nedenle yapay zekâ alanındaki gelişim dinamiklerini doğru biçimde değerlendirebilmek için, ekosistemin karşı karşıya bulunduğu zorlukların teknolojik, ekonomik, hukuki ve etik boyutlarıyla birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle aşağıda yer alan başlıklarda ilk olarak teknolojik zorluklar ardından sırasıyla veri güvenliği ve gizliliği, veri setlerinin yetersizliği, maliyet ve ölçek sorunları, yasal ve düzenleyici zorluklar, hukuki çerçeveler, fikri mülkiyet hakları, etik ve düzenleyici yaklaşımlar yer almaktadır.

#### 2.1.9.1. Teknolojik Zorluklar

Yapay zekâ girişimleri için teknolojik zorluklar; büyük veri işleme süreçlerindeki kalite sorunları, artan enerji tüketiminin yarattığı çevresel ayak izi ve sistemlerin şeffaf olmayan "kara kutu" yapısından kaynaklanan açıklanabilirlik eksiklikleri etrafında yoğunlaşmaktadır (Liu, Li, Li, & Wu, 2016, s. 134-142; McFarland & McFarland, 2015, s. 2; Fraga-Lamas, Lopes, & Fernández-Caramés, 2021, s. 1; Rohde ve ark., 2024, s. 1-2; Wu, Shirkey, Celik, Shao, & Chen, 2022, s. 3). Bu durum, kurumsal karar destek süreçlerinde otomasyon yanlılığı üreterek, teknoloji girişimlerinin hesap verebilirliğini ve pazardaki güvenilirliğini zedeleyebilmektedir (Domínguez & Stoyanovich, 2023, s. 3–4; Redrup Hill, Mitchell, Brigden & Hall, 2023, s. 2; Femi Osasona ve ark., 2024, s. 322–335). Bu teknolojik zorluklar, YZ girişimcilik ekosistemi açısından veri altyapısındaki zayıflıkları, açıklanabilirlik eksiklikleri ve yüksek enerji gereksinimleri, girişimlerin teknik performansını, yatırım çekme kapasitesini, kurumsal güvenilirliğini ve sürdürülebilir ölçeklenme potansiyelini olgunluk skorları doğrultusunda etkilemektedir. Bu kapsamda çıktı ve ticarî başarı üzerinden değil; veri güvenliği ve gizliliği boyutlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

#### 2.1.9.2.Veri Güvenliği ve Gizlilik

Model tedarik zincirindeki bağımlılıklar (ön eğitimli ağırlıklar, üçüncü taraf verileri) ve hibrit bulut-kenar (edge) topolojileri, girişimler için saldırı yüzeyini genişleterek veri sızıntısı, istem

enjeksiyonu ve model tersine çıkarım risklerini artırmaktadır. Bu güvenlik açıklarının yönetimi; diferansiyel gizlilik, federatif öğrenme, sıfır güven (zero-trust) mimarileri ve "tasarım gereği" (by-design) şifreleme mekanizmalarının benimsenmesini gerektirmekte; fayda-mahremiyet dengesini şeffaf biçimde kurabilen girişimlere pazarda kalıcı bir meşruiyet sağlamaktadır. Bu boyut, yapay zekâ girişimcilik ekosistemi bakımından kritiktir; zira veri güvenliği ve mahremiyet alanındaki açıklıklar, girişimlerin teknik anlamda inandırıcılığını, yatırımcı ve kullanıcı nezdindeki itibarını ve piyasa içindeki kurumsal meşruiyetini doğrudan şekillendirmektedir. Olgunluk analizi kapsamında değerlendirildiğinde ise bu durum, YZ girişimcilik ekosisteminin gelişmişlik düzeyinin yalnızca yenilikçi kapasite ve ticari başarıyla sınırlı olmadığını; bunun yanında veri setlerindeki yetersizliklerin giderilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

#### 2.1.9.3.Veri Setlerinin Yetersizliği

YZ modellerinin doğruluğu ve tarafsızlığı, kullanılan eğitim verisinin temsil gücüyle doğrudan ilişkilidir; nitekim sınıf dengesizliği ve eksik etiketler genelleme yetisini zayıflatarak pazarda başarısızlığa neden olmaktadır (Sánchez, Barandela, Marqués, Alejo, & Badenas, 2003, s. 1-2; Hung, Hu, Tsai, & Huang, 2022, s. 1-2; Obermeyer, Powers, Vogeli, & Mullainathan, 2019, s. 1-2). Görüntü ve duygu tanıma gibi alanlarda eğitim kümelerinin tarihsel ve toplumsal önyargıları barındırması, algoritmik adaleti zedeleyerek girişimlerin itibar riskini doğrudan artırmaktadır (Merler, Ratha, Feris, & Smith, 2019, s. 2, 5; Naga, Marri, & Borreo, 2023, s. 1-2; Cai, Li, & Li, 2023, s. 2; Stevens & Keyes, 2021, s. 2; Gehl, Moyer-Horner, & Yeo, 2017, s. 530-533). Çözüm olarak salt "veri kümesi optimizasyonu" yeterli olmamakta (Vilca, Viana, Carvalho, & Andrade, 2024, s. 2) ekosistemde güven inşası için Model Kartları gibi standart raporlama pratiklerinin ve paydaş denetimine açık şeffaf veri yönetişiminin kurumsallaştırılması zorunlu kılınmaktadır (Mitchell ve ark., 2019, s. 1–2; Raji, Bender, Paullada, Denton, & Hanna, 2021, s. 2–3; Zhou, Zhang, Nair, Singhal, & Chen, 2022, s. 1–3; Marjanovic, Cecez-Kecmanovic, & Vidgen, 2022, s. 3). Bu bakımdan YZ girişimciliği ekosistemi içinde algoritmik adalet ve model tarafsızlığı, girişimlerin pazarda kabul görmesi için vazgeçilmez hâle gelmiştir. Temsil gücü zayıf verilerle eğitilen modellerin ürettiği önyargılı çıktılar, yalnızca teknik bir başarısızlık değil; marka itibarını zedeleyen, kullanıcı kaybına yol açan ve hukuki sorumluluk doğuran ticarî bir risktir. Yatırımcılar günümüzde etik ilkelere bağlı, şeffaf ve denetlenebilir modeller geliştiren girişimlere öncelik vermekte; Model Kartları gibi açık raporlama araçları, kurumsal meşruiyet kazanmada stratejik rol oynamaktadır. Bu perspektifte YZ ekosisteminin olgunluğunun analizinde ürün ve hizmetlerin hangi verilerle ve ne ölçüde hesap verebilir biçimde inşa edildiğiyle ölçülmesi gerektiğini göstermektedir. Öte yandan, bu gerekliliklerin kurumsallaştırılması, özellikle erken aşama girişimler için maliyet ve ölçek sorunlarını gündeme getirmektedir.

#### 2.1.9.4.Maliyet ve Ölçek Sorunları

Büyük ölçekli veri işleme ve derin öğrenme modellerinin eğitilmesi, teknoloji girişimleri için yüksek donanım (GPU/TPU) yatırımlarını ve enerji maliyetlerini beraberinde getirmektedir (Ji ve ark., 2012, s. 3; De Leeuw & Nicholls, 1996, s. 23-25; Lv, Duan, Kang, Li, & Wang, 2015, s. 866; Nikolic, Dimitrijevic, Nikolic, & Stojcev, 2022, s. 6). Bulut bilişim, başlangıç sermayesi gerektiren CAPEX (Capital Expenditure-Sermaye Harcaması) ihtiyacını OPEX (Operating Expenditure-İşletme Gideri) yapısına dönüştürerek ölçeklenmeyi kolaylaştırsa da; güvenlik, mahremiyet gereksinimleri ve yönetişim eksiklikleri TCO (Total Cost of Ownership-Toplam Sahip Olma

Maliyeti) değerini hızla yukarı çekebilmektedir (Ji ve ark., 2012, s. 14; Merhi, 2023, s. 1-2). Artan enerji tüketiminin yarattığı devasa karbon ayak izi (Kirkpatrick, 2023, s. 2), girişimcilik ekosisteminde daha düşük enerji tüketen "yeşil ve otonom YZ" çözümlerinin benimsenmesini stratejik bir pazar avantajına dönüştürmektedir (Wolf ve ark., 2022, s. 2). Maliyet ve ölçeklenebilirlik, yapay zekâ girişimlerinin pazara giriş hızını ve rekabet gücünü doğrudan belirlemektedir. Özellikle yüksek işlem gücü ve enerji gereksinimleri, erken aşama girişimler için finansal bir eşik oluştururken; maliyet etkin ve sürdürülebilir çözümler yatırım potansiyelini artırmaktadır. Bu bağlamda, YZ girişimcilik ekosistemin olgunluğu yenilik kapasitesiyle ve bu yeniliği ekonomik ve yapısal olarak ölçeklendirebilme yetkinliğiyle ölçülmektedir.

Teknolojik yetersizliklerin, veri zafiyetlerinin ve katlanarak artan ölçeklenme maliyetlerinin yarattığı bu operasyonel riskler; geliştirilen ürünlerin ulusal ve uluslararası pazarlarda hukuki güvenceye kavuşturulması ihtiyacını doğurarak yasal ve düzenleyici engelleri ekosistemin merkezine taşımaktadır.

#### 2.1.9.5. Yasal ve Düzenleyici Zorluklar

Yapay zekâ girişimlerinin ölçeklenmesi, algoritmik karar verme süreçlerindeki şeffaflık ve hesap verebilirlik beklentilerine mevcut hukuk düzenlerinin aynı hızda yanıt verememesinden kaynaklanan belirsizliklerle kısıtlanmaktadır (Binns, 2018b, s. 2–5; Katyal, 2019, s. 1–4; Mulla, 2024, s. 58; Vedder & Naudts, 2017, s. 2–5). Küresel pazarlara açılan teknoloji girişimleri, Avrupa Komisyonu, yapay zekâ alanında politika çerçevelemesi yoluyla üye ve bağlantılı ülkelerin ulusal yapay zekâ politikalarını ortak bir Avrupa çerçevesine yaklaştırmaya çalışsa da bu çerçevenin ulusal düzeyde benimsenme kapsamı ve derinliği, ülkelerin sahip oldukları örgütsel kapasitelere göre farklılaşmıştır (af Malmborg & Trondal, 2023, s. 40–43, 53–54); bu durum kurumsal uyum maliyetlerini ve veri sorumlusu ve işleyen rollerinin karmaşıklığını artırmıştır (Kaminski, 2024, s. 7, 13; Li, Yu, & He, 2019, s. 3–5; Wachter, Mittelstadt, & Floridi, 2017, s. 2–5; af Malmborg & Trondal, 2023, s. 2–4; Chong ve ark., 2022, s. 2–5). Çözüm olarak sunulan "insan-döngüsünde" (human-in-the-loop) tasarımların ve etik ilkelerin, salt pazarlama söyleminde ("etik-yıkama") kalmaması için eyleme geçirilebilir, standartlaştırılmış ve kurum içine tasarım aşamasından itibaren (by-design) gömülmüş usul güvencelerine dönüştürülmesi gerekmektedir (Stix, 2021, s. 2–4; Rochel, 2022, s. 2–3; Paraman & Anamalah, 2023, s. 595, 613; Cath, Zimmer, Lomborg, & Zevenbergen, 2018, s. 2–4; Calo, 2018, s. 11; Binns, 2022, s. 3, 7; Gless, Silverman, & Weigend, 2016, s. 412-471). İnsan-döngüsünde (human-in-the-loop) tasarımlar, hatalı ya da önyargılı algoritmik kararları dengeleyen bir güvence olarak sunulsa da, bu yaklaşımın gerçekten koruyucu olabilmesi; karar sürecine katılan insanların yeterli beceriye, deneyime, zamana ve algoritmik öneriye gerektiğinde itiraz edebilme kapasitesine sahip olmasına bağlıdır (Agudo, Liberal, Arrese, & Matute, 2024, s. 2). Bu durumda insanların yasal ve düzenleyici rollerinin teknolojik sistemlere aktarılmasındaki güçlükleri ortaya koymaktadır.

Yapay zekâ ekosisteminde hukuki uyum ve etik yönetişim, girişimlerin kurumsal güven üretmesi ve ölçeklenebilirliği için kritiktir. Parçalı düzenlemeler ticarileşmeyi zorlaştırırken; şeffaflık ve hesap verebilirliği temel alan yapılar, ekosistemin meşruiyetini ve sürdürülebilirliğini pekiştirmektedir. Bu boyut, YZ girişimcilik ekosistemin yönetişim olgunluğunu ölçen temel bir gösterge olarak ele alınmakta ve izleyen başlıkta hukuki çerçeveler bağlamında incelenmektedir.

#### 2.1.9.6.Hukuki Çerçeveler

Özerk sistemlerin eylemlerinden doğan zararların kime (üretici, geliştirici, işleten veya kullanıcı) isnat edileceği sorunu, klasik kusur ve nedensellik ilkelerinin teknoloji ekosistemine uyarlanmasını zorunlu kılmaktadır. Girişimlerin hukuki güvence sağlayabilmesi için, açıklanabilirlik ve izlenebilirlik standartlarına dayalı risk temelli bir yükümlülük paylaştırması yapması esastır (Gless, Silverman, & Weigend, 2016, s. 412-414; Binns, 2022, s. 5).

#### 2.1.9.7.Fikrî Mülkiyet Hakları

Fikrî Mülkiyet Hakları (FMH), YZ girişimleri için temel bir değer yakalama ve yatırım çekme aracıdır; ancak "insan yazarlığı/mucitliği" şartını koruyan mevcut telif ve patent doktrinleri (EPO ve USPTO kararları, DABUS dosyaları), algoritmik çıktıların tescili ve korunabilirliği konusunda ciddi belirsizlikler yaratmaktadır (Grimmelmann, 2016, s. 403–405, 415; Matulionyte & Lee, 2022, s. 5–10; Deshpande & Kamath, 2020, s. 1–3; United States Copyright Office, 2025; USPTO, 2020). Model eğitiminde kullanılan veriler için veri madenciliği ve araştırma istisnalarının kapsamı ile generatif yapay zekâ çıktılarının mülkiyet tahsisi arasındaki gerilim, yaratıcı emeğin korunması ile yenilik kapasitesinin sürdürülmesi arasında hassas bir denge gerektirmektedir (Chesterman, 2025, s. 23–24). Bu dengenin, AI sistemlerinin geliştirilmesi, eğitimi ve testinde veriye erişimi kolaylaştıran istisnalar ile AI kaynaklı çıktıların hak sahipliğini ve veri portföylerinin lisanslanmasını açıklığa kavuşturan bütüncül bir yönetişim çerçevesi içinde ele alınması gerekmektedir (Picht & Thouvenin, 2023, s. 926, 932–934). AI tarafından üretilen çıktıların korunması ve sahipliği meselesi de ayrıca telif hukukunun güncel tartışma alanlarından birini oluşturmaktadır (Aziz, 2023, s. 10).

YZ girişimciliğinde sorumluluk sınırlarının netliği, yeniliğin güvenli ve meşru biçimde ticarileştirilmesi için zorunludur. Açıklanabilir ve izlenebilir karar süreçleri üzerine kurulu bir sorumluluk yapısı, ekosistemin hukuki ve kurumsal derinliğini belirleyen ana ölçütlerden biridir. Bu husus, ekosistemin hesap verebilirlik olgunluğunu değerlendirmek adına kritik bir gösterge sunmaktadır. Söz konusu YZ ekosisteminin etik ve düzenleyici yapısı, fikri mülkiyet haklarıyla doğrudan ilişkili olduğundan, bu konu ayrıca tartışılmaktadır.

#### 2.1.9.8.Etik ve Düzenleyici Yaklaşımlar

YZ'nin "kara kutu" yapısı ile veriye gömülü algoritmik önyargılar; insan onuru, adalet ve eşitlik gibi normatif değerleri tehdit ederek teknoloji girişimlerinin toplumsal meşruiyetini sarsabilmektedir (Fosso Wamba, Bawack, Guthrie, Queiroz, & Carillo, 2020, s. 2, 4; Roberts ve ark., 2021, s. 288-290; Burrell, 2016, s. 1; Law, 2018, s. 384-385). Bu bağlamda, "insan yanlılığı" risklerinin algoritmik kararlara taşınmasını engellemek için etik kurulların ve şeffaflık ilkelerinin kurum içi operasyonel süreçlere entegre edilmesi sürdürülebilir bir ekosistem için stratejik bir zorunluluktur (Pethig & Kroenung, 2023, s. 637–638). Buna ek olarak, hiyerarşik etiketleme gibi mahremiyet-koruyucu tasarımlar, doğruluk ile gizlilik arasında denge kuran teknik bir çözüm olarak değerlendirilebilmektedir (Altin, Gürsoy, & Xu, 2021, s. 18307–18321).

YZ girişimciliği ekosisteminde etik yönetişim ve önyargı kontrolü, girişimlerin kurumsal güvenilirliği için belirleyicidir. Etik ilkeleri operasyonel süreçlerine yansıtan ve mahremiyet koruyucu tasarımı benimseyen girişimler, düzenleyici baskılara karşı daha dayanıklı bir yapı sergilemektedir. Bu kapsamda, YZ girişimlerinin teknik kapasitesinin yanı sıra ekosistem içerisinde etik, çevresel ve kurumsal yönetişim yetkinliklerini de kritik hale getirmektedir. Nitekim veri

yönetimi, enerji verimliliği ve iş gücü uyumu gibi unsurlar, YZ girişimciliği ekosistemin sürdürülebilirliği için temel belirleyicilerdir. YZ girişimciliği ekosistemi olgunluğu açısından bu boyut, mevcut teknik seviyeyi ve ileri düzey yapay zekâ teknolojilerine hazırlık kapasitesini yansıtmaktadır. Bu bakış açısıyla girişimcilik ekosistemi yaklaşımı geniş perspektifte izleyen başlıkta ele alınmıştır.

## 2.2. Girişimcilik Ekosistemi Yaklaşımı: Tanım, Yapay Zekâ Girişimciliği ve Ekosistemi

Girişimcilik ekosistemi, yenilikçi iş fikirlerinin geliştirilmesini, ticarileşmesini ve ölçeklenmesini mümkün kılan; girişimciler, yatırımcılar, üniversiteler, devlet kurumları ve aracı kuruluşlar gibi karşılıklı bağımlı aktörlerin etkileşimde bulunduğu dinamik bir yapıdır. Bu sistemler yalnızca ekonomik bir üretim ağı olarak değerlendirilemez; aynı zamanda bölgesel, sosyal, kültürel ve kurumsal etkileşimlerin bütünleştiği karmaşık ve uyarlanabilir sosyo-ekonomik sistemlerdir.

Günümüzde dijitalleşmenin ve ileri teknolojilerin ivme kazanmasıyla birlikte, girişimcilik ekosistemlerinin merkezine teknoloji tabanlı iş modelleri yerleşmeye başlamıştır (Zahra & Mudambi, 2025, s. 290). Özellikle YZ girişimciliği, geleneksel yapılardan farklı olarak yüksek veri işleme kapasitesi, algoritmik inovasyon, bulut tabanlı altyapılar ve yüksek nitelikli uzman insan kaynağı gibi özgün teknolojik gereklilikleri ön plana çıkarmıştır. Bu durum, yapay zekâ tabanlı ekosistemlerin sürdürülebilirliğini ekonomik performansa ve veri güvenliği, etik standartların korunması ve uluslararası ağlarla entegrasyon kapasitesine de bağımlı kılmaktadır.

Bu karmaşık dönüşüm sürecini ve yapay zekânın girişimcilik üzerindeki dönüştürücü etkisini bütüncül bir biçimde anlayabilmek için, ekosistemin temel yapı taşlarının sistematik olarak incelenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda izleyen alt bölümlerde; öncelikle girişimcilik ve girişimcilik ekosistemi kavramlarının kuramsal çerçevesi, ardından bu sistemi oluşturan temel bileşenler ile ekosistemlerin türleri ve yapıları ele alınmaktadır. İzleyen başlıkta ise kurulan bu genel kavramsal altyapının ardından, yapay zekâ teknolojilerinin bu dinamikleri nasıl yeniden şekillendirdiği "Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosistemi" başlığı altında, küresel eğilimler, yatırım dinamikleri ve YZ şirketlerinin ekosistemdeki özgün konumları çerçevesinde işlenmektedir.

### 2.2.1. Girişimcilik

Girişim, belirsizlik koşulları altında yenilikçi bir ürün, hizmet ya da iş modeli aracılığıyla ekonomik ve/veya toplumsal değer yaratmak üzere örgütlenen, kaynakları harekete geçiren ve risk üstlenen ekonomik yapı olarak belirtilmektedir. Girişimci ise, bir fikri, işletmeyi veya girişimi organize eden, yöneten ve risklerini üstlenen kişi olarak ifade edilebilmektedir. Aynı zamanda bir değişim aracısı olarak girişimci, kaynakları birleştirmenin yeni yollarını keşfetmektedir. Girişimcilik kavramı, Fransızca "entreprendre" (üstlenmek) fiilinden türemiş olup ekonomik faaliyetlerde risk alarak yenilikçi işletmeler kuran bireyleri ifade etmektedir (Hébert & Link, 2006, s. 589). Girişimcilik girişim ile başlayan, girişimci ile devam eden ve girişimcilik ile sonuçlanan bir döngüdür.

Tarihsel olarak girişimcilik, Orta Çağ'da tüccar ve zanaatkârlarla başlamış (Landes, 1998, s. 45), Sanayi Devrimi ile fabrika sisteminin gelişmesinde öncü bir role evrilmiştir (Mokyr, 1990, s. 112). Schumpeter (1934, s. 66), girişimciyi "yaratıcı yıkım" sürecini başlatan ve ekonomik dönüşümü tetikleyen aktör olarak tanımlarken, 20. yüzyılın sonlarında Silikon Vadisi'nin

yükselişiyle girişimcilik, yüksek teknoloji ve inovasyon odaklı bir modele dönüşmüştür (Kenney ve Von Burg, 1999, s. 67-103). Girişimciliğin bu tarihsel evrimi, günümüzde teknolojik dönüşümün en ileri aşaması olan yapay zekâ alanında yeni bir boyut kazanmıştır; zira YZ girişimciliği ekosisteminde değer üretimi, girişimci kapasitesi, risk yönetimi ve kaynak etkinliği çerçevesinde şekillenmektedir. Bu bağlamda ekosistem olgunluğu, teknik başarıların ötesinde, yenilik üretme ve kaynakları harekete geçirme yetkinliğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu çerçevede girişimcilik kuramları, YZ girişimciliği ekosistemin olgunluk düzeyini anlamlandırmada temel bir kuramsal bir zemin teşkil etmektedir.

Girişimcilik her ne kadar bireysel bir risk alma ve yenilik yaratma süreci olarak başlasa da bu çabaların günümüzde sürdürülebilir ve ölçeklenebilir bir başarıya dönüşmesi ancak aktörlerin, kurumların ve kaynakların karşılıklı etkileşim içinde olduğu ve bütüncül bir girişimcilik ekosistemi içerisinde mümkün olabilmektedir.

### 2.2.2. Girişimcilik Ekosistemi

Günümüzde girişimcilik ekosistemi, fırsatları değerlendirerek ekonomik değer yaratan girişimciler (Shane & Venkataraman, 2000, s. 218), melek yatırımcılar ve risk sermayedarları gibi finansal kaynak sağlayıcılar (Gompers & Lerner, 2001, s. 146), yeni ürün ve yöntemler geliştirmeyi içeren yenilikçilik süreçleri (Schumpeter, 1934, s. 82), kuluçka merkezleri ve hızlandırıcılar gibi destek mekanizmaları (Cohen & Hochberg, 2014, s. 4) ile devlet politikalarından (Acs, Braunerhjelm, & Audretsch, 2009, s. 15-30) oluşan bütüncül bir yapı olarak ifade edilmektedir. Girişimcilik ekosistemi, sadece ekonomik bir üretim ağı değil; sosyal, kültürel ve kurumsal etkileşimlerin bütünleştiği karmaşık bir sistemdir (Stam, 2015, s. 1761). Literatürde, ekosistemlerin başarısını belirleyen unsurlar arasında finansal sermayeye erişim, nitelikli insan kaynağı, bilgi ve teknoloji transfer mekanizmaları ile kültürel girişimcilik iklimi öne çıkmaktadır (Audretsch, Belitski, & Caiazza, 2023, s. 1540). Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte girişimcilik ekosistemleri giderek daha fazla teknoloji tabanlı iş modellerini merkeze almakta ve bu durum ekosistem yapısının yeniden şekillenmesine neden olmaktadır. Bu dönüşüm, yapay zekâ odaklı girişimcilik ekosistemlerini daha da önemli hâle getirmektedir. YZ odaklı girişimcilik ekosistemlerinde yüksek veri işleme kapasitesi, algoritmik inovasyon ve bulut tabanlı altyapılar gibi teknolojik gereklilikler ön plana çıkmaktadır (Elia, Margherita, & Passiante, 2020, s. 3-5). Söz konusu gereklilikler, ekosistemi daha dinamik, çok katmanlı ve karmaşık bir yapıya dönüştürmektedir. Bu nedenle, YZ girişimciliği ekosisteminin ne ölçüde geliştiğini ortaya koymak; zayıf yönleri belirlemek, veri güvenliği ve etik standartlar gibi alanlarda uluslararası uyumu güçlendirmek ve sürdürülebilir stratejiler geliştirmek için ekosistemin olgunluk analizinin yapılması kritik önem taşımaktadır. Bu çerçevede, girişimcilik ekosisteminin başarısı ve sürdürülebilirliği, yalnızca tekil aktörlerin çabasına ve aynı zamanda bu yapıyı oluşturan temel bileşenlerin bütüncül ve uyumlu biçimde işlemesine bağlıdır. Bu nedenle, girişimcilik ekosisteminin temel bileşenleri değerlendirilmektedir.

### 2.2.3. Girişimcilik Ekosisteminin Bileşenleri

Girişimcilik ekosisteminin başarısı, yalnızca bireysel girişimcilerin yetenekleriyle değil; ekosistemi oluşturan bileşenlerin bütüncül ve uyumlu çalışmasıyla belirlenmektedir (Roundy, Bradshaw, & Brockman, 2018, s. 5). Nitekim bilgi ve teknoloji altyapısı, özellikle yapay zekâ tabanlı girişimlerde yüksek veri işleme kapasitesi ile gelişmiş algoritmaların test edilmesini sağlayan teknik zemini oluşturmaktadır (Spigel & Harrison, 2018, s. 154). Dolayısıyla kurumsal çerçeve, kültürel

faktörler ve pazar erişimi ise girişimlerin uluslararası rekabet gücü kazanmasını sağlayan ve küresel teknoloji trendlerine uyumunu destekleyen kritik unsurlar olmaktadır (Mason & Brown, 2014, s. 1–2). Van de Ven (1993, s. 213), Isenberg (2010, s. 44) ve Dünya Ekonomik Forumu (World Economic Forum, 2013, s. 6–7) tarafından çeşitli alanlarda sistemleştirilen bu yapı; Stam (2015, s. 1765) ile Stam ve Spigel (2018, s. 407) tarafından kurumlar, kaynaklar ve çıktı olarak üç ana kategoriye ayrılmaktadır. Bu unsurlar arasındaki karşılıklı bağımlılık, ekosistemin başarısında belirleyici rol oynamakta (Granovetter, 1992, s. 33; Acemoglu, Johnson, & Robinson, 2005, s. 389) ve alt unsurlar birbirini tamamlamaktadır (Foray, 2004, s. 21). Bu kuramsal çerçeve ışığında, girişimcilik ekosisteminin söz konusu bileşenlerinin soyut bir liste olarak değil, birbirini besleyen ve koşullandıran alt sistemler olarak ele alınması gerekmektedir. Tüm bu birbiriyle entegre alt sistemlerin ne düzeyde geliştiğini ve etkileşime girdiğini tespit etmek, kavramsal zeminden hareketle mevcut darboğazları iyileştirecek stratejik politikalar geliştirebilmek ve sürdürülebilir bir büyüme sağlamak için YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizinin yapılması büyük bir öneme sahiptir. Bu kapsamda girişimcilik ekosisteminin bileşenleri aşağıda ilk olarak insan sermayesi ve yetenek havuzu başlılığında ele alınmakta ardından ise finansman ve sermaye sürekliliği ekseninde yatırım ekosistemi, pazar dinamikleri ve müşteri erişimi, bilgi, Ar-Ge ve üniversite bağlantıları, destekleyici kurumlar, aracı kurumlar ve ağlar, politika-düzenleyici çerçeve ve yönetişim, fiziksel ve dijital altyapı, kültürel ve toplumsal dinamikler başlıklarında ise işlenmektedir.

#### 2.2.3.1. İnsan Kaynağı ve Yetenek Havuzu

İnsan kaynağı, girişimcilik ekosistemlerinin inovasyon kapasitesini ve sürdürülebilirliğini belirleyen temel bileşenlerden biridir; zira finans kaynağı kadar kritik görülen insan sermayesinin sahip olduğu teknik beceriler, yönetim yetkinlikleri, yaratıcılık ve problem çözme kabiliyetleri, girişimlerin hem erken aşamada hem de ölçeklenme sürecinde başarıya ulaşmasında hayati rol oynamaktadır (Acs, Stam, Audretsch, & O'Connor, 2017, s. 1-10). Girişimcilik ekosistemlerinin üretkenliği, insan sermayesinin niteliğiyle yakından ilişkili olup; bilgi, deneyim ve eğitim birikimi fırsatların fark edilmesi ve iş fikirlerinin geliştirilmesi açısından destekleyici bir rol oynamaktadır (Asmit, Simatupang, Rudito, & Novani, 2024, s. 10). Özellikle STEM (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) alanlarında yetişmiş iş gücü, teknoloji tabanlı girişimlere önemli bir rekabet avantajı sağlarken (Shea & Poole, 2019, s. 22); gelişmekte olan ülkelerde nitelikli iş gücü eksikliğinin KOBİ performansını doğrudan sınırladığı görülmektedir (Samiullah, Sami, & Ahmad, 2021, s. 1). Bireysel düzeyde ele alındığında ise girişimcilerin psikolojik ve sosyal sermayesi ile aldıkları girişimcilik eğitimi, elverişli bir iş ortamıyla desteklendiğinde firma performansını olumlu yönde etkilemektedir (Lux, Macau & Brown, 2020, s. 1011).

Ekosistem içerisindeki yetenek gelişimi yalnızca formal eğitim kurumlarıyla sınırlı kalmamakta; mentorluk, hızlandırıcı programlar, mesleki eğitim ve yaşam boyu öğrenme olanakları aracılığıyla da desteklenmektedir. Bilgiye erişim ve aktörler arası öğrenme akışları ise "sağlayıcı hizmetler" olarak tanımlanan üniversiteler, kuluçkalar ve hızlandırıcılar gibi kurumsal taşıyıcılar vasıtasıyla gerçekleşmektedir (Donaldson, 2020, s. 7). Bu bağlamda üniversiteler; bilgi üretimi, ticarileştirme ve genç nüfusun yetkinlik geliştirmesi açısından ekosistemde kritik bir ara yüz işlevi görmekte (Diaconu & Duţu, 2015, s. 11–12); nitekim üniversite temelli ekosistemlerin öğretim, fırsat tanıma, finansal, teknolojik ve kültürel boyutları kapsayan çoklu bileşenli bir yapıya sahip olduğu literatürdeki çalışmalarda istatistiksel olarak da doğrulanmaktadır. Benzer şekilde, kuluçka merkezleri de insan, teknoloji, sermaye ve altyapı bileşenlerinin eşgüdümlü çalıştığı mikro-

ekosistemler olarak öne çıkmaktadır (Yuan, Hao, Guan, & Pentland, 2021, s. 2–4). Ayrıca bilgi yoğun ve dijital sektörlerde, bilgi-beceri geliştirme destekleri ile bilgiye erişim imkânları ekosistemin omurgasını oluşturmaktadır (Corno, Lal, & Colombo, 2014, s. 330-333).

İnsan sermayesinin ekosistemdeki diğer bileşenlerle entegrasyonu da sürdürülebilirlik için vazgeçilmezdir. Literatür, ekosistem uygunluğunun çok boyutlu değerlendirilmesi gerektiğini ve insan sermayesi ve iş gücü piyasası ile diğer ekosistem dinamikleri arasındaki etkileşimlerin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır (Liguori, Bendickson, Solomon, & McDowell, 2019, s. 7-21). Ayrıca ekosistem tanımlarında politika, finans, kültür, destek, insan sermayesi ve pazar alanlarının bütüncül biçimde ele alındığı görülmekte; teknoloji girişimciliği ekosistemlerine yönelik meta-sentezler de yönetişim, sermaye, kültür ve yetenek gibi çekirdek bileşenlerin ölçülmesi gerektiğine işaret etmektedir (Maysami, Mohammadi Elyasi, Mobini Dehkordi, & Hejazi, 2019, s. 419). Şöyle ki, insan sermayesi ile kültürel-sosyal normlar, konaklama ve turizm girişimciliğini farklı ekonomik bağlamlarda etkileyen temel unsurlar arasında yer almakta (Altın, 2025, s. 95–97) ve politik-kültürel boyutlarla birlikte bilgi yoğun işletmelerin sürdürülebilirliğinde belirleyici olmaktadır (Aliabadi, Ataei, Gholamrezai, & Aazami, 2019, s. 288-290). Dahası, insan sermayesinin kurumsal ve dijital altyapıyla birlikte tasarlanması, özellikle dijital girişimcilik ekosistemlerinde yüksek büyüme potansiyelli girişimlerin hızla olgunlaşmasını sağlamaktadır (Venâncio, Picoto, & Pinto, 2023, s. 1; Ács, Szerb, & Autio, 2014, s. 4). İleri aşamalara geçen girişimlerin ise bu süreçte insan sermayesi, takım yetkinliği ve stratejik çeviklik unsurlarını destekleyici ekosistem kaynaklarıyla eş zamanlı olarak dengelemesi gerekmektedir (Crnogaj & Rus, 2023, s. 1).

Tüm bu süreçlerin yanı sıra, yetenek havuzunun korunması ve küresel çapta zenginleştirilmesi de ekosistemlerin rekabet gücü açısından kritik bir faktördür. Araştırmalar, yetenekli bireylerin ekosistem içinde tutulmasının yalnızca ekonomik teşviklerle değil; yaşam kalitesi, kültürel çeşitlilik ve kariyer gelişim fırsatları gibi faktörlerle mümkün olduğunu göstermekte, bu nedenle yetenek politikalarının bütüncül bir yaşam kalitesi yaklaşımı içermesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Florida, 2014, s. 305). Yerel yeteneklerin geliştirilmesinin ötesinde, uluslararası yetenek çekme stratejileri de yabancı girişimciler ve yüksek nitelikli göçmenler aracılığıyla ekosistemlere bilgi transferi ve yenilik kapasitesi açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Dolayısıyla, girişimcilik ekosistemlerinin uzun vadeli başarısı ve olgunluk analizlerinde yukarı yönlü skorların elde edilmesi yerel yetenek geliştirme ve uluslararası yetenek çekme mekanizmalarının entegre biçimde yönetilmesine dayanmaktadır. Bu entegre sürecine finansman ve sermaye unsurlarında dahil edilmesi de gerekmektedir. Buna bağlı olarak da finansman ve sermaye sürekliliği ekseninde yatırım ekosistemi ile ele alınmaktadır.

#### 2.2.3.2. Finansman ve Sermaye Sürekliliği Ekseninde Yatırım Ekosistemi

Finansal kaynaklar, girişimcilik ekosistemlerinin büyüme potansiyelini belirleyen en kritik bileşenlerden biri olmaktadır. Kapitalin başlangıç ve büyüme sermayesi boyunca kesintisiz bir zincir oluşturması, ekosistemin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu çerçevede melek yatırımcılar, girişim sermayesi fonları, kurumsal yatırımcılar, kitle fonlama platformları ve kamu destekleri; girişimlerin erken aşamadan ölçeklenme aşamasına kadar ihtiyaç duyduğu sermayeyi sağlamaktadır. Bilgi yoğun girişimcilik bağlamında finansa erişim de ekosistemin kurucu unsurlarından biri olarak öne çıkmaktadır (Corno, Lal, & Colombo, 2014, s. 330-332). Özellikle YZ girişimcilik ekosistemleri karmaşık uyum sağlayan sistemler olarak incelendiğinde, finansal kaynak enjeksiyonlarının ortaya çıkış ve erken aşama bütünleşme dinamiklerinde belirleyici olduğu

görülmektedir (Roundy, Bradshaw, & Brockman, 2018, s. 1). Nitekim farklı ekonomik bağlamları karşılaştıran bu çalışma, finansmana erişimin girişimcilik açısından evrensel önemini teyit etmektedir (Altın, 2025, s. 85, 95–97).

Bununla birlikte, ekosistemlerde finansman akışının etkinliği sermaye miktarına; yatırımın zamanlamasına, koşullarına ve yatırımcıların sunduğu stratejik destek düzeyine de bağlıdır. Bu nedenle yüksek büyüme odaklı girişimlerin ortaya çıkabilmesi için finansal kaynakların bilgi ve ağ desteğiyle entegre edilmesi gerekmektedir (Mason & Brown, 2014, s. 5). Aynı doğrultuda, YZ girişimcilik ekosistemlerinde finansman akışları biçimsel kurumlar ile inovasyon kaynaklarının birlikte varlığı sayesinde hızlanmakta ve unicorn olgunlaşma süresi kısalmaktadır (Venâncio, Picoto, & Pinto, 2023, s. 1). Global Entrepreneurship Index (GEI) yaklaşımı da finansı, ekosistemin diğer sütunları ile birlikte optimize edilmesi gereken alt sistemlerden biri olarak konumlandırmaktadır (Ács, Szerb, & Autio, 2014, s. 4). Benzer biçimde, gelişmekte olan ülke örneklerinde insan sermayesi ve kültürel çevrenin girişimcilik gelişimi üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğu rapor edilmektedir (Arabi & Abdalla, 2020, s. 309–310).

Öte yandan, finansal kaynaklara erişim ile altyapı ve pazar kısıtları, özellikle kırsal bölgelerde girişimcilik faaliyetlerinin gelişimini sınırlandıran temel yapısal unsurlar arasında yer almaktadır (Asmit, Simatupang, Rudito, & Novani, 2024, s. 1–2). Bölgesel ölçekte yatırım fonlarına erişim yetersizliği ve yatırım-hazır işletme sayısının düşük olması, ekosistemin zayıf halkaları arasında yer almakta; bu nedenle ağlara erişim ile finansman imkânlarının birlikte ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Fkun ve ark., 2023, s. 77–82). Ayrıca sosyal bağlamdaki darboğazlar, güçlü kurumsal çerçevelere rağmen ekosistemin sosyo-ekonomik etkisini sınırlayabilmekte; Brezilya örneğinde GEI (Global Entrepreneurship Index-Küresel Girişimcilik Endeksi) uygulamaları bu asimetrilere işaret etmektedir (Inácio Júnior ve ark., 2016, s. 5-10). Kamu sektörünün ekosistemle etkileşimi finansal kapasiteyi artıran bir politika aracı işlevi görse de (Robertson, Pitt, & Ferreira, 2020, s. 1), kamu destekli fonların etkili olabilmesi için piyasa aktörleriyle koordineli ve hedef odaklı biçimde tasarlanması gerekmektedir. Bunun yanında, kitle fonlama platformlarının artan önemi girişimcilere alternatif finansman kanalları sunarken (Ahlers, Cumming, Günther, & Schweizer, 2015, s. 958), diaspora kaynakları da özellikle gelişmekte olan ekonomilerde finansman açığını kapatmada önemli bir transnasyonal bileşen sunmaktadır.

Finansal ekosistemlerin uluslararasılaşması fintech ve blockchain tabanlı yatırım araçlarının yaygınlaşmasıyla hızlanmış; bu durum yatırımcı tabanını çeşitlendirirken düzenleyici kurumlar açısından da yeni fırsatlar ve riskler yaratmıştır. Dolayısıyla, finansal sürdürülebilirlik için hem yerel hem küresel sermaye kaynaklarının dengeli biçimde yönetilmesi gerekmektedir. Tüm bu sermaye sürekliliği ve entegre finansman mekanizmalarının ne derece etkili işlediğini değerlendirmek, yüksek donanım maliyetleri ve sürekli Ar-Ge yatırımı gerektiren YZ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde kritik bir gösterge sunmaktadır. Bununla birlikte, yatırımlarla desteklenerek geliştirilen yüksek teknoloji ürün ve hizmetlerinin nihai başarısı, pazarın bu çıktıları ne ölçüde benimsediğine bağlı olduğundan, pazar dinamikleri ve müşteri erişimi boyutlarıyla değerlendirilmektedir.

#### 2.2.3.3. Pazar Dinamikleri ve Müşteri Erişimi

Pazar dinamikleri ve müşteri erişimi, girişimcilik ekosisteminde yenilikçi ürün ve hizmetlerin ekonomik değere dönüşmesini, müşteri tarafından benimsenmesini ve ölçeklenmesini mümkün kılan temel yapısal unsurlar arasında yer almaktadır. Erişilebilir ve talep yoğunluğu yüksek pazarlar, girişimlerin ürün-pazar uyumunu doğrulamasını ve ölçeklenme sürecini hızlandırmasını

sağlamaktadır. Dünya Ekonomik Forumu ve Isenberg modellerinin karşılaştırmalı analizinde "erişilebilir pazarlar" ile "erken müşteri kazanımı" unsurlarının öne çıktığı görülmekte (St-Pierre ve ark., 2015, s. 441–450); GEI (Global Entrepreneurship Index-Küresel Girişimcilik Endeksi) yaklaşımı da talep ve pazarı ekosistemin çıktılarıyla doğrudan ilişkilendirerek mekânsal örgütlenme içinde girişimcilik köprüsünü kurmaktadır (Ács, Szerb, & Autio, 2014, s. 3–4). Bu çerçevede, erken aşamada pazar sinyallerine erişim ekosistemin temel unsurlarından biri olarak tanımlanmaktadır (Suresh & Ramraj, 2012, s. 1).

Bölgesel çalışmalar, ekosistem bileşenlerinin birlikte işlemesinin girişimcilik performansını ve pazara açılma kapasitesini güçlendirdiğini göstermektedir. Örneğin Balkanlar'da genç girişimcilik ekosistemlerinin yenilik odaklı girişimleri beslediği ve bu girişimlerin yatırımcı ilgisini çekebildiği görülmektedir (Andonova, 2021, s. 150–153). Bangalore örneğinde ise yetenek, finans, üniversiteler, ağlar ve politika bileşenlerinin eş zamanlı olgunlaşmasının pazara nüfuzu hızlandırdığı belirtilmektedir (Bala, 2017, s. 1–2). Benzer biçimde, Avrupa bölgelerinde yapılan analizler pazarın girişimcilik-büyüme ilişkisinde farklılaştırıcı ve önemli bir rol oynadığını göstermekte (Săniuță & Filip, 2021, s. 882); Brezilya'daki düşük uluslararasılaşma oranları ise dışa açıklık ile yenilik arasındaki bağın güçlendirilmesi ve politika-pazar koordinasyonu ihtiyacını belirginleştirmektedir (Inácio Júnior, Autio, Morini, Prado Gimenez, & Avancci Dionisio, 2016, s. 7-14).

Öte yandan, diaspora ve sınır-ötesi ağlar uluslararası pazarlara erişim sağlayarak önemli bir pazar genişletme aracı sunmakta; Yerel bağlamlarda ise eyalet düzeyi eylem planları ve girişimcilik politikaları, girişimlerin iş yapma koşullarını iyileştirerek pazara erişim imkânlarını dolaylı biçimde destekleyebilmektedir (Behera, Dash, Mohanty, & Das, 2019, s. 1–2, 4). Bu nedenle ürün-pazar uyumunun, uluslararası pazar erişiminin ve müşteri kabul düzeylerinin ne derece geliştiğini tespit etmek; YZ tabanlı ürün ve hizmetlerin ticari başarısını öngörebilmek ve yapısal darboğazları aşabilmek açısından YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizinde kritik önem taşımaktadır. Bununla birlikte, pazarın bu yüksek teknoloji odaklı çözümleri talep edebilmesi ve benimseyebilmesi, öncelikle derin bilimsel araştırmalara ve yenilikçi üretim süreçlerine dayanmakta; bu nedenle pazar dinamikleri tartışması bizi doğal olarak bilgi, Ar-Ge ve üniversite bağlantıları ekseninde ekosistemin bilgi üretim kapasitesini incelemeye yönlendirmektedir.

#### 2.2.3.4. Bilgi, Ar-Ge ve Üniversite Bağlantıları

Bilgi mimarisi, ekosistemin "kolektif belleğini" oluşturarak fırsat keşfi, problem çözme kabiliyeti ve yenilik üretme kapasitesini artırmaktadır. Bu çerçevede üniversiteler, teknoloji transfer ofisleri, kuluçka merkezleri, hızlandırıcılar ve çeşitli danışmanlık profesyonelleri; bilgi üretimi, transferi ve ticarileştirme zincirinde kilit "sağlayıcı hizmetler" olarak konumlanmakta (Donaldson, 2020, s. 7) ve bu kurumsal-bilgi alt sistemi, ekosistem performansının optimize edilmesine doğrudan katkı sağlamaktadır (Ács, Szerb, & Autio, 2014, s. 4). Bu noktada üniversiteler, birçok ekosistemde bilgi düğümü ve merkezî ara yüz işlevi görerek ölçek ve kurumsal ilişkiler açısından bir çekim merkezi yaratmaktadır (Malecki, 2018, s. 1–2). Benzer şekilde, üçlü sarmal modeli (üniversite-sanayi-kamu), teknoloji girişimciliği ekosistemlerinin zaman içindeki olgunlaşmasını açıklayan temel bir bileşen olarak tanımlanırken (Bala, 2017, s. 1); hızlandırıcılar da mentorluk, eğitim ve ağ erişimini bir araya getirerek doğrulama ve yatırım süreçlerinde kapı bekçisi rolü üstlenmektedir (Drori & Wright, 2018, s. 2).

Diğer yandan, ağ tabanlı bilgi akışlarının yoğunluğu bilginin sürekliliğini güçlendirmekte ve ağların kavramsal çerçevede ayrı bir boyut olarak değerlendirilmesini gerektirmektedir (Fernandes

& Ferreira, 2021, s. 1). Ekosistemlerin bilgiyi nasıl organize ettiğine ilişkin teorik boşluğu kapatan "işlemsel bellek" (transactive memory) yaklaşımı ise çeşitlilik, uyum (coherence), bağlantısallık ve karşılıklı bağımlılık gibi özelliklerin ekosistemin bilgi depolama kapasitesini şekillendirdiğini vurgulamaktadır (Roundy, 2020, s. 235). Bu nedenle, özellikle örtük bilginin edinimi ve paylaşımı konularında ekosistem düzeyinde bilişsel koordinasyon kritik önem taşımaktadır.

Tüm bu hususlar ışığında, bilgi üretim süreçlerinin, kurumsal hafızanın ve bu bilişsel ağın ne derece etkin çalıştığını haritalandırmak; ileri düzey algoritmalar ve yoğun Ar-Ge gerektiren YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, üretilen bu nitelikli bilginin ve Ar-Ge çıktılarının ekosistem içinde sağlıklı biçimde ticarileşebilmesi ve aktörler arası koordinasyonun sağlanabilmesi, bu süreçleri kolaylaştıran yapıların varlığına bağlıdır. Bu nedenle de konu, doğal olarak destekleyici kurumlar, aracı kurumlar ve ağlar başlığı altındaki dinamikleri incelemeye yönlendirmektedir.

#### 2.2.3.5. Destekleyici Kurumlar, Aracı Kurumlar ve Ağlar

Destekleyici kurumlar, girişimcilik ekosisteminin işleyişini kolaylaştıran, aktörler arasındaki bağlantıları güçlendiren ve kaynaklara erişimi hızlandıran yapılar konumundadır (Mian, Lamine, & Fayolle, 2016, s. 5). Bu kurumların etkinliği, ekosistem içindeki güven düzeyi ve iş birliği kültürüne bağlı olmakla birlikte, politika yapıcılar ve yerel yönetimler destekleyici kurumları güçlendirecek düzenlemeler aracılığıyla ekosistemin dayanıklılığını artırabilmektedirler (Stam & Van de Ven, 2021, s. 422). Bu bağlamda aracılık mekanizmaları da bilgi, finans, yetenek ve pazarlar arasındaki akışı sağlayarak ekosistem bileşenleri arasındaki koordinasyonu güçlendirmektedir (Spigel & Harrison, 2018, s. 153). Haliyle araştırmalar, güçlü aracılık mekanizmalarının girişimlerin yatırım alma olasılığını ve hayatta kalma sürelerini artırdığını göstermektedir.

Ağlar ise bilgi, sermaye ve pazar arasındaki asimetrileri azaltarak girişimlerin zaman açısından kritik doğrulama süreçlerini hızlandırmakta; kültürel bağlayıcılar ve gayriresmî normlar da bu ağların işlevselliğini artıran "kültürel ekosistem hizmetleri" olarak tanımlanmaktadır (Donaldson, 2020, s. 1). Yerel ağların yanında transnasyonal ağlar da pazar ve kaynak erişimini artırarak ekosistem etkileşimlerini zenginleştirmekte; bu nedenle ağ ve finans unsurlarının birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Fkun ve ark., 2023, s. 77-88). Bununla birlikte, ekosistem dayanıklılığı çeşitlilik ile ortak uyum arasındaki dengeye bağlı olup, bu dengenin bozulması dayanıklılığı zayıflatmaktadır. Yüksek büyüme odaklı bölgelerde liderlerin önceki deneyimlerinin yeniden döngüye girmesiyle ağ yapıları evrilmekte ve bu durum şoklara karşı direnci artırmaktadır (Walsh, 2019, s. 359–361). Bu tür ekosistemlerde girişimci geri dönüşüm ve "deal-maker" aktörlerin çoklu girişimlerde vekâlet üstlenmesi, bilgi-sermaye eşleşmesini hızlandırarak yüksek büyüme firmalarının ortaya çıkma olasılığını artırmaktadır (Mason & Brown, 2014, s. 2, 4, 6). Ayrıca ekosistemde öne çıkan "blockbuster" girişimciler de ağ trafiğini ve itibar akışlarını güçlendirmektedir (Mason & Brown, 2014, s. 5).

Diğer yandan, sürdürülebilir vadiler yaklaşımı formel ve informel ağların fiziksel altyapı ve kültürle birlikte tasarlanmasının girişimci yenilik kümeleri yaratmadaki rolünü vurgulamaktadır (Cohen, 2005, s. 1). Buna paralel olarak bütüncül ve dinamik çerçeveler, ağlar ile diğer ekosistem bileşenleri arasındaki etkileşimlerin açıklanmasını gerekli kılmaktadır (Shwetzer, Maritz, & Nguyen, 2019, s. 79–80). Kırsal ekosistemlerde ise çok aktörlü iş birlikleri, ağ yoğunluğunun sürdürülebilir biçimde kurumsallaşmasına aracılık etmektedir (Asmit, Simatupang, Rudito, & Novani, 2024, s. 2-

3). Dolayısıyla ağların ekosistem konfigürasyonundaki bu merkezi rolü, ilişkisel, kurumsal ve yapısal boyutların birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir (Fernandes & Ferreira, 2021, s. 1).

Tüm bu hususlar ışığında, ekosistem içindeki destekleyici yapıların, aracılık mekanizmalarının ve karmaşık ağ bağlantılarının ne derece güçlü ve işlevsel olduğunu tespit etmek, farklı disiplinlerin ve aktörlerin yoğun iş birliğini gerektiren YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından kritik önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu ağların, bilgi akışlarının ve destekleyici kurumların hedeflenen etkiyi yaratabilmesi, yenilikçi projelerin güvenli, şeffaf ve teşvik edici bir yasal zeminde filizlenebilmesine bağlıdır. Bu nedenle konu, doğal olarak Politika-Düzenleyici Çerçeve ve Yönetişim dinamiklerini incelemeye yönlendirmektedir.

#### 2.2.3.6. Politika-Düzenleyici Çerçeve ve Yönetişim

Biçimsel kurumlar, düzenleyici öngörülebilirlik ve girişimcilik dostu mevzuat, girişimlerin ortaya çıkış ve ölçeklenme süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle Küresel Girişimcilik Endeksi (GEI-Global Entrepreneurship Index) ve Ulusal Girişimcilik Sistemleri (NSE-National Systems of Entrepreneurship) yaklaşımlarında düzenleyici hizmetler; ulusal ve yerel politika araçlarını, teşvikleri ve koruma mekanizmalarını kapsayarak ekosistemin "düzenleyici hizmetler" boyutunu oluşturmaktadır (Donaldson, 2020, s. 7). Politika ve altyapı bazı çerçevelerde birlikte, bazı modellerde ise ayrı sütunlar olarak sınıflandırılmaktadır (St-Pierre, Foleu, Abdulnour, Nomo, & Fouda, 2015, s. 441-444). Bu bağlamda kamu kesiminin temel rolü; politika tasarımı, kurumsal kapasite inşası ve kamu-özel-akademi iş birlikleri aracılığıyla ekosistemin işleyişini güçlendirmektir (Gholipour ve ark., 2024, s. 2; Robertson ve ark., 2020, s. 1). Nitekim bilgi yoğun işletmelerde sürdürülebilirliği belirleyen en önemli ölçütler arasında politik, kültürel ve sosyal sermaye boyutlarının yer aldığı tespit edilmiştir (Aliabadi, Ataei, Gholamrezai, & Aazami, 2019, s. 288-295). Bölgesel örnekler, kurumsal zayıflıklar ve yapısal sınırlılıklara rağmen genç girişimcilik ekosistemlerinin yenilik odaklı girişimciliği besleyerek bölgesel inovasyon performansını güçlendirebildiğini göstermektedir (Andonova, 2021, s. 150–152). Ancak bileşenler arasında eşgüdüm zayıf olduğunda programların üst üste binme riski bulunduğundan, tek bir kamu kurumunun koordinasyon rolü üstlenmesi önerilmektedir.

Politika tasarımında önceliklerin belirlenmesinde, ülkelerin ekosistem performans sıralamaları yol gösterici olabilmektedir. GEI (Global Entrepreneurship Index-Küresel Girişimcilik Endeksi) ve NSE (National Systems of Entrepreneurship-Ulusal Girişimcilik Sistemleri) analizlerinde kurumsal çerçeve ile sosyal faktörlerin farklı performans göstermesi, politika tasarımında önceliklendirme yapılmasını gerekli kılmaktadır (Inácio Júnior, Autio, Morini, Prado Gimenez, & Avancci Dionisio, 2016, s. 4-14). Örneğin İsveç'te GEI skoru yüksek (72,7) olmasına rağmen, ekosistemde özellikle başlangıç becerileri ve insan sermayesi alanlarında darboğazlar tespit edilmiş; GEI potansiyeline yaklaşmak için en yüksek ek kaynak ihtiyacının başlangıç becerileri sütununda %47, insan sermayesinde ise %13 olduğu hesaplanmıştır (Balawi & Ayoub, 2022, s. 175–176). Mikro düzeyde ise büyük ölçekli kamu destekli araştırma programlarında baş araştırmacıların (PI-Principal Investigator) kaynak tahsisi, sınır aşan ilişkiler ve uyuşmazlık çözümü becerileri, ekosistem yönetişimini doğrudan etkilemektedir (Cunningham, Menter, & Wirsching, 2019, s. 545-546). Bu nedenle yalnızca elverişli çerçeve koşulları yaratmak veya yeni girişim sayısını artırmak, yüksek büyüme odaklı girişimler (HGF-High Growth Firms) üretmek için yeterli olmamakta; bunun yerine ekosistem içindeki tüm aktörleri kapsayan bütüncül müdahale setleri gerekli olabilmektedir (Mason & Brown, 2014, s. 1).

Tüm bu yapısal dinamikler ışığında, yasal çerçevenin, teşvik mekanizmalarının ve kamu yönetişiminin ne derece şeffaf ve destekleyici olduğunu haritalandırmak; veri gizliliği, etik standartlar ve algoritmik düzenlemeler gibi çok daha karmaşık ve dinamik bir hukuki zemine ihtiyaç duyan YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından hayati önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu destekleyici mevzuatın ve kamu politikalarının somut bir teknolojik değere dönüşebilmesi; yüksek donanım kapasitesi, bulut sistemleri ve güvenilir veri ağlarının varlığına bağlıdır. Bu nedenle konu, doğal olarak ekosistemin can damarı olan fiziksel ve dijital altyapı boyutunu incelemeye yönlendirmektedir.

#### 2.2.3.7. Fiziksel ve Dijital Altyapı

Fiziksel altyapı; ulaşım, enerji, lojistik, ofis alanları, laboratuvarlar ve teknoloji parkları gibi girişimlerin faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli somut unsurları kapsamaktadır. Yüksek kaliteli altyapı, ekosistem içinde aktörler arası etkileşimi kolaylaştırarak hem yerel hem küresel ağlara erişimi hızlandırmaktadır (Mulas, Minges, & Applebaum, 2015, s. 3). Buna karşılık dijital altyapı; genişbant internet, veri merkezleri, bulut bilişim, 5G'den daha gelişmiş mobil ağlar ve yapay zekâ işlem platformları gibi teknolojik sistemlerden oluşmaktadır. Özellikle dijital girişimcilik ekosistemlerinde hızlı ve güvenilir dijital altyapı; ölçeklenebilir iş modellerinin uygulanmasını, veri odaklı karar mekanizmalarının kurulmasını ve küresel pazarlara erişimi mümkün kılmaktadır (Venâncio, Picoto, & Pinto, 2023, s. 5). Araştırmalar, dijital altyapı yatırımlarının ekosistemin yenilik kapasitesini artırarak yatırımcı ilgisini güçlendirdiğini göstermektedir. Ayrıca fiziksel ve dijital altyapının birbirini tamamlayan yapısı, hibrit iş modellerinin yaygınlaşmasına imkân tanımaktadır (Li, Goethals ve De Wever, 2022, s. 4). Bu nedenle altyapı yatırımlarının stratejik ve entegre biçimde planlanması gerekmektedir.

Özellikle yükselen ekonomilerde dijital uçurumun azaltılması ve bölgeler arası eşitsizliklerin giderilmesi, girişimcilik ekosisteminin kapsayıcılığı açısından kritik önem taşımaktadır. Bu bağlamda politika yapıcılar, dijital altyapı yatırımlarını eğitim ve finansal erişim programlarıyla birlikte planlayarak girişimcilerin ekosisteme katılımını artırabilmektedirler (World Bank, 2021, s. 12). Tüm bu donanımsal ve teknolojik zeminlerin ne ölçüde gelişmiş, entegre ve erişilebilir olduğunu haritalandırmak; yüksek hacimli veri işleme kapasitesine, gelişmiş sunuculara ve kesintisiz bulut mimarilerine hayati derecede ihtiyaç duyan YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından kritik önem taşımaktadır. Bununla birlikte, inşa edilen bu güçlü fiziksel ve dijital altyapının yenilikçi girişimlere dönüşebilmesi ve sürdürülebilmesi; girişimcilerin risk alma eğilimi, açık inovasyon ve iş birliği kültürü ile toplumsal kabul düzeyiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle konu, doğal olarak bir sonraki kültürel destek ve topluluk dinamikleri başlığını incelemeye yönlendirmektedir.

#### 2.2.3.8. Kültürel ve Toplumsal Dinamikler

Kültürel bağlam, girişimcilik ekosistemlerinde risk alma istekliliği, başarısızlığa tolerans, yeniliğe açıklık ve girişimciliğin toplum nezdindeki itibarı gibi unsurları kapsamaktadır. Bu kültürel faktörler, bireylerin girişimcilik faaliyetlerine yönelme olasılığını artırmakta veya azaltmaktadır (Liñán & Fernandez-Serrano, 2014, s. 685-686). Toplumda girişimcilerin "rol model" olarak görülmesi de ekosistem içinde yeni girişimlerin ortaya çıkışını teşvik eden önemli bir psikososyal mekanizma oluşturmaktadır (Bosma, Hessels, Schutjens, Van Praag, & Verheul, 2012, s. 420). Bu çerçevede Donaldson (2020, s. 5), kültürü ekosistemin "bağlayıcı dokusu" olarak tanımlamakta ve

kültürel destek mekanizmalarının sosyal sermaye, ağ yoğunluğu ve bilgi paylaşımı ile doğrudan ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla kültür, ekosistem aktörleri arasında güvenin tesis edilmesi ve kolektif öğrenme süreçlerinin güçlendirilmesi açısından kritik bir bileşen olmaktadır.

Toplumsal dinamikler ise yerel etkinlikler, girişimcilik yarışmaları, mentorluk programları, hackathonlar ve sektörel buluşmalar gibi sosyal etkileşim platformları üzerinden şekillenmektedir. Bu etkinlikler, bilgi ve deneyim paylaşımını kolaylaştırırken aynı zamanda yeni iş birliklerinin doğmasına da zemin hazırlamaktadır (Feld, 2020, s. 26). Özellikle "almadan önce vermek (give before you get)" ilkesi, girişimcilik topluluklarında dayanışma ve karşılıklı destek kültürünü beslemektedir. Nitekim araştırmalar, güçlü kültürel destek yapısına sahip ekosistemlerde girişimlerin ölçeklenme oranlarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Stam ve Van de Ven, 2021, s. 419). Ayrıca yerel toplulukların ekosistemin sürdürülebilirliğinde oynadığı rol, yalnızca ekonomik çıktılarla sınırlı kalmamakta; sosyal kapsayıcılık ve bölgesel kimlik unsurlarını da kapsamaktadır (Malecki, 2018, s. 6).

Tüm bu psiko-sosyal ve kültürel faktörlerin ne derece yerleştiğini ve destekleyici bir ortam sunduğunu tespit etmek; doğası gereği yüksek belirsizlik, yoğun açık inovasyon ve hızlı başarısızlık-öğrenme döngüleri barındıran YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından hayati önem taşımaktadır. Bununla birlikte, ekosistemi oluşturan insan, finans, altyapı ve kültür gibi tüm bu bileşenlerin birbiriyle etkileşiminin ve bölgesel farklılıklarının bütüncül biçimde kavranabilmesi, ekosistemlerin belirli tipolojiler altında olgunluk analizin ön görü oluşturması gerektirmektedir. Bu nedenle konu, doğal olarak girişimcilik ekosistem yaklaşımları başlığını incelemeye yönlendirmektedir.

### 2.2.4. Girişimcilik Ekosistem Yaklaşımları

Girişimcilik ekosistemleri; girişimciler, yatırımcılar, üniversiteler, araştırma merkezleri, işletmeler, kamu otoriteleri ve destekleyici kuruluşlar arasındaki çok boyutlu etkileşim ağlarından oluşmaktadır. Bu ağlar aktörlerin varlığını ve aynı zamanda bilgi, sermaye, yetenek ve güven akışını mümkün kılan kurumsal düzenlemeleri, kültürel normları ve toplumsal sermaye unsurlarını da içermektedir (Spigel, 2017, s. 52; Stam ve Van de Ven, 2021, s. 421; Wurth, Stam, & Spigel, 2021, s. 980–982). Bu nedenle ekosistemler, bir bölgenin girişimcilik kapasitesini belirleyen dinamik ilişkiler bütününün kurumsal ve yapısal yansıması olarak değerlendirilmektedir.

Literatürde, girişimcilik ekosistem yaklaşımlarının tek tip bir model üzerinden açıklanamayacağı; aksine farklı türler, yapılar ve konfigürasyonlar altında incelenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Bennett, Vedula, & Araki, 2025, s. 4). Bu çerçevede ekosistemler, bu ana başlığın altında ilk olarak mekânsal ve bölgesel temelli yaklaşımın ardından konfigürasyonel temelli, dayanıklı ve kurumsal koordinasyon odaklı, yapısal açıdan sağlıklı, ağ kaynaklı ve verimlilik odaklı, veri odaklı ve algoritmik yaklaşımlar ile yaklaşımların bütünleşik olarak değerlendirildiği başlıklar yer almaktadır.

#### 2.2.4.1. Mekânsal ve Bölgesel Temelli Yaklaşım

Ekosistemlerin sınıflandırılmasında en temel ölçütlerden biri de mekânsal yaklaşımdır. Literatürde en yaygın ayrım; yerel, bölgesel, ulusal ve küresel düzeylerde yapılan sınıflandırmalardır (Spigel & Harrison, 2018; Ghio, Guerini, & Rossi-Lamastra, 2019, s. 523-524). Nitekim ekosistem literatürü, unsurlar arasındaki karşılıklı bağımlılıklar yeterince anlaşılmadan geliştirilen politika ve uygulama tasarımlarının yüzeysel kopyacılığa savrulabileceğini vurgulamaktadır.

Yerel girişimcilik ekosistemleri, şehir veya metropol ölçeğinde gelişmektedir. Bu düzeyde fiziksel yakınlık, güvene dayalı sosyal sermaye ve hızlı bilgi akışı önemli avantajlar sunarken; sermaye kaynaklarının sınırlılığı ve pazar ölçeğinin dar olması önemli dezavantajlar yaratmaktadır (Malecki, 2018). Bu nedenle yerel ekosistemlerde değişim ve istikrarın, girişimci eylemin ekosistem öğeleriyle kurduğu etkileşim üzerinden okunması gerekmektedir (O'Connor & Audretsch, 2023, s. 1051–1056). Bölgesel girişimcilik ekosistemleri ise birden fazla şehir veya ilin iş birliği ile oluşmaktadır (Cantner ve ark., 2021, s. 407-410). Bu genel mekânsal sınıflandırma, girişimcilik bağlamında daha özgül avantaj ve sınırlılıklar üretmektedir. Çünkü ölçek ekonomileri, kaynak paylaşımı ve daha geniş yetenek havuzları önemli fırsatlar yaratırken, aktörler arasındaki eşgüdüm ihtiyacı da belirginleşmektedir. Bu nedenle mezo düzey aracılarının önemi daha görünür hâle gelmektedir (O'Connor & Audretsch, 2023, s. 1056, 1070–1072). Nitekim bu katmanda dijital altyapı ve hizmet sektörünün gelişmişliği, deney-odaklı öğrenme hızını belirgin biçimde artırmaktadır (Zhang, van Gorp, & Kievit, 2023, s. 1079–1084, 1101–1105). Ulusal düzey ise politika desteği, büyük pazar ve standart veri altyapısı aracılığıyla sistem çıktısını yükseltmekte; dijital teknolojinin kaldıraç etkisi de kurumsal kalite ve kamu politikalarıyla daha güçlü hâle gelmektedir (Zhang, van Gorp, & Kievit, 2023, s. 1078–1083, 1101–1105). Bu noktada ekosistemlerin doğuş, büyüme, olgunluk ve gerileme evreleri arasında salındığını gösteren dinamik yaşam döngüsü yaklaşımı, ulusal düzeyde deneysel politika ihtiyacını kuramsal olarak temellendirmektedir (Wurth, Stam, & Spigel, 2021, s. 980-981). Küresel inovasyon ekosistemleri ise sınır ötesi sermaye akışı, uluslararası iş birlikleri, yetenek mobilitesi ve teknoloji transferi ile karakterizedir (Kapturkiewicz, 2022, s. 2–4; Audretsch & Belitski, 2021, s. 740–742). Buna karşılık küresel düzey, uluslararası sermaye ve pazar erişimi sayesinde ölçeklenebilirliği hızlandırırken, yüksek rekabet ve çoklu yargı alanına uyum maliyetleri nedeniyle girişimlerin stratejik konfigürasyonlarını daha karmaşık hâle getirmektedir. Bu nedenle YZ girişimciliği açısından yerel, bölgesel, ulusal ve küresel düzeyler arasındaki ilişki doğrusal bir merdiveni ile yaşam döngüsü evrelerine ve ekosistem tipine bağlı geri beslemeli ağ geçişleri sistemi olarak değerlendirilmelidir (Cantner, Cunningham, Lehmann, & Menter, 2021, s. 407-415; Wurth, Stam, & Spigel, 2021, s. 733–736). Girişimcilik ekosistemlerinde bu döngü, veri standardizasyonu, algoritmik gelişmeler ve regülasyon değişimleri ile daha da hız kazanmaktadır (Cantner ve ark., 2021, s. 407–420). Dolayısıyla farklı mekânsal ölçeklerde ortaya çıkan bu yapısal dinamiklerin ve evrimsel yaşam döngüsünün hangi aşamada bulunduğunu tespit etmek; veri standartları, regülasyonlar ve altyapı gereksinimleri sürekli değişen YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından kritik önem taşımaktadır. Bu çerçevede Tablo 1. yerel, bölgesel, ulusal ve küresel düzeylerin yapısal avantajlarını, yapısal zorluklarını ve YZ girişimciliği açısından öne çıkan unsurlarını sistematik biçimde ortaya koymaktadır.

**Tablo 1.** Mekânsal Ölçeğe Göre ve YZ Girişimciliği Açısından Girişimcilik Ekosistemlerinin Karşılaştırılması

| Mekânsal Ölçek | Yapısal Avantajlar | Yapısal Zorluklar | YZ Girişimciliği Açısından Öne Çıkan Unsurlar |
|---|---|---|---|
| **Yerel** | Hızlı iletişim, düşük maliyet, güçlü sosyal sermaye. | Küçük pazar, sınırlı sermaye. | Prototip geliştirme ve erken aşama test ortamları. |
| **Bölgesel** | Kaynak paylaşımı, yetenek çeşitliliği. | Koordinasyon sorunları. | Ortak veri havuzları, bölgesel test alanları |
| **Ulusal** | Politika desteği, büyük pazar. | Bürokrasi, düşük esneklik. | Standart veri altyapısı, ulusal YZ stratejileri. |
| **Küresel** | Uluslararası sermaye, teknoloji transferi. | Yüksek rekabet, uyum maliyeti. | Küresel pazara erişim, uluslararası Ar-Ge ağları. |

Tüm bu farklı mekânsal ölçeklerdeki yapısal dinamiklerin ve evrimsel yaşam döngüsünün hangi aşamada bulunduğunu tespit etmek; veri standartları, regülasyonlar ve altyapı gereksinimleri sürekli değişen YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından kilit önem taşımaktadır. Ancak ekosistemlerin mekânsal sınırları ve evrimsel döngüleriyle ve aynı zamanda bu karmaşık bileşenlerin birbirleriyle nasıl hizalandığı ve farklı performans çıktıları ürettiği üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğinden, konfigürasyonel temelli yaklaşım kapsamında tartışılmaktadır.

### 2.2.4.2. Konfigürasyonel Temelli Yaklaşım

Mekânsal farklılaşmanın ötesinde, ekosistemler konfigürasyonel yaklaşımlarına göre de sınıflandırılmaktadır. Mason ve Brown (2014, s. 79) ile Roundy ve Lyons (2022, s. 1-9), yüksek performanslı ekosistemlerin farklı bileşenlerin belirli biçimlerde bir araya gelmesiyle şekillendiğini vurgulamaktadır. Bu çerçevede öne çıkan türler arasında, risk sermayesi ve melek yatırımcıların güçlü olduğu yatırım yoğun yapılar ile kamu teşvikleri ve vergi avantajlarıyla güçlenen politika destekli ekosistemler yer almaktadır. Buna ek olarak, güven, kültürel normlar ve sosyal bağların belirleyici olduğu sosyal sermaye yoğun ekosistemler ile üniversite-sanayi iş birlikleri, Ar-Ge merkezleri ve inovasyon altyapısı etrafında gelişen teknoloji merkezli yapılar da konfigürasyonel farklılaşmanın temel örneklerini oluşturmaktadır. Bennett, Vedula ve Araki (2025, s. 7) ise daha ayrıntılı bir tipoloji sunarak tabandan yukarı gelişen (Bottom-Up), devlet merkezli (Top-Down), serbest piyasa temelli, kolektivist kültür destekli ve rekabetçi değerlerle şekillenen ekosistemlere dikkat çekmektedir. Bu farklılaşmalar, ekosistemlerin "Silikon Vadisi" modeline indirgenemeyeceğini ve her bölgenin kendi sosyo-kültürel bağlamına uygun stratejiler geliştirmesi gerektiğini göstermektedir. Dolayısıyla farklı bileşenlerin bir araya gelerek oluşturduğu bu özgün konfigürasyon yapılarını ve yerel dinamikleri haritalandırmak; tek tip bir gelişim modeli yerine kendi sosyo-kültürel, teknolojik ve ekonomik bağlamına uygun stratejik müdahaleler gerektiren YZ ekosisteminin olgunluk analizi açısından kritik önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu farklı konfigürasyonların krizler ve hızlı teknolojik şoklar karşısında sürdürülebilirliğini koruyabilmesi, ekosistemin esnekliğine ve kurumlar arası eşgüdüm kapasitesine bağlıdır. Bu nedenle, dayanıklılık ve kurumsal koordinasyon odaklı yaklaşım belirleyici hâle gelmektedir.

### 2.2.4.3. Dayanıklı ve Kurumsal Koordinasyon Odaklı Yaklaşım

Ekosistemlerin işleyişinde kurumsal düzenlemeler, yönetişim mekanizmaları ve paydaşlar arası koordinasyon önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda üniversite–sanayi ortaklıkları, bilgi paylaşımı, inovasyon ve ticarileştirme süreçleri açısından ekosistemin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Bacon & Williams, 2022, s. 114–115). Kamu-özel iş birlikleri, uzun vadeli sürdürülebilirlik açısından kritik görülmektedir. Yerel yönetimlerin planlama kapasiteleri, politika araçlarının çeşitliliği ve paydaşlarla kurduğu koordinasyon mekanizmaları da ekosistemlerin uzun vadeli sürdürülebilirliğini doğrudan etkilemektedir. Nitekim bazı ekosistemlerin merkeziyetçi ve devlet yönelimli bir yapıda olduğu, bazılarının ise ağ tabanlı, esnek ve katılımcı yönetişim biçimleri geliştirdiği görülmektedir. Özellikle New York örneğinde olduğu gibi, merkezi koordinasyonla birlikte yerel toplulukların sürece katılımını esas alan çok katmanlı yönetişim biçimleri, kurumsal dayanıklılığı güçlendirmektedir. Bu çerçevede Avrupa şehirlerinde yapılan karşılaştırmalı araştırmalar da girişimcilik ekosistemlerinin yapısal dayanıklılığının bölgesel inovasyon kapasitesiyle doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Wurth, Stam, & Spigel, 2021, s. 982).

Dolayısıyla kurumsal dayanıklılığın, yönetişim esnekliğinin ve paydaşlar arası koordinasyonun ne ölçüde tesis edildiğini tespit etmek; sürekli güncellenen regülasyonlara, veri etiği standartlarına ve çok aktörlü ortaklıklara ihtiyaç duyan YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, kurumsal düzeyde sağlanan bu dayanıklılığın tam anlamıyla işlevsel olabilmesi, ekosistem içindeki kaynakların nasıl organize edildiği ve ağ yapılarının sistemin genel sağlığını nasıl desteklediğiyle doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle yapısal açıdan sağlıklı, ağ kaynaklı ve verimlilik odaklı yaklaşım kapsamında konu ele alınmaktadır.

### 2.2.4.4. Yapısal Açıdan Sağlıklı, Ağ Kaynaklı ve Verimlilik Odaklı Yaklaşım

Yapısal açıdan sağlıklı, ağ kaynaklı ve verimlilik odaklı yaklaşım çerçevesinde ekosistemler, girişimcilik faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini aktörler arası ilişkiler, kaynak dolaşımı ve sistem verimliliği temelinde açıklayan bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Bu çerçevede ekosistemler, olgun, gelişen ve kırılgan olarak sınıflandırılabilmektedir (Wurth, Stam, & Spigel, 2021, s. 980). Bununla birlikte, ekosistemlerin verimliliği yalnızca ekonomik çıktılarla değil, sosyal ve kurumsal bağların gücüyle de değerlendirilmektedir. Bu bağlamda olgun ekosistemlerde aktörler arasında yüksek düzeyde güven ve koordinasyon bulunmakta; gelişen ekosistemlerde ise iş birlikleri henüz sınırlı ölçekte ilerlemektedir. Buna karşılık kırılgan ekosistemlerde ağ ilişkilerinin zayıf olması, girişimcilik faaliyetlerinin sürdürülebilir bir yapı kazanmasını zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla ağ ilişkilerinin gücüne ve kaynak akışlarının dengesine dayanan bu yapısal sağlık durumunu haritalandırmak; yoğun veri paylaşımına, disiplinler arası etkileşime ve çok paydaşlı koordinasyona sıkı sıkıya bağlı olan YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından değer taşımaktadır. Ancak ekosistemlerin sağlığını, verimliliğini ve aktörler arası karmaşık etkileşim ağlarını geleneksel yöntemlerle ölçmek ve sınıflandırmak giderek zorlaştığından, daha nesnel, dijital izlere dayalı ve ölçeklenebilir ölçüm yöntemlerine duyulan ihtiyaç, veri odaklı ve algoritmik yaklaşımlar başlığı altında incelemeye yönlendirmektedir.

### 2.2.4.5. Veri Odaklı ve Algoritmik Yaklaşımlar

Son dönemde veri bilimi tabanlı yaklaşımlar, girişimcilik ekosistemlerinin daha nesnel, ölçülebilir ve karşılaştırılabilir biçimde sınıflandırılmasında kullanılmaya başlanmıştır. Bu yaklaşım, ekosistemlerin kuramsal kavramsallaştırmalarla ve aynı zamanda veri temelli örüntüler, ilişki setleri ve algoritmik çıkarımlar üzerinden de analiz edilebileceğini göstermektedir. Nitekim Zhang (2025, s. 3229), Apriori algoritması aracılığıyla ekosistemlerde sık tekrar eden örüntüleri belirlemiş ve belirli bileşenlerin birlikte ortaya çıktığında daha yüksek başarı olasılığı ürettiğini göstermiştir. Buna karşılık, bazı bileşenlerin dengesiz biçimde bir araya geldiği yapılarda kırılganlık riskinin arttığı tespit edilmiştir (Zhang, 2025, s. 3233). Bu durum, veri odaklı ve algoritmik yaklaşımların yalnızca başarı örüntülerini görünür kılmakla kalmadığını; aynı zamanda ekosistem içindeki yapısal dengesizlikleri ve gizli kırılganlıkları da nesnel biçimde ortaya koyabildiğini göstermektedir. Bu çerçevede, ekosistemlerdeki gizli örüntüleri, başarı kombinasyonlarını ve kırılganlık risklerini veriye dayalı yöntemlerle haritalandırmak, YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından ehemmiyetlidir. Ancak veri tabanlı, konfigürasyonel, yapısal ve mekânsal yaklaşımlar altında geliştirilen bu farklı açıklama biçimlerinin tek başına yeterli olmaması, bunların bütüncül bir çerçevede birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle konu, doğal olarak izleyen başlıkta ekosistem yaklaşımlarının bütünleşik olarak değerlendirilmesi kapsamında ele alınmaktadır.

### 2.2.4.6. Ekosistem Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Değerlendirilmesi

Girişimcilik ekosistemine ilişkin farklı yaklaşımlar, bu başlık altında bütünleşik bir çerçevede değerlendirilmektedir. Bütünleşik yaklaşım, ekosistemlerin dinamiklerini anlamada farklı analitik düzlemleri bir araya getirmekte ve böylece ekosistemin yalnızca belirli bir yönünü değil, bütünsel işleyişini değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır. Bu kapsamda mekânsal ve bölgesel temelli yaklaşım, ekosistemlerin yerel, bölgesel, ulusal ve küresel ölçekte nasıl konumlandığını ve coğrafi ölçeğin girişimcilik kapasitesi üzerindeki etkisini açıklamaktadır. Konfigürasyonel temelli yaklaşım ise ekosistemin başarısının yalnızca bulunduğu mekâna değil, aynı zamanda yatırım, politika, sosyal sermaye, teknoloji ve kültür gibi bileşenlerin nasıl bir araya geldiğine bağlı olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, ekosistemlerin yalnızca bileşenlerin varlığıyla değil, bu bileşenlerin krizler, belirsizlikler ve dönüşüm süreçleri karşısında ne ölçüde dayanıklılık gösterebildiğiyle de değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle dayanıklı ve kurumsal koordinasyon odaklı ekosistemler yaklaşımı, yönetişim kapasitesini, kurumsal esnekliği ve paydaşlar arası eşgüdümü ön plana çıkarmaktadır. Buna paralel olarak yapısal açıdan sağlıklı, ağ kaynaklı ve verimlilik odaklı yaklaşımlar; aktör çeşitliliği, kaynak akışlarının sürekliliği, ağ ilişkilerinin yoğunluğu ve sistem verimliliği üzerinden ekosistemin genel sağlık durumunu açıklamaktadır. Böylece ekosistemlerin yalnızca büyüme üretip üretmediği değil, aynı zamanda bu büyümeyi sürdürülebilir, dengeli ve iş birliğine dayalı bir yapı içinde gerçekleştirip gerçekleştiremediği de anlaşılabilmektedir.

Öte yandan veri odaklı ve algoritmik yaklaşımlar, girişimcilik ekosistemlerinin analizine yeni bir boyut kazandırmaktadır. Dijitalleşme ve büyük veri çağında bu yaklaşım, ekosistemlerdeki örüntüleri, aktör davranışlarını, ilişki ağlarını ve başarı ya da kırılganlık kombinasyonlarını daha nesnel ve ölçülebilir biçimde görünür hâle getirmektedir. Bu yönüyle veri odaklı yaklaşım, mekânsal, konfigürasyonel, kurumsal ve yapısal değerlendirmeleri destekleyen analitik bir araç niteliği taşımaktadır. Dolayısıyla girişimcilik ekosistemlerinin analizinde mekânsal, konfigürasyonel,

kurumsal, yapısal ve veri odaklı yaklaşımların birlikte kullanılması, daha derinlikli ve bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır.

Burada değinilen bütünleşik yaklaşım, ekosistemlerin yalnızca mekânsal ayrımlara indirgenemeyeceğini; aynı zamanda bileşenlerin dizilişi, yönetişim kalitesi, ağ yapısı, sistem sağlığı ve veri temelli örüntülerinin de birlikte dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Böylece girişimcilik ekosistemleri, inovasyonun ölçeklenmesi, kurumsal sürdürülebilirlik ve rekabet avantajı açısından çok katmanlı bir yol haritası sunmaktadır. Bu çok katmanlı ve bütünleşik analiz çerçevelerini kavramak, algoritmik süreçlere, büyük veriye ve karmaşık etkileşim ağlarına dayalı YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizi açısından kapsamlı değerlendirme imkânı sunmaktadır. Ancak bu genel ekosistem yaklaşımlarının, yüksek donanım gereksinimi, veri yoğunluğu ve özgün inovasyon dinamikleri barındıran yapay zekâ dikeyinde nasıl somutlaştığını ve farklılaştığını ortaya koymak gerektiğinden, bu nedenle konu yapay zekâ girişimciliği, ekosistemi ve yapısal boyutları ile dinamikleri dahilinde ele alınmaktadır.

### 2.2.5. Yapay Zekâ Girişimciliği, Ekosistemi ve Yapısal Boyutları ile Dinamikleri

YZ tabanlı startup ekosistemine ilişkin literatür, büyümenin niteliği konusunda farklı perspektifler sunsa da Rios-Campos (2024, s. 951) küresel düzeydeki niceliksel artışı vurgularken, Weber ve ark. (2022, s. 91–92) bu sürecin iş modeli çeşitlenmesi ve veri temelli stratejilerle ekosistemin niteliğini dönüştürdüğünü savunmaktadır. Bu bağlamda YZ, startup'lar için tamamen yeni değer önerileri geliştirme fırsatıdır (Kumar & Singh, 2025, s. 2). Nitekim Cecchetto'nun (2020, s. 2) analizleri, YZ girişimlerinin yenilikçilik ve yatırım çekme gücü bakımından diğer sektörlere kıyasla daha avantajlı olduğunu ortaya koysa da Hagemann (2023, s. 136–137), başarının yalnızca teknolojik üstünlükle açıklanamayacağını; düzenleyici çerçeve, etik uyum ve kurumsal desteğin de ekosistemin başarısında belirleyici olduğunu belirterek literatürdeki kurumsal boşluğa işaret etmektedir.

Ekosistemin bu karmaşık yapısı içerisinde YZ girişimlerinin iş mantığı; YZ destekli ürün ve hizmet sunucuları, geliştirme kolaylaştırıcıları, veri analitiği sağlayıcıları ve derin teknoloji araştırmacıları olmak üzere dört temel arketip üzerinden yapılandırılmaktadır (Weber ve ark., 2022, s. 98-100). Söz konusu arketipsel yapıda verinin değeri ve kullanımı merkezî bir rol oynar; zira YZ tabanlı ürünlerde veri hem eğitim malzemesi hem de sürekli öğrenme için stratejik bir varlık konumundadır (Weber ve ark., 2022, s. 103). YZ algoritmalarının etkinliğinde kullanılan eğitim verisinin miktar ve kalitesi hayati önem taşımakta olup, Bessen ve ark.'nın (2022, s. 2–3, 15) çalışması, özgün ve "mülkiyetli (proprietary) verilere" sahip olmanın YZ girişimlerinin büyümesinde ve daha yüksek tutarda risk sermayesi (VC) fonu çekmesinde belirleyici bir rol oynadığını kanıtlamaktadır. Bu durum, veri erişimi rekabetini tetiklerken (Bessen ve ark., 2022, s. 2-15); YZ teknolojileri çeşitlendikçe verinin hangi amaçla kullanıldığı stratejik bir öncelik haline gelmekte ve ekosistemin sürdürülebilirlik boyutu Paeplow, Schoormann, Möller ve Strobel (2025, s. 3) tarafından tanımlanan "AI for good (yapay zekâ teknolojilerinin insan hakları, toplumsal yarar, kapsayıcılık ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu biçimde geliştirilmesini ve uygulanmasını esas alan normatif bir çerçeve)" yaklaşımıyla şekillenmektedir. Bu yaklaşım, çevresel veri analizi ve sağlık inovasyonu gibi alanlar üzerinden sosyal ve çevresel faydayı iş modellerine entegre etmektedir (Paeplow ve ark., 2025, s. 3).

Yatırım dinamikleri ise veri ve teknoloji varlıklarına bağlı olarak belirli merkezlerde yoğunlaşmaktadır (Bessen ve ark., 2022, s. 1-3; Bessen ve ark., 2023, s. 2-3; Hagemann, 2023, s.

136-139) ABD, Çin ve Birleşik Krallık gibi odak noktalarında ilk 100 YZ girişiminin finansmanı 2023 itibarıyla 10,1 milyar doları aşmış durumdadır (Singh, 2024; Rios-Campos, 2024, s. 951-952; Kumar & Singh, 2025, s. 1). Öncü YZ girişimlerinin teknolojinin yaygınlaşmasında yarattığı katalizör etkisi (Cherif & Bentameur, 2024, s. 4) ve birçok ülke ile büyük şirketin bu ekosistemi geleceğin büyüme motoru kabul ederek sunduğu stratejik destekler (Lee, Kim, & Ivan, 2024, s. 1-3) başarıda kritiktir. Özellikle erken aşamada kuluçka programları ve hızlandırıcılar, girişimlere sundukları mentorluk, stratejik rehberlik ve ağ olanaklarıyla yatırım çekme kapasitelerini artırmaktadır; OpenAI gibi örneklerde görüldüğü üzere bu yapılar ölçeklenme sürecinde önemli bir kaldıraç etkisi yaratabilmektedir. Bununla birlikte erken aşamadaki AI girişimleri için bu desteklerin etkili olabilmesi, uygun pazar segmentinin belirlenmesi ve ölçeklenebilir ürün geliştirme arayışının doğru yönetilmesine de bağlıdır (Peniaz, 2023, s. 14–15; Bandini, 2023, s. 28–29); OpenAI gibi devleşen yapıların gelişiminde olduğu gibi stratejik bir kaldıraç etkisi yaratmaktadır (Peniaz, 2023, s. 14). Bu programların sağladığı ağ ve rehberlik, nitelikli insan sermayesini çekmedeki kamu politikalarıyla birleştiğinde ekosistemin 2030'a kadar vaat ettiği muazzam ekonomik potansiyelin gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır (Peniaz, 2023, s. 14).

Girişimlerin başarısı, iç organizasyonel yapı ve kültürün yönetimine de sıkı sıkıya bağlıdır (Weiss, 2024, s. 25). Söderberg ve Stenmark (2025, s. 1–2), permisif yönetim tarzlarının bireysel düzeyde yaratıcılığı artırırken; belirgin bir koordinasyon mekanizmasının eksikliği durumunda, kolektif ve birikimli kurumsal öğrenmeyi sınırlayabileceğine (öğrenme-uyum gerilimi) dikkat çekmektedir. Bu bulgular ışığında, günümüzde teknik uzmanlık veya maddi kaynak eksikliğinden ziyade liderlik, kültürel adaptasyon ve organizasyonel yapılandırma esas belirleyici hale gelmiştir (Söderberg & Stenmark, 2025, s. 1–2). Leena AI vakasının da somutlaştırdığı üzere; net bir problem tespiti, patentli YZ altyapısı (WorkLM™) ve stratejik yatırım ortaklıkları, bir girişimin küresel ölçekte sürdürülebilir büyüme yakalamasını sağlayan temel sacayaklarıdır (Kumar & Anand, 2025, s. 1).

Yapay zekâ girişimciliğinin sunduğu bu çok boyutlu değer önerileri ve karmaşık ekosistem yapısı, öncelikle kavramın teorik sınırlarının çizilmesini ve geleneksel girişimcilik modellerinden ayrıştığı noktaların netleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu gereklilikten hareketle çalışmanın ilerleyen bölümlerinde; ilk olarak yapay zekâ girişimciliği kavramı disipliner bir boyutta ele alınacak, ardından bu girişimlerin hayat bulduğu ekosistem yapısı kuramsal bir çerçeveye oturtulacaktır. Ekosistemi oluşturan temel unsurlar çerçevesinde ise; yapay zekâ şirketleri ile startuplar, operasyonel ve tipolojik kriterlerle tanımlanarak aralarındaki metodolojik ayrım netleştirilecektir. Nihai olarak, tüm bu aktörlerin ticarileşme ve ölçeklenme süreçlerini belirleyen yapısal boyutlar ile ekosistemin evrimini tetikleyen dinamikler bütüncül bir perspektifle analiz edilerek, yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin işleyiş mekanizması eksiksiz bir biçimde sergilenecektir.

#### 2.2.5.1. Yapay Zekâ Girişimciliği

Yapay zekâ girişimciliği, makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme, bilgisayarlı görü ve karar destek sistemleri gibi ileri düzey algoritmik yetkinlikleri iş modelinin merkezine yerleştirerek veriyi stratejik bir kaynak, yüksek hesaplama kapasitesini ise operasyonel bir gereklilik olarak kabul eden çok boyutlu bir değer yaratma sürecidir. Bu girişimcilik türü, fırsatların yapay zekâ teknolojileri aracılığıyla keşfedilmesini, geliştirilmesini ve ticarileştirilmesini kapsamakta; bilişsel görev otomasyonuna dayalı yapısı, teknik derinliği ve stratejik değer önerisiyle geleneksel dijital girişimcilikten ayrışmaktadır (Jankoski, 2022, s. 250). Ekosistemde yer alan bu girişimleri ayırt eden

başlıca unsurlar, bilişsel süreçleri ikame ederek yeni değer alanları oluşturma potansiyelleri, veriyi sürekli öğrenmenin temel girdisi olarak kullanmaları ve rekabet üstünlüğünü algoritmik performansa dayandırmalarıdır (Weber, Beutter, & Weking, 2022, s. 100-103). Literatürde söz konusu girişimler, yalnızca maliyet azaltıcı araçlar değil, iş modeli inovasyonunu destekleyen stratejik dönüşüm aktörleri olarak değerlendirilmektedir (Kumar & Singh, 2025, s. 1). Bu yönüyle yapay zekâ girişimciliği, teknoloji tabanlı girişimciliğin özel bir alt alanı olarak ürün, hizmet, süreç ya da platform düzeyinde yapay zekâ uygulamalarının geliştirilip pazara sunulmasını da ifade etmektedir. Aynı zamanda yüksek veri ihtiyacı, güçlü hesaplama altyapısı, nitelikli insan kaynağı, hızlı yenilik döngüsü, etik yönetişim ve düzenleyici uyum gibi kendine özgü gereklilikler taşımaktadır. Dolayısıyla bu girişimcilik türünün başarısı, teknolojik yenilik, veri stratejisi, iş modeli uyumu, yetenek yönetimi ve etik sorumluluk gibi çok boyutlu unsurların bütüncül biçimde yönetilmesine bağlıdır. Bu kapsamda Türkiye'deki yapay zekâ girişimciliği ekosistemi ile ele alınmaktadır.

#### 2.2.5.2. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosistemi

Yapay Zekâ Girişimcilik Ekosistemi, yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesini, ticarileştirilmesini ve yaygınlaştırılmasını destekleyen çok aktörlü ve çok boyutlu bir sistemdir. Bu ekosistem; girişimciler, yatırımcılar, üniversiteler, araştırma merkezleri, kamu kurumları ve hızlandırıcı programlar gibi bileşenlerin etkileşimini içermekte ve yenilikçi ürün ile hizmetlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır (Wurth, Stam, & Spigel, 2022, s. 981). Yapay zekâ odaklı girişimcilik ekosistemleri, geleneksel ekosistemlerden farklı olarak veri altyapısı, algoritmik yetkinlikler, yüksek performanslı bilişim kaynakları ve yapay zekâ etik çerçevelerini temel yapı taşları olarak bünyesinde barındırmaktadır (Qu & Kim, 2024, s. 6186). Bu bağlamda girişimcilerin bireysel yetkinlikleri ile geliştirdikleri girişim modeli arasındaki uyum, performans ve sürdürülebilir büyüme üzerinde belirleyici bir unsur hâline gelmektedir (Lei, 2023, s. 5–7). Ayrıca yapay zekâ ile girişimcilik arasındaki kesişim noktasında geliştirilen iş modelleri, inovasyon ekosisteminde yeni değer zincirleri oluşturarak girişimcilere stratejik avantajlar sağlamaktadır (Mugunzva & Manchidi, 2024, s. 71-80).

Yapay zekâ (YZ) girişimciliği ekosistemini diğer teknoloji ekosistemlerinden ayıran en temel özelliklerden biri, sürdürülebilirlik boyutunda sergilediği özgün yaklaşımdır. Bu bağlamda, Büyük Veri Analitiği (BDA) ile yapay zekânın entegrasyonu, yalnızca teknolojik bir ilerleme değil, aynı zamanda çevresel performansı ve inovasyon kapasitesini doğrudan destekleyen stratejik bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Nitekim Chen (2024, s. 3–6), Büyük Veri Analitiği ve Yapay Zekâ (BDA-AI) modellerinin bir arada kullanımının sürdürülebilir inovasyonu güçlendirdiğini ve çevresel verimliliği artırdığını ortaya koymaktadır. Bu sürecin somut çıktıları özellikle enerji yönetimi alanında gözlemlenmekte; örneğin Ukrayna'nın toparlanma sürecindeki enerji tüketimi hesaplamalarında yapay zekâdan yararlanılması, üretim fazlasının optimize edilerek kaynak israfının azaltılmasına kritik katkılar sağlamaktadır (Kuzmenko, Chorna, & Kozhura, 2024, s. 159–161). Dolayısıyla YZ girişimleri, veri odaklı çözümler aracılığıyla hem operasyonel verimliliği hem de ekolojik sürdürülebilirliği eş zamanlı olarak hedefleyen ayırt edici bir yapı sergilemektedir.

Kurumsal boyutta teknolojik destek ve süreçlerin dijitalleştirilmesi, organizasyonların yönetsel etkinliğini artırmakta; bu durum da kârlılık ve sosyal etki üzerinde olumlu sonuçlar doğurabilmektedir (Balahurovska, 2023, s. 242–247). Türkiye özelinde bu kurumsal çerçeve, eğitimden veri altyapısına kadar geniş bir yelpazede yönlendirici politikalar sunan Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025) ile stratejik bir zemin kazanmaktadır (DTO & MoIT, 2021). Bu stratejik

yönelimi destekleyen kamu-özel sektör iş birlikleri ve Ar-Ge teşvikleri ise ekosistemin yenilik kapasitesini ve katma değer üretme gücünü artıran temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır (Elia, Margherita, & Passiante, 2020, s. 13). Dolayısıyla yapay zekâ girişimcilik ekosistemi; insan sermayesi, dijitalleşme, sürdürülebilirlik ve kurumsal destek mekanizmalarının karşılıklı etkileşimiyle şekillenen çok katmanlı bir yapıya dönüşmekte; bu yapı ekonomik değer üretiminin yanı sıra toplumsal ve çevresel sorumlulukları da sistemin ayrılmaz bir bileşeni haline getirmektedir (Esmer & Yüksel, 2024, s. 182–184). Veri altyapısı, algoritmik yetkinlikler ve etik düzenlemeler üzerine inşa edilen bu dinamik yapının işleyiş mekanizmalarını haritalandırmak, stratejik darboğazları aşmak ve yüksek katma değerli iş modelleri geliştirebilmek adına ekosistemin olgunluk düzeyini kapsamlı bir analizle değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, söz konusu ulusal ve kurumsal dinamiklerin tam anlamıyla kavranabilmesi, yerel unsurların ötesinde yapay zekâ teknolojilerinin dünya genelindeki gelişim rotasını ve sınır aşan dönüşüm parametrelerini incelemeyi gerektirdiğinden, konu bir sonraki bölümde yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin temel unsurları başlığı altında detaylandırılmaktadır.

### 2.2.5.3. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Temel Unsurları

Bu başlık altında, dinamik bir yapıya sahip olan yapay zekâ (YZ) girişimciliği ekosisteminin temel taşı niteliğindeki şirketler ile bu yapının en çevik bileşenlerinden ve başlıca unsurlarından biri olan startuplar, tezin kavramsal çerçevesini oluşturan olgunluk analizi perspektifi doğrultusunda ele alınmaktadır. Bu çerçevede, teknik derinliği bulunmayan ve AI-washing (gerçekte yapay zekâ temelli bir yetkinliğe sahip olmamasına rağmen, pazarlama veya görünürlük amacıyla kendisini yapay zekâ odaklı olarak sunma eğilimi) olarak adlandırılan yapıların ayıklanmasına imkân sağlayan kanıt temelli bir tanımlama ve sınıflandırma metodolojisi ortaya konulmaktadır. Böylelikle ekosistem, verimlilik aracı sunan yapılarla birlikte, çekirdek değer önerisi ve ürün mimarisi başlangıçtan itibaren öğrenen modeller ve yapay zekâ algoritmaları üzerine inşa edilmiş AI-native (ürünün temel işleyişi, değer üretme mantığı ve rekabet avantajı doğrudan yapay zekâ kapasitesine dayanan) ürün şirketlerinden dikey çözüm sağlayıcılara kadar uzanan geniş bir tipoloji içinde rasyonel bir biçimde değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, tezin ilerleyen bölümlerindeki kuramsal ve metodolojik zemini oluşturmaktadır. Bu genel çerçeveden hareketle, bir sonraki aşamada ekosistemin kurumsal omurgasını oluşturan Yapay Zekâ Şirketleri başlığı ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

### 2.2.5.4.Yapay Zekâ Şirketleri

Bu çalışmada yapay zekâ şirketi, ticari unvanında kendisini "yapay zekâ/AI" kavramlarıyla ifade eden ve/veya değer önerisinin çekirdeğinde makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme, bilgisayarlı görü, pekiştirmeli öğrenme ya da büyük dil modelleri gibi yöntemlerin doğrudan işleyen bir unsur olarak bulunduğu; ana faaliyet konusu ve ürün/servis mimarisinin bu yetkinlikler etrafında şekillendiği örgütler olarak tanımlanmaktadır. Tanım, yalnızca pazarlama söylemine dayalı iddiaları değil, kanıta dayalı teknik/ürün göstergelerini esas almaktadır. Nitekim Grebe ve ark.'na (2023) göre yapay zekâ olgunluğu, yapay zekânın temel ürün ve süreçlere yerleşmesi, kullanım senaryolarının iş değeri bakımından önceliklendirilmesi, veri/dijital altyapı ve yönetişimle desteklenmesi ve ölçülebilir iş değeri üretmesiyle ilişkilidir (Grebe ve ark., 2023, ss. 198–202, 207–208). Bu yaklaşım, ekosistemin ölçülebilir biçimde haritalanmasına ve ilerleyen bölümlerde sunulan olgunluk ölçütleriyle tutarlı ve tekrarlanabilir analiz yapılmasına hizmet etmektedir. Buna göre;

i. Unvan temelli görünürlük olarak ticari unvanda “Yapay Zekâ/AI/Artificial Intelligence” ibaresinin bulunması, sektörel pozisyon almayı ve pazar iletişimini yansıtmaktadır.

ii. Kanıt temelli çekirdek yetkinlik olarak, ürün dökümanları, çözüm sayfaları, teknik bloglar, referans uygulamalar, açık kaynak ve SDK (Software Development Kit–Yazılım Geliştirme Kiti) paylaşımları, patentler ya da standart uyum beyanları üzerinden YZ’nin çekirdek fonksiyon olduğunu gösteren kanıtların mevcudiyeti olmaktadır. Bu eksen, unvanında “YZ” geçmeyen fakat temel faaliyeti YZ olan firmaları da kapsayacak biçimde sınırı rasyonelleştirmektedir.

Operasyonalizasyon (kanıt seti ve dâhil/haricî ölçütler) kapsamında saha doğrulamasında kullanılan ölçütler, hem kurumsal beyanların somutluğunu hem de özgün yapay zekâ varlığını güvence altına alacak biçimde yapılandırılmaktadır. Dâhil etme ölçütleri; kurumsal sitede YZ (Artificial Intelligence-Yapay Zekâ) yöntem ve teknoloji beyanlarının ilgili ürün, özellik ve kullanım senaryolarıyla açık biçimde eşleşmesini, ürün sayfasında yapay zekânın yalnızca “destekleyici araç” düzeyinde değil, ana fonksiyon olarak konumlandırılmasını, ürünleşme ve TRL (Technology Readiness Level-Teknoloji Hazırlık Seviyesi) emarelerinin bulunmasını kapsamaktadır. Bu emareler; PoC (Proof of Concept-Kavram Kanıtı), pilot uygulama, demo/canlı demo, müşteri referansı ve versiyon/çıktı kayıtları şeklinde somut kanıtlarla izlenmektedir. Hukuki doğrulama ayağında ise MERSİS (Merkezi Sicil Kayıt Sistemi) ve ilgili TSM (Ticaret Sicil Müdürlüğü) kayıtları ile mümkün olduğunda teknopark ve TTO (Technology Transfer Office-Teknoloji Transfer Ofisi) bağlantıları dikkate alınmaktadır. Hariç tutma ölçütleri ise üç başlıkta toplanmaktadır: (i) yalnızca “trend” söylemine dayanan veya genel otomasyon çözümlerinin hatalı biçimde AI/YZ (Artificial Intelligence-Yapay Zekâ) olarak etiketlendiği, kurallı RPA (Robotic Process Automation-Robotik Süreç Otomasyonu) ve basit if–else akışlarının tek başına “YZ ürünü” sayıldığı durumlar; (ii) esasen entegratör ya da yeniden satıcı konumunda olup özgün yapay zekâ varlığı (Fikri Mülkiyet) kanıtlanamayan yapılar; (iii) makine öğrenmesi veya öğrenen bileşen içermeyen, yalnızca geleneksel kural tabanlı BI (Business Intelligence-İş Zekâsı) ve standart veri analitiği çerçevesinde kalan çözümlerdir (Öğrenen model destekli 'Öngörü ve Veri Analitiği' firmaları kapsama dâhil edilmiştir). Bu çerçeve, çalışmaya yalnızca gerçekten yapay zekâ tabanlı kapasiteye sahip ve ürünleşme düzeyi kanıtlanabilir yapıların dâhil edilmesini güvence altına almaktadır.

YZ şirketleri üzerine tanımı tipoloji kapsamında ele aldığımızda da, ekosistem içi yerleşimi anlamak üzere firmaların beş ana grupta sınıflandırılmasına dayanmaktadır. Bu kapsamda da uygulamada firmalar, iş modeli, teknik derinlik ve ürünleşme düzeyi dikkate alınarak T1’den T5’e uzanan bir spektrum üzerinde konumlandırılmaktadır.

(T1) YZ/AI-native ürün şirketleri, çekirdek değer önerisini öğrenen modeller üzerine kurulu ürün, API (Application Programming Interface-Uygulama Programlama Arayüzü), SDK (Software Development Kit-Yazılım Geliştirme Kiti) veya platform bileşenleri sunan yapılardır. Bu grupta ürün versiyon notları, model/veri kümesi IP (Intellectual Property-Fikrî Mülkiyet) hakları, patent, demo/canlı demo, müşteri referansları ve SLA (Service Level Agreement-Hizmet Düzeyi Anlaşması) ile ölçeklenme beyanları tipik kanıtlar olarak değerlendirilmektedir; gelir modeli genellikle B2B (Business to Business-İşletmeden İşletmeye) veya B2C (Business to Consumer-İşletmeden Tüketiciye) lisans, abonelik ya da kullanım bazlı ücretlendirmeye; TRL (Technology Readiness Level-Teknoloji Hazırlık Seviyesi) düzeyi ise çoğunlukla 6–9 bandına karşılık gelmektedir.

(T2) Dikey YZ/AI çözüm sağlayıcıları, sağlık, finans, üretim veya kamu gibi belirli bir sektörde uçtan uca yapay zekâ tabanlı çözüm paketleri geliştiren yapılardır; sektör-özgü vaka

çalışmaları, düzenleme/uyum dokümantasyonu, entegrasyon mimarileri ve PoC (Proof of Concept-Kavram Kanıtı) ile pilot aşamasından canlı kullanıma geçişi gösteren kanıtlar bu grubu tanımlamaktadır ve ağırlıklı olarak B2B (Business to Business-İşletmeden İşletmeye) proje+abonelik karması modelleri ile TRL 5–8 aralığı öne çıkmaktadır.

(T3) Altyapı ve ara katman sağlayıcıları, MLOps (Machine Learning Operations-Makine Öğrenmesi Operasyonları), DataOps (Data Operations-Veri Operasyonları) ve SecOps (Security Operations-Güvenlik Operasyonları) eksenlerinde model yaşam döngüsü yönetimi, veri hazırlama/etiketleme, gözlemlenebilirlik, güvenlik/uyumluluk ve dağıtım altyapısı sunan firmalardır. Kurulum kılavuzları, entegrasyon SDK (Software Development Kit-Yazılım Geliştirme Kiti) bileşenleri, performans metrikleri ve kurumsal referanslar, bu kategorinin başlıca kanıtlarıdır; bu grupta B2B (Business to Business-İşletmeden İşletmeye) abonelik veya kurumsal lisans modelleri ve açık biçimde tanımlanmış "Teknolojik Ürünün Varlığı" kriteri öne çıkmaktadır.

(T4) YZ danışmanlık ve sistem entegratörleri, strateji geliştirme, hedef mimari tasarımı, uygulama yol haritası, model seçimi ve uyarlama, kurumsal entegrasyon ve değişim yönetimi sunan yapılardır. Bu grupta örnekleme dâhil edilme eşiği; özgün ve yeniden kullanılabilir yapay zekâ varlıklarının (hızlandırıcılar, hazır modeller/özellik çıkarıcılar, alan-özgü veri varlıkları), belgelendirilmiş ürünleşmiş çıktılar ve en az demo/canlı demo düzeyinde kanıtlarla desteklenmesidir; yalnızca üçüncü taraf araçları kuran veya konfigüre eden yapılar kapsam dışı bırakılmaktadır.

(T5) Araştırma laboratuvarları ve bilim üreticileri ise üniversiteler, enstitüler ve şirket-içi araştırma laboratuvarlarını kapsamakta; bu grupta temel odak bilimsel bilgi ve teknoloji üretimi olmakla birlikte, ticarileşme ve ürünleşme ekseninde diğer tiplerle kesişen hibrit yapılar da gözlemlenmektedir. Bu tipoloji, ekosistem içindeki aktörlerin konumlanışını, değer önerisi türlerini ve olgunluk düzeylerini sistematik biçimde haritalandırmaya imkân vermektedir. Yeni yöntem, model veya veri varlığı geliştirerek bilimsel çıktı üretir. Örneklem dâhil etme eşiği: ticarileşme niyeti ve kanıtı (spin-off, lisanslama, sözleşmeli Ar-Ge, TTO kaydı, patent başvurusu, endüstriyle joint projeler, TRL $\geq$ 4). Saf akademik üretim olup ticarileşme izi olmayan birimler ekosistem aktörü olarak raporlanır fakat "YZ şirketi" örneklemine alınmaz.

Yoruma açık sınır vakalarda, özgün bir yapay zekâ çekirdeği taşımayan dijital dönüşüm tedarikçileri, bulut/altyapı yeniden satıcıları ve yalnızca üçüncü taraf YZ araçlarını entegre eden yapılar kapsam dışında bırakılmaktadır. Benzer şekilde, öğrenen bileşenler içermeyen RPA ve klasik otomasyon çözümleri de yapay zekâ şirketi olarak değerlendirilmemektedir. Tereddütlü durumlarda ise ürün sürümü, müşteri referansı, demo/canlı demo ve teknik dokümantasyon gibi kanıtların ağırlığı esas alınmaktadır. Bu ayrım, tez açısından yapay zekâ şirketlerinin sınırlarını kavramsal ve metodolojik olarak netleştirmekte, ekosistemin gerçek aktörlerini daha sağlıklı biçimde tanımlamaya imkân vermektedir. Bu çerçevede, yapay zekâ şirketlerinden sonra ekosistemin daha çevik, yenilik odaklı ve büyüme potansiyeli yüksek aktörleri olan startupların ayrıca ele alınması gerekmektedir.

#### 2.2.5.5.Startup'lar

Startup'lar, yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin yenilik üreten, teknolojiyi ticarileştiren ve ekosistemin dinamizmini besleyen temel bileşenlerinden biridir (Salonen, 2020, s. 50). Yapay zekâ (YZ) teknolojilerindeki hızlı gelişim, bu temel bileşenin işleyişini ve gelişim yönünü önemli ölçüde dönüştürmekte; sınırlı kaynaklara sahip erken aşama girişimlere verimlilik artışı ve iş süreçlerini daha az kaynakla yürütebilme imkânı sunmaktadır (Barr, 2024, s. 6–8, 13–14). Bununla birlikte, YZ

girişimlerinin büyüme ve değerleme dinamikleri yalnızca finansal göstergelerle açıklanamamakta; büyük dil modelleri ve derin öğrenme teknikleri, bu girişimlerin gelecekteki potansiyelinin daha doğru değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Chen, 2024, s. 298–299). Son yıllarda YZ odaklı startup'ların küresel ölçekte hızla artması ve farklı sektörlere yayılması, bu alana yönelik yatırımcı ve akademik ilgiyi de güçlendirmiştir (Rios-Campos, 2024, s. 951). Nitekim Crunchbase verilerine göre 2021 itibarıyla "Artificial Intelligence" etiketiyle listelenen startup sayısının 27.900'ü aşması, bu alandaki yoğun ilgiyi açık biçimde göstermektedir (Weber ve ark., 2022, s. 91–92). Benzer biçimde, 2015–2025 döneminde YZ odaklı startup çalışmalarının yıllık %28,7 artışla 2024 yılında 106 yayına ulaşması, literatürde YZ uygulamalarından YZ destekli iş modelleri, dijital dönüşüm, büyük veri analitiği ve girişimcilik yönelimi gibi daha stratejik temalara doğru belirgin bir yönelim bulunduğunu göstermektedir (Kumar & Singh, 2025, s. 1–2). Bu çerçevede startup'lar, yapay zekâ girişimciliği ekosistemi içinde yatırımcılar, destek kuruluşları ve düzenleyici kurumlarla etkileşim hâlinde bulunan, çok aktörlü yapının merkezî unsurlarından birini oluşturmaktadır (Hagemann, 2023, s. 136–137). Ayrıca YZ tabanlı girişimler, diğer startup türlerine kıyasla yüksek belirsizlik taşımalarına rağmen, güçlü ölçeklenebilirlik, yenilikçilik, yatırım çekme kapasitesi ve sürdürülebilir büyüme potansiyeli sergilemektedir (Filip, 2022, s. 8, Cecchetto, 2020, s. 2). Söz konusu genel özellikler, tematik sınıflandırma kapsamında Tablo 2'de özetlenmektedir.

**Tablo 2.** Tematik Sınıflandırma Kapsamında Yapay Zekâ Startup Ekosisteminin Genel Özellikleri

| Boyut | Literatürde Vurgulanan Özellikler | Öne Çıkan Kaynaklar |
|---|---|---|
| **Finansal** | Stratejik yatırımın ekosistem gelişimindeki rolü; ölçeklenme için büyüme sermayesi, yatırımcı ilgisinin sürdürülebilir iş modelleriyle ilişkisi | Petković, Jambal, Camilo Bolivar Mesa ve Emdadi (2023, s. 133); Cross, Singh ve Desai (2025, s. 22). |
| **Teknolojik** | Erken aşama startup'larda YZ entegrasyonu; teknoloji tabanlı rekabet avantajı, endüstriler arası YZ yayılımı | Lee, Kim ve Ivan (2024, s. 6); Piccin ve Zara (2025, s. 41); Fenoaltea ve ark. (2024, s. 8). |
| **Etik** | Sürdürülebilir ve sorumlu iş modelleri; etik uyum ve kurumsal direnç, toplumsal faydaya yönelik girişimler | Paeplow, Schoormann, Möller ve Strobel (2025, s. 15); Winecoff ve Watkins (2022, s. 789). |
| **Sosyo-politik** | YZ girişimciliğinin küresel rekabeti artırıcı etkisi; düzenleyici çerçevelere uyum, girişimcilik kültürü ve ekosistem dayanıklılığı | Cherif ve Bentameur (2024, s. 3); Liang, Glushko, Bemis, Ramji ve Stuhlmüller (2025, s. 47); Blake (2020, s. 122). |

Tablo 2'de sunulan tematik sınıflandırmaya göre startup'lar, yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin temel bileşenlerinden biri olarak finansal, teknolojik, etik ve sosyo-politik boyutlar çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu bağlamda finansal boyut, stratejik yatırım, büyüme sermayesi ve sürdürülebilir iş modellerinin startup'ların gelişim kapasitesi üzerindeki belirleyici rolüne işaret etmektedir. Teknolojik boyut, erken aşama girişimlerde yapay zekâ entegrasyonunu, teknoloji temelli rekabet üstünlüğünü ve yapay zekâ uygulamalarının sektörler arası yayılımını öne çıkarmaktadır. Etik boyut, sorumlu ve sürdürülebilir iş modelleri, etik uyum, kurumsal dayanıklılık

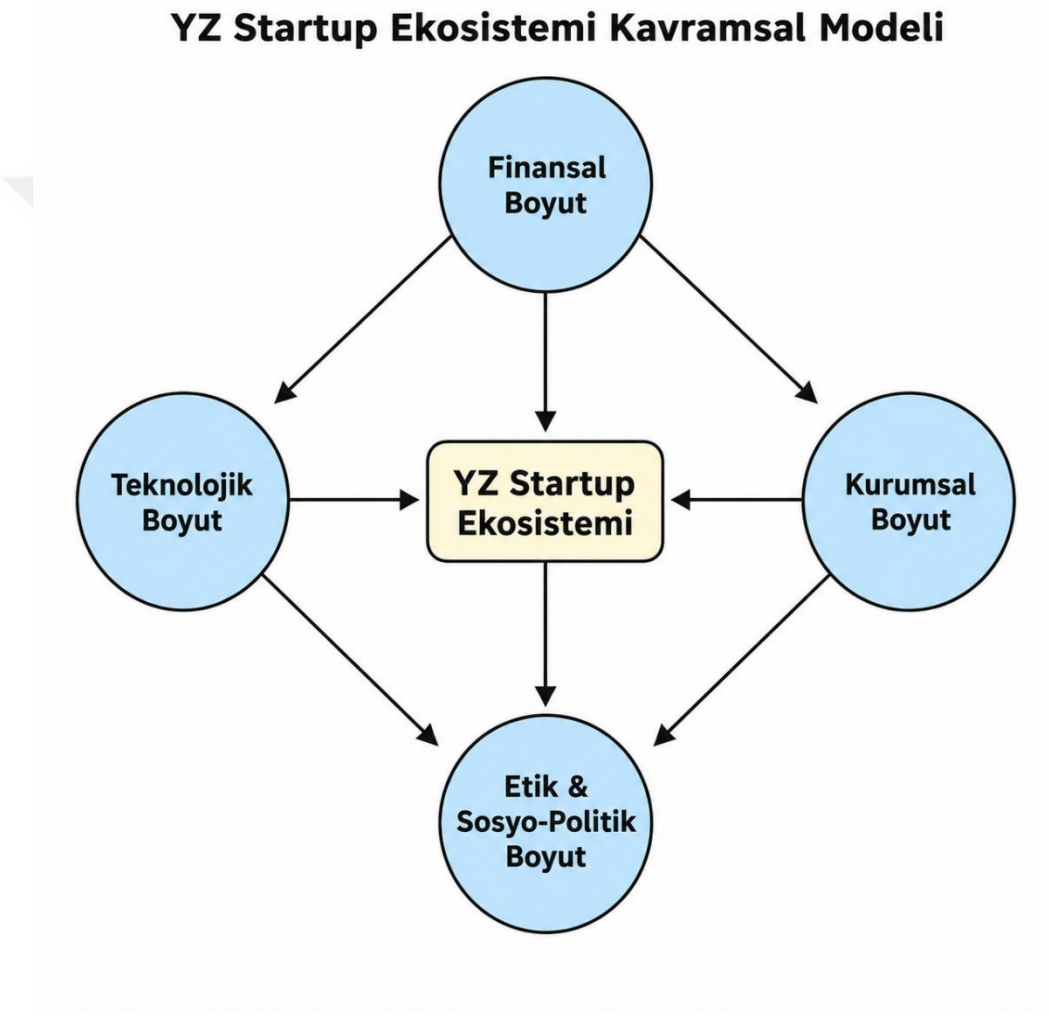
ve toplumsal fayda üretimi etrafında şekillenmektedir. Sosyo-politik boyut ise yapay zekâ girişimciliğinin küresel rekabet üzerindeki etkisini, düzenleyici çerçevelerle uyumunu, girişimcilik kültürünü ve ekosistem dayanıklılığını kapsamaktadır. Bu nedenle tablo, startup'ların yapay zekâ girişimciliği ekosistemindeki yerinin yalnızca ekonomik ve teknolojik göstergelerle değil, etik ve yönetsel unsurlarla birlikte bütüncül bir biçimde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda ise Tablo 3 ise yapay zekâ ekosisteminde startupla'rın genel özelliklerinin genişletilmiş sentezini vermektedir.

**Tablo 3.** Yapay Zekâ Ekosisteminde Startup'ların Genel Özelliklerinin Genişletilmiş Sentezi

| Boyut / Tema | Literatürdeki Bulgular | Kaynak |
|---|---|---|
| **Finansal** | YZ girişimleri, yüksek yatırım çekme kapasitesine sahiptir. Özellikle erken aşamalarda risk sermayesi ilgisi yoğun olup, diğer sektörlere kıyasla daha avantajlıdır. | Cecchetto (2020, s. 2) |
| **Teknolojik** | YZ tabanlı startup'lar yalnızca maliyet/verimlilik odaklı değil, aynı zamanda iş modeli inovasyonu ve yeni değer önerileri geliştirme potansiyeline sahiptir. | Weber, Beutter ve Weking (2022, s. 91–92) |
| **Kurumsal / Politik** | Ekosistemin başarısı düzenleyici çerçeveler, devlet destekleri ve kurumsal aktörlerin rolü ile yakından ilişkilidir. Almanya örneğinde yasal düzenlemeler ölçeklenebilirlik üzerinde kritik etkiye sahiptir. | Hagemann (2023, s. 136–137) |
| **Akademik / Bilimsel Eğilimler** | 2015–2025 arasında YZ startup'larına dair akademik yayınlarda yıllık %28,7 artış yaşanmıştır. Literatürde odak, tekil uygulamalardan dijital dönüşüm ve girişimcilik yönelimine kaymaktadır. | Kumar ve Singh (2025, s. 1–2) |
| **Ekonomik ve Sosyal Etki** | Startup girişimleri rekabeti kızıştırmakta, büyük şirketlerin hâkim olduğu piyasalara yenilikçi çözümlerle girmektedir. Ayrıca ekosistemin, farklı aktörlerin (yatırımcı, girişimci, devlet, destek kuruluşları) etkileşimiyle dinamik bir yapı sergilemektedir. | Rios-Campos (2024, s. 951); Hagemann (2023, s. 136–137) |

Tablo 3, yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin temel bileşenlerinden biri olan startup'ların çok yönlü bir özellik taşıdığını göstermektedir. Bu girişimler finansal açıdan yüksek yatırım çekme

kapasitesiyle öne çıkmakta (Cecchetto, 2020, s. 2), teknolojik açıdan ise yalnızca verimlilik artışı değil, iş modeli inovasyonu da üretmektedir (Weber, Beutter, & Weking, 2022, s. 91–92). Düzenleyici çerçeveler ile devlet desteği, ölçeklenebilirlik ve sürdürülebilirlik üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Hagemann, 2023, s. 136–137). Akademik yayınlardaki artış da bu alanın bilgi temelli biçimde geliştiğini göstermektedir (Kumar & Singh, 2025, s. 1–2). Ayrıca startup'ların rekabeti artırdığı, yenilikçi çözümler geliştirdiği ve çok aktörlü bir etkileşim alanında konumlandığı anlaşılmaktadır (Rios-Campos, 2024, s. 951; Hagemann, 2023, s. 136–137). Bu çerçeve, startup'ların yapay zekâ girişimciliği ekosistemi içinde ekonomik, sosyal ve politik dinamiklerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bakış açısıyla Şekil 3'te YZ Startup ekosisteminin kavramsal modeli verilmiştir.




**Şekil 3.** YZ Startup Ekosistemi Kavramsal Modeli

Şekil 3, yapay zekâ girişimciliği ekosisteminde finansal, teknolojik, kurumsal ve etik-sosyo politik boyutların karşılıklı etkileşim içinde bütüncül yapıyı oluşturduğunu göstermektedir. Bu model, ekosistemin tekil unsurlardan değil, boyutlar arası dinamik ilişkilerden meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Bu noktada, yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin bütüncül olarak anlaşılabilmesi için, ekosistemi oluşturan yapısal boyutların ve bu boyutlar arasındaki etkileşimden doğan dinamiklerin birlikte ele alınması zorunlu hâle gelmektedir.

### 2.2.5.6. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Yapısal Boyutları

Yapay zekâ (YZ) girişimciliği ekosistemi, geleneksel dijital ekosistemlerden farklı olarak finansal yatırımcılardan politika yapıcılara, hızlandırıcı merkezlerinden etik denetim mekanizmalarına kadar pek çok aktörün etkileşimiyle şekillenen çok katmanlı, sürekli öğrenen ve evrilen yapısal bir organizmadır (Rios-Campos, 2024, s. 951; Hagemann, 2023, s. 136–137). Bu organizmanın işleyişini belirleyen temel unsurlar; finansal, teknolojik, kurumsal ve etik boyutlar altında kategorize edilebilmektedir.

Ekosistemin finansal ve yatırım boyutu, YZ girişimlerinin yüksek yatırım çekme kapasitesiyle karakterize edilmektedir. Özellikle erken aşamalarda risk sermayesi fonlarından yoğun ilgi gören bu girişimler; yenilikçilik ve sermaye çekme gücü açısından diğer sektörlere kıyasla stratejik bir avantaja sahiptir (Turek, 2025, s. 13; Cecchetto, 2020, s. 2). Ancak bu finansal büyüme süreci, özgün bir "süper-lineer" artış paterni sergilemektedir; şirketin ölçeği ve çalışan sayısı arttıkça alınan yatırım miktarı orantısız şekilde yükselirken, teknoloji geliştirme süreçlerinin emek-yoğun doğası nedeniyle başlangıçtaki gelir artışı genellikle doğrusalın altında kalmaktadır (Schulte-Althoff, Fürstenau, & Lee, 2021, s. 6515-6517). YZ gibi yüksek belirsizlik içeren alanlardaki bu bilgi asimetrisini aşmada ise "sosyal sermaye" kritik bir rol oynamaktadır. Yatırımcıların kendi aralarında kurduğu sendikasyon ağları ve referans sistemleri, ekosistemde finansmana erişimi ve güveni şekillendiren temel bir yapısal özellik olarak öne çıkmaktadır (Hyun & Kim, 2024, s. 1-2).

Teknolojik ve iş modeli boyutu incelendiğinde, YZ tabanlı girişimlerin yalnızca operasyonel maliyetleri azaltan araçlar değil, bizzat iş modeli inovasyonu geliştirerek yeni değer önerileri sunan yapılar olduğu görülmektedir (Weber, Beutter, & Weking, 2022, s. 91–92; Kumar & Singh, 2025, s. 1-2). Bu ekosistemde "veri", geleneksel yazılımların aksine bir yan ürün değil; iş mantığını şekillendiren ve sürekli öğrenme için kullanılan stratejik bir girdidir. Özellikle rakiplerin erişemeyeceği "mülkiyetli (proprietary) verilere" sahip olmak, yatırımcılar nezdinde en büyük rekabet avantajını oluşturmaktadır (Bessen ve ark., 2022, s. 2-3, 15; Weber, Beutter, & Weking, 2022). Bu yapısal çeşitlilik içerisinde girişimler; YZ destekli ürün/hizmet sunucuları, geliştirme kolaylaştırıcıları, veri analitiği sağlayıcıları ve derin teknoloji araştırmacıları olmak üzere dört ana arketip altında toplanmaktadır (Weber, Beutter, & Weking, 2022, s. 98-100).

Ekosistemin kurumsal ve sosyo-politik boyutu, girişimlerin ölçeklenebilirliğinin sadece teknik üstünlüğe değil; aynı zamanda düzenleyici çerçevelere ve devlet desteklerine olan bağımlılığını ortaya koymaktadır (Hagemann, 2023, s. 136–137). Özellikle klinik veya yasal süreçlere tabi alanlarda regülasyon uyumu, ticari başarıyı doğrudan belirleyen bir unsur haline gelmiştir (Olaye & Seixas, 2023, s. 2). Bu süreçte hızlandırıcı programlar, girişimlere yalnızca finansman değil; aynı zamanda stratejik rehberlik, mentorluk ve geniş ağ bağlantıları sunarak büyümeyi hızlandırmaktadır. Ancak bu kaldıraç etkisinin kalıcı sonuç üretmesi, özellikle erken aşamadaki AI startup'ların doğru pazar fırsatlarını saptayabilmesi ve yüksek yatırım getirisi sunabilecek ölçeklenebilir ürünler geliştirebilmesine bağlıdır (Peniaz, 2023, s. 14–15; Bandini, 2023, s. 28–29). Ancak tüm bu yapısal desteklere rağmen, nitelikli beşerî sermaye ihtiyacı ekosistemin büyümesinin önündeki en büyük engellerden biri olmayı sürdürmektedir (Hagemann, 2023, s. 30; Peniaz, 2023, s. 15).

Etik ve sürdürülebilirlik boyutu, YZ ekosistemine entegre edilmesi zorunlu yapısal kriterler kümesini oluşturmaktadır. Veri gizliliği, algoritmik tarafsızlık ve açıklanabilirlik gibi parametrelerin yönetilememesi, pazar kabulünü engelleme ve uzun vadeli büyümeyi sekteye uğratma riski taşımaktadır (Samal ve ark., 2024, s. 550). Bu bağlamda, salt ekonomik kazancın ötesine geçerek sağlık, tarım ve çevre gibi alanlarda "toplumsal fayda" (AI for Good) üreten ve ESG kriterleriyle

uyumlu sürdürülebilir iş modelleri, yatırımcılar tarafından daha fazla desteklenen bir eğilim haline gelmiştir (Lee ve ark., 2024, s. 21; Paeplow ve ark., 2025, s. 3).

#### 2.2.5.7. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Dinamikleri

YZ girişimciliği ekosisteminin dinamikleri; teknolojik dönüşüm, aktörler arası etkileşim, yatırım-politika bileşenleri ve pazar yönelimleri tarafından belirlenmektedir. Ekosistemin temel itici gücü, veri odaklı iş modelleri aracılığıyla mevcut iş yapma biçimlerini dönüştürmesi ve yeni değer alanları üretmesidir. Bu çerçevede veri, girişimlerin müşteri ihtiyaçlarını daha isabetli öngörmesini ve özelleştirilmiş çözümler geliştirmesini mümkün kılarken (Jordan & Mitchell, 2015, s. 256), YZ tabanlı ürün ve hizmetlerin yüksek ölçeklenebilirliği küresel pazarlara hızlı açılımı desteklemektedir (Rahwan ve ark., 2019, s. 479). Buna bağlı olarak ekosistemin yenilik kapasitesi, üniversiteler, kamu kurumları, yatırımcılar ve girişimler arasındaki bilgi akışı ile sosyal ağ yapılarının etkinliğine dayanmaktadır; nitekim bilgi yönetimi ve bilgi yayılımı uluslararası başarıyı güçlendirirken (Ferreira, Fernandes, Veiga, & Dooley , 2022, s. 326), özellikle risk sermayesi yatırımcıları arasındaki ağ ilişkileri finansmana erişimi doğrudan şekillendirmektedir (Hyun & Kim, 2024, s. 1–2). Aynı doğrultuda yatırım ve ölçeklenme süreçleri, veri sahipliği ve teknolojik varlıklar temelinde ilerlemekte (Bessen ve ark., 2022, s. 2; Hagemann, 2023, s. 136–139); üretken yapay zekânın yüksek ekonomik değer üretme potansiyeli bu alanı yatırım bakımından daha cazip hale getirmektedir (McKinsey & Company, 2023, s. 14). Ancak bu büyüme doğrusal ilerlememekte; özellikle erken aşamadaki AI girişimlerinde gelir yaratma baskısı, uygun pazar segmentini belirleme ve ölçeklenebilir ürün geliştirme ihtiyacı ekosistemin gelişimini sınırlandıran başlıca belirsizlik alanları olarak ortaya çıkmaktadır (Bandini, 2023, s. 28–29). Bunun yanında ekosistemin yönü yalnızca piyasa aktörleri tarafından değil, regülasyon ve jeopolitik rekabet tarafından da tayin edilmektedir; Avrupa Birliği'nin düzenleyici yaklaşımı küresel ölçekte fiili standartlar üretirken (Siegmann & Anderljung, 2022, s. 8), ABD-Çin rekabeti sermaye akışlarını ve teknoloji stratejilerini yeniden biçimlendirmektedir (Soni ve ark., 2020, s. 2205).

YZ yatırımlarının yaygınlaşması iş gücü yapısını dönüştürmekte ve firmaları yeni beceri gereksinimlerine uygun eğitim stratejileri geliştirmeye zorlamaktadır (Liu ve ark., 2024, s. 1112; Moşteanu, 2019, s. 124). Dolayısıyla YZ girişimciliği ekosistemi, ekonomik büyüme mantığıyla ve veri gizliliği, algoritmik şeffaflık ve enerji verimliliği gibi etik ve sürdürülebilirlik ölçütleriyle birlikte işleyen çok boyutlu bir dönüşüm alanı niteliği taşımaktadır. Bu yönüyle YZ girişimciliği ekosisteminin dinamiklerinin çözümlenmesi, tez kapsamında ekosistemin işleyiş mantığını, gelişim yönünü ve olgunlaşma kapasitesini değerlendirebilmek açısından ehemmiyet taşımaktadır. Ancak söz konusu dinamik yapı, beraberinde çeşitli yapısal ve işlevsel sorun alanlarını da ortaya çıkarmaktadır. Bu çerçevede, yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin karşı karşıya olduğu zorluklar tartışılmaktadır.

### 2.2.6. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminde Karşılaşılan Zorluklar

YZ girişimlerinin karşılaştığı zorluklar, özellikle erken aşamada doğru pazar segmentini belirleme, yüksek yatırım getirisi sunabilecek fırsatları saptama ve ölçeklenebilir ürün geliştirme gereksinimi etrafında yoğunlaşmaktadır (Bandini, 2023, s. 28–29). Buna ek olarak etik ve düzenleyici baskılar, girişimleri sorumlu inovasyon ilkeleri doğrultusunda hareket etmeye zorlamakta; algoritmik tarafsızlık, açıklanabilirlik ve veri gizliliği gibi unsurlar uzun vadeli başarıyı belirleyen temel koşullara dönüşmektedir (Rios-Campos, 2024, s. 951; Kumar & Singh, 2025, s. 3;

Weber, Beutter, & Weking, 2022, s. 101–102). Bununla birlikte, YZ teknolojilerinin sektörel entegrasyonu yalnızca teknik yeterlilikle sağlanamamakta; geliştirilen çözümlerin hedef pazarın ihtiyaçları, kurumsal iş akışları ve yerleşik sektör pratikleriyle uyumlu olması gerekmektedir. Özellikle yoğun düzenlemeye tabi alanlarda bu uyum sorunu daha da belirginleşmektedir. Nitekim dijital sağlık alanında teknoloji tedarik protokollerine ilişkin bilgi eksikliği, ağır yasal düzenlemeler ve klinik doğrulama yükümlülükleri, yavaş tedarik süreçleri ve küçük ölçekli girişimlerin büyük teknoloji şirketleri karşısındaki yapısal dezavantajları, yenilikçi çözümlerin uygulamaya geçişini ciddi biçimde yavaşlatmaktadır (Olaye & Seixas, 2023, s. 2). Benzer biçimde, Avrupa'daki radyoloji departmanları ile YZ girişimleri arasındaki iş birliklerinde, ticari çözümlerin hastanelerin gerçek ihtiyaçlarına ve değişken iş akışlarına tam uyum sağlayamadığı; bu nedenle kurumların hazır ürün satın almak yerine eş-yaratım temelli ortaklıklara yöneldiği görülmektedir (Grootjans, Krainska & Rezazade, 2025, s. 2). Nitekim YZ teknolojilerinin entegrasyonu, sürekli yatırım, altyapı güçlendirmesi ve regülasyon uyumu gerektiren aşamalı ve maliyetli bir süreçtir; bu nedenle sermaye ve insan kaynağı bakımından sınırlı genç girişimler için teknik geliştirme ile mevzuata uyumu eş zamanlı yürütme zorunluluğu, gerçekçi bir ölçekleme planı oluşturulmadığında yenilikçi ürünlerin uygulama aşamasında sekteye uğramasına yol açmaktadır (Piccin & Zara, 2025, s. 5). Bu çerçevede YZ girişimlerinin karşılaştığı zorlukların sistematik biçimde ortaya konulması, tez kapsamında ekosistemin yapısal sınırlılıklarını, gelişim engellerini ve sürdürülebilirlik kapasitesini değerlendirebilmek açısından önem taşımaktadır. Söz konusu çok katmanlı sorun alanları, ekosistemin mevcut durumunu ve aynı zamanda gelişmişlik düzeyinin de analitik olarak ölçülmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle, girişimcilik ekosistemlerinde olgunluk yaklaşımı kapsamında bir değerlendirme yapılması gerekmektedir.

### 2.2.7. Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosistemlerinde Olgunluk Yaklaşımı

Bu çalışmada YZ girişimciliği ekosisteminin olgunluk yaklaşımıyla değerlendirilmesinin temel nedeni, ekosistemin yalnızca girişim sayısı, yatırım hacmi ya da çıktı miktarı gibi nicel göstergelerle yeterince açıklanamamasıdır. YZ girişimciliği; veri altyapısı, hesaplama kapasitesi, uzman insan kaynağı, kurumsal eşgüdüm, düzenleyici uyum ve etik yönetişim unsurlarının birlikte işlemesini gerektirmektedir (Fossen ve ark., 2024, s. 781-789). Bu nedenle ekosistemin gelişmişlik düzeyi çıktı üretimiyle ve kurumsallaşma, sürdürülebilirlik, koordinasyon ve ölçeklenme kapasitesiyle anlaşılabilmektedir (Audretsch ve ark., 2022, s. 17-19; Cukier ve ark., 2015, s. 600-601). Olgunluk yaklaşımı, bu çok boyutlu yapıyı aşamalı, ölçülebilir ve karşılaştırılabilir bir analiz çerçevesi içinde değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır (Cukier ve ark., 2015, s. 600–601). Bu yaklaşımın kavramsal dayanakları, birbirini tamamlayan dört teorik eksende temellenmektedir. İlk olarak sistem teorisi, YZ girişimciliği ekosistemini karşılıklı bağımlılık ve geri besleme ilişkileriyle işleyen karmaşık bir bütün olarak ele almaktadır (Stam, 2018, s. 4, 21–22). İkinci olarak kurumsal kapasite yaklaşımı, girişimci faaliyetin sürdürülebilir ekonomik değere dönüşebilmesi için destek mekanizmalarının, düzenleyici öngörülebilirliğin ve kurumsal eşgüdümün gelişmiş olması gerektiğini göstermektedir (Audretsch ve ark., 2022, 17–19). Üçüncü olarak evrimsel ekonomi perspektifi, ekosistemlerin durağan değil, zaman içinde doğan, büyüyen, uyum sağlayan ve dönüşen yapılar olduğunu ortaya koymaktadır (Cho ve ark., 2022, s. 1865-1867, 1877-1878).

Patika bağımlılığı yaklaşımı, her YZ ekosisteminin geçmiş kurumsal tercihleri ve bağlamsal birikimi tarafından biçimlendiğini göstermektedir (Audretsch & Belitski, 2017, s. 1030-1033). Bu çerçevede olgunluk yaklaşımı, YZ girişimciliği ekosistemini yalnızca teknoloji üretme kapasitesi

bakımından değil, aynı zamanda kurumsallaşma, uyum, süreklilik ve bağlama özgü derinleşme düzeyi bakımından çözümlemeyi mümkün kılmaktadır (Cukier ve ark., 2015, s. 600–601; Audretsch ve ark., 2022, s. 18–19). Bu çerçevede olgunluk yaklaşımı, YZ girişimciliği ekosisteminin gelişmişlik düzeyini çok boyutlu olarak ölçmeyi ve yapısal eksikliklerini görünür kılmayı sağlayan temel analitik zemini oluşturmaktadır. Bu yönüyle yaklaşım, tezde benimsenen değerlendirme mantığının kuramsal dayanağını teşkil etmektedir. Bu kuramsal temelden hareketle üçüncü bölümde, olgunluk modelleri temelli araştırma tasarımı ve yöntemi açıklanmaktadır.

# 3. OLGUNLUK MODELLERİ TEMELLİ ARAŞTIRMA TASARIMI VE YÖNTEMİ

Yapay zekâ girişimcilik ekosistemlerinin mevcut yapısını, gelişim kapasitesini analiz edebilmek ve Türkiye'de geleceğe dönük eğilimlerini anlamlandırmak için betimleyici göstergelerle ve analitik açıdan kapsamı genişletmek bu çalışmanın amacı ve hedefi için büyük önem taşımaktadır. Betimleyici göstergeler ekosistemdeki aktörlerin sayısal dağılımlarını ve temel eğilimlerini ortaya koysa da, bu yapının hangi aşamada bulunduğunu ve stratejik açıdan nasıl bir gelişim yoluna sahip olduğunu açıklamada tamamlayıcı yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle çalışmadaki betimleyici veriler web scraping yöntemiyle toplanan mekânsal ve kurumsal bilgilerle zenginleştirilmiş, ayrıca literatürdeki olgunluk modellerinden uyarlanabilecek kriterler kullanılarak daha kapsamlı bir analiz çerçevesi oluşturulmuştur.

Bu yaklaşım, mevcut olgunluk modellerini doğrudan uygulamaktan ziyade onların sunduğu boyut ve ölçütlerden esinlenerek, Türkiye bağlamına özgü bir değerlendirme kurgusu geliştirmeyi amaçlamaktadır. Böylelikle uluslararası literatürde kabul görmüş göstergelerden faydalanılırken, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin kurumsal, sektörel ve bölgesel dinamiklerini dikkate alan çok boyutlu bir analiz çerçevesi elde edilmiştir. Çalışmanın özgün katkısı da burada ortaya çıkmaktadır. Nitekim çalışma mevcut modelleri tekrarlamadan onların metodolojik katkılarından yararlanarak Türkiye'deki ekosistemin olgunluk analizini, yine ekosistemin mevcut dinamiklerine ve kendine özgü tüm yönleriyle gerçekleştirmektedir.

Bu bölümde öncelikle araştırma tasarımı sunulmakta; araştırma modeli, soruları ve kavramsal çerçevesi açıklanmaktadır. Ardından veri kaynakları ve veri toplama yöntemleri tanıtılmakta; ikincil veriler ile çevrim içi veri derleme (web scraping) tekniklerinin nasıl bir araya getirildiği ortaya konulmaktadır. Devamında literatürde yer alan farklı olgunluk modelleri özetlenmekte ve bu modellerden alınan kriterlerin Türkiye'ye özgü bir olgunluk analizi için nasıl uyarlanabileceği araştırma tasarımı boyutunda tartışılmaktadır.

## 3.1. Araştırma Tasarımı

Araştırma tasarımı kapsamında, Türkiye'deki yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin mevcut durumunun, kapasitesinin ve dinamiklerinin betimleyici göstergeler ve analitik ölçütler üzerinden değerlendirilmesi ve ekosistemin olgunluk düzeyinin ortaya konulması hedeflenmektedir. Bu çerçevede, nitel aşamada ulusal politika belgeleri, strateji dokümanları, kalkınma planları ve akademik literatür sistematik olarak incelenmiştir. Kalkınma planlarındaki kavramsal sürekliliği, dönemsel değişimi ve stratejik önceliklerin dönüşümünü izleyebilmek için belgeler MAXQDA yazılımına aktarılarak içerik analizi uygulanmış; böylece yapay zekâ, girişimcilik ve ekosistemle ilişkili kavramların frekansları, bağlamları ve dönemler arası yoğunluk değişimleri karşılaştırmalı biçimde çözümlenmiştir. Türkiye bağlamındaki akademik üretimin yönünü, tematik yoğunlaşmaları ve uluslararası görünürlüğünü ortaya koymak amacıyla ekosistemin içsel kapasite unsurları ile dışsal fırsat ve tehditlerini birlikte değerlendirebilmek için SWOT analizi kullanılmış; makro çevresel belirleyicilerin politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve hukuki boyutlarda sistematik biçimde çözümlenebilmesi için PESTEL analizine başvurulmuştur. Rekabet baskılarını, pazara giriş engellerini, tedarikçi ve alıcı güçlerini, ikame tehdidini ve sektör içi rekabet yoğunluğunu değerlendirmek amacıyla Porter'ın Beş Güç analizi uygulanmıştır. Ekosistemde yer alan aktörleri,

ilişkileri, merkezî düğümleri, boşlukları ve potansiyel sinerjileri görünür kılmak için ekosistem haritalama ve ağ analizi tercih edilmiş; hangi halkalarda değer üretildiğini, dışa bağımlılıkları ve yükselme olanaklarını ortaya koymak amacıyla değer zinciri analizi kullanılmıştır. Türkiye'nin uluslararası iyi uygulamalar karşısındaki konumunu belirlemek için benchmarking analizi yapılmış; sosyo-teknolojik dönüşümün geleceğe dönük etkilerini, belirsizliklerini ve stratejik eğilimlerini bütüncül biçimde değerlendirmek amacıyla da STEEP analizi gerçekleştirilmiştir.

Nicel araştırma için Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi (TRAI) girişim haritası, teknokent veri tabanları ve resmî kayıtlar temel alınarak; arama motoru taramaları ve kurumsal web sitesi incelemeleri yoluyla araştırmaya esas firma havuzu oluşturulmuştur. Analitik odağın korunması amacıyla, çalışmanın ikinci bölümünde açıklanan yapay zekâ şirketleri tanımı çerçevesinde, kendisini Türkiye'de "yapay zekâ şirketi" olarak tanımlayan ve/veya bu ölçütleri taşıyan girişimler değerlendirmeye dâhil edilmiştir. Bu kapsamda firmaların yapay zekâ, makine öğrenmesi, derin öğrenme veya üretken yapay zekâ teknolojilerini ürün ve hizmetlerinin merkezî unsuru olarak açık biçimde beyan etmeleri dikkate alınmış; bu firmalar Merkezi Sicil Kayıt Sistemi (MERSİS) üzerinden sorgulanarak doğrulanmış, firma merkezi baz alınarak şube kayıtları ayıklanmış ve nihai veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti kapsamında Türkiye bağlamına uyarlanmış bir analiz çerçevesi geliştirilmek için literatürde yer alan Yapay Zekâ Benimseme Olgunluk Modeli, Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi, Yetenek Olgunluk Modeli (CMMI), Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (DESI), Dijital Devlet Olgunluk Modelleri, Girişimcilik Ekosistemi Olgunluk Modelleri, Küresel İnovasyon Endeksi, OECD Yapay Zekâ Göstergeleri, Sorumlu Yapay Zekâ Olgunluğu ve Teknoloji Hazırlık Seviyesi (TRL) yaklaşımları sentezlenmiş; bu literatürden hareketle Strateji ve Liderlik, Üniversite–Sanayi İşbirliği, Süreç Standardizasyonu, Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik, Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi, İnovasyon Çıktıları, Politika ve Regülasyon Uyumu, Etik ve Güvenlik ile Teknoloji Olgunluğu olmak üzere on boyutlu bir kriter seti oluşturulmuştur. Söz konusu kriterler, kurumsal web sitelerinde izlenebilir dijital kanıtlara dönüştürülmek üzere Türkçe ve İngilizce anahtar kelime eşleştirme sözlüğü ile operasyonelleştirilmiş; web scraping yoluyla araştırma kapsamına alınmış girişimlerin dijital izleri taranmış; bulgular VAR=1 ve YOK=0 şeklinde kodlanarak nihai veri matrisi elde edilmiştir. Elde edilen bu ikili veri seti üzerinden frekans ve oran özetleri çıkarılmış, Wilson esaslı güven aralıkları hesaplanmış, göstergeler [0,1] aralığında normalize edilmiş ve OECD/JRC yaklaşımına uygun eşit ağırlıklandırma ile Genel Olgunluk Analizi (GOA) hesaplanmıştır. Son aşamada ekosistemin olgunluk düzeyi tertil esaslı eşikleme yöntemiyle sınıflandırılmış; duyarlılık ve sağlamlık testleri ile kriterler arası bağlaşıklık ve birlikte-görülme örüntüleri incelenerek bulguların analitik tutarlılığı güçlendirilmiştir.

Bu araştırma tasarımı, Türkiye'deki yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin olgunluk analizinde nitel analizlerle desteklenen ve ikincil veriye dayalı nicel ağırlıklı unsurları bir araya getirerek ekosistemin yapısal özelliklerini, gelişim kapasitesini ve olgunluk düzeyini bütüncül bir çerçevede değerlendirmektedir. Bu yönüyle araştırma tasarımı, araştırma soruları ile veri kaynakları, analiz teknikleri ve bulgular arasında mantıksal bir bütünlük kurmakta; tezin bilimsel tutarlılığını, izlenebilirliğini ve yöntemsel güvenilirliğini güçlendirmektedir. Bu perspektifte araştırmanın kuramsal ve analitik kurgusunu somutlaştıran Araştırma Soruları ve Hipotezlerin Metodolojik Eşleştirilmesi aşağıdaki başlıkta ele alınmıştır.

### 3.1.1. Araştırma Soruları ve Betimsel Hipotezlerin Yöntemsel Eşleştirilmesi

Araştırma soruları ve betimsel hipotezlerin yöntemsel eşleştirilmesi kapsamında Tablo 4, araştırma soruları, betimsel hipotezler ve analiz yöntemleri arasındaki metodolojik eşleştirmeyi sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Bu çerçevede S1, ayrı bir betimsel hipotez gerektirmeyen ve ekosistemin yapısal profilini betimlemeye yönelen bir başlangıç sorusu olarak frekans, oran, mekânsal yoğunlaşma/kümelenme ve gerektiğinde haritalama analizleriyle temellendirilmektedir. S2, ekosistemin boyut bazlı ve genel olgunluk analizinin merkezini oluşturmakta; H1–H8 kapsamındaki tüm betimsel hipotezler kriter bazlı skor üretimi, göstergelerin normalizasyonu, bileşik olgunluk analizi, boyut bazlı profil çıkarımı ve olgunluk düzeyi sınıflandırmasıyla sınanmaktadır. S3, süreç standardizasyonu ile politika/regülasyon uyumu boyutuna odaklanarak H3 ile doğrudan eşleştirilmekte ve belge analizi, içerik analizi ve uyum/boşluk analizi yoluyla politika–uygulama ilişkisini incelemektedir. S4, ayrı bir hipotez üretmeksizin H1–H8 kapsamındaki bulguları SWOT, PESTEL, Porter'ın Beş Gücü, değer zinciri ve STEEP çerçeveleri üzerinden bütüncül olarak yorumlayarak ekosistemin stratejik konumunu çözümlemektedir. S5, gelişim kapasitesini H2, H4, H6, H7 ve H8 ekseninde ele almakta; kurumsal destek, dijital entegrasyon, inovasyon çıktıları ve teknoloji olgunluğu boyutlarında güçlü ve zayıf alanları karşılaştırmalı biçimde ortaya koymaktadır. S6 ise olgunluk kriterleri arasındaki bağlaşıklık ve birlikte görülme örüntülerini belirlemeye yönelerek H1–H8'in tamamıyla ilişkilendirilmekte; Phi (φ), Ki-kare ($\chi^2$) ve kombinasyon analizi aracılığıyla öne çıkan örüntüleri açığa çıkarmaktadır. Ayrıca S7, ayrı bir betimsel hipotez tanımlamaksızın H1–H8 kapsamındaki bulguların bütüncül sentezinden hareketle müdahale alanlarını önceliklendirmekte ve politika/strateji çıkarımlarını üretmektedir. Bu yapı, araştırma tasarımının betimleyici profil çıkarımından boyut bazlı ve genel olgunluk analizine, oradan stratejik sentez ve politika çıkarımlarına uzanan tutarlı bir analitik akış içinde kurgulandığını göstermektedir.

**Tablo 4.** Araştırma Soruları, Betimsel Hipotezler ve Analiz Yöntem Eşleştirme Tablosu

| Araştırma Sorusu | Hipotez(ler) | Analiz Yöntemleri |
|---|---|---|
| **S1- Yapısal Özellikler ve Yoğunlaşmalar** | Bu soru için ayrı bir betimsel hipotez tanımlanmamaktadır; soru, ekosistemin yapısal profilinin betimlenmesine yöneliktir. | Betimleyici istatistikler, frekans ve oran analizleri, mekânsal yoğunlaşma/kümelenme analizi, gerektiğinde haritalama. |
| **S2- Olgunluk Ölçütleri Kapsamında Ekosistemin Boyut Bazlı ve Genel Analizi** | H1–H8 kapsamındaki bulgular, ekosistemin genel analizini ortaya koymak üzere bütüncül biçimde yorumlanmaktadır. | Kriter bazlı skor üretimi, göstergelerin normalizasyonu, bileşik olgunluk analizi oluşturma, boyut bazlı olgunluk profili çıkarma, olgunluk düzeyi sınıflandırması. |
| **S3- Politika–Uygulama Uyum Analizi** | H3 – Süreç Standardizasyonu ve Politika/Regülasyon Uyumu | Belge analizi ve içerik analizi, web scraping temelli süreç standardizasyonu ve politika/regülasyon uyumu göstergeleri ile |

| Araştırma Sorusu | Hipotez(ler) | Analiz Yöntemleri |
|---|---|---|
| | | ulusal politika hedeflerinin nitel eşleştirilmesi, uyum/boşluk analizi. |
| **S4- Stratejik Değerlendirme Araçları ile Ekosistem Analizi** | Bu soru için ayrı bir betimsel hipotez tanımlanmamaktadır; H1–H8 kapsamındaki bulgular, ekosistemin stratejik konumunu ortaya koymak üzere bütüncül biçimde yorumlanmaktadır. | Nitel karşılaştırmalı analiz, tematik kodlama ve bulguların SWOT, PESTEL, Porter'ın Beş Gücü, değer zinciri ve STEEP çerçeveleri üzerinden stratejik olarak sentezlenmesi; güçlü ve zayıf yönler ile fırsat ve tehdit alanlarının haritalanması. |
| **S5- Gelişim Kapasitesi** | H2 – Üniversite–Sanayi İşbirliği ve Teknopark Üyeliği / Teknoloji Transferi; H4 – Dijital Teknoloji Entegrasyonu; H6 – İnovasyon Çıktıları; H7 – Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması); H8 – Genel Olgunluk Seviyesi. | Kriter bazlı skorların karşılaştırılması, gelişim kapasitesini destekleyen ve sınırlayan boyutların belirlenmesi, kurumsal destek, dijital entegrasyon, inovasyon çıktıları ve teknoloji olgunluğu eksenlerinde güçlü ve zayıf alanların tespiti, ekosistemin gelişim kapasitesine ilişkin bütüncül değerlendirme analizi. |
| **S6- Öne Çıkan Faktörler** | Bu soru, olgunluk kriterleri arasındaki bağlaşıklık ve birlikte görülme örüntülerini ortaya koymaya yöneldiği için H1–H8 kapsamındaki tüm betimsel hipotezlerle ilişkilendirilmektedir. | Betimleyici istatistikler, Phi (φ) katsayısı ve Ki-kare ($\chi^2$) bağımsızlık testi ile kriterler arası bağlaşıklık ve birlikte görülme analizi; sık gözlenen olgunluk örüntülerinin belirlenmesine yönelik kombinasyon analizi. |
| **S7- Politika ve Strateji Çıkarımları** | Bu başlık için ayrı bir betimsel hipotez tanımlanmamaktadır; politika ve strateji çıkarımları H1–H8 kapsamındaki bulguların bütüncül sentezine dayanmaktadır. | Bulguların bütüncül sentezi, güçlü ve zayıf olgunluk alanlarının önceliklendirilmesi, müdahale alanlarının belirlenmesi ve politika/strateji çıkarımlarının geliştirilmesi. |

Bu metodolojik çerçeve doğrultusunda, araştırmada kullanılan veri kaynakları ile bu verilerin toplanma süreç ve yöntemleri ile ele alınmaktadır.

## 3.2. Veri Kaynakları ve Toplama Yöntemleri

Bu araştırmada kullanılan veri kaynakları ve veri toplama yöntemleri, çalışmanın metodolojik bütünlüğünü oluşturan temel bileşenlerdir. Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin mevcut yapısını ve olgunluk düzeyini ortaya koyabilmek amacıyla betimleyici göstergeler, ikincil veri setleri ve çevrim içi veri toplama teknikleri birlikte kullanılmıştır. Bu kapsamda araştırma, bir yandan ikincil veri kaynaklarına dayanmakta, diğer yandan web scraping yöntemiyle dijital ortamlardan elde edilen veriler aracılığıyla girişimlerin yapısal, sektörel ve mekânsal özelliklerine ilişkin ayrıntılı ve doğrulanabilir bilgiler üretmektedir. Böylece ekosistemin hem makro düzeyde genel görünümü hem de mikro düzeyde firma özellikleri sistematik olarak incelenebilmektedir. Kullanılan veri kaynakları aynı zamanda çalışma evreninin ve örneklem çerçevesinin bilimsel ölçütlere dayalı biçimde tanımlanmasına katkı sunmaktadır. Bu çerçevede, izleyen alt başlıklarda

sırasıyla ikincil veri kaynaklarının kapsamı ve niteliği, çevrim içi veri toplama sürecinde izlenen web scraping yöntemi, çalışma evreni ve örneklem tanımı ile araştırmanın etik boyutu ele alınmaktadır.

### 3.2.1. İkincil Veri Kaynakları

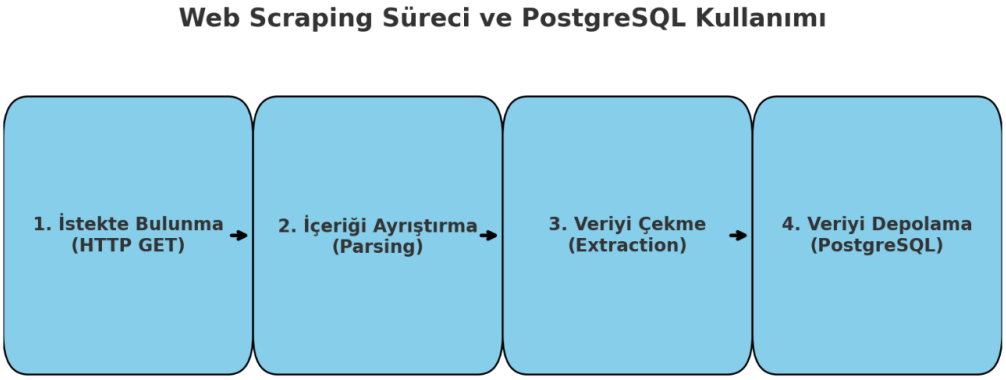
Bu çalışmada kullanılan veri setlerinin tamamı kamu kurumları, uluslararası kuruluşlar, sektörel platformlar ve çeşitli kurumsal kayıt sistemlerinde daha önce oluşturulmuş veri ve belgelerden derlenmiş olduğundan ikincil veri niteliği taşımaktadır. Araştırmada yararlanılan bu kaynaklar, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosistemine ilişkin firma tespiti, kurumsal doğrulama, sektörel sınıflandırma, mekânsal dağılım, yenilik kapasitesi ve kurumsal yerleşim örüntülerinin incelenmesinde temel veri zeminini oluşturmaktadır. Bu kapsamda Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi (TRAI) Girişim Haritası, yapay zekâ alanında faaliyet gösteren girişimlerin belirlenmesi, ön sınıflandırılması ve ekosistemin genel görünümünün ortaya konulması bakımından önemli bir başlangıç veri tabanı işlevi görmektedir; ancak burada yer alan kayıtlar, araştırma kapsamında nihai veri olarak doğrudan kabul edilmemekte, resmî ve kurumsal veri tabanları üzerinden ayrıca doğrulanmaktadır. Bu doğrulama sürecinde T.C. Ticaret Bakanlığı Merkezi Sicil Kayıt Sistemi (MERSİS), firmaların tüzel kişiliklerinin, faaliyet konularının ve güncel kayıt durumlarının incelenmesine imkân sağlayarak araştırma kapsamına alınan işletmelerin hukuki varlığının ve güncelliğinin denetlenmesinde merkezi bir rol üstlenmektedir. Bunun yanında teknokent ve teknopark firmalarına ilişkin kurumsal listeler, firma katalogları ve yerleşik şirket kayıtları, yapay zekâ girişimlerinin hangi teknoloji geliştirme bölgelerinde yoğunlaştığını, hangi bölgelerde kümelendiğini ve hangi yenilik ekosistemleri içerisinde konumlandığını göstermesi bakımından önemli bir ikincil veri kaynağı oluşturmaktadır.

Ekosistemin yenilik ve fikrî mülkiyet boyutunun değerlendirilmesinde Türkiye Patent ve Marka Kurumu (TÜRKPATENT) verileri, patent ve faydalı model başvurularının yıllara göre gelişimini, teknoloji alanlarını ve girişimlerin fikrî mülkiyet varlıklarını inceleme imkânı sunarken; uluslararası karşılaştırma boyutunda Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (World Intellectual Property Organization-WIPO) veri tabanları, yapay zekâ teknolojilerine ilişkin küresel patent eğilimlerinin izlenmesine ve Türkiye'nin uluslararası fikrî mülkiyet performansının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bunlara ek olarak genel ve sektörel arama motorları ile kamuya açık kurumsal dijital içerikler, doğrudan temel veri kaynağı olmaktan çok, araştırma kapsamına girebilecek şirketlerin görünürlüğünü izleme, kurumsal web sitelerine erişme ve açık kaynaklı firma bilgilerinin bütünlüğünü denetleme bakımından destekleyici araçlar olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu araştırmada kullanılan ikincil veri kaynakları, firma tespitinden kurumsal doğrulamaya, teknokent yerleşimlerinden sektörel ve bölgesel sınıflandırmaya, yenilik göstergelerinden uluslararası karşılaştırmalara kadar uzanan çok katmanlı bir veri yapısı sunmakta ve araştırma bulgularının daha sağlam, karşılaştırılabilir ve doğrulanabilir bir temele dayanmasına katkı sağlamaktadır. "İkincil veri kaynaklarının ardından, bu verilerin çevrim içi ortamlardan hangi yöntemsel çerçeve ile toplandığının açıklanması gerekmektedir; bu kapsamda aşağıda web scraping yöntemi ele alınmaktadır.

### 3.2.2. Çevrim İçi Veri Toplama Yöntemi

Çevrim içi veri toplama (web scraping), internet sitelerinde yer alan yapılandırılmamış verilerin otomatik teknikler aracılığıyla elde edilerek analiz edilebilir ve yapılandırılmış veri biçimlerine dönüştürülmesi sürecini ifade etmektedir; bu yöntem, büyük ölçekli veri setlerine hızlı,

doğru ve sistematik erişim sağlaması nedeniyle araştırma, iş zekâsı ve politika geliştirme çalışmalarında önemli bir yöntemsel araç olarak değerlendirilmektedir (Khder, 2021, s. 145; De Sirisuriya, 2015, s. 135). Bu genel çerçeve doğrultusunda, söz konusu yöntem bu çalışmada Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosistemine ilişkin dijital izlerin sistematik biçimde derlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu kapsamda çevrim içi veri toplama sürecinde firmalara ilişkin kurumsal unvan, web sitesi/alan adı, il ve adres bilgisi, faaliyet alanı, sektörel kategori, teknopark/teknokent bağlantısı, ürün-hizmet ve çözüm açıklamaları, proje/pilot uygulama ve müşteri referansı kanıtları ile Strateji ve Liderlik, Üniversite–Sanayi İşbirliği, Süreç Standardizasyonu, Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik, Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi, İnovasyon Çıktıları, Politika ve Regülasyon Uyumu, Etik ve Güvenlik ve Teknoloji Olgunluğu kriterlerine ilişkin kurumsal web içerik izleri derlenmiştir. Nitekim Şekil 4'te gösterildiği üzere süreç, dört aşamalı bir iş akışı çerçevesinde yürütülmektedir: ilk aşamada hedef web sayfalarına HTTP istekleri gönderilerek sayfa içerikleri elde edilmekte, ikinci aşamada alınan HTML verileri ayrıştırılarak anlamlı bir içerik yapısına dönüştürülmekte, üçüncü aşamada CSS Selectors, XPath, DOM (Document Object Model) çözümlemesi, regular expression eşleştirmeleri ve ilgili yazılım kütüphaneleri aracılığıyla araştırma açısından gerekli bilgiler çekilmekte, son aşamada ise elde edilen veriler yapılandırılmış biçimde depolanarak analiz ve raporlama süreçlerine hazır hâle getirilmektedir (Munzert ve ark., 2014, s. 22; De Sirisuriya, 2015, s. 136; Bradley & James, 2019, s. 265; GeeksforGeeks, 2025; Sulcas, 2025; Real Python, 2024; Alexander, 2026). Bu yöntemin çalışmaya sağladığı temel katkı, firma web siteleri, girişim haritaları, teknokent ve teknopark kayıtları, açık kurumsal duyurular ve benzeri dijital kaynaklarda dağınık biçimde yer alan verilerin standartlaştırılmış bir yapıda bir araya getirilmesine imkân tanımasıdır. Böylece yapay zekâ girişimlerinin faaliyet alanları, kurumsal görünürlükleri, sektörel konumları ve adres bilgileri sistematik olarak derlenebilmekte; bu da ekosistemin yapısal ve mekânsal örüntülerinin daha sağlıklı biçimde incelenmesini mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte yöntemin uygulanmasında telif hakları, kişisel verilerin korunması ve internet sitelerinin kullanım koşulları gibi etik ve hukuki sınırlılıkların gözetilmesi gerekmektedir (Krotov, Johnson, & Silva, 2020, s. 558). Öte yandan son yıllarda DOM tabanlı geleneksel yaklaşımlara ek olarak UzunExt algoritması gibi HTML ağaç yapısını oluşturmadan veri çıkarımı yapabilen yöntemler, veri çıkarım sürecinin hızını belirgin biçimde artırmaktadır (Uzun, 2020, s. 61726). Trafilatura benzeri modern kütüphaneler ise karşılaştırmalı değerlendirmelerde hem çıkarım kalitesi hem de genel performans bakımından güçlü sonuçlar sunmaktadır (Barbaresi, 2021, s. 122, 128). Bununla birlikte, çevrim içi ortamlardan elde edilen verilerin araştırma sürecinde işlevsel hâle gelebilmesi, yalnızca başarılı biçimde çekilmelerine değil, aynı zamanda tutarlı, güvenilir ve analiz edilebilir bir yapıda depolanmalarına da bağlıdır. Bu nedenle çalışmada elde edilen verilerin depolanmasında PostgreSQL tercih edilmiştir; çünkü PostgreSQL, ACID özellikli işlem desteği, UNIQUE kısıt mekanizmaları, JSON/JSONB tipleri, zengin yerleşik veri tipleri, güçlü indeksleme olanakları ve Python ile entegrasyonu destekleyen yaygın bağdaştırıcı ekosistemi sayesinde web scraping çıktılarının tutarlı, güvenilir ve performanslı biçimde saklanmasına elverişli bir altyapı sunmaktadır (PostgreSQL Global Development Group, t.y.; Prisma, t.y.). Ayrıca bu altyapı, firmalara ait adres verilerinin standartlaştırılarak kümelenmesine ve buna bağlı olarak mekânsal dağılım örüntülerinin daha sistematik biçimde analiz edilmesine yöntemsel kolaylık sağlamaktadır.




**Şekil 4.** Web Scraping ile İlişkisel Süreç

Veri toplama sürecinin ardından, etik boyut olgusu bir sonraki başlıkta ifade edilmektedir.

### 3.2.3. Etik Boyut

Bu araştırmada veri toplama ve işleme süreci, akademik etik ilkeler çerçevesinde yürütülmüştür. Bu kapsamda gizlilik, adil kullanım, şeffaflık ve izin mekanizmalarına saygı temel etik ilkeler olarak benimsenmiştir. Çevrim içi veri toplama sürecinde yalnızca "robots.txt" dosyasında erişime izin verilen sayfalardan veri derlenmiş, böylece web sitelerinin kullanım politikalarına riayet edilmiştir. Ayrıca ilgili sitelerin Meta Robots etiketi ve X-Robots-Tag HTTP başlığı doğrultusunda indekslenmeyen, sınırlandırılmış veya özel erişim gerektiren içerikler kapsam dışında bırakılmış; yalnızca kamuya açık ve erişimine izin verilmiş veriler kullanılmıştır. Bunun yanında T.C. Ticaret Bakanlığı tarafından tutulan resmî sicil kayıtlarının yer aldığı MERSİS (Merkezi Sicil Kayıt Sistemi) üzerinde gerçekleştirilen sorgulamalarda sistemin günlük 50 sorgu sınırı aşılmamış, böylece kamuya ait dijital altyapıya ilave yük oluşturulmamasına özen gösterilmiştir. Bu yönüyle araştırma süreci hem veri erişiminde hem de veri kullanımında etik ilkelere ve sorumlu dijital araştırma anlayışına uygun biçimde yürütülmüştür. Bu kapsamda araştırmada esas alınan olgunluk modelleri temelinde analiz kriterlerinin nasıl belirlendiği de aşağıda açıklanmıştır.

## 3.3. Olgunluk Modelleri Temelinde Analiz Kriterlerinin Belirlenmesi

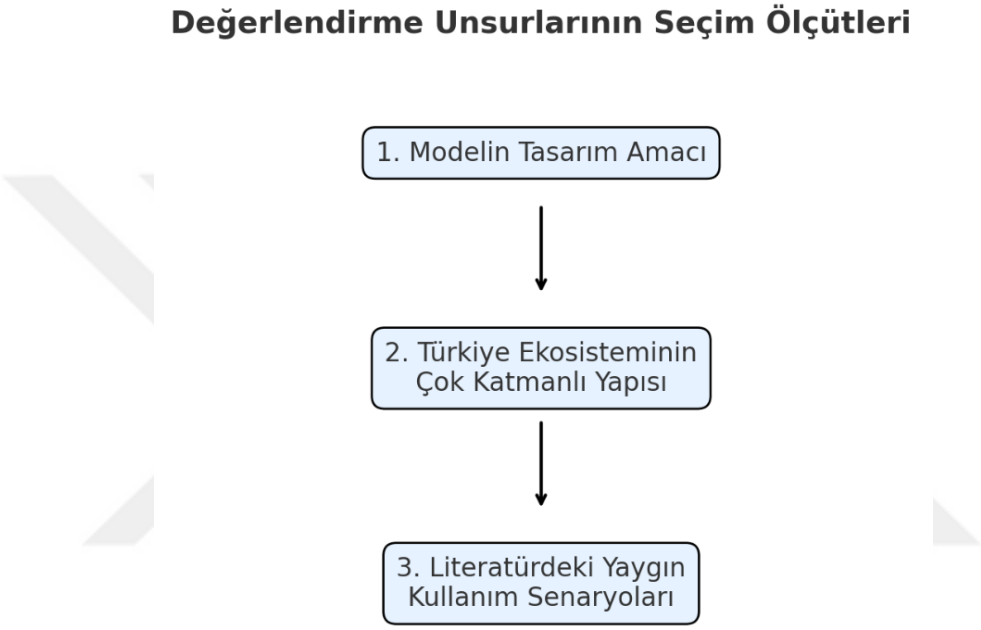
Olgunluk kavramı, incelenen bir sistemin, kurumun, sürecin veya ekosistemin belirli yetkinlikler bakımından ulaştığı tamamlanmışlık, gelişmişlik ve kapasite düzeyini ifade etmektedir. Wendler, olgunluk kavramını "gelişimin ya da büyümenin tamamlanmışlık/mükemmellik durumu" olarak açıklamakta; olgunluk modellerinin ise belirli yetkinliklerin mevcut durumunu basitleştirilmiş aşamalar ve çok boyutlu ölçütler aracılığıyla değerlendirdiğini belirtmektedir (2012, s. 1318–1319). Becker ve ark.'na göre olgunluk modelleri, bir kurumun ya da sistemin mevcut durumunu değerlendirmeye ve gelişim için uygun iyileştirme önlemlerini belirlemeye imkân veren araçlardır (2009, s. 213–216). Benzer biçimde Mettler, olgunluk değerlendirme modellerinin sosyal ve teknik sistemlerin belirli yönlerini ölçmeye yönelik olarak geliştirildiğini ve bu modellerin bağlama özgü karar parametreleriyle yapılandırılması gerektiğini vurgulamaktadır (2011, s. 81–89). De Bruin ve ark. (2005) ise olgunluk modeli geliştirme sürecinin kapsamın belirlenmesi, modelin tasarlanması, içerikle doldurulması, test edilmesi, uygulanması ve sürdürülmesi aşamalarından oluştuğunu

belirterek, ölçülecek alanın açık biçimde tanımlanması ve ölçülebilir bileşenlerin seçilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (2005, s. 1–4). Bu doğrultuda bu çalışmada olgunluk yaklaşımının kullanılmasının temel nedeni, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin yalnızca firma sayısı, yatırım hacmi, patent başvurusu veya genel dijitalleşme göstergeleriyle açıklanamayacak kadar çok boyutlu ve katmanlı bir yapıya sahip olmasıdır. Yapay zekâ girişimciliği; stratejik yönelim, veri ve teknoloji altyapısı, ürünleşme düzeyi, süreç standardizasyonu, üniversite–sanayi işbirliği, teknoloji transferi, inovasyon çıktıları, politika ve regülasyon uyumu, etik-güvenlik, şeffaflık ve hesap verebilirlik gibi birbirini tamamlayan teknik, kurumsal ve yönetişimsel bileşenlerin birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle araştırmada kullanılan olgunluk kriterleri, literatürdeki modellerin tüm bileşenlerinin doğrudan aktarılmasıyla değil; ilgili model, endeks ve gösterge setlerinin kavramsal çekirdeğini temsil etme gücü, yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin teknik/kurumsal/yönetişimsel boyutlarını açıklama kapasitesi, firma düzeyinde açık kaynak dijital kanıtlar üzerinden gözlenebilir ve "VAR=1/YOK=0" biçiminde kodlanabilir olması, Türkiye bağlamına uyarlanabilirliği ve ekosistem düzeyinde karşılaştırılabilir bileşik skor üretimine elverişliliği dikkate alınarak belirlenmiştir. Ayrıca OECD ve JRC tarafından geliştirilen bileşik göstergeler metodolojisi, farklı göstergelerin şeffaf, karşılaştırılabilir ve yeniden üretilebilir bir endeks yapısı altında birleştirilmesine imkân verdiğinden, seçilen kriterlerin normalizasyon, ağırlıklandırma ve agregasyon yoluyla Genel Olgunluk Analizi'ne dönüştürülmesinde yöntemsel dayanak sağlamaktadır (OECD & JRC, 2008, s. 13–15; OECD & JRC, 2020, s. 25–27). Böylece bu çalışmada olgunluk yaklaşımı, sabit ve evrensel bir seviye tanımı olarak ve aynı zamanda Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin mevcut konumunu, güçlü ve zayıf yönlerini, gelişim kapasitesini ve politika/strateji gereksinimlerini doğrulanabilir dijital kanıtlara dayalı, ölçülebilir ve karşılaştırılabilir bir çerçevede ortaya koyan bağlama duyarlı bir analiz mantığı olarak kullanılmıştır. Bu bakış açısıyla, literatürde yer alan olgunluk modelleri izleyen başlıkta ele alınmaktadır.

### 3.3.1. Literatürdeki Olgunluk Modelleri

Olgunluk modelleri, sistemlerin, kuruluşların, teknolojilerin ve ekosistemlerin gelişim düzeylerini belirli aşamalar ve ölçütler çerçevesinde değerlendirmek amacıyla literatürde yaygın olarak kullanılan analitik araçlardır. Bu modeller, incelenen yapının mevcut durumunun belirlenmesine, gelişim kapasitesinin değerlendirilmesine ve farklı boyutlardaki ilerleme düzeylerinin karşılaştırmalı biçimde analiz edilmesine imkân tanımaktadır. Yapay zekâ, dijital dönüşüm, girişimcilik ekosistemleri ve kurumsal süreçler gibi farklı alanlarda geliştirilen olgunluk modelleri, bu araştırmada kullanılacak analiz kriterlerinin belirlenmesinde kuramsal bir referans çerçevesi olarak dikkate alınmıştır. Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizi kapsamında kullanılacak değerlendirme unsurları, literatürdeki olgunluk modellerinden üç temel seçim ölçütü esas alınarak belirlenmiştir. Şekil 5'te de gösterildiği üzere bu ölçütler; modelin tasarım amacı, Türkiye ekosisteminin çok katmanlı yapısı ve literatürdeki yaygın kullanım senaryolarıdır. İlk olarak, her modelin geliştirilme amacı dikkate alınmıştır. Örneğin AI Readiness Index altyapı ve politika kapasitesine, Capability Maturity Model süreç standardizasyonuna, Technology Readiness Level ise araştırmadan ticarileşmeye uzanan teknoloji olgunluk aşamalarına odaklanmaktadır. İkinci olarak, Türkiye ekosisteminin makro, mezo ve mikro düzeylerden oluşan çok katmanlı yapısı göz önünde bulundurulmuştur. Bu doğrultuda makro düzeyde devlet stratejileri ve politika göstergeleri, mezo düzeyde ekosistem aktörleri ile destek mekanizmaları, mikro düzeyde

ise girişimlerin süreç, teknoloji ve etik olgunluğu değerlendirmeye alınmıştır. Üçüncü olarak, modellerin literatürde hangi amaçlarla ve hangi boyutları değerlendirmek için yaygın biçimde kullanıldığı dikkate alınmıştır. Bu kapsamda Global Innovation Index inovasyon çıktılarının, Responsible AI Maturity etik ve güvenlik boyutunun, VTT AI Maturity ise strateji, süreç ve insan kaynağı unsurlarının değerlendirilmesinde başvurulan çerçeveler arasında yer almaktadır. Dolayısıyla değerlendirme unsurları olgunluk modellerinin tüm bileşenlerini aynen aktarmak yerine, her modelin özgün amacı, Türkiye ekosisteminin yapısal özellikleri ve literatürde kabul gören kullanım alanları birlikte dikkate alınarak seçilmiş ve araştırma bağlamına uyarlanmıştır. Bu nedenle analiz sürecinde her modelden, tasarlandığı amaca en uygun kriterler esas alınmıştır.




**Şekil 5.** Değerlendirme Unsurlarının Seçim Ölçütleri

### 3.3.1.1. Yapay Zekâ Benimseme Olgunluk Modeli

Yapay zekâ benimseme olgunluk modelleri, kurum ve ekosistemlerin yapay zekâ teknolojilerini hangi düzeyde benimsediğini aşamalı bir gelişim mantığı içinde değerlendiren çerçeveler sunmaktadır. Bu modeller, mevcut kapasitenin tanımlanmasına, eksik alanların belirlenmesine ve stratejik yönelimlerin şekillendirilmesine imkân vermektedir. Nitekim Gartner ve Deloitte tarafından geliştirilen modeller, yapay zekâ kullanımının farkındalık ve keşif düzeyinden başlayarak operasyonel, entegre ve dönüştürücü aşamalara doğru ilerlediğini ortaya koymakta; böylece yapay zekânın yalnızca teknik bir araç değil, kurumsal stratejiyle bütünleşen bir dönüşüm unsuru olduğunu vurgulamaktadır (BTIT, 2024). Benzer biçimde Twani ve ark.'nın (2024) geliştirdiği model de kurumların “Exploration” aşamasından “Transformation” düzeyine uzanan bir ilerleme çizgisi izlediğini göstermekte; bu sürecin yönetişim, veri paylaşımı, etik kullanım ve insan kaynağı boyutlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir (2023, s. 6–10). Bununla birlikte, olgunluk modellerinin girişimcilik ortamlarında her zaman doğrusal ve tam karşılık bulan yapılar olmadığı, özellikle hızlı değer üretimi ve pazara erken çıkış baskısının bulunduğu bağlamlarda daha esnek uygulama biçimlerinin öne çıkabildiği de ifade edilmektedir (Superhuman,

2025). Bu araştırmada söz konusu model ailesinden özellikle liderlik ve strateji boyutunda yararlanılmıştır. Bunun nedeni, yapay zekâ odaklı girişimlerde üst yönetim vizyonunun, stratejik yönelimin ve kurumsal sahiplenmenin benimseme düzeyini belirleyen temel unsurlar arasında yer almasıdır. Bu doğrultuda firmaların kurumsal dijital izlerinde yer alan vizyon, misyon, stratejik hedef, üst yönetim söylemi ve yapay zekâyı temel yönelim olarak konumlandıran ifadeler incelenerek, girişimlerin liderlik ve strateji boyutundaki olgunluk düzeyleri değerlendirilmektedir. Yapay zekâ benimseme olgunluk modellerinin özellikle kurumsal strateji ve liderlik boyutuna sağladığı katkının ardından, ekosistemin kamu politikası, altyapı ve yönetişim kapasitesini değerlendiren yapay zekâ hazırlık endeksi (AI Readiness Index) olgusu ile ele alınmaktadır.

#### 3.3.1.2. Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi

Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (AI Readiness Index), ülkelerin ve kurumların yapay zekâ teknolojilerini benimseme, uygulama ve sürdürülebilir biçimde kullanma kapasitesini çok boyutlu göstergeler üzerinden değerlendiren bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Özellikle Oxford Insights tarafından geliştirilen Government AI Readiness Index, yönetişim kapasitesi, dijital altyapı, beşerî sermaye ve kamu verilerinin erişilebilirliği gibi boyutlar üzerinden hükümetlerin yapay zekâya hazırlık düzeyini ölçmektedir (Oxford Insights, 2024). Bu yaklaşım, hazırlığın yalnızca teknik yeterlilikten ibaret olmadığını; etik, kapsayıcılık ve hesap verebilirlik gibi yönetişim temelli unsurların da değerlendirmeye dâhil edilmesi gerektiğini göstermektedir (Nzobonimpa & Savard, 2023, s. 398). Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde ise bu modelden özellikle kamu politikası kapasitesi, destekleyici yönetişim yapısı ve ekosistem düzeyindeki hazırlık göstergeleri bakımından yararlanılmaktadır. Bununla birlikte, hazırlığın ekosistem düzeyinde nasıl somutlaştığını açıklayabilmek için organizasyonel kapasite ve aktörler arası etkileşim boyutlarının da dikkate alınması gerekmektedir. Nitekim Tornatzky ve Fleischer (1990)tarafından geliştirilen TOE yaklaşımı, firmaların yeni teknolojileri benimsemesinde yalnızca iç süreçlerin ve liderlik stratejilerinin değil, dış çevre koşulları ile paydaş ilişkilerinin de belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır (Hoti, 2015, s. 6). Benzer biçimde Mettler, olgunluk modellerinin organizasyonel sınırların ötesine geçerek üniversite-sanayi iş birliği gibi aktörler arası ilişkileri de kapsaması gerektiğini vurgulamaktadır (2011, s. 86). Holmström de aktörler arası senkronizasyonu yapay zekâ hazırlığının temel unsurlarından biri olarak değerlendirmektedir (2022, s. 334-337). Becker ve arkadaşları, olgunluk değerlendirmesinin yalnızca örgüt içi hedeflere göre değil, müşteri talepleri, yasal düzenlemeler ve rehberler gibi dışsal gereklilikler dikkate alınarak da yapılması gerektiğini belirtmektedir (2009, s. 213–214). Bu doğrultuda Türkiye bağlamında firmaların üniversitelerle yürüttüğü TÜBİTAK destekli projeler, iş birliği kapasitesi ve ekosistem hazırlığını yansıtan önemli göstergeler arasında değerlendirilmektedir. Dolayısıyla bu model, araştırmada kamu yönetişimi, organizasyonel kapasite ve üniversite-sanayi iş birliği boyutlarının birlikte ele alınmasına analitik zemin sağlamaktadır. Yapay zekâ hazırlığını ekosistem düzeyinde açıklayan bu modelin ardından, kurumsal süreç yetkinliğini ölçen Yetenek Olgunluk Modeli (Capability Maturity Model-CMMI) incelenmektedir.

#### 3.3.1.3. Yetenek Olgunluk Modeli

Yetenek olgunluk modeli yani Capability Maturity Model (CMM) ve ardından geliştirilen Capability Maturity Model Integration (CMMI), yazılım mühendisliği ve sistem geliştirme süreçlerinde olgunluk düzeylerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş en etkili modellerden

biridir. Carnegie Mellon Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Enstitüsü tarafından 1980'lerin sonunda oluşturulan bu yaklaşım, organizasyonların süreçlerini sürekli iyileştirme amacını merkeze almaktadır (Humphrey, 2002, s. 5). CMMI, ürün ve hizmet geliştirme süreçlerini değerlendirmek için hem aşamalı (staged) hem de sürekli (continuous) temsil biçimlerini sunarak organizasyonlara bütünsel ve modüler bir iyileştirme imkânı sağlamaktadır (SEI, 2002, s. 33; CMMI Product Team, 2010). Model, yazılım geliştirme alanında ve proje yönetimi, güvenlik yönetimi, nesne yönelimli analiz ve tasarım, Endüstri 4.0 dönüşümü ve hizmet yönetimi gibi farklı alanlarda da uygulanabilirliğini kanıtlamıştır (Pane & Sarno, 2015, s. 41; Handoyo ve ark., 2019, s. 194; Ünlü, Demirörs, & Garousi, 2024, s. 2). Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde ise 'Süreç Standardizasyonu (Process Standardization)' bileşeni kritik önemdedir. Bu bileşen, organizasyonların faaliyetlerini tanımlı, izlenebilir ve kalite standartlarına uygun biçimde yürütmesini ifade etmekte olup özellikle Process and Product Quality Assurance (PPQA) ile kalite kriterlerine uygunluk sağlanmasını, Configuration Management (CM) ile ürün ve dokümanların kayıt altına alınarak izlenebilirliğinin güvence altına alınmasını ve Project Monitoring and Control (PMC) ile projelerin standartlara uygun şekilde yürütülmesini kapsamaktadır (SEI, 2002, s. 33). Ekosistemin gelişmişlik düzeyi yalnızca teknolojik kapasiteyle değil, girişimlerin süreçlerini ne ölçüde tanımlı ve standartlara uygun hâle getirdikleriyle doğrudan ilişkilidir. Ayrıca süreç standardizasyonu, açık kaynaklardan ölçülebilir göstergeler sunmaktadır: şirketlerin kamuya açıkladığı ISO/IEC sertifikaları (ISO 9001, ISO 27001), KVKK (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) ve GDPR (General Data Protection Regulation-Genel Veri Koruma Tüzüğü) uyum beyanları, proje yönetim metodolojilerine (Agile, Scrum, PMBOK) yapılan açık referanslar ve açık kaynak kod platformlarında görülebilen versiyon kontrol sistemleri bu bağlamda öne çıkan kriterlerdir. Dolayısıyla süreç standardizasyonu bileşeni, çalışmamızda hem kurumsallaşma düzeyinin ölçülmesi hem de kamuya açık verilerden güvenilir göstergeler elde edilmesi açısından en uygun kriter olarak benimsenmiştir. Kurumsal süreç yetkinliğini açıklayan bu modelin ardından, dijital dönüşüm ve toplumsal dijital kapasiteyi ölçen dijital ekonomi ve toplum endeksi (digital economy and society index-DESI) olgusu ile değerlendirilmektedir.

#### 3.3.1.4. Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi

Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi (Digital Economy and Society Index-DESI), Avrupa Komisyonu tarafından geliştirilen ve ülkelerin dijital politika performansını bağlantısallık, beşerî sermaye/dijital beceriler, internet kullanımı, işletmelerde dijital teknoloji entegrasyonu ve dijital kamusal hizmetler olmak üzere beş boyutta izleyen bileşik bir göstergedir. Literatür, özellikle I-DESI'nin Avrupa Birliği ülkeleri ile Avrupa Birliği dışındaki ülkelerde dijitalleşme kapasitesinin karşılaştırmalı biçimde izlenmesine imkân tanıdığını ve endeksteki artışların ekonomik büyüme ile anlamlı ve pozitif ilişkiler taşıdığını göstermektedir (Asoy, 2024, s. 225, 228–231). Buna paralel olarak, DESI'deki artışların istihdam oranı ve kazançlar üzerinde olumlu, uzun dönem işsizlik ve iş gücü piyasası güvensizliği üzerinde ise azaltıcı etkiler ürettiği görülmektedir (Başol & Yalçın, 2021, s. 509). Panel veri analizleri, tüketim endeksindeki %1'lik artışın DESI'de yaklaşık 0.2 puanlık artışla ilişkili olduğunu, işsizlik oranındaki %1'lik artışın ise DESI'de 0.2 puanlık azalışa yol açtığını göstermekte; bu durum endeksin makroekonomik göstergelerle doğrudan ilişkili olduğunu teyit etmektedir (Stavytskyy, Kharlamova, & Stoica, 2019, s. 245–246). Ayrıca DESI alt boyutlarının sürdürülebilir kalkınma göstergeleri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar, bağlantısallık, beşerî sermaye ve internet kullanımı boyutlarının diğer boyutlara kıyasla daha güçlü etkiler ürettiğini

göstermektedir (Imran ve ark., 2022, s. 2–3). Yine metodolojik açıdan, DESI'nin kategoriler, alt kategoriler ve göstergeler hiyerarşisine dayalı ağırlıklı toplam yaklaşımı, PCA (Principal Component Analysis-Temel Bileşenler Analizi) ve korelasyon analizleriyle daha yalın ancak işlevsel sürümlerin oluşturulmasına da imkân tanımaktadır (Bruno, Diglio, Piccolo, & Pipicelli, 2023, s. 3, 13–14). Bununla birlikte, bu araştırmada DESI'nin ülke düzeyindeki bütün yapısının aynen kullanılması yerine, "İşletmelerde Dijital Teknoloji Entegrasyonu" boyutu analize uyarlanmıştır. Bu tercihin temel nedeni, araştırmanın inceleme biriminin ülke ya da kamu sistemi değil, firma ve girişim düzeyi olmasıdır. DESI'nin diğer boyutları büyük ölçüde ulusal dijital altyapı, beşerî sermaye ve kamusal hizmet kapasitesini yansıtırken, "İşletmelerde Dijital Teknoloji Entegrasyonu" boyutu doğrudan girişimlerin dijital araçları iş süreçlerine, müşteri ilişkilerine ve ticarî faaliyetlerine ne ölçüde entegre edebildiğini göstermektedir. Yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluğu da teknoloji geliştirme kapasitesiyle ve bu kapasitenin operasyonel ve ticarî yapılara ne ölçüde yansıtıldığıyla ilişkili olduğundan, söz konusu alt boyut araştırmanın analitik düzeyiyle daha yüksek uyum göstermektedir. Nitekim bu boyut; bulut ve büyük veri kullanımı, e-ticaret yoğunluğu, sosyal medya ve müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) araçlarının benimsenmesi gibi ölçülebilir unsurlar üzerinden girişimlerin dijitalleşme ve yapay zekâ çözümlerini ticarileştirme kapasitelerini doğrudan görünür kılmaktadır (Masoura & Malefaki, 2023, s. 180). Ayrıca bu göstergelerin şirket raporları, sektör araştırmaları ve kamuya açık dijital kaynaklardan izlenebilir olması, söz konusu boyutu hem operasyonelleştirilebilir hem de doğrulanabilir bir kriter seti hâline getirmektedir. Bu nedenle DESI'nin "İşletmelerde Dijital Teknoloji Entegrasyonu" boyutu, Türkiye'deki yapay zekâ girişimlerinin dijital teknoloji entegrasyonu düzeyinin değerlendirilmesinde analitik olarak elverişli bir çerçeve sunmaktadır. Dijital teknoloji entegrasyonunu işletme düzeyinde değerlendiren bu çerçevenin ardından, kamu hizmetlerinin dijitalleşme kapasitesini ve yönetsel dönüşüm düzeyini açıklayan dijital devlet olgunluk modelleri (digital government maturity models) izleyen başlıkta değerlendirilmektedir.

#### 3.3.1.5. Dijital Devlet Olgunluk Modelleri

Dijital devlet olgunluk modelleri, kamu kurumlarının dijitalleşme düzeyini sistematik biçimde değerlendiren analitik çerçevelerdir. Erken dönem modellerde e-devletin gelişimi; çevrim içi varlık, etkileşim, işlem ve dönüşüm aşamaları üzerinden ele alınmış; böylece dijitalleşmenin yalnızca hizmetlerin elektronik ortama aktarılmasını değil, kurumsal süreçlerin yeniden yapılandırılmasını ve daha katılımcı yönetim anlayışlarına geçişi de içerdiği ortaya konulmuştur (Shahkooh, Saghafi, & Abdollahi, 2008, s. 2–3). Bu nedenle dijital dönüşüm, salt teknik modernizasyon değil; yönetişim yapılarında bütüncül değişim üreten bir süreç olarak değerlendirilmek durumundadır. Bu yaklaşım sonraki çalışmalarda daha da genişletilmiştir. Valdés ve ark. (2011) tarafından geliştirilen eGov-MM modeli, dijital olgunluğu yalnızca teknolojik altyapı temelinde değil; kurumsal strateji, insan sermayesi ve operasyonel kapasite gibi boyutlarla birlikte ele almaktadır (Valdés ve ark., 2011, s. 176–178). Benzer biçimde Fesenko ve Fesenko (2017, s. 107–108), kent düzeyindeki dijital olgunluğu şeffaflık, hesap verebilirlik ve toplumsal kapsayıcılık ile ilişkilendirerek dijitalleşmenin yalnızca teknik kapasiteye değil, yönetişim ilkelerine ve kamusal değer üretimine de dayandığını vurgulamaktadır. Daha yakın dönemde geliştirilen SMARTGOV modeli ise yapay zekâ, Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT/Nesnelerin İnterneti), büyük veri ve blok zinciri gibi ileri teknolojileri de kapsayarak dijital devletin "akıllı hükümet" düzeyine geçişini veri yönetimi, karar alma süreçleri ve paydaş katılımı ekseninde değerlendirmektedir (Hujran, Alarabiat, Al-Adwan, & Al-Debei, 2023, s. 812–814). Bu gelişim çizgisi, dijital olgunluğun giderek teknik yeterlilikten çok

yönetişim kapasitesiyle birlikte tanımlandığını göstermektedir. Bu kapsamda literatür içinde özellikle öne çıkan boyutlardan biri şeffaflık ve hesap verebilirliktir. Nitekim Pirannejad ve Ingrams (2023, s. 1142–1145), açık hükümet olgunluk modellerinin temel evrelerinden birinin şeffaflık ve hesap verebilirlik olduğunu; bu boyutun veri paylaşımı, kamu kaynaklarının kullanımında açıklık ve vatandaşlara karşı hesap verme mekanizmalarıyla doğrudan ilişkili bulunduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla dijital olgunluk, teknolojik kapasite artışıyla ve kamusal süreçlerin izlenebilirliği, karar alma mekanizmalarının açıklığı ve kurumsal güvenilirlik düzeyiyle birlikte anlam kazanmaktadır. Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin olgunluk düzeyinin analizinde şeffaflık ve hesap verebilirlik boyutunun tercih edilmesinin temel gerekçesi de burada ortaya çıkmaktadır. Yapay zekâ girişimciliği ekosistemi, yalnızca firmaların teknik yetkinlikleriyle değil; bu firmaları destekleyen kamusal teşvik ve yönlendirme mekanizmalarının ne ölçüde açık, izlenebilir ve hesap verebilir olduğuyla da şekillenmektedir. Başka bir ifadeyle, ekosistemin kurumsal güvenilirliği yalnızca ürün, patent veya teknoloji kapasitesiyle değil; desteklerin hangi ölçütlerle dağıtıldığı, süreçlerin ne ölçüde izlenebildiği ve çıktıların ne düzeyde erişilebilir olduğu ile de belirlenmektedir. Bu yönüyle şeffaflık ve hesap verebilirlik boyutu, ekosistemin yönetişimsel olgunluğunu ölçmede doğrudan işlevsel bir analitik eksen sunmaktadır.

Söz konusu boyutun seçilmesini güçlendiren ikinci husus, onun ikincil veriler üzerinden gözlemlenebilir ve karşılaştırılabilir olmasıdır. Özellikle TÜBİTAK, KOSGEB ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı gibi aktörler tarafından yürütülen destek, teşvik ve proje mekanizmalarında raporlama süreçlerinin açıklığı, fon tahsislerinin izlenebilirliği, değerlendirme ölçütlerinin erişilebilirliği ve çıktıların kamuya açıklık düzeyi, ekosistemin yönetişim kapasitesini ölçmeye elverişli göstergeler üretmektedir. Böylece şeffaflık ve hesap verebilirlik, yalnızca normatif bir ilke olarak değil, aynı zamanda olgusal olarak izlenebilir ve analitik olarak kullanılabilir bir kriter olarak önem kazanmaktadır. Haliyle şeffaflık ve hesap verebilirlik boyutu, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyini teknik performansın ötesinde, ekosistemin işleyişini mümkün kılan yönetişimsel altyapı üzerinden değerlendirmeye imkân tanımaktadır. Bu nedenle söz konusu boyutun, çalışmada hem kuramsal olarak temellendirilebilir hem de olgusal olarak izlenebilir, dolayısıyla savunulabilir bir olgunluk kriteri olarak kullanılması uygun görülmektedir. Dijital devlet odaklı olgunluk yaklaşımlarının ardından, girişimcilik ekosistemlerinin gelişim düzeyini aktörler, ilişkiler, kaynaklar ve destek mekanizmaları temelinde değerlendiren girişimcilik ekosistemi olgunluk modelleri (entrepreneurial ecosystem maturity models) de tartışılmaktadır.

#### 3.3.1.6. Girişimcilik Ekosistemi Olgunluk Modelleri

Girişimcilik ekosistemleri, girişimlerin ortaya çıkışını, büyümesini ve ölçeklenmesini destekleyen çok aktörlü ve dinamik yapılardır. Bu nedenle ekosistem olgunluğunun değerlendirilmesi, yalnızca mevcut yapının betimlenmesini değil, aynı zamanda politika ve strateji tasarımına analitik bir zemin oluşturulmasını da mümkün kılmaktadır. Nitekim Cukier ve Kon'un (2018, s. 22–26) yazılım girişimciliği ekosistemlerine yönelik modeli, ekosistemlerin nascent, evolving, mature ve self-sustainable olmak üzere aşamalı bir gelişim çizgisi izlediğini ortaya koymaktadır. Benzer biçimde Cantner ve ark. (2021, s. 419), girişimcilik ekosistemlerinin durağan değil; yeni girişim yaratma, büyüme, olgunlaşma ve yeniden canlanma evrelerinden oluşan sürekli dönüşen bir yaşam döngüsüne sahip olduğunu vurgulamaktadır. March-Chordà ve Yagüe-Perales'in (2025, s. 71–74) hızlandırıcı programlar üzerinden yürüttüğü karşılaştırmalı değerlendirme ise, olgun ekosistemlerin daha yoğun kaynak ve ağ erişimi sunduğunu, ancak girişim performansının yalnızca

ekosistem olgunluğuyla değil, destek mekanizmalarının niteliği ve girişimlerin içsel kapasitesiyle de ilişkili olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak Almuzel ve ark.'nın (2024, s. 1, 5, 15) geliştirdiği Hiyerarşik Karar Modeli (Hierarchical Decision Model-HDM/Hiyerarşik Karar Modeli), girişimcilik ekosistemlerinin çok boyutlu kriterler üzerinden değerlendirilebileceğini ve bu alanın politika yapıcılar bakımından karar destek niteliği taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu literatür birlikte değerlendirildiğinde, girişimcilik ekosistemi olgunluğunun girişim sayısı ya da çıktı hacmiyle ve kaynaklara erişim, ağlara dâhil olma, destek mekanizmalarıyla etkileşim ve bilginin ekonomik değere dönüştürülme kapasitesiyle ilişkili olduğu anlaşılmaktadır (Cukier & Kon, 2018, s. 22–26; Cantner, Cunningham, Lehmann, & Menter, 2021, s. 419; March-Chordà & Yagüe-Perales, 2025, s. 71–74; Almuzel ve ark., 2024, s. 5–7). Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosistemi bakımından bu unsurların en görünür ve ölçülebilir karşılıklarından biri, girişimlerin teknopark ekosistemlerine dâhil olma düzeyi ile üniversite-sanayi ekseninde teknoloji transferi üretme kapasitesidir. Çünkü teknopark üyeliği, girişimlerin Ar-Ge altyapısına, akademik iş birliklerine, mentorluk ve hızlandırıcı desteklerine, yatırım ve kamu teşvik ağlarına erişimini yansıtırken; teknoloji transferi boyutu, bu erişimin bilgi üretimi, yenilik geliştirme ve ticarileştirme süreçlerine ne ölçüde dönüştürülebildiğini göstermektedir. Bu nedenle "Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi" boyutu, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyini değerlendirmede, hem literatürde vurgulanan ağ-kaynak-bilgi akışı eksenleriyle uyumlu hem de ikincil veriler üzerinden izlenebilir ve savunulabilir bir kriter olarak tercih edilmektedir. Bu değerlendirme kapsamında girişimcilik ekosistemlerinin yenilik üretme ve ticarileştirme kapasitesini uluslararası düzeyde karşılaştırmalı olarak değerlendirebilmek için küresel inovasyon endeksi'nin (global innovation index-GII) ile ele alınmaktadır.

#### 3.3.1.7. Küyresel İnovasyon Endeksi

Küresel İnovasyon Endeksi (Global Innovation Index-GII), ülkelerin inovasyon ekosistemlerini çok boyutlu göstergeler üzerinden değerlendiren ve Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (World Intellectual Property Organization-WIPO/Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü) tarafından raporlanan uluslararası bir ölçüm çerçevesidir. Endeks; kurumlar, beşerî sermaye ve araştırma, altyapı, pazar sofistikasyonu ve iş sofistikasyonundan oluşan İnovasyon Girdileri ile bilgi-teknoloji çıktıları ve yaratıcılık çıktılarından oluşan İnovasyon Çıktıları olmak üzere iki temel bileşene dayanmaktadır (WIPO, 2024). Toplam skorun bu iki alt endeksin eşit ağırlıklı ortalaması üzerinden hesaplanması ve ayrıca çıktı/girdi oranına dayalı verimlilik göstergesinin izlenmesi, inovasyon kapasitesinin yalnızca kaynak varlığıyla değil, bu kaynakların çıktıya dönüşme düzeyiyle de değerlendirildiğini göstermektedir (Al-Sudairi & Bakry, 2014, s. 178; Oturakcı, 2023, s. 681).

Literatürde GII göstergeleri; insan odaklı bilgi tabanı, bilgi araçları, işte bilgi, bilgi ve teknoloji çıktıları ile inovasyon çıktıları olmak üzere bütünleşik bilgi katmanları üzerinden de açıklanmaktadır. Bu yaklaşım, inovasyon performansının Ar-Ge girdilerinin yanı sıra bilgi üretimi, yayılımı ve ekonomik değere dönüşümü arasındaki ilişkilerle birlikte anlaşılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Al-Sudairi & Bakry, 2014, s. 177–179). Son dönem çalışmalar, bu yapı içinde özellikle inovasyon çıktıları boyutunun bilgi yoğun girişimlerin rekabet gücünü yansıtan kritik bir bileşen olduğunu göstermektedir. Nitekim yaratıcılık çıktıları; marka başvuruları, tasarım ürünleri, içerik üretimi ve dijital ürünler üzerinden ölçülmekte ve yenilik kapasitesinin pazara yansıyan görünür sonuçlarını ortaya koymaktadır (Coutinho & Au-Yong-Oliveira, 2024, s. 3). Ayrıca bu boyut, bilgi üretiminin yalnızca Ar-Ge faaliyetleriyle sınırlı kalmadığını; pazar görünürlüğü, kullanıcı etkileşimi ve ürün

çeşitliliği yoluyla sürdürülebilir büyümeyi de desteklediğini göstermektedir (Oturakcı, 2023, s. 682–683). Bu çerçevede, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde GII'dan türetilen "inovasyon çıktıları" boyutu öne çıkan bir değerlendirme ölçütü olarak kabul edilmektedir. Bunun temel nedeni, yapay zekâ girişimlerinin rekabet üstünlüğünün teknik geliştirme kapasitesiyle ve bilgi ve teknolojinin ticarileştirilebilir çıktılara, dijital ürünlere, marka değerine ve pazarda görünür yenilik sonuçlarına dönüşme düzeyiyle de belirlenmesidir. Dolayısıyla inovasyon çıktıları boyutu, hem ikincil veriler üzerinden izlenebilir olması hem de bilgi yoğun girişimlerin yenilik üretme, ticarileştirme ve ekonomik değere dönüştürme kapasitesini yansıtması nedeniyle, yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyini değerlendirmede işlevsel ve savunulabilir bir kriter sunmaktadır. Küresel inovasyon endeksinin ardından, yapay zekâ ekosistemlerinin kapasitesini, yaygınlığını ve politika performansını daha doğrudan izlemeye imkân tanıyan OECD yapay zekâ göstergeleri ile ele alınmaktadır.

#### 3.3.1.8. OECD Yapay Zekâ Göstergeleri

OECD.AI Politika Gezgini, ülkelerin yapay zekâya (YZ) ilişkin strateji, politika aracı ve yönetişim düzeneklerini karşılaştırmalı biçimde görünür kılan uluslararası bir referans çerçevesi sunmaktadır (OECD, 2025). Türkiye, 2021 yılında yürürlüğe giren Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025) ile bu çerçeveye dâhil olmuş; söz konusu strateji, On Birinci Kalkınma Planı ve Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programları ile uyumlu biçimde kurgulanarak ülkenin YZ alanındaki önceliklerini kurumsal düzeyde tanımlamıştır. Türkiye'de YZ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde, yalnızca firma içi teknik kapasite ve finansal performansa odaklanılması yeterli görülmemekte; girişimlerin ulusal politika öncelikleriyle bütünleşme düzeyinin de analize dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada Politika Uyum Kriteri, OECD.AI Politika Gezgini temelinde türetilen analitik bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Söz konusu kriter, girişimlerin kurumsal dijital izlerinde, özellikle web sitesi içeriklerinde, ulusal stratejide öne çıkan Ar-Ge, veri yönetişimi, etik ilkeler, insan kaynağı geliştirme ve ekosistem iş birlikleri gibi politika başlıklarına ne ölçüde yer verdiklerini esas almakta; böylece ulusal YZ politika yöneliminin ekosistem düzeyinde ne ölçüde içselleştirildiğini dolaylı fakat sistematik biçimde izlemeye imkân tanımaktadır. Bu yaklaşım, girişimlerin ticarî başarılarını ve aynı zamanda politika uyumu ve kurumsal yönelim düzeylerini de görünür kılarak olgunluk analizini daha bütüncül ve savunulabilir bir zemine taşımaktadır. Bu kapsamda OECD.AI Policy Navigator'da Türkiye'ye ilişkin tanımlanan politika girişimleri derlenmekte; ulusal strateji belgeleri, kalkınma planları, uluslararası üyelikler, standardizasyon ve etik yönetişim düzenekleri ile insan kaynağı ve altyapı odaklı programlar birlikte değerlendirilerek Politika Uyum Kriteri için referans çerçevesi oluşturulmaktadır. Böylece girişimlerin kurumsal dijital izlerinde ulusal politika önceliklerine yaptıkları atıfların sistematik ve karşılaştırmalı biçimde analiz edilmesi mümkün hâle gelmekte; Türkiye'ye ilişkin politika girişimleri ve bunların olgunluk analizindeki karşılıkları Tablo 5'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.** "The OECD.AI Policy Navigator" Türkiye Politika Girişimlerinin Listesi

| No | Politika Girişimi | Başlangıç Yılı | Bulgulara Yönelik İfadeler |
|---|---|---|---|
| **1** | **On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028)** | 2024 | Dijital teknolojiler (YZ dâhil) öncelikli kalkınma alanına yönelik bulgular |
| **2** | **Orta Vadeli Program (2024–2026)** | 2024 | Makroekonomik politikalar ve bütçe tahminlerinde YZ ve dijital dönüşüme yönelik bulgular |
| **3** | **Yapay Zekâ Ekosistemi Çağrısı 2023** | 2022 | Konsorsiyum yapıları ve şirket–üniversite işbirliklerine yönelik bulgular |
| **4** | **Türkiye'nin GPAI Üyeliği** | 2022 | Uluslararası çok paydaşlı işbirliklerine yönelik bulgular |
| **5** | **Yapay Zekâ Ayna Komitesi** | 2022 | Standardizasyon ve ulusal bakış açısının yansıtılmasına yönelik bulgular |
| **6** | **Güvenilir YZ Güven Damgası** | 2022 | Etik, güvenilirlik ve sertifikasyon kriterlerine yönelik bulgular |
| **7** | **Dijital Gençlik YZ Ekosistemi** | 2022 | Öğrenci kulüpleri ve genç insan kaynağı geliştirmeye yönelik bulgular |
| **8** | **Dijital İnovasyon İşbirliği Platformu** | 2022 | Çok disiplinli işbirlikleri ve inovasyon hızlandırıcı bulgular |
| **9** | **Kolay İhracat Platformu Veri Analitiği Merkezi** | 2021 | Veri analitiği ve ticaret süreçlerinde YZ kullanımına yönelik bulgular |
| **10** | **YZ Eğitim ve Farkındalık Projesi** | 2021 | İnsan kaynağı eğitim ve farkındalık geliştirmeye yönelik bulgular |
| **11** | **EUROHPC JU Marenostrum5 Süper Bilgisayar** | 2021 | Yüksek performanslı hesaplama kapasitesine yönelik bulgular |
| **12** | **Ulusal YZ Stratejisi (2021–2025)** | 2021 | Ulusal stratejik öncelikler ve yönetişim mekanizmalarına yönelik bulgular |

| No | Politika Girişimi | Başlangıç Yılı | Bulgulara Yönelik İfadeler |
|---|---|---|---|
| 13 | **İnsan Kaynakları için İnsan Odaklı YZ Araç Seti** | 2021 | İnsan kaynakları yönetiminde insan merkezli YZ uygulamalarına yönelik bulgular |
| 14 | **İnsan Hakları Eylem Planı** | 2021 | Dijital haklar ve etik sorumluluklara yönelik bulgular |
| 15 | **Türkçe Doğal Dil İşleme Projesi** | 2020 | Türkçe veri setleri ve dil teknolojilerine yönelik bulgular |
| 16 | **Humane-AI-Net** | 2020 | Avrupa araştırma konsorsiyumları ve disiplinlerarası işbirliklerine yönelik bulgular |
| 17 | **Açık Veri Projesi** | 2020 | Açık veri paylaşımı ve şeffaflık politikalarına yönelik bulgular |
| 18 | **Güvenli Okul ve Uzaktan Eğitim Projesi** | 2020 | E-öğrenme altyapılarında YZ kullanımına yönelik bulgular |
| 19 | **Eğitim Bilgi Ağı (EBA)** | 2020 | Uzaktan eğitimde dijital içerik altyapısına yönelik bulgular |
| 20 | **Dördüncü Sanayi Devrimi Merkezi Türkiye** | 2020 | Endüstri 4.0 ve kamu–özel işbirliklerine yönelik bulgular |
| 21 | **Türk Beyin Projesi** | 2020 | Tıp ve nörobilim uygulamalarında YZ algoritmalarına yönelik bulgular |
| 22 | **YZ ile COVID-19 Tespiti** | 2020 | Sağlıkta tahminleme ve açıklanabilir YZ'ye yönelik bulgular |
| 23 | **Türkiye Açık Kaynak Platformu** | 2020 | Açık kaynak ekosistemini güçlendirmeye yönelik bulgular |
| 24 | **YZ ile Meme Kanseri Tespiti** | 2020 | Sağlık görüntüleme ve açık veri setleri kullanımına yönelik bulgular |
| 25 | **On Birinci Kalkınma Planı (2019–2023)** | 2019 | Uzun vadeli vizyon ve dijital dönüşüm |

| No | Politika Girişimi | Başlangıç Yılı | Bulgulara Yönelik İfadeler |
|---|---|---|---|
| | | | hedeflerine yönelik bulgular |
| 26 | **2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi** | 2019 | Yüksek teknoloji, inovasyon ve dijital dönüşüm önceliklerine yönelik bulgular |
| 27 | **YZ Odak Grubu – Yurt Dışı Türk Bilim İnsanları Meclisi** | 2019 | Bilim diplomasisi ve diaspora işbirliklerine yönelik bulgular |
| 28 | **KOBİGEL Destek Programı** | 2019 | KOBİ'lerin dijitalleşme ve rekabet gücü artırma bulguları |
| 29 | **Ulusal Veri Sözlüğü** | 2019 | Veri standardizasyonu ve yönetişim altyapısına yönelik bulgular |
| 30 | **TÜBA BTİK Çalışma Grubu** | 2019 | Akademik–teknolojik disiplinlerarası işbirliklerine yönelik bulgular |
| 31 | **Maker Labs (Deneyap)** | 2018 | Gençlere teknoloji becerisi kazandırmaya yönelik bulgular |
| 32 | **Teknofest** | 2018 | Milli teknoloji ekosistemi ve yarışma kültürüne yönelik bulgular |
| 33 | **SAFIR Depo Bulut Yazılımı** | 2017 | Bulut depolama altyapısı ve güvenlik bulguları |
| 34 | **YÖK 100/2000 Doktora Bursu** | 2017 | Öncelikli alanlarda insan kaynağı geliştirmeye yönelik bulgular |
| 35 | **KVKK (6698 Sayılı Kanun)** | 2016 | Kişisel verilerin korunması ve veri güvenliği bulguları |
| 36 | **B3LAB Bulut ve Büyük Veri Araştırma Laboratuvarı** | 2013 | Bulut, büyük veri ve YZ araştırma altyapısına yönelik bulgular |
| 37 | **TÜBİTAK YZ RDI Desteği** | 2012 | Misyon odaklı YZ Ar-Ge desteklerine yönelik bulgular |
| 38 | **TRUBA – Ulusal E-Bilim E-Altyapısı** | 2011 | Araştırma altyapıları ve süper bilgisayar erişimine yönelik bulgular |

Tablo 5, OECD.AI Policy Navigator'da Türkiye'ye ilişkin politika girişimlerini zaman boyutu, politika çeşitliliği ve olgunluk analizine dönük karşılıklarıyla sistematik biçimde bir araya getirmesi bakımından güçlü bir çerçeve sunmaktadır. Tablo; kalkınma planları, strateji belgeleri, veri yönetişimi, etik düzenlemeler, insan kaynağı geliştirme, araştırma altyapıları ve uluslararası iş birliklerini aynı analitik zeminde topladığı için, Politika Uyum Kriterinin yalnızca belge düzeyinde değil, uygulama ve ekosistem kapasitesi düzeyinde de izlenebilmesine imkân tanımaktadır. Bununla birlikte tablo, politika, program, proje ve üyelik türündeki unsurları birlikte içerdiğinden, nihai tez metninde bunların strateji/yönetişim, altyapı ve Ar-Ge, insan kaynağı ve farkındalık, uygulama ve iş birliği gibi alt kümeler altında sınıflandırılması analitik açıklığı daha da güçlendirmektedir. Politika uyumu ve kurumsal yönetişim kapasitesine ilişkin bu çerçevenin ardından, yapay zekâ sistemlerinin etik ilkelere, güvenilirliğe, açıklanabilirliğe ve risk yönetimine ne ölçüde dayandığını değerlendiren Sorumlu Yapay Zekâ Olgunluğu (Responsible AI Maturity) yaklaşımının bir sonraki başlıktta ele alınması gerekmektedir.

#### 3.3.1.9. Sorumlu Yapay Zekâ Olgunluğu

Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde dikkate alınması gereken temel boyutlardan biri Sorumlu Yapay Zekâ Olgunluğudur. Bu yaklaşım, yapay zekâ sistemlerinin teknik yeterlilik ve performans düzeyiyle ve etik, toplumsal, hukuki ve kurumsal sorumluluk boyutlarıyla birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Nitekim yapay zekânın yaygınlaşmasıyla birlikte belirginleşen ayrımcılık, şeffaflık eksikliği ve veri gizliliği ihlalleri gibi riskler, olgunluk analizlerinde etik temelli değerlendirme ihtiyacını güçlendirmektedir (Akbarighatar, 2022, s. 1). Literatür, mevcut olgunluk modellerinin büyük ölçüde teknik ve işlevsel boyutlara odaklandığını, buna karşılık insan merkezli sorumluluk kriterlerini sınırlı biçimde içerdiğini göstermektedir (Akbarighatar, 2022, s. 2). Bu nedenle sorumlu yapay zekâ olgunluğu, hem araçsal hem de insani kapasitelerin birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmakta; sosyoteknik perspektife dayalı yaklaşımlar da olgunluk modellerinin yalnızca teknik süreçler üzerinden değil, organizasyonel kültür, etik değerler ve toplumsal etkiler temelinde kurgulanması gerektiğini vurgulamaktadır (Akbarighatar, Pappas, & Vassilakopoulou, 2023, s. 3). Bu çerçevede sorumlu yapay zekâ olgunluğu; veri yönetimi, algoritmik şeffaflık, doğrulama ve kalite güvencesi süreçlerini kapsayan yapısal ve teknik kapasiteyi; adalet, tarafsızlık, açıklanabilirlik, hesap verebilirlik ve toplumsal fayda ilkelerinin kurumsal süreçlere entegrasyonunu ifade eden etik ve yönetişim kapasitesini; ayrıca organizasyon kültürü, paydaş katılımı, yasal uyum, sektör standartlarıyla bütünleşme ve insan merkezli tasarım unsurlarını içeren kurumsal ve sosyoteknik kapasiteyi birlikte içermektedir (Santos & Silva, 2025, s. 4; Akbarighatar, Pappas, & Vassilakopoulou, 2023, s. 4; Akbarighatar, 2022, s. 3, 7-9). Yakın tarihli çalışmalar, bu çerçevenin yalnızca kuramsal bir tartışma alanı olmadığını, girişimlerin uygulama pratiklerine de yön verdiğini göstermektedir. Portekiz örneğine dayalı saha araştırması, küçük ölçekli girişimlerin basit öz-değerlendirme araçları aracılığıyla sorumlu yapay zekâ kriterlerini iş modellerine daha kolay entegre edebildiklerini ortaya koymakta; böylece sorumlu yapay zekâ olgunluğunun sürdürülebilir büyüme, kurumsal güven ve uygulama kapasitesi bakımından pratik bir çerçeve sunduğunu göstermektedir (Ferreira, Grilo, & Maia, 2025, s. 2). Bu kuramsal ve uygulamalı birikim birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde sorumlu yapay zekâ olgunluğunun açık kaynaklardan izlenebilir alt boyutu olarak "Etik ve Güvenlik" ölçütünün esas alınması anlamlı

görünmektedir. Bu tercihin temel gerekçesi, literatürde yapay zekâ olgunluk modellerinin yalnızca teknik yeterlilikleri değil, aynı zamanda etik ilkeler, güvenlik beyanları ve kurumsal taahhütleri de içermesi gerektiğinin açık biçimde vurgulanmasıdır (Akbarighatar, 2022, s. 2; Ferreira ve ark., 2025, s. 3). Şirketlerin web sitelerinde veya yıllık raporlarında şeffaflık, güvenlik, insan merkezlilik, etik ilkelere bağlılık, paydaş katılımı ve ulusal stratejiyle uyum gibi hususlara kamuya açık biçimde yer vermeleri, doğrudan değil fakat kurumsal yönelimi görünür kılan dolaylı göstergeler üretmektedir. Bu nedenle Etik ve Güvenlik ölçütü, hem açık kaynaklardan sistematik biçimde gözlemlenebilir olması hem de uluslararası standart uyumu, yatırımcı güveni ve toplumsal meşruiyet gibi sorumlu yapay zekâ kapasitesinin dışa yansıyan boyutlarını izlemeye elverişli bulunması nedeniyle, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde işlevsel ve savunulabilir bir kriter olarak kullanılmaktadır. Etik, yönetişim ve sorumlu yapay zekâ boyutlarının ardından, girişimlerin geliştirdikleri yapay zekâ çözümlerinin teknik olgunluk ve uygulamaya yakınlık düzeyini değerlendirebilmek için Teknoloji Hazırlık Seviyesi (Technology Readiness Level-TRL) yaklaşımı aşağıda ele alınmıştır.

#### 3.3.1.10. Teknoloji Hazırlık Seviyesi

Teknoloji Hazırlık Seviyesi (Technology Readiness Level-TRL), bir teknolojinin kavramsal aşamadan gerçek kullanım ortamına ve ticarileşmeye kadar uzanan gelişim düzeyini sistematik biçimde sınıflandıran, bu nedenle teknoloji temelli girişimlerin olgunluk analizinde yaygın olarak kullanılan bir değerlendirme çerçevesidir. NASA tarafından geliştirilen ve dokuz seviyeli bir ölçek olarak kurumsallaştırılan bu yaklaşım, temel bilimsel ilkelerin gözlemlenmesinden tam ölçekli operasyonel sistemlerin kanıtlanmasına kadar uzanan gelişim çizgisini nesnel biçimde izlemeye imkân tanımaktadır (Mankins, 2009, s. 1216-1223; NASA, 2023, s. 1). Literatürde TRL'nin, teknolojinin olgunluk düzeyini teknik ilerleme açısından ve doğrulama gereksinimi, sistem entegrasyonu ve uygulamaya yakınlık bakımından da görünür kılan bir değerlendirme aracı olduğu belirtilmektedir (Altunok & Cakmak, 2010, s. 769–770). Ayrıca TRL yaklaşımının, biyokütleden elektrik üretimi gibi enerji teknolojilerinin olgunluk düzeyini karşılaştırmalı olarak değerlendirmede de kullanıldığı görülmektedir (Dovichi Filho, Castillo Santiago, Silva Lora, Escobar Palacio, & Almazan del Olmo, 2021, s. 126426). Ölçeğin temel gücü, farklı aktörler arasında ortak bir teknoloji dili üretmesi, yatırım ve destek kararlarını kolaylaştırması ve teknolojik gelişim düzeyini standardize edilmiş bir mantıkla sınıflandırmasıdır (Yfanti & Sakkas, 2024, s. 2; Olechowski, Eppinger, Joglekar, & Tomaschek, 2020, s. 396). Bununla birlikte, TRL'nin karmaşık sistemlerde tek başına yeterli olmayabileceği ve yorum farklılıkları doğurabileceği de vurgulanmaktadır (Olechowski, Eppinger, Joglekar, & Tomaschek, 2020, s. 397; Yfanti & Sakkas, 2024, s. 3). Buna rağmen Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk analizinde "teknoloji olgunluğu" kriterinin seçilmesi güçlü bir analitik gerekçeye dayanmaktadır; çünkü yapay zekâ girişimlerinde ekosistemin gelişmişliği yalnızca firma sayısı, yatırım alma durumu ya da kurumsal görünürlükle değil, geliştirilen çözümün fikir, prototip, pilot uygulama, müşteri doğrulaması ve ticarileşme aşamalarından hangisinde bulunduğuyla anlaşılabilmektedir. Başka bir ifadeyle, bir girişimin ekosistem içindeki gerçek olgunluk düzeyi, yalnızca varlığından değil, geliştirdiği ürünün teknik doğrulanma ve sahada kullanılma derecesinden hareketle değerlendirilebilmektedir. Bu nedenle teknoloji olgunluğu kriteri, yapay zekâ girişimlerinin "ne geliştirdiğini" ve "hangi uygulama aşamasına ulaştığını" da görünür kıldığı için seçilmiştir. Çalışmada bu kriter, TRL'nin klasik doğrulama mantığı korunarak, girişimlerin kurumsal web sitelerinde yer alan ürün açıklamaları, demo ve pilot ifadeleri, referans

projeler, müşteri portföyü, kullanım senaryoları ve ürünün satışta olduğuna ilişkin beyanlar üzerinden operasyonelleştirilmektedir. Böylece teknoloji olgunluğu, doğrudan laboratuvar içi teknik test verileriyle değil; açık kaynaklarda izlenebilir ve karşılaştırılabilir kanıt türleri üzerinden dolaylı olarak ölçülmekte, bu da ekosistem genelinde standartlaştırılmış bir değerlendirme zemini oluşturmaktadır. Özellikle referans proje, canlı kullanım, müşteri edinimi ve satışa sunulma gibi göstergeler, çözümün deneysel aşamada mı, pilot kullanımda mı yoksa operasyonel/ticarî düzeyde mi bulunduğunu ayırt etmeye imkân verdiğinden, teknoloji olgunluğu kriteri Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin ürünleşme ve ticarileşme kapasitesini yansıtan işlevsel ve savunulabilir bir ölçüt niteliği taşımaktadır. Bu kapsamda Tablo 6, Teknoloji Hazırlık Seviyesi (Technology Readiness Level-TRL) yaklaşımını yapay zekâ girişimcilik ekosistemi bağlamına uyarlayarak, girişimlerin yalnızca teknoloji geliştirme iddialarını değil, bu teknolojilerin ürünleşme, pilotlama, saha doğrulaması ve ticarileşme düzeylerini de sistematik biçimde değerlendirmeye imkân tanımaktadır. Tabloya göre TRL 1–3 aralığı, daha çok araştırma, kavramsal geliştirme ve erken prototipleme aşamalarını temsil etmekte; bu düzeyler henüz ekosistem içinde ekonomik değer üretme kapasitesi sınırlı olan girişimleri işaret etmektedir. Buna karşılık TRL 4–6 aralığı, çözümlerin laboratuvar dışına çıkarak ilgili ortamlarda test edildiği ve ilk pilot uygulamaların başladığı geçiş evresini göstermekte; bu aşama, girişimlerin teknik yeterlilikten uygulama kabiliyetine geçtiği kritik eşiği oluşturmaktadır. TRL 7–9 aralığı ise müşteri kullanımı, gerçek ortamda doğrulama, ürünün satışa sunulması ve rutin kullanıma geçmesi gibi göstergeler üzerinden girişimlerin ticarileşme ve yaygınlaşma kapasitesini görünür kılmaktadır. Bu yönüyle tablo, web sitesi verilerinden hareketle girişimlerin teknoloji olgunluğunu dolaylı fakat karşılaştırılabilir biçimde sınıflandırmakta; böylece Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin hangi ölçüde prototip aşamasında yoğunlaştığını, hangi ölçüde pilot ve pazar aşamasına ilerleyebildiğini ortaya koyabilecek işlevsel bir çerçeve sunmaktadır.

**Tablo 6.** TRL Ölçütleri ve Ekosistem Değerlendirmeleri

| TRL Seviyesi | Ürün/Çözüm Kullanım Aşaması (Web Sitesi Verisi) | YZ Girişimcilik Ekosistemine Uygulama |
|---|---|---|
| **TRL 1–2** | Temel araştırma, kavramsal model, yalnızca akademik yayınlarda veya Ar-Ge çıktısı olarak ifade edilmiş fikirler. | Üniversite laboratuvarlarında geliştirilen ama henüz ürünleşmemiş yapay zekâ algoritmaları. |
| **TRL 3** | İlk laboratuvar prototipi, doğrulama aşamasında. Web sitesinde "deneysel model" veya "ilk test aşamasında" gibi ifadeler bulunur. | Deneme aşamasında YZ yazılımı veya algoritma prototipleri. |
| **TRL 4** | Laboratuvar ortamında doğrulanmış prototip. | Küçük veri setleri üzerinde çalışan, henüz sahada uygulanmamış YZ çözümleri. |
| **TRL 5** | İlgili ortamda test edilen prototip. "Pilot çalışmaya hazır" gibi ibareler bulunur. | Sağlık, finans veya üretim sektöründe sınırlı ölçekte test edilen YZ modelleri. |
| **TRL 6** | Pilot uygulama aşaması. "Pilot projeler", "ilk müşteri testleri" gibi bilgiler yer alır. | Türkiye'de bir banka, hastane veya teknokent içinde pilot olarak çalışan YZ çözümleri. |

| TRL Seviyesi | Ürün/Çözüm Kullanım Aşaması (Web Sitesi Verisi) | YZ Girişimcilik Ekosistemine Uygulama |
|---|---|---|
| **TRL 7** | Gerçek ortamda entegre testler. "Müşteri kullanıyor", "iş ortaklarıyla deneme" gibi açıklamalar. | Sektörde müşteri deneyimine sunulmuş, fakat henüz tam ölçekli yaygınlaşmamış ürünler. |
| **TRL 8** | Tam ölçekli, sertifikalı ürün. Web sitesinde "ürün satışta", "piyasada kullanılmakta" ifadeleri yer alır. | Ticari olarak sunulan, müşteri tabanı oluşmuş YZ yazılımları. |
| **TRL 9** | Rutin kullanıma geçmiş, sahada onaylanmış ürün. | Türkiye'de geniş müşteri portföyüne ulaşmış ve sektörde kabul görmüş YZ girişimleri. |

Kuramsal çerçevede temellendirilen olgunluk boyutları ve seçilen ölçütlerin ardından, bu göstergelerin araştırma kapsamında nasıl tanımlandığını, sınıflandırıldığını ve ölçülebilir hâle getirildiğini ortaya koymak üzere aşağıda Olgunluk Düzeyleri ve Analiz Göstergelerinin Operasyonelleştirilmesi başlığına geçilmektedir.

### 3.3.2. Olgunluk Düzeyleri ve Analiz Göstergelerinin Operasyonelleştirilmesi

Olgunluk modellerinin ölçme-değerlendirme sürecinde kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin nasıl standartlaştırılacağı, ağırlıklandırılacağı ve tek bir değerlendirme sistemine dönüştürüleceği de metodolojik açıdan belirleyici olmaktadır. Literatürde çok boyutlu verilerin tek bir ölçekte bütünleştirilmesine yönelik en yerleşik yaklaşımlardan biri, OECD ve Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından geliştirilen bileşik göstergeler metodolojisidir (OECD & JRC, 2008, s. 13–15; OECD & JRC, 2020, s. 25–27). Bu metodoloji, farklı göstergelerin şeffaf, karşılaştırılabilir ve yeniden üretilebilir bir endeks altında toplanmasını sağlayarak karmaşık sistemlerin bütüncül biçimde analiz edilmesine imkân tanımaktadır.

Bileşik göstergeler yaklaşımı; normalizasyon, ağırlıklandırma ve agregasyon olmak üzere üç temel aşamaya dayanmaktadır. Çalışmada kullanılan göstergeler firma düzeyinde ikili veri yapısına sahip olduğundan mikro düzeyde ek bir normalizasyona ihtiyaç duyulmamış; buna karşılık ekosistem düzeyinde karşılaştırılabilirlik sağlanabilmesi için her bir göstergenin görülme sıklığı, yani prevalansı (oran/100), [0,1] aralığında normalize edilmiş kriter skoru olarak kullanılmıştır. Böylece firma düzeyindeki var/yok kodlaması, ekosistem düzeyinde oranlanmış bir yaygınlık göstergesine dönüştürülmüştür. Ağırlıklandırma aşamasında, OECD/JRC kılavuzunda yöntemsel şeffaflığı nedeniyle sıklıkla tercih edilen eşit ağırlıklandırma yaklaşımı benimsenmiş; göstergeler basit aritmetik ortalama yoluyla birleştirilerek literatürde yaygın kabul gören agregasyon mantığı esas alınmıştır (OECD & JRC, 2008, s. 13–15; OECD & JRC, 2020, s. 25–27, 43; Greco, Ishizaka, Tasiou, & Torrisi, 2019, s. 64). Elde edilen skorların yorumlanmasında ise iki düzeyli bir açıklama mantığı kullanılmıştır. İlk olarak, göstergelerin [0,1] aralığındaki konumunu betimlemek amacıyla düşük, orta ve yüksek düzeylere karşılık gelen genel düzeylendirme aralıklarından yararlanılmış; bununla birlikte ekosistemin kendi dağılımına dayalı asıl sınıflandırma, analiz edilen kriter skorları üzerinden hesaplanan Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi ile yapılmıştır. Bu kapsamda T1 ve T2 eşikleri veri dağılımına bağlı olarak belirlenmiş ve ekosistemin düşük, orta ve yüksek olgunluk konumu bu eşiklere göre değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, olgunluk modellerinin bağlama göre

uyarlanması ve tasarım temelli değerlendirme mantığıyla uyum göstermekte; aynı zamanda DESI ve GII gibi uluslararası endekslerin geliştirilmesinde benimsenen bileşik gösterge mantığıyla da örtüşmektedir (Becker, Knackstedt, & Pöppelbuß, 2009, s. 214–216; Mettler, 2011, s. 88–89; European Commission, 2023; Cornell University, INSEAD & WIPO, 2022). Dolayısıyla çalışmada kullanılan ölçümleme yaklaşımı, hem metodolojik geçerlilik hem de karşılaştırılabilirlik bakımından güçlü bir dayanak sunmaktadır.

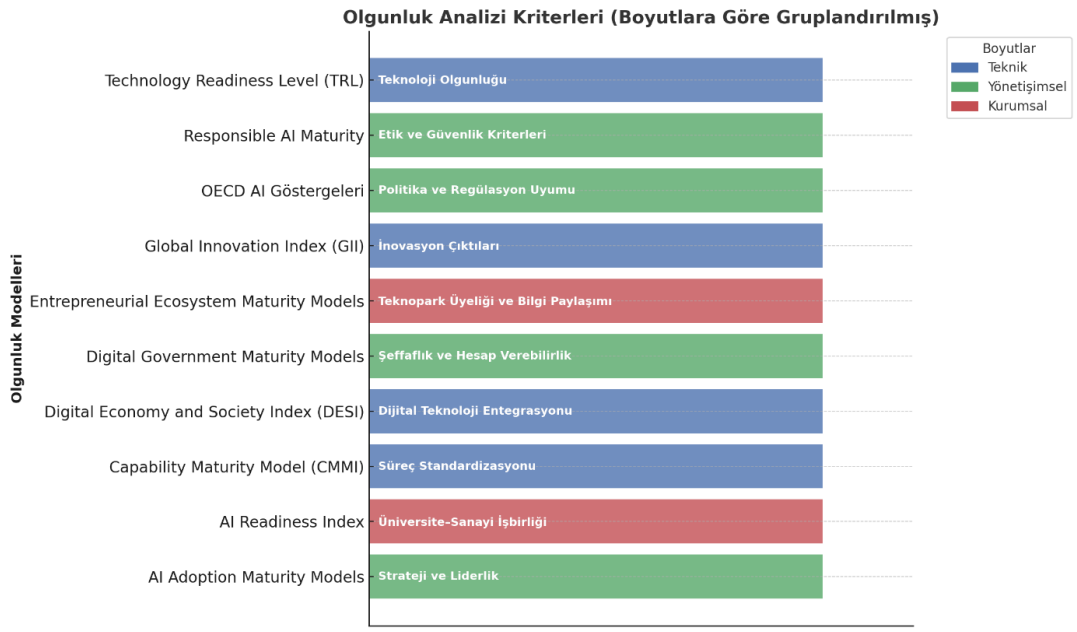
Kuramsal çerçevede tanımlanan olgunluk boyutlarının olgusal analize dönüştürülebilmesi için, her bir modelden Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosistemine uygun ve açık kaynak verilerle izlenebilir tekil kriterler seçilmiştir. Bu doğrultuda olgunluk kriterlerinin seçiminde dört temel ölçüt esas alınmıştır. İlk olarak, seçilen her bir kriterin dayandığı olgunluk modeli, endeks veya gösterge setinin kavramsal çekirdeğini temsil etmesine dikkat edilmiştir. Bu nedenle kriterler, ilgili modelin yalnızca dolaylı veya tali unsurlarından değil, yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluğunu açıklama gücü yüksek olan temel boyutlarından türetilmiştir. İkinci olarak, kriterlerin Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin teknik, kurumsal, stratejik, yönetişimsel ve yenilikçi kapasitesini açıklayabilecek nitelikte olmasına önem verilmiştir. Bu kapsamda yalnızca firma içi teknolojik yeterlilikleri değil, aynı zamanda üniversite-sanayi işbirliği, teknoloji transferi, politika uyumu, etik-güvenlik ve şeffaflık gibi ekosistem düzeyindeki kurumsallaşma göstergelerini de kapsayan dengeli bir kriter seti oluşturulmuştur. Üçüncü olarak, seçilen kriterlerin açık kaynaklarda ve kurumsal dijital izlerde gözlenebilir olmasına dikkat edilmiştir. Araştırmanın temel veri toplama yöntemi web scraping olduğundan, yalnızca firma web siteleri, kamuya açık dijital kayıtlar, kurumsal duyurular, belge ve raporlar üzerinden izlenebilir göstergeler analize dâhil edilmiştir. Dördüncü olarak ise kriterlerin tüm firmalara aynı ölçüm mantığıyla uygulanabilir, "VAR=1" ve "YOK=0" biçiminde ikili kodlamaya elverişli ve ekosistem düzeyinde karşılaştırılabilir oranlara dönüştürülebilir olması gözetilmiştir. Bu nedenle doğrudan gözlenemeyen, firma beyanı veya uzman kanaati gerektiren, finansal performans ya da çalışan memnuniyeti gibi dışarıdan standart biçimde doğrulanması güç göstergeler kapsam dışında bırakılmıştır. Böylece seçilen on kriter, hem ilgili olgunluk modellerinin kuramsal dayanaklarını temsil eden hem de Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosistemi bağlamında ölçülebilir, karşılaştırılabilir ve tekrar edilebilir bir analiz yapısına dönüştürülebilen göstergeler olarak belirlenmiştir. Bu nedenle araştırmada herhangi bir olgunluk modeli bütünüyle doğrudan uygulanmamış; bunun yerine mevcut modeller karşılaştırılmış, uygun görülen yapı ve içerikler çalışma bağlamına aktarılıp yeniden kurgulanmıştır (Becker, Knackstedt, & Pöppelbuß, 2009, s. 218–220; Mettler, 2011, s. 88–89). Böylece kuramsal model seçimi ile analitik veri yakalama süreci arasında yöntemsel bir köprü kurulmuştur.

Seçilen göstergeler, girişimlerin kurumsal web siteleri ve kamuya açık çevrim içi veri kaynaklarında yer alan izlenebilir kanıtlar üzerinden var/yok biçiminde kodlanabilecek şekilde yapılandırılmıştır. Bu kapsamda teknik boyutta süreç standardizasyonu, dijital teknoloji entegrasyonu, inovasyon çıktıları ve teknoloji olgunluğu; yönetişimsel boyutta strateji ve liderlik, şeffaflık ve hesap verebilirlik, politika ve regülasyon uyumu ile etik ve güvenlik; kurumsal boyutta ise üniversite-sanayi iş birliği ile teknopark üyeliği ve teknoloji transferi temel kriterler olarak belirlenmiştir. Böylece olgunluk analizinde kullanılan on göstergeli bütünleşik bir analiz seti oluşturulmuştur. Seçilen olgunluk kriterlerinin teknik, yönetişimsel ve kurumsal boyutlara göre dağılımı Şekil 6'da gösterilmektedir.

Bu göstergelerin web scraping sürecinde sistematik biçimde izlenebilmesi için her bir kriter; model kökeni, ölçüleceği içerik türü ve ikili kodlamayı tetikleyecek Türkçe-İngilizce anahtar kelime

kümeleriyle eşleştirilmiştir. Böylece ölçümleme süreci yalnızca kavramsal değil, aynı zamanda denetlenebilir ve yeniden üretilebilir bir yapıya kavuşturulmuştur. Örneğin strateji ve liderlik boyutu vizyon, misyon ve yönetim beyanları; üniversite-sanayi iş birliği boyutu TÜBİTAK projeleri, akademik ortaklıklar ve araştırma konsorsiyumları; süreç standardizasyonu boyutu ISO belgeleri, KVKK/GDPR uyum beyanları ve kalite dokümantasyonu; teknoloji olgunluğu boyutu ise prototip, pilot, müşteri referansı ve ticarileşme ifadeleri üzerinden izlenmektedir. Ancak burada ölçülen unsur, ilgili kapasitenin doğrudan kendisi değil; bu kapasitenin kurumsal dijital görünürlük düzeyidir. Dolayısıyla anahtar kelime ve içerik eşleşmeleri, doğrudan kanıt değil, sistematik ve karşılaştırılabilir dolaylı göstergeler üretmektedir.

Bu çerçevede hazırlanan ölçümleme şeması, Tablo 7'de bütünleşik biçimde sunulmaktadır. Söz konusu tablo; her bir olgunluk modelini, bu modelden türetilen kriteri, web scraping yoluyla izlenecek içerik türünü, literatür dayanağını ve temel anahtar kelime kümelerini aynı analitik düzlemde bir araya getirmektedir. Böylece göstergelerin seçimi, kodlanması ve ekosistem düzeyinde bileşik skora dönüştürülmesi süreci açık, tutarlı ve doğrulanabilir bir yapıya kavuşmaktadır. Nihai olarak olgunluk düzeyleri ve analiz göstergeleri, uluslararası literatürde kabul görmüş modellerin metodolojik katkıları esas alınarak Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosistemine özgü biçimde operasyonelleştirilmiş; bu sayede hem kuramsal derinliği hem de pratik uygulanabilirliği yüksek bir analiz çerçevesi oluşturulmuştur.




**Şekil 6.** Boyutlara Göre Gruplandırılmış Olgunluk Analizi Kriterleri

Tablo 7, çalışmada kullanılan olgunluk modelleri ile bu modellerden türetilen olgunluk kriterleri arasındaki ilişkiyi, ölçümleme yöntemi ve temel anahtar kelime eşleşmeleriyle birlikte sistematik biçimde ortaya koyarak araştırmanın metodolojik omurgasını görünür kılmaktadır. Tablo; kuramsal çerçevede belirlenen her bir boyutun hangi model temeline dayandığını, hangi içerik türü üzerinden web scraping yoluyla izleneceğini ve hangi Türkçe-İngilizce anahtar kelime kümeleri aracılığıyla ikili kodlamaya dönüştürüleceğini açık biçimde gösterdiği için, veri toplama ve analiz sürecinin şeffaf, tutarlı ve yeniden üretilebilir biçimde yürütülmesine imkân tanımaktadır. Bu yönüyle tablo, ekosistem olgunluğunu yalnızca kavramsal düzeyde tartışmakla kalmamakta; strateji

ve liderlikten üniversite-sanayi iş birliğine, süreç standardizasyonundan dijital teknoloji entegrasyonuna, şeffaflık ve hesap verebilirlikten teknopark üyeliği ve teknoloji transferine, inovasyon çıktılarından politika ve regülasyon uyumuna, etik ve güvenlikten teknoloji olgunluğuna kadar uzanan çok boyutlu kriter setini ölçülebilir ve karşılaştırılabilir göstergelere dönüştürmektedir. Dolayısıyla Tablo 7, açık kaynaklarda yer alan kurumsal dijital izler üzerinden Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyini ölçülebilir olarak değerlendirmeye imkân tanıyan bütünleşik ve savunulabilir bir analiz çerçevesi sunmaktadır.

**Tablo 7.** Olgunluk Modelleri, Olgunluk Kriterleri ve Temel Anahtar Kelime Eşleşmeleri

| No | Olgunluk Modeli | Seçilen Kriter | Açıklama Ölçümleme Yöntemi (Web Scraping) | Literatür Kaynağı | Temel Anahtar Kelimeler (Türkçe / İngilizce) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **AI Adoption Maturity Models** | **Strateji ve Liderlik** | Şirket web sitelerinde vizyon, misyon, üst yönetim mesajları ve "AI stratejisi/vizyonu" gibi ifadelerin varlığının incelenmesi. | Gartner (2019); Deloitte (2020); PwC (2021) | **Türkçe:** vizyon, misyon, stratejik yönelim, liderlik, üst yönetim mesajı, şirket vizyonu, yönetim anlayışı, hedef, kurum kültürü. **İngilizce:** vision, mission, leadership, executive message, strategic direction, organizational goal, company philosophy. |
| 2 | **AI Readiness Index** | **Üniversite–Sanayi İşbirliği** | TÜBİTAK veya üniversite işbirliği duyuruları, akademik ortaklıklar ve ortak projelerin web sitelerinde tespit edilmesi. | Oxford Insights (2024) | **Türkçe:** üniversite işbirliği, akademik ortaklık, araştırma projesi, TÜBİTAK projesi, bilimsel ortaklık, ortak araştırma, Ar-Ge protokolü, Referanslar. **İngilizce:** university collaboration, academic partnership, joint research, research consortium, scientific cooperation, R&D cooperation. References. |
| 3 | **Capability Maturity Model (CMMI)** | **Süreç Standardizasyonu** | ISO 9001, ISO 27001, SOC 2 gibi kalite ve güvenlik standartlarına, ayrıca KVKK/GDPR uyum beyanlarına ilişkin ifadelerin varlığı. | Paulk ve ark. (1993) | **Türkçe:** süreç standardı, ISO belgesi, kalite yönetim sistemi, denetim raporu, uyum sertifikası, politika dokümantasyonu, kullanım koşulları, gizlilik politikası, şartlar, bilgi güvenliği politikası, çerez ve gizlilik politikası, hizmet şartları, aydınlatma metni, gizlilik taahhüdü, yazılım belgeleri. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **İngilizce:** Process standardization, iso certification, quality management system, audit report, conformity document, standard compliance, terms of use, privacy policy, terms, ınformation security policy, cookie and privacy policy, terms of service, disclosure statement, privacy policy, software documentation. |
| 4 | **Digital Economy and Society Index (DESI)** | **Dijital Teknoloji Entegrasyonu** | Bulut sistemleri, büyük veri analitiği, otomasyon yazılımları ve çevrim içi hizmet altyapılarının kullanımı. | European Commission (2023-24) | **Türkçe:** dijital platform, bulut altyapısı, veri analitiği, nesnelerin interneti, ERP sistemi, CRM sistemi, otomasyon çözümü, e-ticaret platformu.<br>**İngilizce:** digital platform, cloud infrastructure, data analytics, Internet of Things (IoT), ERP system, CRM system, automation solution, e-commerce platform. |
| 5 | **Digital Government Maturity Models** | **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | Kamu destekleri, fon duyuruları, açık veri paylaşımı ve şirket raporlarının analizi. | OECD (2020); United Nations (2022) | **Türkçe:** açık veri, faaliyet raporu, sürdürülebilirlik raporu, kamu fonu, teşvik programı, şeffaflık bildirimi, etik rapor, blog, medya merkezi, basın.<br>**İngilizce:** open data, activity report, sustainability report, government grant, funding program, transparency statement, accountability report, blog, media center, press. |
| 6 | **Entrepreneurial Ecosystem Maturity Models** | **Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi** | Firmanın teknoparkta yer alıp almadığı, TTO veya kuluçka programlarına erişimi ve ağ üyeliği durumunun belirlenmesi. | Isenberg (2011); Stam (2015) | **Türkçe:** teknopark, teknokent, teknoloji transfer ofisi, kuluçka merkezi, girişimcilik merkezi, inovasyon ekosistemi, TTO ağı, Tekmer Bilişim Vadisi.<br>**İngilizce:** technopark, technology hub, |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | technology transfer office, incubation center, entrepreneurship center, innovation ecosystem, IT valley.<br><br>**Türkçe:** patent, tescilli ürün, yenilikçi çözüm, Ar-Ge çıktısı, ürün geliştirme, inovasyon süreci, yenilikçi hizmet, yenilikçi, akademik yayın.<br><br>**İngilizce:** patent, registered product, innovative solution, R&D output, product development, innovation process, innovative service, ınnovative, academic publication. |
| **7** | **Global Innovation Index (GII)** | **İnovasyon Çıktıları** | Patent, tescil, yeni ürün, inovatif çözüm veya Ar-Ge çıktılarının analiz edilmesi. | Cornell University, INSEAD & WIPO (2022) | |
| **8** | **OECD AI Göstergeleri** | **Politika ve Regülasyon Uyumu** | Türkiye Yapay Zekâ Stratejisi, Kalkınma Planı veya Dijital Türkiye belgelerine yapılan açık referansların incelenmesi. | OECD.AI (2023) | **Türkçe:** ulusal strateji, politika belgesi, eylem planı, mevzuat uyumu, regülasyon, yasal çerçeve, kalkınma planı, milli, milli teknoloji, sürdürülebilirlik.<br><br>**İngilizce:** national strategy, policy document, action plan, regulatory framework, legal compliance, development plan, governance alignment, National, national technology, sustainability, |
| **9** | **Responsible AI Maturity** | **Etik ve Güvenlik** | Responsible AI ilkeleri, etik kodlar, veri güvenliği, model yönetimi ve güvenli tasarım pratiklerinin analizi. | NIST (2023); ISO/IEC 42001 (2023); PwC (2021) | **Türkçe:** etik ilke, etik kodu, sorumlu yapay zekâ, adillik, açıklanabilirlik, insan denetimi, model yönetişimi, veri güvenliği, risk yönetimi, yapay zekâ kullanım şartları.<br><br>**İngilizce:** ethics principle, code of ethics, responsible AI, fairness, explainability, human oversight, model governance, data security, risk management, artificial intelligence terms of use. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | **Technology Readiness Level (TRL)** | **Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması)** | Pilot uygulamalar, müşteri referansları ve ürünün ticarileşme düzeyine ilişkin kanıtların analizi. | Mankins (1995, s. 1–10; 2009, s. 1216–1223) ve NASA (2023) | **Türkçe:** dene, pilot proje, saha testi, prototip, müşteri referansı, ürün kullanımı, ticarileşme aşaması. **İngilizce:** try, pilot project, field test, prototype, customer reference, product in use, commercialization stage. |

Seçilen kriterler birlikte değerlendirildiğinde, her bir göstergenin ilgili olgunluk modelinin kavramsal çekirdeğiyle uyumlu biçimde belirlenmiştir. Bu çerçevede AI Adoption Maturity Models kapsamında strateji ve liderlik, Gartner, Deloitte ve PwC'nin yapay zekâ benimseme çerçevelerinde doğrudan vurgulanan temel unsurlardan biri olarak öne çıkmaktadır. AI Readiness Index için tercih edilen üniversite–sanayi işbirliği göstergesi, indeks içinde doğrudan ana başlık olarak yer almamakla birlikte, inovasyon ekosistemi ve işbirliği kapasitesi boyutlarının güçlü bir alt ölçütünü oluşturmaktadır. CMMI modelinden türetilen süreç standardizasyonu, süreç olgunluğu ve sürekli iyileştirme mantığının ölçülebilir karşılığı olarak değerlendirilirken; DESI kapsamında işletmelerde dijital teknoloji entegrasyonu boyutu doğrudan yer almakta, Dijital Devlet Olgunluk Modelleri için kullanılan şeffaflık ve hesap verebilirlik ise OECD ve Birleşmiş Milletler'in e-devlet göstergeleriyle örtüşmektedir (OECD, 2024). Girişimcilik Ekosistemi Olgunluk Modelleri kapsamında teknopark üyeliği ve teknoloji transferi; firmaların teknopark ağlarında görünürlüğü, üniversite–sanayi işbirliği projelerine katılımı ve kuluçka olanaklarına erişimi üzerinden ele alınmıştır. GII'dan alınan inovasyon çıktıları kriteri, bilgi ve teknoloji çıktıları alt boyutuyla uyumlu biçimde patentler ve yeni ürün lansmanlarını kapsarken; OECD AI Göstergeleri için kullanılan politika ve regülasyon uyumu, OECD.AI Policy Observatory tarafından izlenen politika göstergeleriyle doğrudan ilişkilidir. Responsible AI Maturity modellerinde tercih edilen etik ve güvenlik boyutu, NIST RMF, ISO/IEC 42001 ve PwC'nin sorumlu yapay zekâ çerçevelerinde merkezî bir konuma sahipken; TRL kapsamında seçilen ürün kullanım aşaması kriteri, ölçeğin 4–9. seviyelerinde yer alan prototip, pilot uygulama, müşteri referansı ve ticari kullanım düzeyleriyle doğrudan bağlantılıdır. Bu doğrultuda kodlama sürecinde her girişim için belirlenen on göstergenin var/yok durumu incelenmekte, her kriterin yüzde değeri hesaplanmakta ve bu değerler OECD/JRC'nin bileşik göstergeler metodolojisine uygun biçimde eşit ağırlıklı olarak birleştirilmektedir. Böylece, kriterlerin farklı model kökenlerine sahip olmasına rağmen ekosistemin ortak bir olgunluk profili ortaya konulmakta; ayrıca Becker ve arkadaşlarının vurguladığı problem tanımı, karşılaştırma, bağlama uyarlama ve iteratif değerlendirme ilkeleri doğrultusunda metodolojik tutarlılık ve güvenilirlik güçlendirilmektedir (2009, s. 214–216, 218–220).

Olgunluk düzeyleri ve göstergeler, uluslararası literatürde kabul görmüş modellerin metodolojik yaklaşımları temelinde Türkiye ekosistemine özgü biçimde yapılandırılmış; böylece kuramsal olarak temellendirilmiş ve uygulama bakımından işlevsel bir analiz çerçevesi oluşturulmuştur. Bu çerçevenin araştırma evrenine nasıl uygulandığını ortaya koymak üzere Olgunluk Analizinin Uygulama Süreci başlığına geçilmektedir.

### 3.3.3. Olgunluk Analizinin Uygulama Süreci

Bu çalışmada ekosistemin olgunluk düzeyinin nicel ölçümü, literatürde yer alan olgunluk modellerinden türetilen göstergeler ile web scraping yöntemiyle elde edilen açık kaynak veriler üzerinden gerçekleştirilmiş; SWOT, PESTEL, Porter'ın Beş Gücü, değer zinciri ve STEEP analizleri ise olgunluk bulgularının arka planını ve ekosistemin işleyiş dinamiklerini açıklamak üzere destekleyici çerçeveler olarak kullanılmıştır. Uygulama sürecinin ilk aşamasında çalışma evreni tanımlanmış ve analiz kapsamına alınan girişimler belirlenmiştir. Bu çerçevede TRAI Yapay Zekâ Girişim Haritası başlangıç referansı olarak alınmış; teknopark katalogları ve resmi kayıtlar ile diğer ikincil kaynaklardan yararlanılarak evren genişletilmiş, ardından firmalar resmî kaynaklar üzerinden doğrulanarak kapsam kesinleştirilmiştir. İkinci aşamada doğrulanan girişimlerin kurumsal web siteleri ve kamuya açık dijital kaynakları taranmış; seçilen olgunluk kriterlerine ilişkin göstergeler sistematik biçimde kodlanmıştır. Bu doğrultuda AI Adoption Maturity Models kapsamında strateji ve liderlik; vizyon, misyon, üst yönetim beyanları ve stratejik yönelim ifadeleri üzerinden değerlendirilmiş; AI Readiness Index kapsamında üniversite–sanayi işbirliği; akademik ortaklıklar, TÜBİTAK ve Avrupa Birliği projeleri, araştırma konsorsiyumları ve işbirliği duyuruları temelinde incelenmiştir. Capability Maturity Model (CMMI) çerçevesinde süreç standardizasyonu; ISO 9001, ISO 27001 gibi kalite belgeleri ile KVKK/GDPR uyum beyanları üzerinden ele alınmış; DESI'ye dayalı dijital teknoloji entegrasyonu ise bulut bilişim, CRM/ERP, büyük veri ve IoT kullanımı gibi dijital altyapı unsurları aracılığıyla kodlanmıştır. Dijital Devlet Olgunluk Modelleri çerçevesinde şeffaflık ve hesap verebilirlik; faaliyet raporları, açık veri paylaşımı, sürdürülebilirlik raporları ve kamuya açık kurumsal bilgilendirme içerikleri üzerinden; Girişimcilik Ekosistemi Olgunluk Modelleri kapsamında teknopark üyeliği ve teknoloji transferi; teknopark görünürlüğü, teknoloji transfer yapıları ve kuluçka/işbirliği mekanizmaları üzerinden değerlendirilmiştir. Global Innovation Index (GII) bağlamında inovasyon çıktıları; patent başvuruları, yeni ürün lansmanları ve araştırma çıktıları üzerinden; OECD AI Göstergeleri kapsamında politika ve regülasyon uyumu ise ulusal yapay zekâ stratejisi, kalkınma planları, politika belgeleri ve düzenleyici çerçevelere yapılan kurumsal atıflar üzerinden analiz edilmiştir. Responsible AI Maturity Frameworks altında etik ve güvenlik; etik ilkelere bağlılık, veri güvenliği politikaları, sorumlu yapay zekâ taahhütleri ve algoritmik adalet yaklaşımları temelinde ele alınmış; Technology Readiness Level (TRL) çerçevesinde teknoloji olgunluğu ise prototip, pilot uygulama, müşteri referansı, demo/canlı demo ve 'ürün satışta' gibi ifadeler aracılığıyla girişimlerin TRL 4–9 aralığındaki konumları üzerinden değerlendirilmiştir. Üçüncü aşamada, kriter bazında elde edilen bulgular yüzdelik oranlara dönüştürülmüş ve OECD/JRC'nin bileşik göstergeler metodolojisine uygun biçimde eşit ağırlıklandırılmıştır. Göstergelerin ikili yapısı nedeniyle firma düzeyindeki kodlama 0–1 mantığında gerçekleştirilmiş; ekosistem düzeyinde ise bu kodlamaların görülme sıklıkları esas alınarak kriter skorları hesaplanmıştır. Ardından kriterlerin aritmetik ortalaması alınarak ekosistemin Genel Olgunluk Analizi elde edilmiş; tekil kriter skorları ile genel olgunluk düzeyi, tertil esaslı eşikleme yaklaşımı doğrultusunda düşük (%0–33), orta (%34–66) ve yüksek (%67 ve üzeri) olmak üzere üç düzeyde sınıflandırılmıştır. Son aşamada ise ikili (0/1) olgunluk verileri üzerinden kriterler arası bağlaşıklık analizi yürütülmüş; ekosistemde hangi yetkinliklerin birlikte gelişim gösterdiğini belirlemek amacıyla Phi (φ) katsayısı hesaplanmış ve on kriterin birlikte görülme örüntüleri analiz edilerek ekosisteme ait tipolojik olgunluk profilleri tanımlanmıştır. Böylece çalışma, yalnızca genel olgunluk düzeyini ölçmekle sınırlı kalmamış; aynı zamanda ekosisteme ait yetkinlik

kümelenmelerini ve gelişim örüntülerini görünür kılan çok katmanlı bir uygulama çerçevesi sunmuştur. Çalışmanın bulguları tartışma ekseninde dördüncü bölümde ele alınmıştır.

# 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, Türkiye'deki yapay zekâ girişimciliği ekosistemine ilişkin bulgular, nitel bağlamsal çözümleme ve nicel olgunluk analizi olmak üzere iki ana eksende sunulmaktadır. İlk olarak ekosistemin stratejik ve çevresel çerçevesi; politika belgeleri, akademik literatür ve çeşitli stratejik analiz araçları aracılığıyla değerlendirilmekte; ardından araştırma evreninin tanımlanması, veri kaynaklarının birleştirilmesi ve doğrulanması süreci açıklanarak nicel bulgulara geçilmektedir. Devamında, on olgunluk kriterine ilişkin bulgular ekosistem düzeyinde incelenmekte; frekans, oran, güven aralığı, normalizasyon, ağırlıklandırma ve genel olgunluk analizi sonuçları üzerinden ekosistemin olgunluk profili ortaya konulmaktadır. Bölüm, olgunluk düzeylerinin sınıflandırılması ve kriterler arası bağlaşıklık örüntülerinin değerlendirilmesiyle tamamlanmaktadır. Bu doğrultuda aşağıdaki başlıkta ilk olarak, ekosistemin nitel bulguları ve bağlamsal analizi incelenmektedir.

## 4.1. Türkiye'deki Ekosistemin Nitel Bulguları ve Bağlamsal Analizi

Bu başlık altında, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin makro çevresi, kurumsal yönelimi, yapısal özellikleri ve dinamikleri nitel olgular ışığında değerlendirilmektedir. Bu bölümde sunulan nitel bulgular ile SWOT, PESTEL, Porter'ın Beş Güç Analizi, ekosistem haritalama ve ağ analizi, değer zinciri, uluslararası kıyaslama ve STEEP gibi stratejik analiz araçları; uzman mülakatı, odak grup çalışması, anket ya da Delphi paneli gibi birincil veri toplama tekniklerine dayanmamaktadır. Söz konusu analizler, araştırmanın nitel veri kaynaklarını oluşturan ulusal politika belgeleri, kalkınma planları, strateji dokümanları, uluslararası raporlar ve akademik literatürün sistematik biçimde incelenmesi, karşılaştırılması ve sentezlenmesi yoluyla oluşturulmuştur. Bu nedenle bölümde yer alan stratejik değerlendirmeler, doküman ve literatür temelli bir meta-sentez kapsamında, mevcut kurumsal ve akademik bilgi birikiminin analitik olarak yeniden düzenlenmesi şeklinde ele alınmaktadır. Bu yaklaşımın temel amacı, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin güçlü ve zayıf yönlerini, fırsat ve tehdit alanlarını, makro çevre koşullarını, rekabet dinamiklerini ve sosyo-teknolojik eğilimlerini resmî kurumlar, politika belgeleri, uluslararası göstergeler ve doğrulanmış akademik çalışmalar üzerinden daha geniş, karşılaştırılabilir ve bağlamsal bir çerçevede ortaya koymaktır. Dolayısıyla bu bölümdeki nitel ve stratejik analizler, doğrudan nedensel çıkarım üretme ya da saha aktörlerinin görüşlerini temsil etme iddiası taşımamakta; bölümün devamında sunulacak kanıt temelli web scraping verilerine dayalı nicel olgunluk analizinin yorumlanmasına kurumsal, stratejik ve bağlamsal bir zemin hazırlamak amacıyla kullanılmaktadır. Böylece Türkiye'de yapay zekâ ekosisteminin mevcut yönelimi, gelişim kapasitesi ve kurumsal yapılanması; politika ve strateji belgeleriyle şekillenen makro dinamikler, akademik literatürün sunduğu kavramsal birikim ve stratejik analiz araçlarının bütünleşik kullanımı çerçevesinde değerlendirilmektedir.

### 4.1.1. Politika ve Stratejiler Çerçevesinde Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Dinamikleri

Ulusal politika, strateji belgeleri ve kalkınma planlarının incelendiği bu bölüm, tezin temelini oluşturan "olgunluk analizi" yaklaşımının makro-kurumsal zeminini inşa etmektedir. Bir girişimcilik ekosisteminin olgunluk seviyesi; yalnızca firmaların geliştirdiği algoritmalar veya aldıkları yatırımlarla değil, bu yenilikçi faaliyetleri destekleyen, denetleyen ve küresel hedeflerle hizalayan

kurumsal kapasite ile ölçülmektedir. Türkiye YZ girişimcilik ekosisteminin yalnızca tesadüfi aktörlerden oluşan bir yığın olmadığını; stratejik olarak yönlendirilen ve kurumsallaşma çabası içinde olan bir yapı olduğunu kanıtlayarak, hesaplanacak "Genel Olgunluk Analizi (GOA)" stratejik bir anlam kazandırmaktadır. Bu kapsamda politika ve yönetişim mekanizmalarının ekosisteme sağladığı bu yukarıdan aşağıya (top-down) kurumsal çerçevenin ardından; ekosistemin bilgi üretimini, yenilik kapasitesini ve entelektüel birikimini besleyen temel kaynağı anlamak üzere, Türkiye perspektifindeki akademik literatür ve bilimsel araştırmalar incelenmektedir. Yapılan bu değerlendirme, hem gelecekte benimsenecek yaklaşımlara ışık tutması hem de kurum ve kuruluşların bu alandaki politikalarına bilimsel bir dayanak sunarak katkı sağlaması bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, Türkiye'deki kurum ve kuruluşların yapay zekâya yönelik yaklaşımı, ekosistemin kurumsal yöneliminin anlaşılması bakımından aşağıda incelenmektedir.

#### 4.1.1.1. Türkiye'deki Kurum ve Kuruluşların Yapay Zekâ Yaklaşımının Tahlili

Türkiye'de kurum ve kuruluşların yapay zekâya yaklaşımı, son on yılda niceliksel büyüme, kurumsal yönelim ve sektörel yayılım bakımından belirgin biçimde güçlenmektedir. Nitekim TRAI'ye göre 2017'de 25 olan yapay zekâ odaklı girişim sayısının Haziran 2025 itibarıyla 411'e ulaşması, sayısal artışı ve üretken yapay zekâ, akıllı platformlar, görüntü işleme, makine öğrenmesi ve doğal dil işleme gibi alanlarda derinleşen teknolojik uzmanlaşmayı da göstermektedir (TRAI, 2025, s. 1). Türkiye'nin genel girişimcilik ortamında ortaya çıkan unicorn ve decacorn örnekleri, yatırımcı güveni ile ölçeklenme kapasitesini görünür kılmakta; bu başarılar yapay zekâ girişimlerine yönelik uluslararası ilgiyi artırmakta ve küresel pazarlara açılımı kolaylaştırmaktadır (İzmir Kalkınma Ajansı, 2024, s. 24-25). Bununla birlikte küresel endeksler, Türkiye'nin yapay zekâ işletme ortamında güçlü bir konum elde ettiğini, ancak strateji, altyapı ve insan kaynağı boyutlarında hâlen sınırlılıklar taşıdığını göstermektedir (Zhang ve ark., 2021, s. 4); şirketlerin yalnızca %5,5'inin yapay zekâ benimsemiş olması, Türkiye'yi bazı Avrupa ülkelerinin önüne taşırken bazı ülkelerin gerisinde bırakmakta; bu durum özellikle nitelikli iş gücünün daralması ve yetenek kaybı bağlamında sürdürülebilirlik riskine işaret etmektedir (Implement Consulting Group, 2024, s. 30-33). Benzer biçimde inovasyon, fintech ve yapay zekâ endekslerindeki görünüm, genç ve teknoloji odaklı nüfusa rağmen Ar-Ge yatırımlarının, insan kaynağı geliştirme politikalarının ve düzenleyici kapasitenin daha fazla güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Akçetin, 2023, s. 342-354). Yatırım hacmi, nüfus büyüklüğü, internet yaygınlığı, girişim sermayesi fonlarının çeşitliliği ve Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'nin EMEA bölgesinde dikkat çeken bir merkezleşme eğilimi taşıdığı görülmektedir (TÜSİAD, 2025, s. 11-20). Uluslararası değerlendirmeler de Türkiye'nin devlet girişimleri, startup topluluğu ve etik-sorumlu yapay zekâ alanındaki iş birliği kapasitesi nedeniyle elverişli bir gelişim zemini sunduğunu vurgulamaktadır (Eren, 2025). Bu çerçevede İstanbul, küresel yükselen girişim ekosistemleri içinde üst sıralarda konumlanmakta; finansmana erişim, maliyet-etkin yetenek ve performans göstergeleri bakımından Avrupa ölçeğinde öne çıkmakta; yatırım hacmindeki sert artış ve kadın kurucu oranındaki yükseliş, kapsayıcı ve hızlanan bir ekosistem görünümü sunmaktadır (Startup Genome, 2025). Ancak İstanbul örneği, güçlü ve zayıf yönlerin eş zamanlı varlığına işaret etmektedir; girişimci aktörlerin sayıca fazla olmasına karşın nitelikli mentorluk hizmetlerinin sınırlı kalması ve hızlandırıcılar ile kuluçka yapılarının çoğunlukla teknoloji tabanlı girişimlere odaklanması ekosistemin etkinliğini sınırlandırmaktadır (Belitski & Büyükbalcı, 2021, s. 735). Buna karşılık, teknoparklar, üniversite temelli girişimcilik yapıları ve ortak çalışma alanları girişimcilerin ağlarını zenginleştiren, bilgi

paylaşımını kolaylaştıran ve çeşitli kaynaklara erişimini destekleyen önemli arayüzler olarak öne çıkmaktadır (Belitski & Büyükbalcı, 2021, s. 735–740). Ayrıca İstanbul'un Avrupa ile Asya arasındaki coğrafi konumu, yoğun iş ağları ve diğer bölgelere kıyasla daha yüksek pazar çekiciliği, zayıflıklarına rağmen ekosistemin girişimler için cazibesini artıran önemli avantajlar sunmaktadır (Belitski & Büyükbalcı, 2021, s. 739–745). Kamu destekleri de bu yapının temel itici unsurlarından biridir; TÜBİTAK BiGG Programı, yalnızca finansman değil, mentorluk, iş fikri doğrulama, eğitim ve şirketleşme destekleri sunarak resmi ve gayriresmî etkileşim ağları üzerinden yapay zekâ girişimlerinin bilgiye ve sermayeye erişimini hızlandırmaktadır (Erdolu, 2022, s. 67-71). 2017 sonrası melek yatırımcı, kitle fonlama ve girişim sermayesi düzenlemeleriyle kurumsallaşma derinleşmiş; teknoparklar ve teknoloji transfer ofisleri üniversite-sanayi iş birliğini kuvvetlendirerek yapay zekâ tabanlı girişimlerin ölçeklenmesini desteklemiştir (Gencer & Sakız, 2024, s. 95-101). 2023 yılında yapay zekâ girişimlerinin 126,8 milyon dolar yatırım alması ve bunun büyük kısmının Insider'a yönelmesi, işlem sayısındaki görece istikrarla birlikte düşünüldüğünde, alanın güçlü bir dikey olmaya devam ettiğini göstermektedir (StartupCentrum, 2024, s. 19-20). Buna karşılık, 2018 tarihli Cumhurbaşkanlığı Yapay Zekâ Strateji Belgesi stratejik yönelimin dönüm noktasını oluşturmuş; Ar-Ge ve eğitim alanlarında ivme üretmiş olsa da iş dünyasındaki yatırım yetersizlikleri ile insan kaynağı açığı temel engeller olmaya devam etmiştir (Digipeak, 2023, s. L10–L13). 2002 sonrası altyapı ve hukuki zeminin kurulması, 2016–2020 arasında kurumsal aktör entegrasyonu ve 2021 sonrasında ticarileşme-uluslararasılaşma aşamasına geçilmesi, Türkiye'yi MENA (Middle East and North Africa–Ortadoğu ve Kuzey Afrika) bölgesinde üçüncü büyük girişim değeri üreten ekosistemlerden biri hâline getirmiş; teknoparklardaki yoğun startup varlığı ile unicorn ve decacorn örnekleri, yapay zekâ tabanlı girişimlerin görünürlüğünü güçlendirmiştir (Dealroom.co & Ventures & Mentors League, 2024, s. 2-9). Bu uluslararasılaşma eğilimi, teknoloji bölgelerinin Avrupa pazarlarına erişim sağlayan iş birlikleriyle de desteklenmektedir (İTÜ ARI Teknokent, 2025). Öte yandan zorlu ekonomik ve siyasi koşullara rağmen ekosistemin toparlanma kapasitesi korunmakta; deprem sonrası mikro destekler ve vergi yükümlülüklerine ilişkin tartışmalar, yapay zekâ girişimlerinin de içinde bulunduğu yapının makroekonomik dalgalanmalara uyum kapasitesini sınamaktadır (Paroje, 2024). Derin teknoloji boyutu ise güçlü altyapıya rağmen sınırlı yatırım oranları ve düşük yatırım tutarları nedeniyle yapısal finansman baskısı taşımakta; bu nedenle fikri mülkiyet yönetimi yatırım çekmede belirleyici hâle gelmektedir (Deeptech.ist, 2021, s. 16-24). Türkiye'nin kurumsal yaklaşımı, özellikle UYZS 2021–2025 ile sistematik bir çerçeveye kavuşmuştur; bu strateji, kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplum katılımıyla oluşturulmuş; yapay zekâ uzmanı yetiştirme, girişimciliği destekleme, veri ve altyapıya erişim, sosyoekonomik uyum, uluslararası iş birliği ve iş gücü dönüşümünü merkeze alan altı stratejik önceliği içermiştir (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021, s. 7, 62-72). Stratejinin Yönlendirme Kurulu, Danışma Grubu ve teknik çalışma gruplarıyla yürütülmesi, yönetişimi kurumsallaştırmakta; GSYH'ye katkı, istihdam, lisansüstü mezun sayısı, kamu personeli kapasitesi ve uluslararası endeks performansı gibi hedefler üzerinden somutlaştırmaktadır (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021, s. 62-72, 82-85) 2024–2025 Eylem Planı ise Türkçe büyük dil modeli, merkezi kamu veri alanı ve uluslararası normlarla uyumlu ulusal düzenlemeler gibi yeni adımlarla stratejiyi güncellemekte; böylece dijital egemenlik, veri erişimi ve hukuki uyum eksenlerini güçlendirmektedir (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2024, s. 5-11). Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası'nın risk temelli ve bağlayıcı çerçevesi, Türkiye açısından hem dış pazara erişim hem de iç düzenleyici reformlar bakımından belirleyici hâle gelmektedir; insan-merkezli, güvenilir ve risk

sınıflandırmasına dayalı bu yaklaşım, yüksek riskli sistemler için veri kalitesi, şeffaflık, insan gözetimi ve uygunluk değerlendirmesi gibi yükümlülükler getirmekte; Türkiye'de KVKK ve ikincil düzenlemeler belirli ölçüde koruma sağlasa da AI Act'in ayrıntılı risk yaklaşımının mevzuatta henüz tam karşılık bulmadığı görülmektedir (Avrupa Birliği, 2024, s. 25-30; Avrupa Birliği, 2024, s. 40-45). Buna rağmen UYZS ve güncellenmiş eylem planı, insan kaynağı, veri yönetişimi, girişimcilik, uluslararası iş birliği ve ulusal düzenlemeler bakımından AI Act ile önemli ölçüde uyumlu bir yönelim sergilemektedir (Maes, 2025, s. 31); özellikle Türkçe büyük dil modeli topluluğu, merkezi kamu veri alanı ve uluslararası normlarla uyum hedefi bu yakınsamayı güçlendirmektedir (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021, s. 62-72; Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2024, s. 5-11). Bununla birlikte Türkiye'nin yapay zekâ yaklaşımı yalnızca strateji belgeleriyle sınırlı değildir; teknoparklar, üniversite merkezleri, kamu destekleri, özel sermaye fonları ve ağ yapıları üzerinden kalite, ölçeklenebilirlik ve uluslararasılaşmayı hedefleyen ekosistem temelli bir yönelim şekillenmektedir. Bu yönelimin somut kurumsal taşıyıcılarından biri TÜBİTAK'tır; 1711 Yapay Zekâ Ekosistem Çağrısı ile sanayi ihtiyaçlarına yönelik konsorsiyum temelli çözümler desteklenmekte, YZE ve transfer mekanizmaları bilgi birikiminin yaygınlaşmasını sağlamakta, 1007 Kamu Yapay Zekâ Ekosistem Çağrısı ile kamu odaklı çözümler geliştirilmekte ve Deneyap Atölyeleri aracılığıyla insan kaynağı tabana yayılmaktadır (TÜBİTAK, 2025). Aynı zamanda ulusal hedefler doğrultusunda konsorsiyum projelerine aktarılan kaynak, yetenek havuzundaki artış ve 2024'te çekilen yatırım tutarı, Türkiye'nin ölçeklenme kapasitesini göstermekte; buna karşın enerji yoğun veri merkezleri, uluslararası sertifikasyon maliyetleri ve yetenek arz-talep dengesizliği gibi darboğazlar orta vadeli risk üretmektedir (MİA, 2025, s. 19, 20). Türkiye'nin dijital dönüşüm ekseninde yapay zekâ, büyük veri, otonom robotlar ve nesnelerin interneti, üretimden kamu hizmetlerine, sağlıktan tarıma ve ulaşıma kadar geniş bir alanda verimlilik ve yapısal dönüşüm aracı olarak konumlandırılmaktadır; yol haritasının insan, teknoloji, altyapı, tedarikçiler, kullanıcılar ve yönetişim bileşenleri etrafında kurulması, yapay zekâ yaklaşımının ekonomik sınırları aşan bütüncül bir perspektife dayandığını göstermektedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017, s. 16-17; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017, s. 17-19; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017, s. 22-23). Finansal sistem boyutunda TCMB, yapay zekâyı verimlilik, veri temelli karar alma ve finansal kapsayıcılık açısından olumlu; siber güvenlik, tekelleşme ve iş gücü uyumsuzlukları açısından ise ihtiyat gerektiren bir alan olarak değerlendirmekte; böylece merkez bankacılığı, dijital ödeme sistemleri ve finansal düzenleme bakımından stratejik bir araştırma ekseni oluşturmaktadır (TCMB, 2024, s. 9-10). Kamusal yönetişim boyutunda ise risk temelli sertifikasyon, Güvenilir YZ Damgası, TBMM Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu ve KAMAG 1007 gibi mekanizmalar, kamu kurumlarının yapay zekâya yaklaşımının yalnızca verimlilik değil etik, güvenilirlik ve uluslararası standartlarla uyum temelinde şekillendiğini göstermektedir (TBD, 2024, s. 11-13). Enerji sektöründe startup'ların çevikliği, teknolojik adaptasyonu hızlandırmakta; verimlilik, maliyet azaltma ve yazılım ihracatı potansiyeli yaratmakta, ancak finansman ve mevzuat engelleri kamunun dengeleyici rolünü zorunlu kılmaktadır (ETKB, 2019, s. 2-11). Hazine ve Maliye Bakanlığı Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün dijital süreç yönetimi, vergi denetimi ve risk analizinde açıklanabilir ve etik ilkelere dayalı yapay zekâ uygulamaları, RADAR projesi, çalıştaylar, açık kaynak yaklaşımı ve uzman yetiştirme programları; kurumsal kapasite, ekonomik verimlilik ve insan kaynağı eksenlerini bütünleştiren somut bir kamu yaklaşımını ortaya koymaktadır (BTGM, 2025). Benzer biçimde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın yapay zekâ ve veri analitiği temelli örgütlenmesi karar destek süreçlerini güçlendirirken, Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın vatandaş odaklı dijital

uygulamaları kamusal hizmet erişimini dönüştürmektedir (ÇŞİDB, 2025; Kültür ve Turizm Bakanlığı, t.y.). Eğitim alanında MEB, öğretmen rehberleri ve 2025–2029 politika belgesi aracılığıyla kişiselleştirilmiş öğrenme, etik yönetişim, ölçme-değerlendirme, sanal asistanlar ve kariyer rehberliği eksenlerinde kurumsal bir çerçeve kurmakta; böylece dijital pedagojik yeterlilik ile eğitimde eşitlik ve kapsayıcılığı birlikte ele almaktadır (MEB-YEĞİTEK, 2024, s. 5-7; MEB-YEĞİTEK, 2025, s. 13-17). Sağlık Bakanlığı ise veri madenciliği ve yapay zekâ ile kişiye özgü tanı-tedavi çözümlerini hedefleyen (Serrano, Luciano, Anaya, & Lalatsa, 2024, s. 2) proje çağrıları ile Yapay Zekâ ve Yenilikçi Teknolojiler Daire Başkanlığı altında kurduğu değerlendirme, Ar-Ge, uygulama ve izleme birimleri üzerinden proje döngüsünün tamamını kapsayan kurumsal bir model tesis etmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2024). Sanayi ve teknoloji alanında bakanlık projeleri ile TÜBİTAK'ın öncelikli sektörlere yönelen çağrıları, kamu-üniversite-sanayi iş birliğini sistematik bir ağ yapısına dönüştürmekte ve yapay zekâ stratejilerinin ekonomik sektörlerde somut uygulamalara dönüşmesini sağlamaktadır (Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı, t.y.; TÜBİTAK, 2025;). Tarım ve Orman Bakanlığı'nın uzaktan algılama, CBS, erken uyarı sistemleri ve dikey tarım uygulamaları; savunma alanında Millî Savunma Bakanlığı'nın İHA'lar, otonom sistemler, radar, siber güvenlik ve lojistik optimizasyonu; Ticaret Bakanlığı'nın e-ihracat, pazar analizi, müşteri hizmetleri ve operasyonel verimlilik odaklı kılavuzları; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın tren muayene sistemleri, radar analizi, hava trafik kontrolü, siber tehdit tespiti ve erişilebilirlik projeleri, yapay zekânın sektörel politikalarda artık yardımcı bir teknoloji olmaktan çıkarak stratejik yönetişim aracına dönüştüğünü göstermektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025; Millî Savunma Bakanlığı, 2024; Ticaret Bakanlığı,2025; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2025). Yükseköğretim alanında YÖK'ün yapay zekâ, veri bilimi, siber güvenlik, dijital sağlık ve tarım odaklı programları yaygınlaştırması; üniversite projelerinin tarımsal verimlilik ve sürdürülebilirlik gibi alanlarda somutlaşması; Stanford verilerinde mezun sayısı ve artış oranları bakımından Türkiye'nin görünürlüğünün yükselmesi, yükseköğretimin ulusal yapay zekâ stratejisinin insan kaynağı ayağını kurumsal olarak taşıdığını göstermektedir (YÖK, 2025). 2010'dan itibaren kurulan araştırma ve uygulama merkezleri, 2021/18 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi, veri bilimi ve yapay zekâ enstitülerinin oluşturulması ile TBMM düzeyindeki hukuki ve etik altyapı arayışları birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'de yapay zekâ yaklaşımının dağınık girişimlerden kurumsallaşmış, çok aktörlü ve ulusal stratejiyle bütünleşmiş bir yönetime evrildiği görülmektedir (T.C. Resmî Gazete, 2025).

Aşağıda, Türkiye'nin yapay zekâ eksenli ulusal politika belgeleri ve kalkınma planları esas alınarak elde edilen nitel bulgular sunulmaktadır. Bu çerçevede, devletin yapay zekâya yönelik stratejik yönelimi, kurumsal öncelikleri ve kalkınma perspektifi bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmektedir.

#### 4.1.1.2. Türkiye'nin Yapay Zekâ Eksenli Ulusal Politika ve Kalkınma Planlarına İlişkin Nitel Bulgular

Bu kısımda nitel veri analizi, içerik analizi yaklaşımı doğrultusunda Türkiye'nin YZ Eksenli Ulusal Politika ve Kalkınma Planlarının çözümlenmesiyle nitel bulgular sistematik biçimde ortaya konmuştur.

İlk aşamada analiz için odak kavramlar (yapay zekâ, girişimcilik, ekosistem) net biçimde tanımlanmış ve araştırma soruları bu kavramlar etrafında şekillendirilmiştir. Ardından kalkınma planları dijital formata dönüştürülerek MAXQDA yazılımına aktarılmış, metinler analiz öncesi

titizlikle düzenlenmiştir. Belirlenen kavramlar temelinde bir kodlama şeması oluşturulmuş; kavramların metin içindeki frekansları ve bağlamları sistematik biçimde işaretlenerek kodlanmıştır. Daha sonra kodlar sınıflandırılıp karşılaştırılmış; farklı dönemlere ait kalkınma planlarında kavramların kullanım biçimleri ve yoğunlukları analiz edilmiştir. Son aşamada elde edilen bulgular akademik çerçevede yorumlanmış; bulguların özetlenmiş ve karşılaştırmalı çıktıları bölümün ilgili tablolarında destekleyici nitelikte sunulmuştur. Nitel içerik analizi, elde edilen verilerin sistematik biçimde incelenerek kavramlar veya kategoriler aracılığıyla düzenlenmesini ve böylece araştırılan olgunun kapsamlı bir şekilde tanımlanmasını amaçlamaktadır (Elo & Kyngäs, 2008, s. 108). Bu yaklaşım, araştırmanın kapsadığı kavramların tarihsel gelişimini, stratejik önceliklerini ve kurumsal yansımalarını ortaya koymada güçlü bir metodolojik zemin sunmaktadır.

On iki Kalkınma Planı incelendiğinde, MAXQDA yazılımı aracılığıyla elde edilen genel görünüm Tablo 8'de sunulmaktadır. Tablo 8'e göre, 'yapay zekâ' kavramının Türkiye'de görece geç bir dönemde kalkınma planlarına dâhil edildiği; buna karşın 'girişimcilik' kavramının 1979 yılında hazırlanan 4. Kalkınma Planı'nda yer aldığı görülmektedir. Önümüzdeki kalkınma planlarında ise yapay zekâ, girişimcilik ve ekosistem kavramlarının bütüncül bir yaklaşımla ele alınması büyük önem taşımaktadır. Zira kalkınma dinamiklerinin üç temel ayağının bu kavramlar etrafında kurgulanması, stratejik vizyonun güçlendirilmesi açısından gereklidir.

**Tablo 8.** Ulusal Kalkınma Planlarının Karşılaştırılması ve Kavramsal İlişkilerin Yapılandırılması

| Kelimeler | Kalkınma Planları | Kullanım Amaçları | Kavramsal İlişki |
|---|---|---|---|
| **Yapay Zekâ (Politika, Strateji, Eğitim/İnsan Kaynağı, Ar-Ge)** | 11. Kalkınma Planı (2019-2023)<br><br>12. Kalkınma Planı (2024-2028) | Sanayi ve üretim verimliliği<br><br>Dijital dönüşüm ve teknoloji hamlesi<br><br>Tarımda dijitalleşme<br><br>Politika geliştirme<br><br>Ekonomik kalkınma<br><br>Eğitim<br><br>Kamu hizmetleri | Kalkınma Planı'nda yapay zekâ, sanayi, tarım, eğitim ve kamu hizmetleri gibi farklı alanlarda dijital dönüşümün temel unsuru olarak ele alınmaktadır. Kavram, özellikle ileri veri analitiği, simülasyon, optimizasyon, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, büyük veri, blokzincir ve bulut bilişim gibi teknolojilerle birlikte anılmakta; yerli üretim kabiliyetlerinin geliştirilmesi, ekonomik etkinliğin artırılması, ulusal politika oluşturulması, tarımsal bilgi sistemlerinin güçlendirilmesi, eğitimde veri tabanlı entegrasyon sağlanması ve kamu hizmetlerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Böylece yapay zekâ, hem Milli Teknoloji Hamlesi'nin stratejik ayağı hem de ülke genelinde verimlilik ve yenilikçilik odaklı kalkınma aracı olarak konumlandırılmıştır. |

| Kelimeler | Kalkınma Planları | Kullanım Amaçları | Kavramsal İlişki |
|---|---|---|---|
| **Girişimcilik (Startup, KOBİ, Yenilikçilik, Devlet Destekleri, Üniversite-Sanayi İşbirliği)** | 4. Kalkınma Planı (1979-1983)<br><br>7. Kalkınma Planı (1996-2000)<br><br>8. Kalkınma Planı (2001-2005)<br><br>9. Kalkınma Planı (2007-2013)<br><br>10. Kalkınma Planı (2014-2018)<br><br>11. Kalkınma Planı (2019-2023) | Üçüncü Sektör ve Fonlar<br><br>KOBİ'ler ve Küçük Ölçekli İşletmeler<br><br>Ulusal ve Uluslararası Boyut<br><br>Yerel ve Sosyal Girişimcilik<br><br>Eğitim ve Girişimcilik Kültürü<br><br>Ar-Ge ve Yenilikçilik<br><br>Dezavantajlı Gruplar | Kalkınma planında "girişimcilik" yalnızca ekonomik büyümenin değil, sosyal kapsayıcılığın, kadın ve gençlerin istihdama katılımının, yerel kalkınmanın ve küresel rekabetçiliğin temel unsuru olarak konumlandırılmıştır. Kavram; KOBİ destekleri, girişimcilik kültürü, Ar-Ge, eğitim, sosyal girişimcilik ve uluslararası ekosistem entegrasyonu boyutlarıyla çok yönlü ele alınmıştır. Böylece girişimcilik, hem yenilikçilik ve teknoloji transferinin aracı hem de sosyal refahı artırıcı bir mekanizma olarak planın anahtar kavramlarından biri olmuştur. |

| Kelimeler | Kalkınma Planları | Kullanım Amaçları | Kavramsal İlişki |
|---|---|---|---|
| **Ekosistem (İnovasyon Ekosistemi, Girişimcilik Ekosistemi, Yapay Zekâ Ekosistemi, Paydaşlar)** | 6. Kalkınma Planı (1990-1994)<br><br>7. Kalkınma Planı (1996-2000)<br><br>8. Kalkınma Planı (2001-2005)<br><br>9. Kalkınma Planı (2007-2013)<br><br>10. Kalkınma Planı (2014-2018)<br><br>11. Kalkınma Planı (2019-2023) | Doğal Kaynaklar ve Çevre<br><br>Ar-Ge ve İnovasyon Ekosistemi<br><br>Girişimcilik ve İş Ekosistemi<br><br>Savunma, Sağlık, Siber Güvenlik, Akıllı Şehir<br><br>Dijital Dönüşüm gibi Sektörel Ekosistemler<br><br>Kurumsal ve Hukuki Çerçeve | 6. ve 7. Kalkınma Planlarında "ekosistem" kavramı ilk olarak doğayı temsilen kullanılsa da sonraki kalkınma planlarında doğal çevre (orman, biyolojik çeşitlilik) ile sınırlı ve aynı zamanda ekonomi, teknoloji, girişimcilik ve savunma alanlarını kapsayan bütüncül bir kalkınma yaklaşımı olarak kullanılmıştır. Hem doğa temelli ekosistemler (orman, çevre, biyolojik çeşitlilik) hem de teknoloji ve ekonomi temelli ekosistemler (Ar-Ge, girişimcilik, fintek, sağlık, savunma, siber güvenlik, akıllı şehir) planın stratejik boyutlarını oluşturmuştur. Böylece ekosistem kavramı hem sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutunu hem de rekabetçi ekonominin teknolojik boyutunu bütünleştiren bir çerçeveye oturtulmuştur. |

Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963–1967), Türkiye'nin planlı kalkınma döneminin başlangıç noktası olması itibarıyla stratejik bir öneme sahiptir. Plan, kalkınmayı yalnızca ekonomik büyüme ve sanayileşme boyutuyla değil, aynı zamanda toplumun entelektüel kapasitesi ve bilimsel ilerleme arayışıyla birlikte ele almıştır. Nitekim bilim, planda "insan zekâ ve idrakinin yeni gerçeklere ulaşma çabası" olarak tanımlanmış ve bu yaklaşım Türkiye'nin modernleşme stratejisinin temel unsurlarından biri olarak sunulmuştur (DPT, 1963, s. 463). Sanayi sektöründe üretim kapasitesinin artırılması, ulaştırma ve enerji altyapısının modernleştirilmesi, tarımda mekanizasyonun yaygınlaştırılması gibi hedefler, dönemin teknolojiye dayalı kalkınma vizyonunu

ortaya koyarken (DPT, 1963, s. 47, 166–168), verimliliğin artırılması için iş organizasyonu, eğitim ve iş akışının modernizasyonu gibi politikalar da ön plana çıkmıştır (DPT, 1963, s. 114). Planın insan kaynağı boyutu ise eğitim ve bilimsel araştırmalara verilen önemle desteklenmiş; üniversitelerin kalkınmadaki rolünün güçlendirilmesi ve araştırma kurumlarının geliştirilmesi, günümüz yapay zekâ temelli yükseköğretim politikalarının öncüllerini oluşturmuştur (DPT, 1963, s. 59, 458). Ayrıca, Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurulu ile Sosyal ve İktisadi Araştırma Enstitüsü'nün kurulmasına dair düzenlemeler, bilimsel üretimin plan hedefleriyle uyumlu alanlara yönlendirilmesini sağlamayı amaçlamıştır (DPT, 1963, s. 471). Dolayısıyla, her ne kadar "yapay zekâ" kavramı doğrudan kullanılmamış olsa da, Birinci Kalkınma Planı'nda şekillenen bilim, teknoloji ve insan sermayesi temelli politikalar, Türkiye'nin günümüzdeki yapay zekâ stratejileri ve ekosistem yapılanmalarına tarihsel bir zemin hazırlamıştır.

İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972), Türkiye'nin ekonomik ve toplumsal dönüşüm sürecinde kritik bir aşamayı temsil etmektedir. Plan, kalkınmanın yalnızca ekonomik büyüme ile sınırlı olmadığını; toplumsal refah, sosyal adalet, istihdam ve insan gücünün etkin kullanımına dayalı bütüncül bir yaklaşımı benimsediğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, sanayileşmenin hızlandırılması, tarım sektörünün modernleştirilmesi ve ekonomik faaliyetlerde ileri teknolojilerin kullanılması, Türkiye'nin yapısal dönüşümünü destekleyen temel hedefler arasında yer almıştır (DPT, 1968, s. 3-4).

Planın dikkat çeken yönlerinden biri, teknolojik gelişme ve bilimsel araştırmaların kalkınmanın ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmesidir. Ekonomik büyümenin sürdürülebilir kılınabilmesi için üretim yapısında sanayinin payının artırılması, tarımda verimliliğin modern yöntemlerle geliştirilmesi ve araştırma-geliştirme faaliyetlerinin teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (DPT, 1968, s. 7-9). Bu vurgu, günümüzün yapay zekâ politikaları açısından tarihsel bir süreklilik taşımaktadır. Zira yapay zekâ da benzer biçimde, ekonomik verimliliği artırmayı, üretim süreçlerini dönüştürmeyi ve bilgiye dayalı bir kalkınma modelini kurumsallaştırmayı amaçlamaktadır.

İkinci Beş Yıllık Plan aynı zamanda insan unsurunu kalkınmanın merkezine yerleştirmiştir. Eğitim, bilimsel araştırma ve kültürel gelişme politikaları, bireylerin yaratıcılık ve yenilikçilik kapasitelerinin güçlendirilmesi yoluyla ekonomik ve toplumsal kalkınmanın destekleneceği anlayışına dayanmaktadır (DPT, 1968, s. 127-129). Bu perspektif, bugün yapay zekâ ekosisteminde öne çıkan insan kaynağı geliştirme politikalarının düşünsel temelini oluşturmaktadır. Dolayısıyla, 1968-1972 döneminde ortaya konulan vizyon, Türkiye'nin bugünkü yapay zekâ strateji ve ekosistem analizlerinin tarihsel bağlamını güçlendiren önemli bir referans noktasıdır.

Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1973-1977), Türkiye'nin kalkınma stratejisinde araştırma, teknoloji ve insan kaynağı politikalarının bütüncül bir çerçevede ele alındığını göstermektedir. Planda, kamu ve özel kesimde araştırma ve koordinasyon birimlerinin kurulması ve geliştirilmesi öngörülmüş; bu birimlerin etkin çalışabilmesi için Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) aracılığıyla koordinasyon sağlanması gerektiği vurgulanmıştır (DPT, 1973, s. 3). Ayrıca, sosyal ve iktisadi araştırmaların bilgi akışı, haberleşme ve tekrarların önlenmesi amacıyla Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) koordinatörlüğünde yürütülmesi planlanmış, bu süreçte üniversitelerin ilgili fakülte ve enstitülerinin katkısına dikkat çekilmiştir (DPT, 1973, s. 10-15).

İnsan kaynağı politikaları bakımından ise, yüksek nitelikli bilimsel ve teknik personel yetiştirilmesi için yurt içi ve yurt dışı lisansüstü öğretim olanaklarının genişletileceği, özellikle mühendislik ve temel bilimler alanında öğretim üyesi açığının kapatılmasına öncelik verileceği

belirtilmiştir (DPT, 1973, s. 17-25). Bu yaklaşım, günümüzde yapay zekâ politikalarının temelinde yer alan nitelikli insan kaynağı yetiştirme vizyonuyla doğrudan örtüşmektedir. Dolayısıyla, Üçüncü Plan dönemi doğrudan "yapay zekâ" kavramını içermese de bilimsel araştırma ekosisteminin güçlendirilmesi, araştırma-geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerinin teşvik edilmesi ve insan kaynağının stratejik biçimde yetiştirilmesi gibi hedefler, bugünün yapay zekâ stratejileriyle yapısal bir süreklilik göstermektedir.

Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979–1983), Türkiye'nin ekonomik kalkınma vizyonunu yalnızca büyüme odaklı değil, aynı zamanda teknoloji üretimi, insan gücü kapasitesinin geliştirilmesi ve kurumsal düzenlemelerle bütüncül bir modernleşme anlayışıyla şekillendirmiştir. Planda özellikle sanayileşmenin hızlandırılması, dışa açılımın sağlanması ve teknolojik bağımsızlığın artırılması hedeflenmiştir. Bu dönemde öne çıkan stratejiler arasında, imalat sanayiinde rekabetçi bir yapının kurulması, ulusal kaynaklara dayalı üretimin güçlendirilmesi ve enerji, ulaştırma ile haberleşme altyapısının geliştirilmesi bulunmaktadır (DPT, 1979, s. 3-5).

Planın dikkat çeken bir diğer yönü, teknoloji ve Ar-Ge faaliyetlerine verilen önemdir. "Bilim ve Teknoloji" başlığı altında araştırma-geliştirme yatırımlarının artırılması, teknoloji transferi süreçlerinin etkinleştirilmesi ve uluslararası iş birliklerinin genişletilmesi vurgulanmıştır (DPT, 1979, s. 48-51). Bu yaklaşım, günümüz yapay zekâ ekosisteminin kurumsal altyapısına benzer biçimde, bilimsel bilgi üretimini ve teknolojik yenilikleri kalkınmanın temel aracı olarak konumlandırmaktadır.

Ayrıca, insan kaynağının geliştirilmesi ve eğitim politikalarının yaygınlaştırılması, toplumsal dönüşümün en önemli unsurları arasında gösterilmiştir. Eğitimin yalnızca ekonomik verimlilik değil, aynı zamanda ulusal kültür değerleriyle bütünleşik bir gelişim alanı olarak ele alınması, yapay zekâ çağında gerekli olan çok disiplinli ve nitelikli iş gücünün yetiştirilmesine yönelik tarihsel bir zemin sunmaktadır (DPT, 1979, s. 453). Dolayısıyla, doğrudan "yapay zekâ" ifadesi geçmese de, Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda teknoloji odaklı kalkınma, bilimsel araştırmaların teşviki ve insan kaynağının niteliğinin yükseltilmesi gibi politikalar, Türkiye'nin bugünkü yapay zekâ strateji ve ekosistem politikalarının tarihsel sürekliliğini kuran kritik aşamalardan birini temsil etmektedir.

Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989), Türkiye'de teknoloji odaklı kalkınmanın daha kurumsal bir çerçeveye oturtulduğu önemli bir dönemi temsil etmektedir. Planın temel amaçları arasında, ekonomik büyümenin yanı sıra verimlilik artışı, ihracat kapasitesinin geliştirilmesi ve sanayileşmenin hızlandırılması yer almıştır. Bu bağlamda, özellikle bilim, araştırma ve teknoloji politikalarına yapılan vurgu dikkat çekmektedir. Planda "Bilim - Araştırma - Teknoloji" başlığı altında, ulusal kalkınmanın bilgiye dayalı bir yapıya kavuşturulması gerektiği vurgulanmış; bilgi işleme teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve uluslararası teknik iş birliklerinin artırılması hedeflenmiştir (DPT, 1985, s. 159-160). Bu yaklaşım, yapay zekâ ve dijitalleşme politikalarının tarihsel öncülleri olarak nitelendirilebilir.

Ayrıca, Plan'da yükseköğretim ve nitelikli insan gücü yetiştirilmesine özel önem verilmiştir. Eğitim sisteminde niteliğin artırılması, mesleki ve teknik eğitimin güçlendirilmesi ve üniversitelerde araştırma kapasitesinin geliştirilmesi, günümüz yapay zekâ ekosisteminin en temel bileşenleri olan insan kaynağı ve bilimsel araştırma kapasitesinin ilk adımlarını işaret etmektedir (DPT, 1985, s. 140-146). Özellikle bilgi işlem teknolojilerine yönelik yatırımların teşviki, yapay zekâ alanında ilerleyen yıllarda görülecek dijital altyapı gelişimlerinin habercisi olmuştur. Dolayısıyla Beşinci Kalkınma Planı, doğrudan yapay zekâdan bahsetmese de teknolojik dönüşüm, bilimsel araştırma ve nitelikli iş

gücü vizyonuyla Türkiye'de yapay zekâ politikalarının tarihsel zeminini güçlendiren önemli bir stratejik belge niteliğindedir.

Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994), Türkiye'de teknoloji ve sanayi temelli büyüme vizyonunu sistematik biçimde ortaya koyarak, günümüz yapay zekâ politika ve ekosistem stratejilerinin tarihsel arka planını oluşturmaktadır. Planın temel amaçları arasında üretim kapasitesinin artırılması, sanayi sektöründe dışa dönük rekabetçi bir yapının geliştirilmesi, bilgi teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve beşerî sermayenin eğitim yoluyla güçlendirilmesi yer almaktadır (DPT, 1990, s. 1-3). Özellikle sanayi ve enerji alanında verimlilik, kalite kontrol ve standardizasyonun geliştirilmesi hedefleri, bugünün yapay zekâ tabanlı dijitalleşme süreçleriyle doğrudan ilişkilidir (DPT, 1990, s. 256-257). Ayrıca, eğitim sisteminde teknolojik ilerlemeyi destekleyecek düzenlemelerin yapılacağına dair vurgu, yapay zekâ odaklı yeni bölümlerin ve araştırma merkezlerinin açılmasına yönelik politikaların erken bir izdüşümünü sunmaktadır (DPT, 1990, s. 291-293). Bu yönleriyle Altıncı Plan, doğrudan yapay zekâ kavramını içermese de bilim, teknoloji, sanayi ve insan gücü planlaması ekseninde ortaya koyduğu hedeflerle, Türkiye'nin günümüzdeki yapay zekâ politika, strateji ve ekosistem yapılanmalarına giden yolun zihinsel ve kurumsal altyapısını hazırlamıştır.

Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000), Türkiye'nin küreselleşme sürecinde bilgi toplumuna geçişin gerekliliklerini fark ederek teknoloji, eğitim ve araştırma alanlarını kalkınma stratejisinin merkezine yerleştirdiğini göstermektedir. Planda bilim ve teknolojinin, yalnızca ekonomik büyümenin değil, aynı zamanda uluslararası rekabet gücünün temel belirleyicisi olduğu açıkça vurgulanmıştır. Özellikle bilişim ve enformasyon teknolojilerindeki gelişmelerin, üretim süreçlerini köklü biçimde dönüştürdüğü ve nitelikli iş gücü ihtiyacını artırdığı ifade edilmiştir (DPT, 1995, s. 1-3). Plan döneminde öne çıkan "Bilim ve Teknolojide Atılım Projesi" kapsamında, üniversiteler, araştırma kurumları ve özel sektör arasında daha etkin iş birliği mekanizmalarının kurulması, Ar-Ge yatırımlarının teşvik edilmesi ve bilgi yoğun sanayilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir (DPT, 1995, s. 70-73). Ayrıca yazılım teknolojilerinin stratejik önemine dikkat çekilmiş ve bilgi altyapısının güçlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (DPT, 1995, s. 152-154). Bu perspektif, günümüz yapay zekâ politikalarının öngördüğü dijital dönüşüm ve ekosistem yapılanmalarıyla doğrudan bağlantılıdır. Yedinci Plan, yapay zekâ kavramını zikretmese de, bilgi teknolojilerine dayalı üretim, insan kaynağının niteliğinin artırılması ve ulusal Ar-Ge kapasitesinin geliştirilmesi yönündeki politikalarıyla Türkiye'nin yapay zekâ stratejilerinin tarihsel zeminini güçlendirmiştir.

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005), Türkiye'nin küreselleşme süreci ve bilgi toplumuna geçiş bağlamında teknoloji odaklı dönüşümü önceleyen bir vizyon ortaya koymuştur. Planda, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı ilerlemelerin ekonomik büyüme, verimlilik artışı, yeni istihdam alanlarının oluşumu ve toplumsal refah üzerinde belirleyici etkiler yaratacağı vurgulanmıştır (DPT, 2000, s. 2-5). Bu bağlamda, üretim süreçlerinde dijitalleşme, iletişim altyapısının geliştirilmesi ve insan kaynağının niteliğinin artırılması temel stratejik öncelikler arasında yer almıştır. Bilgi ekonomisi ve bilgi toplumu kavramlarının öne çıkması, yapay zekâ ekosisteminin kurumsal ve stratejik zeminini hazırlayan önemli bir gelişme olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca, teknolojik yeniliklerin sadece iş gücünü değil aynı zamanda beyin gücünü de ikame edebilme kapasitesi, yapay zekânın günümüzdeki rolünü çağrıştıran bir perspektif sunmaktadır (DPT, 2000, s. 6-7). Dolayısıyla Sekizinci Plan, doğrudan yapay zekâ ifadesini kullanmasa da bilgi temelli üretim, iletişim teknolojilerinin entegrasyonu ve insan kaynağının dijital

becerilerle donatılması yönündeki politikalarıyla, Türkiye'nin günümüzdeki yapay zekâ politika ve ekosistem stratejilerinin tarihsel köklerini yansıtmaktadır.

Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007–2013), Türkiye'nin bilgi toplumuna dönüşümünü hızlandırmayı ve küresel rekabet gücünü artırmayı hedefleyen stratejik bir çerçeve sunmaktadır. Planda, ekonomik büyümenin yalnızca makro dengelerle değil, aynı zamanda bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaştırılması, Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi ve yenilikçi üretim modellerinin geliştirilmesi ile sürdürülebilir kılınacağı vurgulanmıştır (DPT, 2006, s. 2-4). Özellikle "rekabet gücünün artırılması" ve "beşerî gelişmenin güçlendirilmesi" başlıkları altında yer alan politikalar, günümüz yapay zekâ stratejilerinin temel öncülleri niteliğindedir. Plan, bilgi yoğun ve yüksek katma değerli üretim yapısına geçişi esas almış, bu doğrultuda eğitim sisteminin güçlendirilmesi ve nitelikli insan kaynağı yetiştirilmesine özel önem atfetmiştir (DPT, 2006, s. 5-7). Bu yaklaşım, yapay zekâ ekosisteminde kritik öneme sahip olan araştırma-geliştirme altyapısının, girişimcilik kültürünün ve dijital becerilerin geliştirilmesi açısından tarihsel bir köprü oluşturmaktadır. Dolayısıyla Dokuzuncu Kalkınma Planı, doğrudan "yapay zekâ" kavramını zikretmese de bilgi toplumu vizyonu ve inovasyon odaklı kalkınma anlayışıyla Türkiye'de yapay zekâ politika, strateji ve ekosistem analizlerinin entelektüel ve kurumsal temelini oluşturmuştur.

Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), Türkiye'nin bilgi toplumu vizyonunu güçlendirme ve yenilik temelli büyüme stratejilerini kurumsallaştırma amacıyla hazırlanmıştır. Planda, Ar-Ge kapasitesinin artırılması, yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi ve yüksek teknoloji ihracatındaki payın yükseltilmesi temel hedefler arasında yer almıştır (Kalkınma Bakanlığı, 2013, s. 463). Ayrıca, girişimcilik ekosisteminin kuluçka merkezleri, iş geliştirme birimleri ve hızlandırıcı programlarla desteklenmesi, kamu-özel sektör iş birliğinin yaygınlaştırılması ve KOBİ'lerin Ar-Ge harcamalarındaki paylarının artırılması öngörülmüştür (Kalkınma Bakanlığı, 2013, s. 472). Plan, aynı zamanda bilgi ve iletişim teknolojilerinin üretim süreçlerine entegrasyonu ve yerli katma değerin artırılmasıyla birlikte, dijitalleşme ve yapay zekâ ekosistemine zemin hazırlayan bir politika çerçevesi sunmuştur (Kalkınma Bakanlığı, 2013, s. 478). Dolayısıyla Onuncu Kalkınma Planı, doğrudan "yapay zekâ" ifadesini kullanmasa da dijitalleşme, girişimcilik ve yenilikçilik politikaları üzerinden Türkiye'nin yapay zekâ strateji ve ekosisteminin kurumsal altyapısına katkıda bulunmuştur.

On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), dijitalleşme ve yapay zekâ alanındaki politikaların sistematik biçimde kalkınma vizyonuna entegre edildiği en kapsamlı planlardan biri olmaktadır. Planda, "Milli Teknoloji Hamlesi" vizyonu çerçevesinde yapay zekâ, büyük veri ve nesnelerin interneti gibi ileri teknolojilerin Türkiye'nin ekonomik büyüme, sanayi dönüşümü ve toplumsal refah politikalarının merkezinde konumlandırıldığı görülmektedir (SBB, 2019, s. 43-45). Özellikle sanayi ve hizmet sektörlerinde yapay zekâ tabanlı uygulamaların yaygınlaştırılması, üretimde verimlilik artışı sağlanması ve dijital dönüşüm altyapısının güçlendirilmesi temel hedefler arasında yer almıştır.

Planda ayrıca, yapay zekâ odaklı araştırma merkezlerinin kurulması, nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve girişimcilik ekosisteminin güçlendirilmesi hususlarına özel vurgu yapılmıştır. Bu bağlamda, üniversiteler ile sanayi arasındaki iş birliği mekanizmalarının güçlendirilmesi, yapay zekâ araştırmalarının desteklenmesi ve yerli-milli yazılım çözümlerinin teşvik edilmesi öncelikli politikalar olarak belirlenmiştir (SBB, 2019, s. 214-217). Planın dikkat çeken bir diğer yönü ise yapay zekâ teknolojilerinin ekonomik büyüme ve aynı zamanda sağlık, eğitim, ulaşım ve kamu hizmetlerinde etkinlik sağlamak üzere toplumsal faydaya dönük bir araç olarak değerlendirilmesidir (SBB, 2019, s. 310-312).

Dolayısıyla, On Birinci Kalkınma Planı Türkiye'nin yapay zekâ stratejilerinde tarihsel bir dönüm noktasıdır. Bu plan, dijitalleşme odaklı bir vizyonu ve aynı zamanda yapay zekânın etik, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla birlikte bütüncül bir ekosistem anlayışıyla ele alınmasını sağlayarak günümüz politika ve stratejilerinin kurumsal temelini oluşturmuştur.

On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028), Türkiye'nin yapay zekâya (YZ) ilişkin politika, strateji ve ekosistem vizyonunu çok boyutlu bir çerçevede ele almakta; YZ'yi siber güvenlik, kuantum bilişim ve nesnelerin interneti ile birlikte ülkenin öncelikli dönüşüm alanlarından biri olarak konumlandırmaktadır. Plan kapsamında YZ ve nesnelerin interneti ekosistemlerinde kullanılan donanım ve yazılım ürünlerinin yerli üretimi desteklenmekte, savunma, havacılık ve uzay sektörlerinde ileri seyrüsefer sistemlerine yönelik YZ çiplerinin tasarımı ve üretimi hedeflenerek stratejik alanlarda dışa bağımlılığın azaltılması ve teknoloji geliştirme kapasitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Savunma sanayiinde kuantum teknolojileri, otonom sistemler ve hipersonik teknolojiler gibi çığır açıcı alanlarda askeri ve sivil kullanımlara yönelik Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetlerinin destekleneceği vurgulanırken, kamu yönetiminde ise YZ uygulamalarının geliştirilmesi ve hizmet tedarikinde güvenilir etik ilkelerin tatbiki öngörülmektedir. Böylece Plan, yapay zekâyı yalnızca teknolojik bir yenilik değil, ekonomik değer yaratma kapasitesi yüksek stratejik bir unsur olarak ele almakta; savunma ve stratejik sektörlerden dijital devlet uygulamalarına kadar geniş bir alanda ekosistem yaklaşımıyla bütünleşik politikalar sunarak Türkiye'nin küresel rekabetçiliğini, ekonomik katma değer üretimini ve etik uyum kapasitesini artırmayı hedeflemektedir. Türkiye'de Yapay Zekâ Politika, Strateji ve Ekosistem Analizleri çerçevesinde yapılan inceleme, planlı kalkınma döneminden günümüze uzanan süreçte yapay zekâ vizyonunun tarihsel ve kurumsal bir süreklilik içinde inşa edildiğini göstermektedir. Birinci Kalkınma Planı'nda bilimin insan zekâsının yeni gerçeklere ulaşma çabası olarak tanımlanmasından itibaren, sonraki planlarda teknolojik modernizasyon, Ar-Ge, nitelikli insan kaynağı yetiştirilmesi ve üniversite-sanayi iş birliği gibi hedefler öncelikli olarak benimsenmiştir. 1970'lerden itibaren bilgi işleme teknolojilerinin, 1990'larda bilgi teknolojilerinin, 2000'lerde bilgi toplumu vizyonu ve inovasyon politikalarının ön plana çıkması, On Birinci Kalkınma Planı'nda yapay zekânın stratejik öncelik haline gelmesiyle kurumsallaşmıştır. Bu çizgi, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025) ve Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi (2025–2029) ile etik, sosyal ve sürdürülebilir kalkınma boyutlarını da kapsayarak bütüncül bir vizyon kazanmıştır. On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028) ise bu yaklaşımı derinleştirerek yapay zekâyı siber güvenlik, kuantum bilişim ve nesnelerin internetiyle birlikte öncelikli dönüşüm alanlarından biri olarak konumlandırmakta; donanım ve yazılımın yerlileştirilmesi, savunma ve uzay sektörlerinde yapay zekâ çiplerinin geliştirilmesi, otonom sistemler ve hipersonik teknolojilerde Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi ve kamu yönetiminde güvenilir yapay zekâ etik ilkelerinin tatbik edilmesiyle ekosistemi çok boyutlu bir şekilde güçlendirmektedir. Bu kapsamda Türkiye'nin yapay zekâ ekosistemi, ulusal stratejiler, kurumsal yapılanmalar, girişimcilik ağları, insan kaynağı programları ve yerel yönetim uygulamalarının bütünleşmesiyle şekillenen entegre bir yönetişim modeli olarak ortaya çıkmakta; küresel rekabetçilik, ekonomik katma değer ve etik uyum kapasitesi açısından önemli kazanımlar sağlarken, sürdürülebilir olgunluk için veri paylaşımı, etik yönetişim ve uluslararası düzenlemelerle uyum alanlarında daha güçlü kurumsal adımlar atılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bütüncül olarak analiz edildiğinde Türkiye'nin yapay zekâ ekosistemi; politika, strateji, finansman, girişimcilik, insan kaynağı ve kamu uygulamalarını kapsayan entegre bir yönetişim modeline dayanmakta, ancak sürdürülebilir olgunluk için veri paylaşımı, etik yönetişim ve

uluslararası düzenlemelerle uyum alanlarında daha güçlü kurumsal adımlar atılmasına ihtiyaç duymaktadır. Bu kapsamda Türkiye perspektifindeki akademik literatür değerlendirilmektedir.

### 4.1.2. Türkiye Perspektifinde Yapay Zekâ Odağında, Girişimcilik ve Girişimcilik Ekosistemi Üzerine Akademik Literatür İncelemesi

YÖK TEZ 2025 yılı Ağustos ile Aralık ayı sonu verileri, Türkiye'de girişimcilik alanındaki akademik üretimin uzun dönemli birikimini ve yönelimlerini göstermektedir. "Girişimcilik" anahtar sözcüğünü içeren tezlerde yüksek lisansın payı %79,5 (843), doktoranın payı %20,5 (216) düzeyinde olup, bu dağılım araştırma kapasitesinin ağırlıkla yüksek lisans düzeyinde şekillendiğini ortaya koymaktadır. 1988'de turizm odaklı ilk çalışmadan günümüze, hizmet sektöründen teknoloji, inovasyon ve dijital girişimciliğe doğru belirgin bir eksen kayması izlenmektedir. Son 37 yılda yıllık ortalama 28,6 ve aylık ortalama 2,38 tez üretimi, girişimcilik temasına yönelik süreklilik arz eden akademik ilgiyi göstermektedir (YÖK Ulusal Tez Merkezi, 2025). Bu birikim içinde 2016–2024 döneminde "girişimcilik ekosistemi" temalı 14 tez saptanmış; bunların %71,4'ünün (10 tez) yüksek lisans, %28,6'sının (4 tez) doktora düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Yüksek lisans tezleri bölgesel ekosistemler, sektörel okumalar ve sosyal boyutlar etrafında yoğunlaşırken, doktora tezlerinde politika, teknoloji ve endüstriyel bağlam öne çıkmaktadır. 2019 sonrasında çeşitlenmenin hızlandığı, 2020 ve sonrasında Daniel Isenberg modeli ile Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Silikon Vadisi karşılaştırmalarının daha görünür hâle geldiği anlaşılmaktadır. Ekonomi, işletme, turizm, coğrafya, uluslararası ilişkiler ve endüstriyel tasarım gibi farklı disiplinlerde üretilen bu çalışmalar, ekosistem araştırmalarının ekonomik, sosyal, teknolojik ve çevresel boyutları birlikte ele alan çok disiplinli bir yapıya evrildiğini göstermektedir (YÖK Ulusal Tez Merkezi, 2025). Yapay zekâ eksenli tez veri kümesi ise bu resmin arz tarafındaki bilgi tabanını somutlaştırmaktadır. YÖK TEZ 2025 yılı Ağustos ile Aralık ayı sonu verilerine göre "yapay zekâ" anahtar sözcüğünü içeren 1368 tezin %68,0'ı (930) yüksek lisans, %23,8'i (325) doktora, kalanı ise ağırlıkla tıpta uzmanlık ve sınırlı sayıda sanatta yeterlik türündedir. 1990'lardan itibaren bilgisayar mühendisliği merkezli teknik üretim belirginleşmiş, 2000'lerde elektrik-elektronik, makine, endüstri ve inşaat mühendisliklerine yayılmış, 2010 sonrasında ise eğitim bilimleri, işletme/ekonomi, çevre-su kaynakları, biyomedikal/biyomühendislik ve sağlık uygulamalarına doğru disiplinler arası genişleme göstermiştir. Tez başlıkları ve konu kodları iki ana hattı işaret etmektedir: yöntemsel altyapı ekseninde örüntü tanıma, sinyal-görüntü işleme, sezgisel/evrimsel optimizasyon, kontrol ve karar destek; uygulama ekseninde ise enerji verimliliği, rüzgâr-hidroloji modelleme, ulaşım-trafik, üretim-lojistik, sağlıkta tanı ve triyaj ile eğitimde zeki öğretim sistemleri öne çıkmaktadır. Yüksek lisans tezlerinde uygulamalı ve alan-özgü problem çözümü, doktora tezlerinde ise yöntemsel derinleşme, hibrit mimariler ve büyük ölçekli altyapı doğrulamaları baskındır. Bu dağılım, teknik disiplinlerdeki tarihsel yoğunluğun son on beş yılda yönetim, eğitim, sağlık ve çevre-sürdürülebilirlik eksenlerine uzanan sosyo-teknik bir yayılımla tamamlandığını, sanat ve iletişim gibi alanlarda ise üretimin düşük hacimli kaldığını göstermektedir (YÖK Ulusal Tez Merkezi, 2025). Bu bulgular, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin güçlü bir teknik bilgi birikimine dayandığını; ancak ticarileştirme, iş modeli tasarımı, pazar doğrulaması ve regülasyon/etik yönetişim gibi sosyo-ekonomik bileşenlerde doktora düzeyli üretimin görece sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Ekosistemin olgunlaşması açısından disiplinler arası doktora programları, TTO-teknopark-hızlandırıcı köprüleri, HPC/bulut üzerinden veri ve hesaplama erişimi, regülasyon kum havuzları ve kamu alımı odaklı ölçeklendirme tamamlayıcı düzenekler olarak öne çıkmaktadır. Uluslararası literatür de ekosistem başarısının

yalnızca ekonomik çıktılarla değil, sürdürülebilirlik, sosyal etki ve etik sorumluluklar çerçevesinde değerlendirilmesini önermekte; çok paydaşlı yönetişim ve uzun vadeli dayanıklılığı vurgulamaktadır (Reddy ve ark., 2020, s. 856; Cowls ve ark., 2023, s. 285). Türkiye bağlamında bölgesel inovasyon merkezleri, ulusal stratejiler, uluslararası iş birlikleri ve yatırım ortamındaki dönüşümün insan kaynağı ve bilgi akışının güçlendirilmesiyle birleşmesi, ekosistemin bölgesel kümelenme, küresel ağlara entegrasyon ve sürdürülebilir büyüme boyutlarında derinleşmesine katkı sağlayacaktır (Murray-Rust ve ark., 2024, s. 2895).

### 4.1.3. Türkiye'de Yapay Zekâ Alanındaki Patent Başvurularının İnovasyon Perspektifinden Tahlili

Türkiye'de yapay zekâ alanındaki patent başvurularının incelenmesi, yalnızca teknik buluş faaliyetlerinin nicel görünümünü ortaya koymakla ve aynı zamanda ülkenin inovasyon kapasitesi, araştırma-geliştirme yönelimi ve fikrî mülkiyet üretim performansı hakkında da önemli göstergeler sunmaktadır. Patent başvuruları, yeni bilgi üretiminin tescile konu olan çıktıları olarak, yapay zekâ teknolojilerinin ekonomik değer üretme, sektörel yayılma ve kurumsal sahiplenme düzeylerini izlemeye imkân vermektedir. Bu nedenle yapay zekâ odaklı patent verileri, Türkiye'nin teknoloji temelli dönüşüm sürecini ve inovasyon ekosisteminin derinliğini değerlendirmede işlevsel bir analitik zemin oluşturmaktadır. Bu kapsamda 31 Aralık 2025 tarihine kadar TÜRKPATENT, WIPO ve PATENTSCOPE veri tabanlarında erişilebilen başvuruları kapsamaktadır. Dolayısıyla değerlendirme, 2025 yılı sonu itibarıyla Türkiye'de yapay zekâ alanında ortaya çıkan patentleşme eğilimlerini, başvuru yoğunluğunu, kurumsal dağılımı ve teknolojik odak alanlarını görünür kılan dönemsel bir fotoğrafı yansıtmaktadır. TÜRKPATENT'in tarihsel ve kurumsal konumu ile PATENTSCOPE'un patent tarama altyapısı, bu tür bir incelemenin resmî ve karşılaştırılabilir veri temeli üzerinde yürütülmesine imkân sağlamaktadır. Dolayısıyla 31 Aralık 2025 itibarıyla TÜRKPATENT veri tabanında yapılan sorgularda, buluş başlığında "yapay zekâ" ifadesi geçen 538 patent başvurusu tespit edilmiştir. Daha geniş bir taramada ise buluş özetinde "yapay zekâ" ifadesine yer veren 1295 patent başvurusuna ulaşılmıştır. Bu görünüm, yapay zekâ teknolojilerinin Türkiye'de yalnızca kavramsal veya söylemsel düzeyde değil, doğrudan yenilik üretimi ve ticarileşme süreçleri içinde de giderek daha görünür hâle geldiğini göstermektedir. Buluş başlıklarında yapay zekâya doğrudan atıf yapılması, bu teknolojinin yenilikçi çözüm üretiminde merkezî bir konum kazandığına işaret etmektedir. Buna karşılık buluş özetlerinde daha yüksek sayıda başvuruya rastlanması, yapay zekânın çok sayıda teknoloji alanına entegre olarak daha geniş bir uygulama evreni içinde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bu çerçevede TÜRKPATENT verileri, Türkiye'nin yapay zekâ odaklı araştırma-geliştirme ve inovasyon ekosisteminde belirgin bir hareketlilik sergilediğini düşündürmektedir.

WIPO PATENTSCOPE veri tabanında, ülke filtresi "Türkiye" ve dil filtresi "Türkçe" seçilerek yapılan sorguda, Türkiye kaynaklı toplam 123.523 patent başvurusu içerisinde yapay zekâ ile ilişkili 298 başvurunun bulunduğu görülmektedir. Bu sayı, toplam başvuruların yaklaşık %0,24'üne karşılık gelmekte; başka bir ifadeyle her 1000 patent başvurusundan yalnızca 2 ila 3'ünün doğrudan yapay zekâ ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte söz konusu başvuruların özellikle 2021 ve 2022 yıllarında belirgin biçimde yoğunlaşması, yapay zekâ alanındaki fikrî mülkiyet üretiminin son yıllarda ivme kazandığını ortaya koymaktadır. Başvuruların önemli ölçüde özel sektör kaynaklı olması; özellikle Turkcell Tech Research and Development Co. ile Türk Telekomünikasyon A.Ş. gibi büyük ölçekli firmaların öne çıkması, Türkiye'de yapay zekâ temelli

patentleşme sürecinin kurumsal Ar-Ge kapasitesi yüksek aktörler tarafından taşındığını göstermektedir. Buna karşılık Eskişehir Osmangazi Üniversitesi ve İstanbul Gelişim Üniversitesi gibi yükseköğretim kurumlarının da bu alana katkı sunduğu görülmektedir. Uluslararası Patent Sınıflandırması (IPC) verilerine göre başvuruların en fazla G06Q (ticari ve finansal amaçlı veri işleme), G06F (elektronik dijital veri işleme) ve A61B (tıbbi teşhis) sınıflarında yoğunlaşması ise Türkiye'de yapay zekâ odaklı patent faaliyetlerinin daha çok finans, sağlık ve veri işleme ekseninde kümelendiğini göstermektedir. Bu görünüm, yapay zekâ patentlerinin toplam içindeki payı henüz sınırlı olsa da, Türkiye'de ilgili teknolojilerin inovasyon ekosistemi içinde giderek daha görünür ve stratejik bir konum kazandığını ortaya koymaktadır.

Patent başvuruları, Türkiye yapay zekâ ekosisteminin teorik bilgi üretiminden uygulamaya doğru ivme kazandığını, ancak bu birikimin ticarileşme ve yönetişime aktarılmasında darboğazlar bulunduğunu göstermekte; bu nedenle kapasite sınırları ile pazar potansiyellerini stratejik düzlemde değerlendirmek amacıyla ekosistemin güçlü, zayıf yönleri, fırsatları ve tehditlerini ortaya koyan SWOT analizine geçilmektedir.

### 4.1.4. SWOT Analizi ile Türkiye Yapay Zekâ Ekosistemine Genel Bakış

GZFT (SWOT) analizi, kurumların, işletmelerin, organizasyonların ya da projelerin mevcut durumlarını ve stratejik konumlarını analiz etmek amacıyla kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bu yaklaşım; güçlü yönler (Strengths), zayıf yönler (Weaknesses), fırsatlar (Opportunities) ve tehditler (Threats) olmak üzere dört temel boyutta ele alınmaktadır. Yöntemin kökeni 1950'li yıllardaki kurumsal planlama eğilimlerine dayandırılmakla birlikte, bilimsel açıdan ilk sistematik çalışmaların 1960'lı yıllarda Stanford Araştırma Enstitüsü'nde Marion Dosher, Otis Benepe, Albert Humphrey, Robert Stewart ve Birger Lie tarafından; aynı dönemde Harvard İşletme Okulu'ndan Edmund P. Learned, C. Roland Christiansen, Kenneth Andrews ve William D. Guth tarafından geliştirildiği kabul edilmektedir. Zaman içerisinde çeşitli araştırmacıların katkılarıyla olgunlaştırılan SWOT, günümüzde kapsamlı bir durum analizi tekniği haline gelmiş; PESTEL analizine benzer şekilde, farklı bağlamlarda uygulanabilecek türev yöntem ve kullanım biçimleri ortaya çıkmıştır (Pahl & Richter, 2007, s. 2).

Türkiye'de yapay zekâ (YZ) ekosistemi, son yıllarda ulusal strateji belgeleri, kamu destekleri ve artan özel sektör yatırımlarıyla ivme kazanan bir dönüşüm sürecindedir. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (UYZS) 2021–2025 ve güncellenmiş 2024–2025 Eylem Planı, girişimcilik, insan kaynağı, regülasyon ve uluslararası iş birliklerini kapsayan bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Ancak ekosistemin sürdürülebilirliği, güçlü yönlerin ve aynı zamanda zayıf yönlerin, fırsatların ve tehditlerin de stratejik bir yaklaşımla analiz edilmesini zorunlu kılmaktadır. SWOT analizi bu bağlamda, stratejik karar alıcıların ve ekosistem aktörlerinin politika geliştirme süreçlerinde kullanabileceği kritik bir yöntemdir.

Güçlü Yönler; Türkiye'nin genç ve dinamik nüfusu, yüksek mühendislik mezunu oranı ve savunma sanayiinde gelişmiş Ar-Ge kapasitesi, ekosistemin temel avantajlarını oluşturmaktadır. Ayrıca ulusal yapay zekâ stratejisi'nin vizyoner hedefleri, TÜBİTAK'ın destek programları ve teknoparkların yaygınlığı, yenilikçi girişimlerin gelişimine ivme kazandırmaktadır. TRAI gibi kümelenme yapılarının bilgi paylaşımı ve sosyal sermayeyi artırıcı rolü, ekosistemin dayanıklılığını güçlendirmektedir. Bu durum, SWOT analizinin temel amacını "kurumların içsel kapasite ve dışsal çevre faktörleri arasındaki stratejik uyumu doğru tanımlamak" olarak ele alan Namugenyi, Nimmagadda ve Reiners'in (2019, s. 1147) yaklaşımıyla uyumludur.

Zayıf Yönler; ekosistemin gelişimini sınırlayan unsurlar arasında veri paylaşımı kültürünün zayıflığı, yüksek donanım maliyetleri, nitelikli insan kaynağının yurt dışına göç etmesi ve bölgesel ekosistemler arasında koordinasyon eksikliği bulunmaktadır. Ayrıca, regülasyonlara uyum maliyetlerinin yüksekliği girişimlerin ölçeklenebilirliğini kısıtlamaktadır. Valentin'in (2001, s. 56) kaynak temelli SWOT yaklaşımında vurguladığı gibi, bu zayıf yönler yalnızca yüzeysel envanterlere indirgenmemeli; stratejik kaynakların sürdürülebilirliği, erişilebilirliği ve dönüştürülebilirliği bağlamında ele alınmalıdır.

Fırsatlar; küresel YZ pazarının hızla büyümesi, Türkiye'deki girişimler için yeni ihracat imkânları ve uluslararası iş birlikleri yaratmaktadır. Avrupa Birliği'nin Horizon Europe programı, Türkiye'nin bölgesel ve küresel düzeyde liderlik potansiyelini güçlendirebilecek önemli bir fon kaynağıdır. Ayrıca, Türkçe büyük dil modeli geliştirilmesine yönelik ulusal stratejik girişimler, dijital egemenliği artırma ve bölgesel teknolojik özerklik sağlama açısından kritik bir fırsat sunmaktadır. Benzaghta, Elwalda, Mousa, Erkan ve Rahman'ın (2021, s. 57) vurguladığı gibi SWOT analizi, güçlü yönlerin fırsatlarla eşleştirilmesi suretiyle stratejik alternatiflerin üretilmesine katkı sağlamaktadır.

Tehditler; Türkiye YZ ekosisteminin karşı karşıya olduğu başlıca tehditler, yoğun uluslararası rekabet, AB'nin yapay zekâ regülasyonlarının getirdiği yüksek uyum maliyetleri, yatırımcı güvenini olumsuz etkileyebilecek jeopolitik riskler ve artan teknoloji bağımlılığıdır. Özellikle stratejik özerklik kaybı riski, uzun vadeli dijital güvenlik açısından önemli bir sorun teşkil etmektedir. SWOT'un tarihsel kökenlerini inceleyen Puyt, Lie ve Wilderom (2023, s. 4), dışsal tehditlerin paydaş katılımı eksikliğiyle birleştiğinde stratejik başarısızlıklara yol açabileceğini vurgulamaktadır.

Türkiye'nin YZ ekosistemine yönelik SWOT analizi, mevcut avantajların belirlenmesi ve aynı zamanda sistematik zayıflıkların, fırsatların ve tehditlerin analiziyle bütüncül bir stratejik çerçeve sunmaktadır. Scolozzi, Schirpke, Morri, D'Amato ve Santolini'nin (2014, s. 545) ekosistem hizmetleri temelli SWOT yaklaşımında belirttiği üzere, göstergelerin çok boyutlu entegrasyonu, karar vericilere daha sağlam ve uygulanabilir stratejiler geliştirme imkânı tanımaktadır. Dolayısıyla SWOT analizi, Türkiye'nin YZ ekosisteminde politika uyumu, stratejik öngörü ve küresel rekabet avantajı oluşturma süreçlerinde kritik bir analitik araç konumundadır.

Bu bölümde tartışılan güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler; Türkiye'de YZ ekosisteminin içsel kapasite unsurları ile dış çevre dinamiklerinin birlikte okunmasını sağlayacak şekilde sistematikleştirilmiştir. SWOT yaklaşımının temel mantığı doğrultusunda, güçlü ve zayıf yönler ekosistemin mevcut kaynakları, kurumsal altyapısı ve yetkinlikleri üzerinden; fırsatlar ve tehditler ise uluslararası rekabet, regülasyon çevresi, finansman imkanları ve jeopolitik koşullar gibi dışsal faktörler üzerinden yapılandırılmıştır. Böylelikle, metinde açıklanan bulguların tekil bir envanter düzeyinde kalması önlenmekte; stratejik önceliklendirme ve politika tasarımı açısından kullanılabilir bir çerçeve elde edilmektedir. Türkiye'nin YZ ekosistemine ilişkin SWOT bileşenlerinin bütünleşik görünümü Tablo 9'da sunulmaktadır.

**Tablo 9.** Türkiye'nin YZ Ekosisteminin SWOT Analizi

| **Güçlü Yönler (Strengths)** | **Zayıf Yönler (Weaknesses)** |
|---|---|
| Türkiye'nin nüfus yapısı, teknolojiye adaptasyon hızını kolaylaştırmakta ve girişimcilik ekosistemine dinamizm kazandırmaktadır.<br><br>Üniversitelerden her yıl çok sayıda mühendislik ve bilişim mezunu verilebilecek bölüm sayısının fazla olması, insan kaynağı avantajı oluşturmaktadır.<br><br>Savunma sanayiindeki Ar-Ge kapasitesi: ASELSAN, TUSAŞ ve BAYKAR gibi savunma şirketleri, yapay zekâ uygulamalarını ileri düzeyde kullanarak ekosisteme bilgi transferi sağlamaktadır.<br><br>Ulusal strateji belgeleri: 2021–2025 Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ve 2024–2025 Eylem Planı, ekosisteme kurumsal yön vermektedir.<br><br>Teknopark ve girişimcilik altyapısı: Teknoparkların ve kuluçka merkezlerinin yaygınlığı, girişimlerin ölçeklenmesini kolaylaştırmaktadır. | Veri paylaşım kültürünün sınırlılığı: Kurumlar arası iş birliği ve veri paylaşımı eksikliği, algoritma geliştirme süreçlerini yavaşlatmaktadır.<br><br>Donanım ve altyapı maliyetleri: Yüksek işlem gücü gerektiren donanımların ithalata bağımlı olması, maliyetleri artırmaktadır.<br><br>Beyin göçü: Nitelikli insan kaynağının yurt dışına yönelmesi, ekosistemin uzun vadeli gelişimini olumsuz etkilemektedir.<br><br>Bölgesel dengesizlik: İstanbul, Ankara ve İzmir dışındaki bölgelerde YZ ekosistemi yeterince gelişmemiştir.<br><br>Regülasyon eksiklikleri: Veri güvenliği, etik standartlar ve sertifikasyon alanlarında net düzenlemelerin olmayışı girişimlerin ölçeklenebilirliğini kısıtlamaktadır. |
| **Fırsatlar (Opportunities)** | **Tehditler (Threats)** |
| Küresel pazarın büyümesi: Yapay zekâ pazarının 2030'a kadar trilyon dolar seviyelerine ulaşması, Türk girişimlerine ihracat ve yatırım fırsatları sunmaktadır.<br><br>Avrupa Birliği fonları: Horizon Europe ve dijital dönüşüm programları, Türk araştırmacılar ve girişimler için finansman ve iş birliği imkânı yaratmaktadır.<br><br>Bölgesel liderlik potansiyeli: Orta Doğu, Kafkasya ve Orta Asya bölgelerinde teknoloji öncülüğü için Türkiye stratejik bir konumda bulunmaktadır.<br><br>Türkçe büyük dil modelleri: Türkçe yapay zekâ çözümlerinin geliştirilmesi, ulusal dijital egemenlik ve kültürel kimliğin korunmasına katkı sağlayacaktır.<br><br>Kamu–özel iş birlikleri: Üniversiteler, teknoparklar ve şirketler arasında artan iş birlikleri, yenilikçi projelerin hızlanmasına imkân vermektedir. | Yoğun uluslararası rekabet: ABD, Çin ve AB ülkelerindeki büyük ölçekli yatırımlar, Türkiye'nin küresel rekabet gücünü sınırlayabilir.<br><br>Yüksek uyum maliyetleri: AB'nin Yapay Zekâ Yasası (AI Act) gibi regülasyonlara uyum sağlamak, girişimler için maliyetli olabilir.<br><br>Jeopolitik riskler: Bölgesel siyasi ve ekonomik belirsizlikler, yatırımcı güvenini olumsuz etkileyebilir.<br><br>Teknoloji bağımlılığı: Yabancı yazılım ve donanımlara aşırı bağımlılık, uzun vadede stratejik özerklik açısından risk taşımaktadır.<br><br>Etik ve güvenlik sorunları: Yapay zekâ uygulamalarının etik boyutları, veri mahremiyeti ve güvenlik riskleri ekosistemin güvenilirliğini tehdit edebilir. |

SWOT analizinde tespit edilen küresel rekabet, yüksek uyum maliyetleri ve teknoloji bağımlılığı gibi dışsal tehditler ile uluslararası pazar fırsatları bir boşlukta doğmamaktadır. Ekosistemin olgunlaşma rotasını doğrudan sınırlandıran veya ivmelendiren bu fırsat ve tehditlerin arkasında yatan makro iklimi anlamlandırmak zorunludur. Bu doğrultuda; söz konusu dış çevre baskılarını politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve hukuki yapı taşlarına ayırarak daha derin bir bağlamda çözümleyen PESTEL analizine geçilmektedir.

### 4.1.5. PESTEL Analizi ile Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Makro Çevre Bulguları

Bir ekosistemin faaliyet gösterdiği dış çevrenin sistematik biçimde incelenmesi, uzun vadeli hedeflere ulaşmada kritik bir aşamayı oluşturmaktadır. Bu inceleme, siyasi düzenlemeler, ekonomik koşullar, toplumsal gelişmeler, teknolojik ilerlemeler, hukuki çerçeveler ve çevresel dinamikler gibi unsurların analiz edilmesini gerektirmekte ve her bir faktör organizasyonların stratejik yönelimlerini belirlerken riskler ve fırsatlar hakkında önemli içgörüler sunmaktadır. Bu bağlamda PEST ya da genişletilmiş biçimiyle PESTEL analizi, kurumların dış çevreyi yapılandırılmış biçimde anlamlandırmasına olanak tanımakta ve bu faktörlerin stratejik kararlara etkisini ortaya koyabilmektedir.

Türkiye'de yapay zekâ ekosisteminin makro çevresini anlamak açısından da PESTEL yaklaşımı, politika, ekonomi, toplum, teknoloji, çevre ve hukuk eksenlerini bütüncül biçimde incelemeyi zorunlu kılmaktadır. Politik boyutta devlet politikaları, yasal düzenlemeler ve yatırım teşvikleri ekosistemin gelişimi için belirleyici olmaktadır; Çin'de görüldüğü üzere kamu otoriteleri tarafından sağlanan politik istikrar, sermaye enjeksiyonları ve vergi teşvikleri özel sektör yatırımlarını hızlandırıcı bir etki yaratmaktadır (Xie & Zhou, 2022, s. 3; Song, Sun, & Jin, 2017, s. 278). Ekonomik açıdan makroekonomik dalgalanmalar, iş gücü arzı, sermaye yoğunluğu ve yatırım modelleri endüstriyel gelişimin yönünü doğrudan etkilemektedir; inşaat sektörü üzerine yapılan karşılaştırmalı analizlerde üretkenlik artışının ekonomik dalgalanmalardan güçlü biçimde etkilendiği ve sürdürülebilir büyüme için uzun vadeli stratejilere ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır (Pan, Chen, & Zhan, 2019, s. 2). Sosyal boyut, toplumun teknolojiye yönelik algısı, kamuoyu tepkileri ve kültürel kabulle şekillenmektedir; örneğin atık yakma tesisleri üzerine yapılan çalışmalarda toplumun şeffaflık talebinin projelerin başarısını doğrudan etkilediği ortaya konulmaktadır (Song, Sun, & Jin, 2017, s. 281). Teknolojik faktörler, altyapı, inovasyon kapasitesi ve teknik bilgi birikiminin yanı sıra üniversite-sanayi iş birliği ve teknoloji transferi gibi unsurları içermekte; stratejik yönetim literatürü üretken kaynakların yeniden yapılandırılmasının dinamik iş çevresine uyum için kritik olduğunu vurgulamaktadır (Ho, 2014, s. 6480). Çevresel boyutta ise sürdürülebilirlik, doğal kaynak kullanımı ve ekosistem hizmetlerinin korunması giderek daha fazla önem kazanmakta; yapılan çalışmalarda ekosistem hizmetleri ile sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında güçlü bağlantılar bulunduğu ve çevresel baskıların doğru yönetilmediğinde kalkınma süreçlerini olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Bitoun, David, & Devillers, 2023, s. 1297). Hukuki eksende ise yasal düzenlemeler, veri koruma politikaları ve regülasyon uyumu öne çıkmakta; farklı sektörlerdeki uygulamalarda düzenleyici çerçevenin hem yatırımcı güvenini artırdığı hem de uzun vadeli stratejik planlamayı kolaylaştırdığı ifade edilmektedir (Song, Sun, & Jin, 2017, s. 283).

Türkiye'de yapay zekâ ekosisteminin gelişimi, yalnızca teknolojik ilerlemelerle değil, aynı zamanda politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve hukuki unsurların bütünleşik biçimde şekillendirdiği bir makro çevrede analiz edilmektedir. Politik açıdan, 2021–2025 Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ve 2024–2025 Eylem Planı, yapay zekâya ilişkin ulusal vizyonu kurumsallaştırmış; kamu-özel sektör iş birlikleri, TÜBİTAK'ın 1711 ve 1007 çağrıları ile devlet destekli fonlama mekanizmaları ekosistemin gelişiminde katalizör rolü üstlenmiştir. Ayrıca, Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi koordinasyonunda yürütülen düzenlemeler, stratejik hedeflerin kurumsal kapasite ile uyumlu şekilde ilerlemesini sağlamaktadır (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021, s. 62-72; TÜBİTAK, 2025). Ekonomik boyutta, yapay zekâ ekosistemi doğrudan büyüme, verimlilik ve

küresel rekabet gücü ile ilişkilendirilmekte; Merkez Bankası raporlarında dijitalleşmenin kayıt dışı ekonomiyle mücadele, finansal kapsayıcılık ve para politikası aktarım mekanizmasına katkıları vurgulanmakta; aynı zamanda girişim sermayesi fonları ve teknopark merkezli yatırımların ekosistemi beslediği belirtilmektedir (TCMB, 2024, s. 9-10; MİA, 2025, s. 19). Sosyal açıdan, toplumda yapay zekâ farkındalığını artırmaya yönelik projeler, eğitim reformları ve Deneyap Teknoloji Atölyeleri gibi tabana yayılan programlar ile ekosistemin kültürel kabulü güçlendirilmekte; YÖK tarafından açılan yeni bölümler ve MEB'in öğretmen el kitapları, insan kaynağı geliştirmeye dönük stratejik adımlar olarak öne çıkmaktadır (MEB-YEĞİTEK, 2025, s. 13-17; YÖK, 2025). Teknolojik faktörler, kamu veri alanı oluşturulması, Türkçe büyük dil modeli geliştirilmesi ve savunma, ulaşım, tarım gibi alanlarda yapay zekâ tabanlı çözümlerin uygulanmasıyla güçlenmektedir. TÜBİTAK Enstitüleri ve üniversite araştırma merkezleri, teknoloji transferi ve ölçeklenebilir inovasyon için kritik bir rol üstlenmektedir (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2024, s. 5-11; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025). Çevresel boyutta, enerji verimliliği, iklim değişikliği ile mücadele ve yeşil yapay zekâ paradigması öne çıkmakta (Mehmood ve ark., 2020, s. 8); tarımda sürdürülebilir üretim, enerji sektöründe verimlilik ve çevre dostu çözümler ekosistemin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerini pekiştirmektedir (ETKB, 2019, s. 2-5; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025). Hukuki açıdan ise, Türkiye'nin AI Act ile uyum süreci, KVKK ve ulusal düzenlemeler üzerinden yürütülmekte; TBMM Araştırma Komisyonu kararları ve "Güvenilir YZ Damgası" uygulaması gibi mekanizmalar, etik ilkelere dayalı hukuki çerçevenin inşasına katkı sağlamaktadır (Avrupa Birliği, 2024, s. 25-30; TBD, 2024, s. 11).

Türkiye'de YZ ekosistemini şekillendiren makro çevre dinamikleri, PESTEL yaklaşımının altı boyutu (politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve hukuki) temelinde fırsat ve tehdit eksenlerinde sistematikleştirilmiştir. Böylelikle, metin içinde tartışılan politika belgeleri, yatırım ve finansman koşulları, toplumsal kabul ve insan kaynağı dinamikleri, teknoloji ve altyapı kapasitesi, sürdürülebilirlik baskıları ile regülasyon/uyum gereklilikleri bütünleşik bir çerçevede karşılaştırılabilir hâle getirilmektedir. Tablo, her bir PESTEL faktörü için ekosistem üzerinde ivmelendirici etkiler doğurabilecek fırsat alanlarını ve risk/uyum baskısı yaratabilecek tehdit unsurlarını birlikte göstererek, stratejik önceliklendirme ve politika tasarımı açısından kullanılabilir bir özet sunmaktadır. Türkiye YZ ekosisteminin PESTEL temelli fırsat–tehdit görünümü Tablo 10'da sunulmaktadır.

**Tablo 10.** Türkiye YZ Ekosisteminin PESTEL Analizi

| Faktör | Fırsatlar | Tehditler |
|---|---|---|
| **Politik** | Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ve 2024–2025 Eylem Planı ile kurumsal çerçevenin oluşması<br>Kamu-özel sektör iş birlikleri ve TÜBİTAK çağrıları sayesinde Ar-Ge destekleri<br>Dijital Dönüşüm Ofisi koordinasyonu ile stratejik hedeflerin izlenmesi | Stratejilerin hızlı teknolojik değişim karşısında durağan kalma riski<br>Politik istikrar ve düzenleyici çerçevede gecikmelerin yatırımcı güvenini zedelemesi |
| **Ekonomik** | Yapay zekâ yatırımlarıyla GSYH'ye %5 katkı hedefi | Yetenek arz-talep dengesizliği (MİA raporu) |

| Faktör | Fırsatlar | Tehditler |
|---|---|---|
| | - Girişim sermayesi fonları (Revo Capital, 212, Collective Spark) sayesinde ekosisteme sermaye girişi | Veri merkezlerinin enerji yoğunluğu ve uluslararası sertifikasyon maliyetleri |
| | Dijitalleşme ile kayıt dışı ekonomiyle mücadele ve finansal kapsayıcılık | Makroekonomik dalgalanmaların yatırımları yavaşlatma riski |
| **Sosyal** | Deneyap Atölyeleri, MEB YZ El Kitabı ve YÖK'ün yeni bölümleri ile insan kaynağı gelişimi | Toplumda veri güvenliği ve etik kaygılar |
| | TRAI gibi ağ yapılarının kümelenme ve bilgi paylaşımını artırması | İşgücü piyasasında otomasyon kaynaklı yapısal uyumsuzluklar -Kamuoyunda şeffaflık eksikliği algısı oluşması |
| | Eğitimde yapay zekâ okuryazarlığının yaygınlaşması | |
| **Teknolojik** | Türkçe büyük dil modeli geliştirilmesi ve kamu veri alanı kurulması | Yüksek teknoloji üretiminde dışa bağımlılık |
| | Üniversite-sanayi iş birlikleri ile inovasyon kapasitesinin artması | Veri kalitesi ve erişiminde standart eksiklikleri |
| | Savunma, tarım, ulaştırma ve sağlıkta YZ tabanlı projelerin yaygınlaşması | Küresel teknolojik rekabet karşısında ölçeklenme zorlukları |
| **Çevresel** | Yeşil yapay zekâ paradigması ve iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı | Veri merkezlerinin yüksek enerji tüketimi |
| | Tarımda YZ tabanlı su tasarrufu ve verimlilik çözümleri | Çevresel sürdürülebilirlik için yeterli mevzuat uyumunun henüz oluşmaması |
| | Enerji sektöründe startup destekli süreç optimizasyonu | İklim odaklı projelerde finansman yetersizliği |
| **Hukuki** | AI Act ile uyum sürecinin başlaması, risk temelli yaklaşımın benimsenmesi | AI Act'in detaylı gerekliliklerine uyum maliyetinin yüksek olması |
| | TBMM Araştırma Komisyonu ve "Güvenilir YZ Damgası" uygulaması | Etik ve hukuki standartlarda gecikme riski |
| | KVKK ve ulusal düzenlemelerle kısmi veri koruma mekanizmaları | Farklı sektörlerde düzenleyici çerçevede uyum boşlukları |

Ekosistemin sınırlarını ve gelişim rotasını belirleyen bu makro-çevresel dinamiklerin ardından; söz konusu dış faktörlerin pazar içindeki rekabete, kârlılığa ve aktörler arası güç dengelerine nasıl yansıdığını yapısal bir zeminde anlamlandırmak zorunludur. Bu doğrultuda; ekosistemdeki girişimlerin alıcılar, küresel tedarikçiler, yeni girişler ve ikame tehditleri karşısındaki stratejik konumunu ve pazarın rekabet şiddetini çözümleyen Porter'ın Beş Güç Analizi başlığında ele alınmaktadır.

### 4.1.6. Porter'ın Beş Güç Analizi ile Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Rekabet Dinamikleri

Porter'ın Beş Güç Analizi, Michael Porter tarafından 1979'da geliştirilen ve bir sektördeki rekabetin yoğunluğu ile kârlılık potansiyelini açıklayan stratejik bir çerçevedir; model, mevcut rakipler arasındaki rekabet, pazara yeni giriş tehdidi, ikame ürün ve hizmet tehdidi, alıcıların ve tedarikçilerin pazarlık gücünden oluşmaktadır (Porter, 2008, s. 3-4; Porter, 2010a; Porter, 2015). Stratejinin özünde fark yaratmak olduğunu vurgulayan Porter, işletmelerin bu beş güçle başa çıkmak için kendine özgü rekabet stratejileri geliştirmesi gerektiğini belirtmektedir (Porter, 2008, s. 39; Porter, 2010b). Beş güç çerçevesi, firmalara ya savunma hatları kurma ya da rekabetin en düşük olduğu bir konum elde etme bakımından sistematik bir perspektif kazandırmaktadır (Porter, 2008, s. 3-4). Bu bağlamda model, özellikle pazara giriş tehdidinin yapısını (ölçek ekonomileri, farklılaştırma, sermaye gereksinimleri, dağıtım kanallarına erişim, ölçekten bağımsız maliyet üstünlükleri, devlet politikaları) (Porter, 2000, s. 7, 10–14; Porter, 2008, s. 39–41), tedarikçi gücünü (ürünün vazgeçilmezliği, tedarikçi yoğunlaşması, geçiş maliyetleri, ileri entegrasyon tehdidi vb.) (HBR, 2011; Karacaoğlu, 2009, s. 170), alıcı gücünü (alıcı yoğunluğu, standart ürünler, düşük geçiş maliyetleri, geriye entegrasyon tehdidi, bilgi düzeyi, fiyata duyarlılık) (Porter, 2000, s. 31; Porter, 2015, s. 31–32), ikame tehdidini (tavan fiyatları sınırlama, fiyat/performans üstünlüğü, düşük değiştirme maliyeti) (Porter, 2008, s. 28; Eren, 2010, s. 88–152; Porter, 2015, s. 28–29) ve mevcut rakipler arasındaki rekabeti (yavaş büyüme, yüksek sabit maliyet, düşük farklılaşma, yüksek çıkış engelleri, kapasite fazlası, heterojen rakipler) (Porter, 2008, s. 28) çözümlemeyi amaçlamaktadır. Rekabetin fiyat boyutunda yıkıcı etkiler, fiyat dışı boyutlarda (ürün ve hizmet nitelikleri, marka, destek hizmetleri) ise müşteri değerini artırarak daha yüksek fiyatları mümkün kılabilecek sonuçlar doğurabileceği vurgulanmaktadır (Besanko ve ark., 1996, s. 255; Beşirov, 2007, s. 15).

Bununla birlikte, modelin eleştiriye açık yönleri de bulunmaktadır. Endüstri sınırlarının flu hâle gelmesi, mikro ürün-pazar farklılıklarının ve dinamiklerin sınırlı yakalanması (Grundy, 2006, s. 214), internet ekonomisi ve sayısallaşmanın getirdiği yeni rekabet kurallarının klasik varsayımları zorlaması ve analizde "inovasyon gücü" gibi ek faktörlere duyulan ihtiyaç (Karagiannopoulos, Georgopoulos, & Nikolopoulos, 2005, s. 66–68, 72). Yine de çağdaş literatür, çerçevenin geçerliliğini koruduğunu; ancak teknolojik dönüşüm, müşteri merkezlilik ve ekosistem temelli değer yaratma perspektifleriyle yeniden yorumlanması gerektiğini savunmaktadır (Bruijl, 2018, s. 1–3). Bu yeniden yorumlama, yalnızca mevcut endüstri yapısında konumlanmayı değil, aynı zamanda yeni pazar fırsatlarını keşfetmeyi ve iş birliği ekosistem dinamiklerini dikkate almayı içermektedir (Bruijl, 2018, s. 2–3). Modelin bilgi tabanlı karar destek sistemlerine gömülerek belirsiz/eksik veriyle muhakeme edebilen uzman sistemler aracılığıyla uygulanabileceği de gösterilmiştir; bu yaklaşım, pratik stratejik analizlerin esnekliğini artırmaktadır (de Swaan Arons & Waalewijn, 1999, s. 3–4). Uygulama çalışmalarında ise, örneğin Romanya perakende sektöründe yapılan bir vaka analizinde rekabet baskılarının özellikle yeni girişler ve güçlü rakipler üzerinden yoğunlaştığı saptanmış; böylece modelin farklı sektör ve bağlamlarda açıklayıcılığı desteklenmiştir (Maxim, 2021, s. 3–4).

Türkiye özelinde bulgular, modelin bileşenlerinin etkilerinin sektörlere göre farklılaştığını göstermektedir: kimi çalışmalarda yeni giriş tehdidi, tedarikçi gücü ve rekabet yoğunluğunun firma performansı üzerindeki etkileri; bazı sektör incelemelerinde ise giriş engelleri, alıcı gücü ve ikame tehdidinin şiddetine ilişkin farklı desenler rapor edilmiştir (Birgönül & Dikmen, 2001, s. 4). Altuntuğ'un (2007, s. 305–306) çalışması, özellikle gıda, tekstil ve otomotiv sektörlerinde rekabet

stratejilerinin analizi ile işletmelerin temel yetenek ve becerilere yaklaşımlarını birlikte ele almaktadır. Diğer taraftan, modelin bazı sınırlılıklarına ilişkin Türkiye literatüründe de eleştiriler yer almaktadır: niteliksel/gevşek ilişkiler nedeniyle düşük tahmin gücü (Gürpınar & Barca, 2007), uluslararası bağlantıların ve çok uluslu şirket etkilerinin yetersiz temsil edilmesi (Gürpınar & Sandıkçı, 2008) ve talep tarafının görece ihmal edilmesidir (Robertson, 2001, s. 190). Dalgalı piyasalarda katı stratejilerin değil çeviklik ve hızlı tepkinin ayakta kalmayı sağladığı yönündeki bulgular da (Prajogo, 2007, s. 70) beş gücün dinamik bir okumasını gerektirmektedir.

Bu dinamik okuma, Türkiye'de hızla büyüyen yapay zekâ girişimcilik ekosistemi için özellikle isabetlidir. Artan kamu destekleri ve yatırımcı ilgisi giriş engellerini düşürerek yeni oyuncuların pazara girişini kolaylaştırmakta; geleneksel yazılım ve otomasyon çözümleri ikame tehdidini canlı tutmakta; büyük kurumsal alıcıların pazarlık gücü ile veri, model ve bulut altyapısı sağlayan tedarikçilerin konumu ekosistemdeki değer paylaşımını belirlemektedir. Dolayısıyla Beş Güç, bu ekosistemin olgunluğu ve rekabet dinamiklerini kavramsallaştırmak için elverişli bir çerçeve sunarken, dijital ekonomide "inovasyon gücü", ağ etkileri ve ekosistem ilişkileri gibi tamamlayıcı boyutların analize eklemlenmesi gerekmektedir (Karagiannopoulos, Georgopoulos, & Nikolopoulos, 2005, s. 72). Bu bütüncül yaklaşım, Porter'ın özgün amacına uygun biçimde (sektör kârlılığını belirleyen güçleri görünür kılma ve oyunu değiştiren etmenleri erken tanımlama) firmaların kuvvetleri kendi lehlerine çevirecek stratejik hamleleri tasarlamalarına yardımcı olmaktadır (Porter, 2008, s. 3–4).

*(1) Mevcut Rakipler Arasındaki Rekabetin Yoğunluğu- Yüksektir*

Türkiye'de yapay zekâ ekosistemi hızla büyümekte ve 400'den fazla aktif girişim faaliyet göstermektedir. Bu durum ölçeklenme sorunları ve yatırım bulma zorlukları nedeniyle iç rekabeti artırmaktadır (TRAI, 2025). İstanbul ekosistemi, yükselen ekosistemler arasında öne çıkmakta; 2024 yılı itibarıyla fonlama artışları ve kamu-özel iş birlikleri sayesinde küresel sıralamalarda yükselmiştir (Startup Genome, 2024). Bununla birlikte Avrupa Birliği Yapay Zekâ Tüzüğü'nün (AI Act) yürürlüğe girmesi (1 Ağustos 2024) ve Genel Amaçlı YZ sistemleri için 2 Ağustos 2025'ten itibaren uyum yükümlülüklerinin başlaması, Türkiye'de AB'ye satış yapan firmaların rekabet parametrelerini yeniden tanımlamaktadır (European Commission, 2024). Literatürde de vurgulandığı gibi, bu noktada fiyat dışı farklılaştırma (hizmet, marka, ekosistem oluşturma) rekabeti yönetmede kritik hâle gelmektedir (Bruijl, 2018, s. 2-3).

*(2) Yeni Girişlerin Tehdidi Orta– Yüksektir*

Açık kaynak modeller ve bulut bilişim altyapılarının erişilebilirliği, pazara giriş engellerini azaltmaktadır. Ayrıca Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 ve 2024–2025 güncellenmiş eylem planı, girişimcilik ve yetenek ekosistemini teşvik etmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024). Ancak kurumsal satış döngülerinin uzunluğu, veri erişimi ve uyum maliyetleri yeni girişlerin kalıcı tutunmasını zorlaştırmaktadır (European Commission, 2024). TRAI'nin 2025 verilerine göre girişim sayısında hızlı artış olsa da ölçeklenme halen temel darboğazdır. Bu da Porter'ın modelinde belirtildiği üzere (Porter, 2008, s. 28) giriş tehdidini yüksek tutmaktadır.

*(3) İkame Ürün ve Hizmetlerin Tehdidi- Ortadır*

Birçok kurumsal uygulamada geleneksel yazılım, otomasyon ve analitik çözümler yapay zekâ tabanlı ürünlerin ikamesi olabilmektedir. İkame tehdidinin düzeyi özellikle fiyat/performans dengesi ve geçiş maliyetlerine bağlı olarak şekillenmektedir (Porter, 2015, s. 28-29). Bu nedenle, farklılaştırma ve müşteri odaklı hizmet sunumu girişimler için rekabet üstünlüğü yaratmaktadır.

*(4) Alıcıların Pazarlık Gücü- Yüksektir*

Türkiye'de YZ girişimlerinin ana müşterileri büyük kurumlar ve kamu sektörü olmaktadır. Kamu alımları, veri paylaşımı ve uyum süreçlerindeki belirsizlikler, girişimlerin kâr marjlarını sınırlamaktadır (TRAI, 2025). Bu yapı, alıcıların fiyat, kalite ve hizmet konularında daha güçlü talepler oluşturmasına imkân tanımaktadır. Porter'ın (2000, s. 31) belirttiği gibi alıcı sayısının sınırlı olması ve geçiş maliyetlerinin düşük olması, alıcıların pazarlık gücünü artırmaktadır.

*(5) Tedarikçilerin Pazarlık Gücü- Yüksektir*

Türkiye'deki YZ girişimleri büyük ölçüde küresel bulut hizmet sağlayıcılarına ve GPU üreticilerine bağımlıdır. Bulut pazarında yoğunlaşmanın yüksek olması ve GPU tedarikinde küresel arz sıkıntısının sürmesi, tedarikçilerin pazarlık gücünü artırmaktadır (NVIDIA, 2025). Bu durum Porter'ın (2008, s. 28) tedarikçi gücü analizinde belirttiği gibi, sektörün kârlılığını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca AB AI Act kapsamında getirilen uyum yükleri, altyapı tedarikçileri üzerinden girişimlere maliyet baskısı olarak yansımaktadır (European Commission, 2024).

Türkiye'nin YZ girişimcilik ekosisteminde mevcut rekabet ve tedarikçi gücü yüksektir, giriş tehdidi orta-yüksek seviyededir, ikame tehdidi ve alıcı gücü ise kullanım alanına bağlı olarak değişmekle birlikte orta–yüksek seviyededir. Bu sonuç, Porter'ın modelinin Türkiye YZ ekosistemini kavramsallaştırmak için uygun olduğunu göstermektedir. Ancak literatürde vurgulandığı üzere modelin tek başına statik kaldığı, bu nedenle "inovasyon gücü" gibi tamamlayıcı bir boyutla desteklenmesi gerektiği belirtilmektedir (Karagiannopoulos, Georgopoulos, & Nikolopoulos, 2005, s. 72). Bu bütüncül yaklaşım, Türkiye'deki YZ girişimlerinin hem ölçeklenme hem de uyum süreçlerinde rekabet avantajı elde etmelerine katkı sağlamaktadır.

Porter'ın Beş Güç çerçevesinin bileşenleri altında 2025 yılı için göreli bir "şiddet" düzeyine dönüştürülerek özetlenmektedir. Analiz, ekosistemin yapısal özellikleri (giriş sayısı ve rekabet yoğunluğu), giriş bariyerleri (sermaye, veri/hesaplama erişimi ve uyum maliyetleri), ikame dinamikleri (fiyat/performans ve geçiş maliyetleri), alıcı ve tedarikçi pazarlık gücü (B2B odaklı pazar yapısı ve küresel bulut/GPU bağımlılığı) temelinde gerekçelendirilmiştir. Böylece, uzun anlatım içinde dağılabilecek bulgular tek bir çerçevede karşılaştırılabilir hâle getirilmekte ve ekosistemin rekabet profilini bütüncül biçimde görünür kılan bir özet sunulmaktadır. Porter'ın Beş Güç Analizi kapsamında rekabet dinamiklerinin şiddet düzeyleri ve kısa gerekçeleri Tablo 11'de sunulmaktadır.

**Tablo 11.** Porter'ın Beş Güç Analizi ile Rekabet Dinamiklerinin Analizi

| Güç | Şiddet (2025) | Gerekçe (kısa) |
|---|---|---|
| **Mevcut Rakipler Arası Rekabet** | Yüksek | 400+ aktif YZ girişimi; hızla artan oyuncu sayısı ve ölçeklenme baskısı. (Fintechtime, 2025) |
| **Yeni Girişlerin Tehdidi** | Orta–Yüksek | Açık kaynak modeller ve bulut erişimi girişi kolaylaştırmaktadır; ancak sermaye/uyum ve veri/hesaplama kısıtları eşik oluşturmaktadır. (OECD, 2025a; OECD, 2025b) |
| **İkame Ürün Ve Hizmet Tehdidi** | Orta | Klasik yazılım ve otomasyon ve analitik çözümler pek çok kullanımda ikame olabilmektedir. (Yorum) |

| Güç | Şiddet (2025) | Gerekçe (kısa) |
|---|---|---|
| **Alıcıların Pazarlık Gücü** | Yüksek | B2B odaklı pazar; kamu ve kurumsal alıcıların alım süreçleri/uyum talepleri fiyat ve koşulları belirleyici olmaktadır. (TRAI, 2025) |
| **Tedarikçilerin Pazarlık Gücü** | Yüksek | Küresel bulut ve GPU sağlayıcılarına bağımlılık; yüksek pazar yoğunlaşması ve GPU tedarikinde sıkışıklık devam etmektedir. (SupplyChainConnect, 2025; PC Gamer, 2025) |

Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosistemi incelendiğinde, Porter'ın Beş Güç çerçevesine göre dengeli fakat zorluklarla şekillenen bir rekabet ortamı ortaya çıkmaktadır. Yeni giriş tehditleri, teknoparklar, kuluçka merkezleri ve TÜBİTAK destekleri ile kolaylaştırılmakta, ancak yüksek Ar-Ge maliyetleri, donanım ithalatına bağımlılık ve yatırımcı erişimindeki sınırlılıklar giriş bariyerlerini artırmaktadır. Tedarikçi gücü, özellikle küresel donanım ve bulut sağlayıcılarına bağımlılıkla belirginleşmekte, yerel veri paylaşım kültürünün zayıflığı da bu baskıyı pekiştirmektedir. Alıcı tarafında, kamu kurumlarının yerli yazılımı önceleyen talepleri girişimlere avantaj sağlarken, uluslararası pazarlarda müşterilerin küresel markalara yönelmesi rekabeti artırmaktadır. İkame tehdidi, KOBİ'lerin maliyet gerekçesiyle YZ yerine geleneksel ERP veya manuel süreçleri tercih etmesiyle somutlaşmakta, bu da fiyat/performans dengesinin kritik olduğunu göstermektedir. Mevcut rekabet ise savunma, sağlık ve fintech gibi stratejik alanlarda yoğunlaşmakta; artan patent sayıları ve yatırım turları dinamizmi yansıtırken, pazarın görece küçük ölçeği iş birliği eğilimlerini de beraberinde getirmektedir (OECD, 2023, s. 44). Genel olarak bakıldığında, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosistemi hızla gelişmekte, fakat sürdürülebilir rekabet avantajı için yerel üretim kapasitesinin güçlendirilmesi, veri paylaşım altyapısının geliştirilmesi ve ölçeklenme sorunlarının aşılması gerekmektedir.

Yüksek tedarikçi bağımlılığı ve kurumsal pazar rekabetinin yarattığı bu zorlu iklimde, girişimlerin izole bir biçimde ayakta kalmaları ve ölçeklenmeleri mümkün değildir. Rekabetin dayattığı bu kapasite sınırlarının, ekosistem içindeki üniversiteler, teknoparklar, yatırımcılar ve aracı kurumlar üzerinden kurulan ilişkilerle nasıl aşıldığını yapısal olarak anlamlandırmak zorunludur. Bu doğrultuda; aktörler arası etkileşimleri, bilgi akışının yönünü ve sistemin kurumsal dayanıklılığını çözümleyen Türkiye YZ Ekosisteminin Haritalama ve Ağ Analizi başlığı altında ele alınmaktadır.

### 4.1.7. Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Haritalama ve Ağ Analizi

İnovasyon ekosistemleri, çok aktörlü ve dinamik yapıları nedeniyle modern iş dünyasının merkezinde yer almakta; bu yapıların anlaşılması, çözümlenmesi ve yönlendirilmesinde ekosistem haritalama ile ağ analizi birbirini tamamlayan iki temel yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Ekosistem haritalama, aktörleri, kaynakları ve bileşenleri görünür kılarak ekosistemin statik görünümünü üretmekte; kritik merkezleri, boşlukları ve potansiyel sinerjileri açığa çıkarmaktadır (Talmar ve ark., 2020, s. 2; Visible Network Labs, 2025; Garstka, Kennedy, & Bonnett, 2025, s. 3-4). Ecosystem Pie Model (EPM) gibi yaklaşımlar bu görsel-stratejik işlevi aktör ve sistem düzeyinde güçlendirmektedir

(Talmar ve ark., 2020, s. 5). Ağ yapısında merkeziliği düşük aktörlerin ekosistem içindeki etki ve aracılık kapasitesinin sınırlı kalması, bu aktörlerin bilgi akışları, iş fırsatları ve değer yaratım süreçlerine daha sınırlı biçimde eklemlenmesine yol açabilmektedir (Battistella ve ark., 2013, s. 1203–1204; Xu ve ark., 2020, s. 2065, 2074–2076). Bu nedenle haritalama tanımlayıcı ve statik, ağ analizi ise ölçümsel ve dinamik bir çerçeve sunmakta; iki yaklaşım birlikte kullanıldığında ekosistemin hem bileşenleri hem süreçleri bütüncül biçimde kavranabilmektedir. Literatürde önerilen "Hem Haritala Hem Ölç" yaklaşımı da bu tamamlayıcılığa dayanmaktadır (Garstka ve ark., 2025, s. 4). Modülerlik ile tamamlayıcılık, ekosistemlerin işleyişini belirleyen iki temel ilkedir; modülerlik bağımsız aktörlerin hiyerarşik kontrol olmaksızın koordinasyonunu mümkün kılarken, tamamlayıcılık bir aktörün diğerleriyle birlikte daha fazla değer üretmesini sağlayarak ekosistemleri diğer ekonomik düzenlemelerden ayırmaktadır (Jacobides ve ark., 2018, s. 2256-2257). İş, inovasyon ve platform ekosistemlerine ilişkin sistematik incelemeler de açıklık ve çeşitlilik gibi ortak yönlerle birlikte amaç ve aktör farklılıklarını ortaya koymaktadır (Liu ve ark., 2024, s. 2-4). Haliyle ekosistem haritalama aktörlerin kimliğini ve rolünü, ağ analizi ise bu aktörler arasındaki ilişkilerin yoğunluğunu ve stratejik ağırlığını görünür kılmakta; iki yöntemin birlikte kullanımı ekosistemin evrimini izleme, işbirliği alanlarını güçlendirme ve stratejik müdahaleleri yönlendirme kapasitesi üretmektedir (Garstka ve ark., 2025, s. 3; Talmar ve ark., 2020, s. 7; Jacobides ve ark., 2018, s. 2270). Bu çerçeve Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosistemine uygulandığında, bağlantıların görece yoğun fakat belirgin biçimde asimetrik olduğu görülmektedir. Büyük kurumsal müşteriler ile kamu kurumları yüksek aracılık merkeziliğiyle girişimler arasında köprü işlevi görmekte; yatırımcılar ve küresel tedarikçiler ise ağın kritik düğümleri olarak sistemin işleyişini belirlemektedir. Buna karşılık KOBİ ölçeğindeki girişimlerin daha düşük derece merkeziliğine sahip olması, bu aktörlerin inovasyon çıktılarının görünürlüğünü ve kaynaklara erişimini sınırlandırmaktadır (Xu ve ark., 2020, s. 2060-2062; Battistella, 2013, s. 225). Türkiye ekosisteminde modülerlik, girişimlerin savunma, sağlık, finans ve eğitim gibi alt sektörlerde konumlanıp gevşek fakat tamamlayıcı bağlarla ilerlemesinde somutlaşmakta; bu yapı hiyerarşik kontrol olmaksızın iş birliklerinin gelişmesini mümkün kılmaktadır. Tamamlayıcılık ise veri sağlayıcılar, algoritma geliştiren firmalar ve bulut hizmet sunucuları arasındaki ilişkilerde belirginleşmekte; bir aktörün varlığı diğerini daha değerli kılarak birlikte değer üretimini mümkün hâle getirmektedir (Jacobides ve ark., 2018, s. 2256-2257). Platform tabanlı girişimlerin artışı da Türkiye'deki yapının aynı anda hem iş hem inovasyon ekosistemi özellikleri taşıdığını göstermektedir (Tomic, 2018, s. 42; Liu ve ark., 2024, s. 2-4). Bu bağlamda ekosistem haritalama aktörleri ve rolleri tanımlarken, ağ analizi bağlantı yoğunluğunu, etkileşim kalitesini ve stratejik önemi ölçmektedir. Haritalama donanım ve yatırım eksikliği gibi boşlukları görünür kılmakta; ağ analizi ise kamu kurumları ile büyük kurumsal müşterilerin merkezî konumunu vurgulamaktadır. Böylece iki yaklaşım bir arada kullanıldığında, genç yetenek havuzu, devlet teşvikleri ve artan girişim sayısı gibi güçlü yönlerle; donanım bağımlılığı, yatırım ölçeklenmesi ve uluslararası entegrasyon sorunları gibi zayıflıkların aynı analitik düzlemde yönetilebilmesi mümkün olmaktadır (Garstka ve ark., 2025, s. 4; Talmar ve ark., 2020, s. 7). Türkiye'nin inovasyon ekosisteminin bütüncül yapısı incelendiğinde, teknoloji geliştirme bölgeleri (TGB) ile ön kuluçka merkezlerinin farklı düzeylerde kritik işlevler üstlendiği görülmektedir. TGB'lerin mekânsal dağılımı ulusal yenilik ekosisteminin yapısal haritasını sunmakta; ülke genelinde 113 teknokentin varlığı Ar-Ge ve girişimcilik altyapısının kurumsallaştığını göstermektedir. İstanbul'daki (17) ve Ankara'daki (14) yoğunlaşma merkezî düğümleri oluştururken, Kocaeli ve İzmir gibi sanayi tabanlı şehirler ikincil merkezler olarak öne çıkmaktadır. Bu merkezî–çevresel örgütlenme, ağ analizlerinde

kullanılan merkez-çevre modelini yansıtmakta; büyükşehirlerdeki teknokentler daha güçlü yatay işbirlikleri geliştirirken Anadolu'daki tekil teknokentler daha çok dikey bağlara dayalı yapılar sergilemektedir (Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı, 2025). Ön kuluçka merkezleri ise yapay zekâ ve derin teknoloji girişimciliğinin erken aşamalarında köprü işlevi görmekte; KOSGEB, TÜBİTAK, teknoparklar, üniversite merkezleri ve özel destek kuruluşları ekosistemin tamamlayıcı parçalarını oluşturmaktadır. Bu yapılar fikir geliştirme, prototipleme, mentorluk, finansmana erişim ve yatırımcı–girişimci etkileşimi üzerinden ağın bağlantısallığını güçlendirmekte; yüksek aracılık merkeziliği sayesinde girişimciler, yatırımcılar, üniversiteler ve kamu kurumları arasındaki bilgi ve kaynak akışını kolaylaştırmaktadır. Capital verilerine göre merkez sayısının 70'i aşması, ağ yoğunluğunu yükseltmekte; merkezlerin farklı sektörlerde uzmanlaşması ise modülerlik ve tamamlayıcılığı pekiştirmektedir. Bu nedenle TGB'ler ekosistemin mekânsal ve kurumsal altyapısını, ön kuluçka merkezleri ise ağın dinamiklerini yönlendiren aracılık düğümlerini temsil etmektedir. Ancak teknokentler ve kuluçka merkezlerinde gözlenen bölgesel asimetri, ekosistemin kapsayıcılığını sınırlayan temel bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'de yükseköğretim ve girişimcilik altyapısının mekânsal-kurumsal dağılımı da aynı çok katmanlı ve merkez–çevre temelli örgütlenmeyi doğrulamaktadır. 2025 itibarıyla 208 yükseköğretim kurumunun varlığı kapsayıcı bir altyapıya işaret etse de, İstanbul (61), Ankara (23) ve İzmir'in (12) yaklaşık yarısını barındırması ulusal bilgi ağının çekirdek düğümlerinin bu üç ilde toplandığını göstermektedir. Bu yoğunlaşma araştırma fonlarını ve akademik üretimi merkezde toplarken, çevresel illerdeki üniversiteleri daha sınırlı bağlara sahip periferik aktörlere dönüştürmektedir. Benzer desen, yapay zekâ girişimcilik ekosisteminde de gözlenmekte; girişimler, teknoparklar, kuluçka merkezleri, yatırım fonları, üniversiteler, devlet kurumları ve küresel teknoloji sağlayıcılar arasındaki ilişkiler çok aktörlü ve dinamik bir yapı üretmektedir. Bu yapının kurumsal omurgası TGB'ler, ön kuluçka merkezleri ve girişim sermayesi yatırım fonları üzerinden şekillenmektedir. Türkiye genelinde 113 TGB'nin varlığı kurumsallaşmış bir Ar-Ge ve girişimcilik zemini ortaya koyarken, ön kuluçka merkezlerinin 70'i aşan varlığı ağın modülerliğini ve tamamlayıcılığını güçlendirmektedir. 2025 yılı Ağustos ile Aralık ayının sonu itibarıyla SPK tarafından ihraç belgesi onaylanan 473 GSYF, finansal destek mekanizmalarının derinleştiğini göstermekte; bu fonlar yalnızca sermaye sağlamakla kalmayıp yatırımcı riskini dağıtarak ekosisteme güven tesis etmekte ve erken aşama girişimlerin ölçeklenmesinde kritik finansal kaldıraç işlevi görmektedir. Portföylerinde doğrudan ya da dolaylı sermaye aktarımı, borçlanma araçları ve yapılandırılmış finansman modelleri gibi unsurların bulunması, yenilikçi girişimlerin büyümesi için gerekli finansal altyapıyı güçlendirmektedir. Bu bütünün stratejik ekseni İstanbul–Ankara hattında somutlaşmaktadır. İstanbul, kuluçka ve hızlandırıcı merkezlerin yoğunlaşmasıyla erken aşama girişimlerin ticarileşmesi ve yatırımcıya erişiminde öne çıkarken; Ankara, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TÜBİTAK, KOSGEB ve YÖK gibi kurumlar üzerinden politika yapımı, regülasyon ve ulusal fonlamanın merkezini oluşturmaktadır. Böylece ağ analizinde İstanbul'un pazar ve girişimcilik merkeziliğiyle yatay bağları, Ankara, politika ve kaynak dağıtım merkeziliği ile yönetsel bağları yoğunlaştırsa da; teknopark vitrinlerindeki düşük dijital görünürlüğü nedeniyle nicel teknokent kümeleme analizlerinde şeklen 'erken aşama' iller arasında kalabilmektedir. Türkiye'nin yükseköğretim ve yapay zekâ girişimcilik ekosistemleri, mekânsal ve kurumsal düzeyde çok katmanlı, hiyerarşik ve merkez–çevre ilişkilerini andıran bir ağ mimarisi sergilemektedir. Üniversiteler ve TGB'ler mekânsal çekirdekleri, ön kuluçka merkezleri, girişim sermayesi fonları ve devlet kurumları ise işlevsel bağları yönlendiren yapıları temsil etmektedir. Bununla birlikte merkezî–çevresel asimetri, bilgi akışı ve kaynak dağılımını İstanbul ve

Ankara lehine yoğunlaştırmaktadır. Bu nedenle köprü programların geliştirilmesi, çevresel illerdeki kurumların merkezlerle daha güçlü bağlar kurması ve bölgesel eşitsizliklerin azaltılması, ekosistemin kapsayıcılığı ve sürdürülebilirliği açısından stratejik öncelik taşımaktadır. Bu ağ yapısının fikirden ticarileşmeye uzanan süreçte hangi aşamalarda katma değere dönüştüğünü ve hangi noktalarda dışa bağımlılık ürettiğini saptamak ise, veri toplamadan algoritma geliştirmeye, testten pazara sunuma kadar uzanan uçtan uca üretim ve değer yaratım süreçlerini çözümleyen Değer Zinciri Analizi'ne geçişi zorunlu kılmaktadır.

### 4.1.8. Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Yapısal Analizi Kapsamında Değer Zinciri Bulguları

Değer zinciri analizi, işletmelerin ve ekosistemlerin hangi aşamalarda değer yarattığını ve bu değerin nasıl dağıldığını ortaya koyan stratejik bir çerçeve sunmaktadır. Porter'ın (1985, s. 33) modelinde tanımlanan birincil ve destek faaliyetler, maliyet avantajı ve farklılaşma temelinde rekabet üstünlüğünün kaynaklarını açıklamaktadır; ancak yapay zekâ (YZ) girişimciliği gibi bilgi yoğun alanlarda bu yaklaşımın genişletilmesi gerekmektedir. Kaplinsky ve Morris (2001, s. 9), değer zinciri analizini küresel üretim ağları bağlamında ele alarak giriş engelleri, yönetişim biçimleri ve yükselme mekanizmalarını öne çıkarmakta; bu çerçeve, Türkiye'deki YZ girişimcilik ekosisteminin veri temini, algoritma geliştirme ve bulut altyapısına erişim gibi kritik halkalarda dışa bağımlılıktan kaynaklanan kırılganlıklarını görünür kılmaktadır. Bu durum, ekosistemde katma değerin hangi aşamalarda yoğunlaştığının belirlenmesini stratejik bakımdan zorunlu hâle getirmektedir. Gereffi, Humphrey ve Sturgeon (2005, s. 81) tarafından geliştirilen küresel değer zinciri yönetişim tipolojisi; piyasa, modüler, ilişkisel, bağımlı ve hiyerarşik modeller üzerinden Türkiye'deki YZ girişimlerinin büyük teknoloji sağlayıcılarıyla kurduğu ilişkinin çoğu durumda "bağımlı" (captive) nitelik taşıdığını göstermektedir. Bununla birlikte, Stabell ve Fjeldstad'ın (1998, s. 414) "value chain–value shop–value network" ayrımı, YZ girişimlerinin yalnızca üretim süreçlerinde değil, problem çözme ve ağ kurma faaliyetlerinde de değer yarattığını ortaya koymaktadır; özellikle API tabanlı platformların yaygınlaşması, Türkiye'deki girişimlerin uluslararası ağ ekonomilerine eklemlenme potansiyelini güçlendirmektedir. Gereffi ve Fernandez-Stark'ın (2011, s. 5) önerdiği girdi-çıktı yapısı, coğrafi kapsam, yönetişim biçimi ve kurumsal bağlam eksenli inceleme yaklaşımı, Türkiye'deki YZ girişimlerinin yalnızca iç pazardaki değil, küresel ekosistemdeki konumunu ve ürün geliştirmeden sistem tasarımına uzanan yükselme imkânlarını değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır. IMF çalışmasında Ignatenko, Raei ve Mircheva'nın (2019, s. 13) vurguladığı üzere, küresel değer zincirlerine katılım orta-üst gelirli ülkelerde verimlilik ve kişi başına gelir üzerinde anlamlı etkiler üretmektedir; bu nedenle Türkiye'nin YZ girişimcilik ekosistemi açısından küresel entegrasyon, büyüme ve inovasyon kapasitesinin güçlendirilmesi bakımından da belirleyici görünmektedir. Mudambi'nin (2008, s. 700) bilgi yoğun endüstrilerde değer yaratımının "yaratıcı çekirdek" etrafında yoğunlaştığına ilişkin tespiti, Türkiye'deki YZ girişimlerinin düşük katma değerli hizmet üretimi yerine algoritmik geliştirme, veri analitiği ve YZ çözümlerinin ticarileştirilmesi gibi zincirin üst halkalarına yönelmesini zorunlu kılmaktadır. Kano, Tsang ve Yeung (2020, s. 580) ise dijitalleşme, finansallaşma ve ekosistem temelli yönetişimin değer zincirlerinin yeni belirleyicileri olduğunu göstermekte; bu çerçevede Türkiye'de YZ girişimciliği bakımından değer zinciri analizi mevcut faaliyetlerin çözümlemesine ve ekosistemin küresel ölçekte yeniden konumlandırılmasına hizmet eden stratejik bir araç niteliği taşımaktadır.

Değer zinciri yaklaşımı, Türkiye'de YZ girişimciliği ekosisteminin değer üretim sürecini uçtan uca görünür kılmak amacıyla operasyonelleştirilmektedir. Bu kapsamda değer yaratımı; veri toplama ve işleme, model geliştirme, test ve validasyon, ürünleştirme, pazara sunma ile bakım ve güncelleme aşamalarına ayrıştırılmış; her bir halka için Türkiye'deki kapasite görünümü, rekabet avantajı üretebilecek güçlü yönler ve ölçeklenme/uluslararasılaşma üzerinde baskı oluşturan zayıf yönler birlikte analiz edilmiştir. Böylelikle, ekosistemde katma değerin hangi aşamalarda yoğunlaştığı ve hangi halkalarda dışa bağımlılık ya da kurumsal/teknolojik kısıtların bir "darboğaz" yarattığı sistematik biçimde izlenebilir hâle gelmektedir. Türkiye YZ ekosisteminde değer zinciri halkalarına ilişkin özet değerlendirme Tablo 12'de sunulmaktadır.

**Tablo 12.** Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminde Değer Zinciri Halkaları ve Analizi

| Halka | Türkiye'de Durum | Güçlü Yönler | Zayıf Yönler |
|---|---|---|---|
| **Veri Toplama & İşleme** | Kamu ve özel sektör veri tabanları mevcut, ancak standart eksikliği var | Genç ve teknik iş gücü, düşük maliyet | Veri paylaşım kültürü sınırlı |
| **Model Geliştirme** | Üniversiteler ve teknoparklarda Ar-Ge altyapısı güçlü | NLP ve derin öğrenme yetkinliği | GPU maliyetleri yüksek |
| **Test & Validasyon** | Savunma ve sağlık alanlarında yüksek standart | Regülasyon uyumu | Ticarileştirme öncesi test süresi uzun |
| **Ürünleştirme** | Çeşitli startup girişimleri mevcut | Yerel pazar uyumlu ürünler | Uluslararası pazara erişim kısıtlı |
| **Pazara Sunma** | Yerel satış kanalları etkin | Kamu destekli pazarlar | Küresel satış ve marka bilinirliği düşük |
| **Bakım & Güncelleme** | KOBİ'ler için yazılım desteği var | Yerel teknik ekipler | Sürdürülebilir bakım kapasitesi yetersiz |

Türkiye yapay zekâ girişimcilik ekosisteminde yer alan aktörlerin, yüksek rekabet baskısı ve küresel tedarikçi bağımlılıkları altında "fikirden ticarileşmeye" giden yolda nasıl katma değer ürettiklerini tespit etmek, ekosistemin yapısal olgunluğunu anlamak açısından zorunludur. Değer zinciri analizi, YZ odaklı girişimlerin yalnızca faaliyetlerini parçalayarak incelemekle kalmamakta; aynı zamanda ekosistemin küresel inovasyon ağlarında nasıl konumlandığını ve hangi halkalarda yapısal darboğazlar yaşadığını uçtan uca görünür kılmaktadır. Bu çerçevede; veri toplama, model geliştirme, test, ürünleştirme ve pazar entegrasyonu aşamalarını kapsayan üretim sürecinin temel dinamikleri, ekosistemin güçlü ve zayıf olduğu halkalar ile bu tablonun ürettiği stratejik yansımalar bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmektedir.

Yapay zekâ değer zincirinin temel halkaları; YZ tabanlı bir ürünün değer zincirinde ilk halka veri toplama ve işleme sürecidir. Türkiye'de kamu veri tabanları, özel sektör veri setleri ve üniversite araştırmaları bu sürecin ana kaynaklarıdır. Ancak veri paylaşımında yasal belirsizlikler ve standart eksiklikleri süreç verimliliğini düşürmektedir. İkinci halka, model geliştirme ve algoritma tasarımıdır. Bu aşamada Türkiye, özellikle derin öğrenme ve doğal dil işleme (NLP) alanlarında akademik başarılar sergilemekte, ancak GPU altyapısına erişim maliyetleri nedeniyle ölçeklenme

sorunları yaşamaktadır. Üçüncü halka olan test ve validasyon süreci, regülasyon uyumu ve etik standartlar açısından kritik önemdedir. Türkiye'de savunma sanayii ve sağlık teknolojileri projeleri, yüksek validasyon standartları ile dikkat çekmektedir.

Türkiye YZ ekosisteminde güçlü ve zayıf halkalar; Türkiye, veri toplama ve etiketleme süreçlerinde genç ve teknik olarak yetkin iş gücüne sahip olduğu için maliyet açısından avantajlıdır. Model geliştirme aşamasında üniversiteler ve teknoparklar aracılığıyla nitelikli Ar-Ge ekosistemi oluşmuştur. Ancak ürünleştirme ve pazara erişim aşamalarında yatırım eksikliği ve uluslararası satış kanallarının sınırlılığı zayıf noktalar olarak öne çıkmaktadır. Bakım ve güncelleme süreçlerinde ise yerel şirketlerin sürdürülebilir yazılım desteği kapasitesi henüz istenilen düzeyde değildir.

Stratejik implikasyonlar; değer zincirinde eksik halkaların güçlendirilmesi, Türkiye'nin YZ ekosistemini küresel pazarda daha rekabetçi hale getirebilir. Özellikle bulut altyapısına yerli alternatiflerin geliştirilmesi, veri standardizasyonunun hızlandırılması ve uluslararası pazarlara açılım stratejilerinin uygulanması, zincirin en zayıf halkalarını güçlendirecek adımlar olacaktır. Ayrıca ürünleştirme ve dağıtım aşamalarında küresel teknoloji şirketleriyle ortaklıklar kurmak, girişimlerin pazar payını genişletmesini sağlayabilir.

Değer zincirinin özellikle ürünleştirme ve küresel pazara açılma halkalarında tespit edilen bu teknolojik ve ekonomik darboğazların aşılabilmesi için, Türkiye'nin uluslararası rekabette nerede konumlandığını nesnel bir zeminde görmek zorunludur. Bu doğrultuda; ekosistemin performansını, yatırım yapısını ve düzenleyici rejimini ABD, AB ve Çin gibi küresel liderlerle karşılaştırmalı bir perspektifte çözümleyen Uluslararası Kıyaslama (Benchmarking) Analizi ele alınmaktadır.

### 4.1.9. Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin Uluslararası Kıyaslama Analizi

Uluslararası kıyaslama (benchmarking) analizi, ülkelerin ve kentlerin küresel ölçekte karşılaştırmalı olarak analiz edilmesine imkân tanıyan temel yöntemlerden biri olmaktadır. Bu alt bölümde, Türkiye'nin YZ girişimcilik ekosistemi, uluslararası iyi örneklerle karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Karşılaştırma üç eksende yapılmaktadır: (i) eğitim–yetkinlik geliştirme, (ii) ölçeklenme hızı ve işletme verimliliği, (iii) stratejik araç kullanımı ve politika/ekosistem bağlamı. Uluslararası referanslar olarak MIT Sloan Executive Education uygulamaları (Disciplined Entrepreneurship + GenAI JetPack), Dünya Ekonomik Forumu'nun "AI çağında girişimcilik" teması ve Harvard Business Review'de yayımlanan ölçeklenme çerçevesi esas alınmaktadır (MIT Sloan Executive Education, 2025; World Economic Forum, 2024; Shay, Kelley, Majbouri, & Davenport, 2025). Türkiye tarafında ekosistem göstergeleri ve eğilimler için Startup Genome ve TRAI güncellemeleri kullanılmaktadır (Startup Genome, 2025; TRAI, 2025).

Mevcut durum ve kıyaslama perspektifinden bakıldığında, Türkiye kentlerinin inovasyon, dijitalleşme ve girişimcilik temalı küresel endekslerde temsiliyetinin sınırlı kaldığı; İstanbul'un dahi kimi çalışmalarda potansiyelinin altında konumlandığı görülmektedir. Kentler çoğu zaman yalnızca "verisi üretilen" birimler olarak ele alınmakta; kendi standart, güncel ve erişilebilir veri setlerini üretme ve paylaşma kapasiteleri yetersiz kalmaktadır. Veri eksikliği ve kalitesi açısından bakıldığında, kentsel ölçekte YZ ekosistemini yansıtan, düzenli ve karşılaştırılabilir bir veri altyapısının henüz yeterince kurulamadığı; ulusal istatistiklerin YZ'nin yerel dinamiklerini ayrıştırmakta sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır. Farkındalık ve strateji boyutunda ise yerel paydaşların küresel kent kıyaslamalarına yönelik farkındalığı ve proaktif vizyonu zayıf görünmektedir. Metodolojik açıdan analiz edildiğinde, Türkiye'deki kent karşılaştırmalarının YZ ve inovasyonun güncel küresel eğilimlerini içeren çok disiplinli çerçeveleri yeterince entegre edemediği; idari sınırlar

ile işlevsel alanlar arasındaki gerilimin de analizleri güçleştirdiği söylenebilmektedir. Zira uluslararası analizler çoğunlukla işlevsel teknoloji koridorlarına dayanırken, Türkiye'de metropoliten idari sınırlar her zaman fiilî ekosistemle örtüşmemektedir.

Uluslararası referanslarla karşılaştırmalı analiz üç boyutta ayrıntılandırılmaktadır:

*(1) Eğitim ve Program Entegrasyonu*

Uluslararası düzeyde MIT örneği, girişim oluşturma sürecini metodolojik bir çerçeve (24 adım) ile üretken YZ aracını (GenAI JetPack) birleştirerek müşteri keşfi, doğrulama ve ürün/pazar uyumu gibi süreçleri hızlandıran "araçlandırılmış metodoloji" yaklaşımını ortaya koymaktadır (MIT Sloan Executive Education, 2025). Türkiye'de ise TÜBİTAK 1512 (BiGG) programı ve uygulayıcı ağının genişlemesi ile İTÜ Çekirdek ve KWORKS gibi merkezlerin sistematik eğitim, mentorluk ve yatırımcı erişimi sağlaması güçlü bir omurga sunmaktadır (TRAI, 2025). Kıyaslama sonucunda, Türkiye'nin ölçekli bir eğitim altyapısına sahip olduğu, ancak farkın "AI-native" (YZ-yerli) kurucu araçların müfredata doğrudan ve standart entegrasyon düzeyinde ortaya çıktığı görülmektedir. MIT benzeri biçimde, ders akışına gömülü GenAI yardımcılarının yaygınlaştırılması, girişimcilik süreçlerinde verimliliği anlamlı biçimde artırabilecek bir potansiyel taşımaktadır.

*(2) Ölçeklenme Hızı ve İşletme Verimliliği*

Uluslararası düzeyde Harvard Business Review çerçevesi, küçük ekiplerin YZ sayesinde tekrar eden işleri otomasyona devrederek ürün denemelerine ve müşteri ilişkilerine daha fazla odaklanabildiğini; böylece "daha az kaynakla daha hızlı ölçeklenme" mantığının mümkün olduğunu göstermektedir (Harvard Business Review, 2025). Türkiye'de İstanbul ekosistemi, 2025 yılında Startup Genome tarafından yayımlanan "Emerging" listesinde üst basamaklara yükselmiş; fonlama ve pazar erişimi göstergelerinde belirgin bir ivme yakalamıştır (Startup Genome, 2025). Bununla birlikte GPU/bulut maliyet bağımlılığı ve kurumsal veri erişimi/uzun satış döngüleri, ölçeklenmeyi sınırlayan yapısal unsurlar olarak öne çıkmaktadır (TRAI, 2025). Kıyaslama perspektifinden bakıldığında, Türkiye'nin momentumu artmakta olsa da YZ-yerli süreç otomasyonu ile veri ve deney standartlarının program içi düzeyde daha yaygın bir biçimde içselleştirilmesi, erken aşamadan Seri A'ya geçiş süresini kısaltıcı önemli bir kaldıraç işlevi görebilecektir.

*(3) Stratejik Araç Kullanımı ve Politika/Ekosistem Bağlamı*

Uluslararası düzeyde Dünya Ekonomik Forumu (WEF), büyüme, verimlilik ve sürdürülebilirlik için YZ'yi kritik bir kaldıraç olarak konumlandırırken, bunun etik, uyum, veri paylaşımı ve yetenek boyutlarını içeren "guardrails" ile birlikte tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır (World Economic Forum, 2024). Türkiye'de Ulusal YZ Stratejisi (2021–2025) ve güncel eylem planları, yetenek çekimi, standartlaştırma ve kamu–özel ağlarının derinleştirilmesi yönünde çeşitli politika araçları sunmaktadır (TRAI, 2025). Kıyaslama sonucunda, politika araç setinin esasen oluşmuş olduğu; bir üst aşamada bu çerçevenin hızlandırıcı ve kuluçka tasarımları ile kurumsal satın alma süreçleriyle daha yakın entegrasyonunun ve AI-native kurucu araçların ülke genelinde program-standardı hâline getirilmesinin gerektiği anlaşılmaktadır.

- Göstergeler ve ölçüm: "Verisini üreten kent" yaklaşımı
- Türkiye'nin küresel kıyaslamalardaki görünürlüğünü ve veri doğruluğunu artırmak amacıyla, kent düzeyinde YZ ekosistemini doğrudan yansıtan bir gösterge seti önerilmektedir. Bu çerçevede:
- Girişim ve yatırım: YZ odaklı girişim sayısı, unicorn/centaur yatırımları, tur büyüklükleri (TRAI, 2025; Startup Genome, 2025).

- Bilgi üretimi: YZ alanında patent başvuruları/tescilleri, akademik üretim ve ortak yayınlar.
- İnsan kaynağı: YZ programları, mezun sayıları, doktora/araştırmacı yoğunluğu, uluslararası yetenek çekimi.
- Dijital entegrasyon: E-devlet/e-belediye olgunluğu, kurumsal YZ benimseme oranları, veri paylaşım protokolleri.
- Altyapı: GPU/bulut erişimi ve maliyeti, genişbant kalitesi, açık veri platformlarının kapsamı.
- Ağ yapısı: Kuluçka–hızlandırıcı–TGB–üniversite–kurumsal alıcılar arasındaki bağlantı yoğunluğu ve aracılık merkezilikleri.

Bu göstergeler, "verisini üreten kent" yaklaşımıyla, kentlerin yalnızca ölçülen değil, aynı zamanda ölçüm üreten ve uluslararası kıyaslamalara veri sağlayan aktörler hâline gelmesini amaçlamaktadır.

Politika ve program tasarımı açısından, uluslararası referanslar ve Türkiye'nin mevcut konumu birlikte analiz edildiğinde şu öneriler öne çıkmaktadır:

- AI-native kurucu araçların standardizasyonu: BiGG ve ön kuluçka/hızlandırma müfredatlarına, GenAI tabanlı müşteri keşfi, problem–çözüm uyumu testi ve reg-tech destekli uyum doğrulaması gibi modüller "zorunlu çekirdek" bileşenler olarak eklenmelidir (MIT Sloan Executive Education, 2025).
- Ölçeklenme için veri/deney disiplini: Harvard Business Review'de tarif edilen "otomasyon portföyü" mantığı, 90 günlük OKR (Objectives and Key Results-Hedefler ve Anahtar Sonuçlar) döngüleriyle ürün, satış, destek ve finans süreçlerine uygulanmalı; MQL (Marketing Qualified Lead-Pazarlama Nitelikli Aday Müşteri) → SQL (Sales Qualified Lead-Satış Nitelikli Aday Müşteri) dönüşüm oranı, yazılım sürüm yayımlama sıklığı, PR (Pull Request-Çekme İsteği) döngü süresi ve birim destek maliyeti gibi metrikler standartlaştırılmalıdır (Shay, Kelley, Majbouri, & Davenport, 2025).
- Guardrails paketleri: WEF'in vurguladığı etik, mahremiyet, veri paylaşımı ve sorumlu YZ ilkeleri, hızlandırıcı/kuluçka sözleşmelerine ve kamu destek şartlarına gömülmeli; güvenli veri alanları ve regülasyon kum havuzları yaygınlaştırılmalıdır (World Economic Forum, 2024).
- İşlevsel bölgeselleşme: İdari sınırlar yerine Tekirdağ–İstanbul–Kocaeli–Sakarya hattı gibi işlevsel teknoloji koridorları ölçüm birimi olarak alınmalı; bu hatlarda kurumsal alıcı–girişim–üniversite üçgenine yönelik eşleştirme programları yoğunlaştırılmalıdır (Startup Genome, 2025).
- Açık veri ve "verisini üreten kent": Büyükşehirlerde YZ ekosistemi için açık veri platformları derinleştirilmeli; kentler kendi standartlaştırılmış ölçümlerini üretip uluslararası paylaşıma açmalıdır (TRAI, 2025).

Bu bütüncül yaklaşım, Türkiye'nin YZ girişimcilik ekosistemini küresel ölçekte daha görünür, ölçülebilir ve kıyaslanabilir hâle getirmeyi; aynı zamanda kentler ve bölgeler bazında stratejik öğrenme ve politika tasarım kapasitesini güçlendirmeyi hedeflemektedir.

Uluslararası kıyaslama (benchmarking) yaklaşımı, Türkiye'nin YZ girişimcilik ekosisteminin konumunu mutlak göstergeler üzerinden ve farklı politika-ekosistem rejimleriyle karşılaştırmalı bir perspektif içinde görünür kılmak amacıyla kullanılmaktadır. Kıyaslama çerçevesi, YZ ekosisteminin

performansını belirleyen temel kaldıraçları (yatırım hacmi ve sermaye yapısı, araştırma-yayın kalitesi, veri erişimi ve standartlaşma kapasitesi, yetenek havuzu ve regülasyon yaklaşımı) üzerinden yapılandırılmış; ABD'nin piyasa-temelli ve ölçek odaklı modeli, AB'nin güvenlik/uyum eksenli dengeli yaklaşımı, Çin'in devlet güdümlü hız ve ölçek stratejisi ile Türkiye'nin mevcut karma yapısı aynı matriste analiz edilmektedir. Böylece, Türkiye'nin göreli güçlü kaldığı alanlar ile yapısal boşluklar birlikte okunabilmekte; özellikle 'guardrails' tasarımı, açık veri/standartlaşma ve hızlandırıcı–kurumsal satın alma entegrasyonu gibi politika önerilerinin hangi uluslararası örüntülere dayanarak geliştirildiği izlenebilir hâle gelmektedir. Uluslararası kıyaslama analizi bulgularının özet görünümü Tablo 13'te sunulmaktadır.

**Tablo 13.** Uluslararası Kıyaslama (Benchmarking) Analizi

| Kriter | ABD | AB (Almanya/Fransa) | Çin | Türkiye |
|---|---|---|---|---|
| **Yatırım Hacmi (VC)** | Çok yüksek, özel sektör odaklı | Orta, kamu destekli fonlar | Çok yüksek, devlet güdümlü | Düşük-orta, kamu odaklı |
| **Araştırma & Yayın Kalitesi** | Yüksek, elit üniversite ağı | Orta-yüksek, koordineli ağlar | Orta, hızlı ölçeklenme odaklı | Orta, seçili alanlarda güçlü |
| **Veri Erişimi & Standartlar** | Yüksek, şirket tabanlı veri merkezleri | GDPR ile dengelenmiş | Ulusal veri havuzları | Standartlaşma sürecinde |
| **Yetenek Havuzu** | Çok geniş, küresel çekim merkezi | Orta-geniş, çok kültürlü | Çok geniş, mühendislik yoğun | Orta, beyin göçü sorunu |
| **Regülasyon Yaklaşımı** | Pazar odaklı, esnek | Dengeli, güvenlik odaklı | Devlet kontrolünde, hızlı | Düzenleyici çerçeve gelişmekte |

Ekosistemin küresel rekabetteki mevcut konumunu ve yapısal boşluklarını netleştiren bu uluslararası analizin ardından; yapının gelecekteki gelişim yörüngesini şekillendirecek olan küresel eğilimleri geniş bir vizyonla anlamlandırmak zorunludur. Bu doğrultuda; ekosistemin sürdürülebilirliğini ve rekabet gücünü derinden etkileyecek makro değişimleri sosyal, teknolojik, ekonomik, çevresel ve politik boyutlarıyla bütüncül olarak çözümleyen STEEP Analizi ile ele alınmaktadır.

### 4.1.10. Türkiye Yapay Zekâ Ekosisteminin STEEP Analizi ile Sosyo-Teknolojik Eğilimler

STEEP analizi (Social, Technological, Economic, Environmental, Political), bir ülkenin, sektörün veya ekosistemin içinde bulunduğu makro çevreyi sistematik biçimde analizi sağlayan kapsamlı bir stratejik analiz yöntemidir (Ginter & Duncan, 1990, s. 91). Sosyal, teknolojik, ekonomik, çevresel ve politik boyutlardan oluşan bu yaklaşım, geleceğe dönük öngörü geliştirmek,

belirsizlikleri azaltmak ve stratejik karar süreçlerine yön vermek amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle hızlı değişim gösteren sektörlerde, dışsal faktörlerin birbirleriyle etkileşimi STEEP çerçevesinde ele alındığında, karar vericiler için bütüncül bir yol haritası oluşturulabilmektedir (Szigeti, Messaadia, Majumdar, & Eynard, 2011, s. 2).

Sosyo-teknolojik eğilimler, günümüzde yapay zekâ, nesnelerin interneti, bulut bilişim, biyoteknoloji ve kuantum teknolojileri gibi gelişmelerle giderek daha görünür hale gelmiştir. Bu teknolojiler yalnızca üretim biçimlerini değil, aynı zamanda toplumsal davranış kalıplarını, iş yapma yöntemlerini ve günlük yaşamın normlarını da dönüştürmektedir (Szigeti ve ark., 2011, s. 4). Sosyal boyut, demografik yapı, eğitim düzeyi, kültürel değişim ve iş gücü piyasalarındaki dönüşümleri; teknolojik boyut ise dijitalleşme, otomasyon, veri ekonomisi ve inovasyon kapasitesini kapsamaktadır. Bu iki eksen birlikte analiz edildiğinde, yapay zekâ girişimciliği gibi bilgi yoğun ekosistemlerde dönüşüm potansiyelinin çok daha hızlı ve güçlü olduğu görülmektedir (Ginter & Duncan, 1990, s. 94).

Türkiye'nin yapay zekâ girişimcilik ekosistemi, genç nüfus, üniversitelerden çıkan nitelikli insan kaynağı ve hızla büyüyen start-up kültürü sayesinde önemli fırsatlar barındırmaktadır. Ancak aynı zamanda finansman eksiklikleri, donanım bağımlılığı, bölgesel yoğunlaşma ve beyin göçü gibi yapısal zorluklarla da karşı karşıyadır. STEEP analizi bu noktada kritik bir araçtır çünkü teknolojik gelişmeleri ve sosyal adaptasyonu, ekonomik sürdürülebilirliği, çevresel sorumlulukları ve politik düzenlemeleri birlikte ele alarak ekosistemin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymaktadır (Szigeti ve ark., 2011, s. 6). Böylece Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosistemi, küresel trendlerle karşılaştırmalı olarak analiz edilebilir ve stratejik yol haritaları daha sağlam temellere oturtulabilir (Ginter & Duncan, 1990, s. 98).

STEEP analizi, Türkiye'nin yapay zekâ girişimcilik ekosistemini çok boyutlu biçimde anlamak ve yönlendirmek için güçlü bir metodolojik çerçeve sunmaktadır. Bu yaklaşım, sosyo-teknolojik eğilimlerin dinamiklerini açığa çıkararak, ekosistemin ulusal ve küresel değer zincirlerindeki konumunu güçlendirecek politika ve stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Szigeti ve ark., 2011, s. 7). Türkiye'de yapay zekâ (YZ) ekosistemi, sosyal, teknolojik, ekonomik, çevresel ve politik dinamiklerin etkileşimiyle şekillenmektedir. Bu bağlamda STEEP analizi, ekosistemi çok boyutlu olarak incelemeyi ve güçlü yönler ile yapısal zorlukları ortaya koymayı mümkün kılmaktadır (Ginter & Duncan, 1990, s. 100).

Sosyal boyutta, Türkiye'nin genç ve dinamik nüfus yapısı, yapay zekâ girişimcilik ekosistemi açısından önemli bir avantajdır. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025), 2025 yılına kadar 50.000 kişilik istihdam yaratılmasını, 10.000 yüksek lisans ve doktora mezunu yetiştirilmesini ve kamu kurumlarında 1.000 YZ uzmanı istihdam edilmesini hedeflemektedir. Bu hedefler, insan kaynağı kapasitesini artırmayı ve beyin göçünü azaltmayı amaçlamaktadır. Ancak girişimlerin büyük ölçüde İstanbul, Ankara ve İzmir gibi merkezlerde yoğunlaşması, ekosistemde mekânsal eşitsizlik sorununu ortaya çıkarmaktadır.

Teknolojik boyutta, YZ ekosisteminin gelişiminde veri, hesaplama gücü ve yazılım altyapısı kritik öneme sahiptir. Ulusal Strateji, yüksek performanslı hesaplama (HPC-High Performance Computing) altyapısına erişim, Açık Veri Portalı'nda 1.000'den fazla veri seti ve Kamu Veri Alanı gibi hedefler belirlemiştir. Bununla birlikte, donanım bağımlılığı (GPU ve yarı iletken teknolojilerinde) girişimlerin küresel rekabetteki kırılgan noktalarından biri olmaktadır. 12. Kalkınma Planı da bu eksikliği gidermek amacıyla mikroelektronik ve yarı iletken ekosisteminin güçlendirilmesine özel vurgu yapmaktadır.

Ekonomik boyutta, YZ'nin Türkiye ekonomisine katkısının artırılması stratejik bir önceliktir. Ulusal Strateji, 2025 yılına kadar YZ'nin GSYH'ye katkısını %5 düzeyine çıkarma hedefi koymuştur. TRAI'de yer alan ve 2025 itibarıyla 411 girişim ile büyüyen YZ ekosistemi, özellikle finans, sağlık, lojistik, e-ticaret ve savunma gibi sektörlerde hızla yaygınlaşmaktadır. Ancak girişimlerin erken aşama yatırımlarına erişimde zorluk yaşadığı görülmektedir. 12. Kalkınma Planı bu noktada kamu alımlarını ve destek programlarını devreye sokarak ölçeklenebilirliği artırmayı hedeflemektedir.

Çevresel boyutta, kalkınma Planı'nın beş temel ekseninden biri yeşil ve dijital dönüşümdür. Bu eksende YZ, enerji verimliliği, akıllı şehirler, sürdürülebilir üretim ve afet yönetimi gibi alanlarda tamamlayıcı bir teknoloji olarak analiz edilmektedir (Raman ve ark., 2024, s. 3). Türkiye'nin yeşil dönüşüm hedefleriyle YZ ekosisteminin bütünleştirilmesi, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de yeni iş alanları yaratma bakımından stratejik önem taşımaktadır.

Politik boyut, düzenleyici ve kurumsal çerçeve, YZ ekosisteminin gelişiminde kritik rol oynamaktadır. Ulusal Strateji, uluslararası YZ endekslerinde ilk 20 ülke arasına girme, etik ve güvenilir YZ uygulamaları için standartların geliştirilmesi ve düzenleyici kum havuzu mekanizmalarının işletilmesini hedeflemiştir. 12. Kalkınma Planı da kamu hizmetlerinde, adalet ve güvenlikten dijital devlet uygulamalarına kadar birçok alanda YZ tabanlı karar destek sistemlerinin yaygınlaştırılmasını öngörmektedir. Bu bağlamda, politik ve düzenleyici uyumun sağlanması girişimlerin küresel entegrasyonunu hızlandırıcı bir rol üstlenmektedir.

Nihai olarak, STEEP analizi, Türkiye'de yapay zekâ ekosisteminin sosyal boyutta insan kaynağı kapasitesi, teknolojik boyutta altyapı yatırımları, ekonomik boyutta katma değer yaratımı, çevresel boyutta sürdürülebilirlik hedefleri ve politik boyutta düzenleyici çerçeveyle desteklendiğini göstermektedir. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025), 12. Kalkınma Planı (2024–2028) ve TRAI 2025 Startup Haritası birlikte analiz edildiğinde, Türkiye'nin YZ ekosisteminde hızla büyüyen bir girişim tabanı oluştuğu, ancak donanım bağımlılığı, bölgesel yoğunlaşma ve finansman zorluklarının aşılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla STEEP analizi, ekosistemin güçlü yönlerini pekiştirmek ve zayıf yönlerini gidermek için stratejik bir yol haritası sunmaktadır.

STEEP yaklaşımı, Türkiye'de YZ ekosistemini yalnızca mevcut durumun betimlenmesi düzeyinde değil, aynı zamanda ekosistemi ileriye taşıyan sosyo-teknolojik eğilimlerin yönü ve etkileri açısından analiz edilmek üzere kullanılmaktadır. STEEP çerçevesi, sosyal dinamikler ile teknolojik dönüşümü birlikte ele alarak (özellikle yetenek havuzu, dijital vatandaşlık, bölgesel yoğunlaşma ve yeni teknoloji dalgaları gibi) girişimcilik ekosistemlerinin evrimini hızlandıran veya yavaşlatan makro desenleri görünür kılmaktadır. Bu kapsamda, her bir boyut için (S-T-E-E-P) küresel eğilimler ile Türkiye'ye özgü göstergeler yan yana konumlandırılmış; söz konusu eğilimlerin YZ girişimcilik ekosistemi üzerinde doğuracağı başlıca etkiler (ölçeklenme kapasitesi, altyapı bağımlılıkları, finansman dinamikleri, sürdürülebilirlik yönelimi ve regülasyon/etik uyum) özetlenmiştir. Türkiye'de YZ ekosisteminin sosyo-teknolojik eğilimlere dayalı bütünleşik görünümü Tablo 14'te sunulmaktadır.

**Tablo 14.** STEEP Analizi ile Türkiye'de Yapay Zekâ Ekosisteminin Sosyo-Teknolojik Eğilimleri

| Boyut | Küresel Eğilimler | Türkiye Özelinde Durum | YZ Ekosistemi Üzerindeki Etkiler |
|---|---|---|---|
| **S (Sosyal)** | Ağ toplumunun yükselişi, sosyal medya kültürü, dijital vatandaşlık | 2025 itibarıyla 208 üniversite, 61'i İstanbul'da olmak üzere mekânsal yoğunlaşma; TRAI verilerine göre girişimlerin %65'i üç büyük şehirde. | Bölgesel eşitsizlikler, beyin göçü riski, genç nüfusun teknolojiye adaptasyon avantajı. |
| **T (Teknolojik)** | 4. Sanayi Devrimi, yapay zekâ, IoT, bulut bilişim ve kuantum teknolojileri | Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025) ile yapay zekâ uzmanı sayısının 50 bine çıkarılması hedeflenmiştir. 411 girişimin 20'si jeneratif YZ alanında yenidir. | Algoritma geliştirme ve veri işleme kapasiteleri güçlenirken, donanım bağımlılığı sürmektedir. |
| **E (Ekonomik)** | GVC entegrasyonu, dijital ekonominin yükselişi | Türkiye'de YZ girişimlerinin toplam yatırım hacmi 2024'te 250 milyon $'ı aşmıştır. 11. ve 12. Kalkınma Planları inovasyonu öncelikli alan olarak vurgulamaktadır. | Yatırım çekme potansiyeli artmakta, ancak erken aşama finansman eksikliği sürmektedir. |
| **E (Çevresel)** | Sürdürülebilirlik, yeşil teknolojiler, karbon nötr hedefler | 2025 Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi'nde çevresel sürdürülebilirlik doğrudan hedeflenmemiştir, ancak akıllı şehir ve enerji verimliliği uygulamaları desteklenmektedir. | YZ ekosisteminde yeşil yapay zekâ girişimleri sınırlı; sürdürülebilirlik odaklı inovasyonlar yeni fırsatlar sunmaktadır. |
| **P (Politik)** | Dijital regülasyonlar, veri güvenliği, etik tartışmalar | Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025) kapsamında "Yapay Zekâ Etik Kurulu" oluşturulmuştur. AB YZ Yasası ile uyum hedeflenmektedir. | Veri regülasyonu, etik standartlar ve kamu-özel iş birliği girişimlerin küresel entegrasyonunu kolaylaştıracaktır. |

STEEP analizi Türkiye'nin YZ girişimcilik ekosisteminde sosyo-teknolojik eğilimlerin küresel trendlerle büyük ölçüde uyumlu olduğunu, ancak bazı yapısal zorlukların sürdüğünü ortaya koymaktadır. Sosyal alanda beyin göçü ve bölgesel yoğunlaşma, teknolojik alanda donanım bağımlılığı ve inovasyon açığı, ekonomik alanda finansman eksiklikleri ve çevresel boyutta sınırlı stratejik odak zayıf yönler olarak öne çıkmaktadır. Buna karşın genç nüfusun dinamizmi, ulusal stratejinin kurumsal desteği ve hızla büyüyen girişim sayısı, ekosistemi küresel değer zincirlerinde daha güçlü konumlandırabilecek fırsatlar sunmaktadır.

## 4.2. Türkiye'deki Ekosistemin Nicel Bulguları ve Genel Olgunluk Analizi

Nicel bulguların ve Genel Olgunluk Analizi'nin (GOA) sunulduğu bu bölüm, araştırma probleminin dokümanlanan dijital kanıtlar üzerinden sayısallaştırılarak çözümlendiği çekirdek aşamayı oluşturmaktadır. Bir önceki alt bölümde SWOT, PESTEL ve benzeri araçlarla çerçevesi

çizilen makroekonomik, stratejik ve kurumsal dinamikler; bu bölümde 187 yapay zekâ girişimi örneklemi üzerinden web-kazıma (web-scraping) yöntemiyle üretilen ikili (VAR/YOK) göstergeler aracılığıyla ölçülebilir hale getirilmektedir. Böylece ekosisteme ilişkin "potansiyel" anlatısı, on boyutlu ve tekrarlanabilir bir ölçüm mimarisi içinde nesnel bir analiz diline dönüştürülmektedir.

Bu bölümde oluşturulan analiz yapısı, ekosistemin olgunluk düzeyini tekil örnekler veya seçilmiş anlatılar üzerinden değil; standardize edilmiş ölçütler üzerinden bütüncül biçimde görünür kılmayı hedeflemektedir. Hesaplanan GOA skoru, ekosistemin bazı boyutlarda belirli bir eşiği aştığını; buna karşılık kimi yönetişim ve etkileşim boyutlarında görece sınırlı birikim sergilediğini nedensellik iddiası kurmadan, bulguların dağılımı ve bant kompozisyonu üzerinden ortaya koymaktadır. Bu yönüyle bu bölüm, tezin "olgunluk" kavramsallaştırmasını ölçülebilir bir çerçeveye bağlayarak, sonraki tartışma ve sonuç bölümüne aktarılacak kanıta dayalı zemini inşa etmektedir.

Bölümün iç akışı, evrenin tespitinden analizin üretilmesine uzanan izlenebilir bir sıralama ile kurgulanmaktadır. İlk olarak nicel çalışma evreninin farklı kaynaklar üzerinden nasıl tanımlandığı, veri temizleme–tekilleştirme–doğrulama adımlarıyla 187 firmalık nihai örneklemin nasıl oluşturulduğu açıklanmaktadır. Ardından, on olgunluk göstergesinin her biri için firma-bazlı yaygınlık bulguları (VAR/YOK frekansları), oranlar ve belirsizlik aralıkları raporlanmakta; izleyen adımda göstergeler normalize edilerek ağırlıklandırma yaklaşımı üzerinden GOA hesaplanmaktadır. Son aşamada ise analiz sonuçları eşikleme mantığıyla sınıflandırılmakta ve kriterler arası bağlaşıklık (birlikte-görülme) analiziyle ekosistemde öne çıkan kombinasyon örüntüleri betimlenmektedir.

Nitel analizlerle makro sınırları çizilen ekosistemin nesnel ve tekrarlanabilir bir analizle sayısallaştırılabilmesi için, ölçüme dâhil edilecek girişimlerin salt pazarlama söylemlerinden (AI-washing) ayrıştırılarak resmî kayıtlar ve dijital kanıtlarla doğrulanması zorunlu görülmektedir. Bu doğrultuda, tezin nicel zemininin kurulabilmesi amacıyla bir sonraki alt başlıkta "Nicel Çalışma Evreninin Tanımlanması ve Girişimlerin Tespiti" süreci ele alınarak, analize veri sağlayacak aktif yapay zekâ firmalarının hangi filtreleme ve doğrulama adımlarından geçirilerek nihai örnekleme ulaşıldığı sistematik biçimde sunulmaktadır.

### 4.2.1. Nicel Çalışma Evreninin Tanımlanması ve Girişimlerin Tespiti

Bu başlık altında, nicel çalışma evrenine dâhil edilecek şirketlerin tespiti üç temel kaynak üzerinden yürütülmektedir. İlk olarak Yapay Zekâ Girişim Haritası (TRAI) üzerinden ekosistemde görünürlük kazanmış girişimler belirlenmekte, ardından teknopark firma katalogları aracılığıyla teknoloji geliştirme bölgelerinde faaliyet gösteren yapay zekâ odaklı işletmeler taranmakta, son olarak Merkezi Sicil Kayıt Sistemi (MERSİS) verileri üzerinden bu firmaların resmî kayıt durumları doğrulanmaktadır. Böylece çalışma evreni, farklı veri kaynaklarının birlikte kullanıldığı çok aşamalı bir şirket tespit süreciyle oluşturulmaktadır. Bu çerçevede yapay zekâ girişim haritasında yer alan şirketler ayrıca değerlendirilmektedir.

#### 4.2.1.1.Yapay Zekâ Girişim Haritasında (TRAI) Yer Alan Şirketler

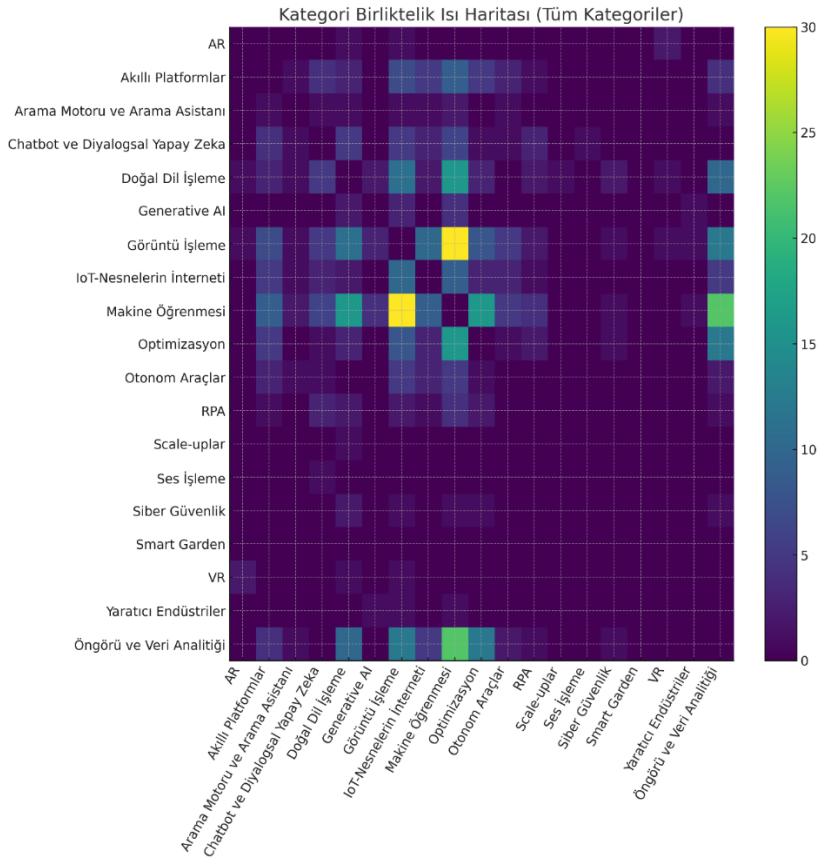
Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi Girişim Haritası (TRAI), 2017'den bu yana Türkiye'deki yapay zekâ ekosistemini ortak bir zeminde toplayan bir platform niteliği taşımaktadır. Bu kapsamda kurumsal web sayfalarına ait URL'ler öncelikle TRAI'nin girişim envanterinden türetilmiş, ardından kamuya açık dijital kaynaklarla çapraz doğrulanarak sistematik bir web kazıma (scraping) süreci için web sitelerinin bizzat ziyareti ve arama motorları üzerinden teyit edilerek elde edilmiştir. Veri temizleme, yinelemelerin ayıklanması ve içerik doğrulama aşamalarının ardından, Türkiye'de yapay

zekâ alanında 411 olarak beyan edilen firmalardan faaliyet gösteren 347'si tespit edilmiştir. Firmaların birden fazla alanda faaliyet gösterdiği TRAI platformundaki beyanlardan anlaşıldığından, ilgili kategoriler Tablo 15'te çoklu etiketleme mantığıyla sunulmaktadır. Dağılım, ekosistemin algısal yapay zekâ, çekirdek veri-öğrenme ve operasyonelleştirme eksenlerinde yoğunlaştığını göstermektedir. En yüksek paya sahip kategoriler olan Görüntü İşleme (%28,53), Makine Öğrenmesi (%25,65) ve Öngörü ve Veri Analitiği (%21,90), girişimlerin değer önerilerinin ağırlıkla veri temelli tanı/tespit, tahminleme ve karar destek senaryolarında toplandığını ortaya koymaktadır. Doğal Dil İşleme (%12,68), Generative AI (%12,10) ve Chatbot ve Diyalogsal Yapay Zekâ (%9,22) kategorileri, metin ve konuşma temelli etkileşimli sistemlerin hızla ticarileştiğini ve Generative AI'nın hızla yaygınlaşmasıyla birlikte içerik üretimi, müşteri iletişimi, yaratıcı tasarım ve çeşitli görevlerin otomasyonu gibi kullanım alanlarının ölçeklenebilirliğini göstermektedir (Soni, 2023, s. 134–136; BCC Publishing Staff, 2025). Bu görünüm, müşteri hizmetleri otomasyonu, içerik ve öneri sistemleri ile bilgi yönetimi çözümlerinde NLP, Chatbot ve Generative AI eşgörünümünün güçlendiğine işaret etmektedir. Optimizasyon (%8,36), IoT-Nesnelerin İnterneti (%7,20) ve Akıllı Platformlar (%6,92), veri toplama–işleme–karar döngüsünün üretim, lojistik, saha operasyonları ve enerji yönetimi gibi alanlarda uçtan uca kapatıldığını göstermekte; bu bileşenlerin birlikte görünmesi, "veri akışı → analitik/öğrenme → kısıt-tabanlı karar" zincirinin giderek kurumsallaştığını ortaya koymaktadır. Otonom Araçlar (%5,48) daha sınırlı paya sahip olmakla birlikte görüntü işleme ve sensör füzyonu temelli derin teknoloji kabiliyetlerinin vitrini niteliğindedir; ancak bu alan, regülasyon ve sermaye yoğunluğu nedeniyle erken aşama ve sınırlı ölçek koşullarında ilerlemektedir. RPA'nın (%3,75) görece düşük payı, süreç otomasyonunun Türkiye'de hâlen ERP/iş süreci yönetimi ya da özel geliştirmeler üzerinden yürütülmesi, RPA'nın ise kurumsal ölçekte daha seçili alanlarda nişleşmesiyle açıklanmaktadır. Arama Motoru ve Arama Asistanı (%2,31), AR (%0,58), VR (%0,58), Siber Güvenlik (%0,58), Yaratıcı Endüstriler (%0,29), Scale-up'lar (%0,29), Smart Garden (%0,29) ve Ses İşleme (%0,29) kategorilerinin uzun kuyrukta kalması ise pazar olgunluğu ile yetenek ve sermaye yoğunluğu dinamiklerini yansıtmaktadır. Bu durum, gelecek dönemde niş fakat yüksek katma değerli uzmanlaşma fırsatlarının söz konusu uzun kuyrukta yoğunlaştığını göstermektedir. Tablo 15'deki yüzdeler toplamı %100 eden kümülatif bir pazar payını değil, ilgili kategorinin 347 firma içindeki görülme sıklığını ifade etmekte; dolayısıyla pazar payını değil, ekosistemde görünür yetkinlik yoğunluğunu ve ürün portföyü çeşitliliğini yansıtmaktadır.

**Tablo 15.** Çoklu Etiketleme Perspektifinde Yapay Zekâ Girişim Haritası Kategori Tablosu

| Kategori | Firma Sayısı | Kategoriye Giren Firma Oranı (%) |
|---|---|---|
| **Görüntü İşleme** | 99 | 28,53 |
| **Makine Öğrenmesi** | 89 | 25,65 |
| **Öngörü ve Veri Analitiği** | 76 | 21,9 |
| **Doğal Dil İşleme** | 44 | 12,68 |
| **Generative AI** | 42 | 12,1 |
| **Chatbot ve Diyalogsal Yapay Zekâ** | 32 | 9,22 |
| **Optimizasyon** | 29 | 8,36 |
| **IoT-Nesnelerin İnterneti** | 25 | 7,2 |
| **Akıllı Platformlar** | 24 | 6,92 |
| **Otonom Araçlar** | 19 | 5,48 |
| **RPA (Robotik Süreç Otomasyonu)** | 13 | 3,75 |
| **Arama Motoru ve Arama Asistanı** | 8 | 2,31 |
| **AR (Artırılmış Gerçeklik)** | 2 | 0,58 |
| **VR (Sanal Gerçeklik)** | 2 | 0,58 |
| **Siber Güvenlik** | 2 | 0,58 |
| **Yaratıcı Endüstriler** | 1 | 0,29 |
| **Scale-uplar** | 1 | 0,29 |
| **Smart Garden** | 1 | 0,29 |
| **Ses İşleme** | 1 | 0,29 |

Otonom Araçlar, Siber Güvenlik ve Yaratıcı Endüstriler gibi uygulama dikeyleri ile firma evresini gösteren scale-up etiketi, bu tablonun tek düzlemli bir taksonomi değil; ekosistemde öne çıkan görünür sınıflandırma etiketlerinin çoklu etiketleme mantığıyla bir araya getirildiği betimleyici bir harita olduğunu göstermektedir. TRAI envanterinden türetilen 347 girişime ait kategori verileri üzerinde gerçekleştirilen birlikte-görülme analizi, teknolojik alt dikeylerin hangi kombinasyonlar etrafında kümelendiğini ortaya koymaktadır. Firma–kategori ikili matrisinden türetilen kategori–kategori birlikte-görülme matrisi, ortak kategori etiketlerini paylaşan girişimlerin yoğunlaştığı kesişimleri nicel olarak göstermekte; sonuçlar, Görüntü İşleme, Makine Öğrenmesi ve Öngörü/Veri Analitiği üçlüsünün ekosistemin çekirdek eksenini oluşturduğunu, bu eksenin Doğal Dil İşleme ve Generative AI ile güçlü bir eşgörünüm sergileyerek algısal ve üretken model temelli uygulamalarda tamamlayıcı bir yapı ürettiğini ortaya koymaktadır. Benzer biçimde, Chatbot/Diyalogsal Yapay Zekâ etiketi Doğal Dil İşleme ile yakın bağ kurarken, müşteri hizmetleri ve süreç otomasyonu senaryoları nedeniyle Öngörü/Veri Analitiği ile de kesişmektedir. IoT–Nesnelerin İnterneti ile Optimizasyon kategorilerinin birlikte görünmesi ise akıllı üretim, tedarik ve saha operasyonlarında veri akışı ile karar desteği bileşenlerinin eş tasarlandığını göstermektedir. Akıllı Platformlar etiketinin Makine Öğrenmesi, Görüntü İşleme, Doğal Dil İşleme ve Analitik gibi çekirdek kümelerle birlikte konumlanması, platformlaştırma ve modüler bileşenleşme eğilimine işaret etmektedir. Bu çerçevede yüksek yoğunluklu eşgörünüm bölgeleri ekosistemde birlikte paketlenen ticarileşmiş çözüm kombinasyonlarını, düşük yoğunluklu ve ayrık bölgeler ise uzmanlaşma ve niş fırsat alanlarını göstermektedir. Şekil 7'de bu yapıyı görselleştirerek, çekirdek kümeler ile platform katmanı arasındaki bağları destekleyici bir kanıt düzlemi sunmaktadır.




**Şekil 7.** Kategori Birliktelik Isı Haritası

Girişimlerin sahip olduğu bu teknolojik yetkinlik yoğunlukları ve platformlaşma eğilimleri üzerinden ekosistemin "ne ürettiği" netleştirildikten sonra; bu yüksek katma değerli üretimi barındıran, besleyen ve fiziksel olarak kümelenmesini sağlayan mekânsal-kurumsal altyapının incelenmesi zorunludur. Bu doğrultuda; girişimlerin coğrafi olarak nerelerde yoğunlaştığını ve Ar-Ge faaliyetlerinin hangi bölgesel yenilik merkezleri etrafında katmanlaştığını çözümleyen Teknopark Firma Katalogları bulgularına geçilmektedir.

### 4.2.1.2.Teknopark Firma Kataloglarındaki Şirketler

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının 2025 yılı Ağustos–Aralık dönemi verileri esas alınarak belirlenen 113 Teknoloji Geliştirme Bölgesinin kamuya açık web sitelerinde, “Yapay Zekâ” ve “Yapay Zekâ Şirketi” kavramlarına dayalı şirket tespiti; web scraping (kazıma), doğrudan web sitesi incelemesi ve arama motorları aracılığıyla yürütülen çapraz doğrulama süreçleriyle gerçekleştirilmiş ve bu süreç sonunda toplam 201 firma belirlenmiştir. Elde edilen veriler daha nitelikli ve kapsamlı bir çerçevede değerlendirilebilmesi amacıyla işlenmiş; bu doğrultuda teknopark satırları illerle eşleştirilmiş ve il toplamları hesaplanmıştır. Buna göre İstanbul 48, Kocaeli 44 ve İzmir 24 olarak belirlenmiştir. Ardından il toplamlarından oluşan tek değişkenli vektör X = {“il-toplamları”} üzerinde k-means kümeleme uygulanmış; k=3 hipotezi, bölgesel politika bağlamında yüksek–orta–düşük yoğunluk katmanlarını, başka bir ifadeyle çekirdek–gelişen–erken aşama düzeylerini ayırt edebilmek için seçilmiştir. Model çıktısında k-means merkezleri artan sırayla yaklaşık [2.16, 17.00, 46.00] olarak elde edilmiş; en büyük merkez değeri yaklaşık 46 olduğundan bu kümeye atanan İstanbul (48) ve Kocaeli (44) çekirdek küme olarak tanımlanmıştır. Diğer iller de değer düzeylerine

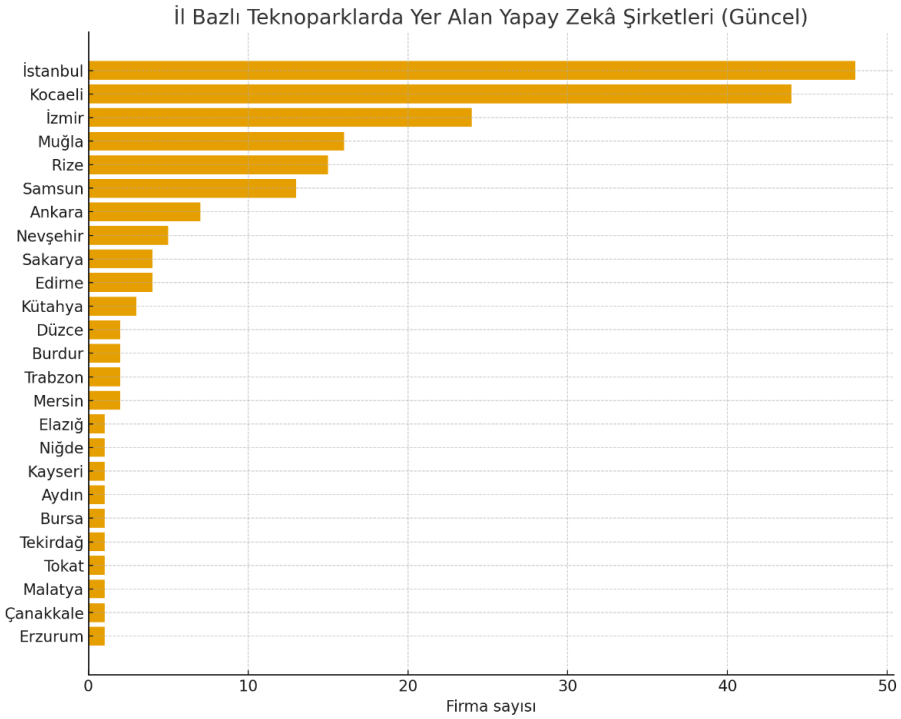
göre gelişen ve erken aşama kümelerine ayrılmıştır. İç geçerlik değerlendirmesinde aynı veri üzerinde k=2, k=3 ve k=4 için indeksler hesaplanmış; yorumlanabilirlik ve ayrışma dengesi nedeniyle k=3 çözümü tercih edilmiştir. Silhouette değerleri k=2 için 0,806, k=3 için 0,833 ve k=4 için 0,804; Calinski–Harabasz değerleri ise sırasıyla 92,72, 325,33 ve 421,52 olarak hesaplanmıştır. CH değeri k arttıkça genellikle yükseldiğinden, Silhouette'in tepe yaptığı k=3 çözümü ayrışma ve yorumlanabilirlik bakımından daha dengeli kabul edilmiştir. Buna göre k-means (k=3) sonucunda İstanbul ve Kocaeli çekirdek küme, orta merkez olan yaklaşık 17 etrafında toplanan iller ise gelişen küme olarak belirlenmiştir. Karar sınırları merkezlerin orta noktaları esas alınarak erken–gelişen için (2.16 + 17.00) / 2 ≈ 9.58, gelişen–çekirdek için ise (17.00 + 46.00) / 2 = 31.50 olarak saptanmıştır. Dolayısıyla [9.58, 31.50) aralığında kalan İzmir (24), Muğla (16), Rize (15) ve Samsun (13) gelişen kümeye atanmış; bu illerin orta merkeze uzaklıkları sırasıyla 7.0, 1.0, 2.0 ve 4.0, alt ve üst sınırlara mesafeleri ise İzmir için 14.42 ve 7.50, Muğla için 6.42 ve 15.50, Rize için 5.42 ve 16.50, Samsun için 3.42 ve 18.50 olarak hesaplanmıştır. Böylece bu dört ilin orta merkez etrafında kohezyon gösterdiği ve karar sınırlarına göre gelişen sınıfta yer aldığı ortaya konmuştur. Erken aşama kümesi de aynı k-means (k=3) uygulaması üzerinden, $c_1 < c_2 < c_3$ merkezleri ve Voronoi orta noktaları esas alınarak tanımlanmış; atama kuralı erken için $x_i < 9.58$, gelişen için $9.58 \leq x_i < 31.50$ ve çekirdek için $x_i \geq 31.50$ biçiminde kurulmuştur. Buna göre erken aşama kümesine düşen iller Ankara (7), Nevşehir (5), Sakarya (4), Edirne (4), Kütahya (3), Burdur (2), Düzce (2), Trabzon (2), Mersin (2), Aydın (1), Bursa (1), Kayseri (1), Tekirdağ (1), Tokat (1), Malatya (1), Çanakkale (1), Elazığ (1), Erzurum (1) ve Niğde (1) olmuştur. Nihayetinde teknopark firma kataloglarından elde edilen veriler, il düzeyinde yapay zekâ odaklı firma yoğunluğunu görünür kılmak ve bölgesel ekosistem katmanlaşmasını nesnel biçimde sınıflandırmak amacıyla analiz edilmiş; teknopark kayıtları il bazında birleştirilerek oluşturulan yoğunluk vektörü üzerinde uygulanan k-means (k=3) kümeleme ile iller çekirdek, gelişen ve erken aşama olmak üzere üç yoğunluk bandında sınıflandırılmıştır. Böylece Türkiye'de teknopark temelli yapay zekâ girişimciliğinin hangi illerde kümelendiği ve hangi bölgelerde daha erken aşamada seyrettiği karşılaştırılabilir bir çerçevede ortaya konmuş; illere göre teknokent firmalarının dağılımı ve küme atamaları Tablo 16'da sunulmuştur.

**Tablo 16.** İl Bazında Teknokent Kaynaklı Yapay Zekâ Firmalarının Dağılımı ve K-Means Küme Atamaları

| İl | Bulunan Firma Sayısı | Küme |
|---|---|---|
| **İstanbul** | 48 | Çekirdek Küme |
| **Kocaeli** | 44 | Çekirdek Küme |
| **İzmir** | 24 | Gelişen Küme |
| **Muğla** | 16 | Gelişen Küme |
| **Rize** | 15 | Gelişen Küme |
| **Samsun** | 13 | Gelişen Küme |
| **Ankara** | 7 | Erken Aşama Küme |
| **Nevşehir** | 5 | Erken Aşama Küme |
| **Sakarya** | 4 | Erken Aşama Küme |
| **Edirne** | 4 | Erken Aşama Küme |
| **Kütahya** | 3 | Erken Aşama Küme |
| **Düzce** | 2 | Erken Aşama Küme |
| **Burdur** | 2 | Erken Aşama Küme |
| **Trabzon** | 2 | Erken Aşama Küme |
| **Mersin** | 2 | Erken Aşama Küme |

| | | |
|---|---|---|
| **Niğde** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Kayseri** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Aydın** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Bursa** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Tekirdağ** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Tokat** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Malatya** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Çanakkale** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Elazığ** | 1 | Erken Aşama Küme |
| **Erzurum** | 1 | Erken Aşama Küme |

Şekil 8, teknoparklarda yer alan yapay zekâ şirketlerinin belirli illerde yoğun biçimde kümelendiğini göstermektedir. İstanbul (48) ve Kocaeli (44) açık ara öne çıkmakta; bu iki il, teknopark temelli yapay zekâ girişimciliğinin çekirdek merkezleri olarak görünmektedir. İzmir (24) ikinci kademe bir yoğunluk sergilerken, Muğla, Rize ve Samsun orta düzeyde bir birikime sahiptir. Buna karşılık geri kalan illerde firma sayısının çoğunlukla tek haneli ve düşük düzeyde kalması, yapay zekâ odaklı teknopark ekosisteminin Türkiye genelinde dengesiz ve merkezileşmiş bir mekânsal dağılım gösterdiğine işaret etmektedir.




**Şekil 8.** İl Bazlı Teknoparklarda Yer Alan Yapay Zekâ Şirketleri (Ağustos-Aralık 2025 Yılı)

Girişimlerin teknoloji geliştirme bölgelerindeki bu fiziksel ve kurumsal konumlanışları haritalandırıldıktan sonra, analize dâhil edilecek firmaların hukuki geçerliliklerinin, aktif ticari statülerinin ve merkez tüzel kişiliklerinin resmî olarak doğrulanması bilimsel bir zorunluluktur. Bu doğrultuda; tespit edilen girişimlerin salt dijital birer beyan olmaktan çıkarılıp devletin resmî sicil kayıtları üzerinden filtrelenerek tezin olgusal güvenilirliğini güvence altına alan Merkezi Sicil Kayıt Sistemi (MERSİS) Veri Tabanına İlişkin Bulgular ele alınmaktadır.

#### 4.2.1.3.Merkezi Sicil Kayıt Sistemi (MERSİS) Veri Tabanında Yer Alan Şirketler

TRAI, Türkiye'de yapay zekâ ekosistemini görünür kılan ve girişimleri beyan esaslı olarak bir araya getiren bir haritalama platformu niteliği taşımaktadır. Bu nedenle TRAI verileri, araştırmada başlangıç evreninin oluşturulmasında temel bir kaynak işlevi görmüş; ancak nihai doğrulama için tek başına yeterli kabul edilmemiştir. Nitekim TRAI'de beyan edilen 411 firma içerisinden faaliyet durumu ve kurumsal dijital izleri doğrulanabilen 347 şirket tespit edilmiş, teknopark firma kataloglarında ulaşılan 201 şirket ise yapay zekâ alanında faaliyet gösteren her firmanın bir Teknoloji Geliştirme Bölgesinde yer almaması nedeniyle evrenin tamamını değil, yalnızca teknoparklarda görünür olan alt kümeyi yansıtmıştır. Bu farklı kaynaklardan elde edilen şirket listeleri daha sonra birleştirilmiş, yinelemeler ayıklanmış ve son aşamada T.C. Ticaret Bakanlığı MERSİS (Merkezi Sicil Kayıt Sistemi) üzerinden "Yapay Zekâ Şirketi" unvanına göre gerçekleştirilen sorgu sonuçlarıyla karşılaştırılarak 439 firma kaydı ile eşleştirilmiştir. Ancak bu kayıtlar arasından pasif statüde bulunan tasfiye hâlindeki 9 firma ile terkin edilmiş 46 firma çıkarılmış; ayrıca aynı şirketin birden fazla kayıtla temsil edilmesini önlemek ve analizi şube bazında değil şirket merkezi bazında standardize etmek amacıyla aktif şirketlere ait 30 şube kaydı dışlanmıştır. Böylece resmî ticaret unvanları temelinde doğrulanan ve örneklem çerçevesine dâhil edilen firma sayısı 354 olarak kesinleştirilmiştir. Evren büyüklüğü N=354 olan bu popülasyonda, oran temelli göstergelerin belirli hata payı ve güven düzeyiyle temsil edilebilir bir örneklem hacmi üzerinden değerlendirilebilmesi amacıyla örneklem büyüklüğü Cochran yöntemiyle hesaplanmıştır (Cochran, 1954, s. 418-420). Bu kapsamda, başlangıç örneklem büyüklüğü;

$$n_0 = \frac{Z^2 p(1-p)}{e^2}$$

formülüyle belirlenmiş; %95 güven düzeyi için Z=1.96, hata payı için e=0.05, varyansı maksimize eden varsayım olarak p=0.5 ve q=0.5 esas alındığında ve araştırma evreni sonlu olduğundan, bu başlangıç değeri sonlu anakütle düzeltmesiyle;

$$n_0 = \frac{Z^2 p(1-p)}{e^2} = \frac{1.96^2 \times 0.25}{0.05^2} = \frac{3.8416 \times 0.25}{0.0025} = 384.16$$

formülü üzerinden yeniden hesaplanmış; N=354 ve $n_0$ =384.16 değerleri yerine konulduğunda;

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} = \frac{384.16}{1 + \frac{383.16}{354}} = \frac{384.16}{2.0827} \approx 184.48$$

sonucu bulunmuş ve bu değer yuvarlanarak 185 olarak kabul edilmiştir. MERSİS doğrulaması sonucunda aktif ve analize uygun 354 firmadan 187'sinin erişilebilir web sitesine sahip olduğu görülmüş ve nihai analizler bu 187 firma üzerinden yürütülmüştür. Böylece n=187'lik fiilî örneklemin, %95 güven düzeyi ve ±%5 hata payı için hesaplanan teorik eşik değeri karşıladığı teyit edilmiştir. Bununla birlikte araştırmada erişilebilir web sitesi şartına bağlı kasti örnekleme

kullanıldığından, Cochran yöntemiyle elde edilen bu değer istatistiksel bir genellemeden çok, ulaşılan veri setinin hacimsel yeterliliğini gösteren teorik bir referans olarak değerlendirilmiştir.

Farklı platformlardan (TRAI, teknoparklar) derlenen ve MERSİS üzerinden yasal geçerliliği kanıtlanan bu geniş veri setinin bilimsel bir ölçüme dönüştürülebilmesi için; mükerrer kayıtların ayıklanması, şube-merkez karmaşasının giderilmesi ve kurumsal dijital izlerin (web erişilebilirliği) standartlaştırılmasının teyidi doğrultusunda; elde edilen ham verileri nesnel bir analiz hesaplamasına hazır, temiz ve tekilleştirilmiş bir analitik evrene dönüştüren veri temizleme, birleştirme ve doğrulama aşaması ile ele alınmaktadır.

### 4.2.2. Veri Temizleme, Birleştirme ve Doğrulama

Bu bölümde, TRAI girişim listesi ile saha taraması sonucunda tespit edilen kurumsal web siteleri, MERSİS sorgulaması üzerinden doğrulanarak tekilleştirilmiş ve merkez esaslı konsolidasyon yoluyla analize elverişli evren oluşturulmuştur. Çalışmada sektör kırılımı üretilmemiş; doğrulama ve tekilleştirme işlemleri, kurumsal kimlik alanları, özellikle MERSİS kaydı ve web alanı kanıtı temelinde yürütülmüştür. Bu kapsamda her girişimin kurumsal alan adı kanonikleştirilmiş; protokol ve "www" uzantıları kaldırılmış, tüm adresler küçük harfe dönüştürülmüş ve MERSİS numarası resmî kayıt üzerinden teyit edilmiştir. Eşleştirme hiyerarşisi, MERSİS numarasını 16 haneli kesin anahtar, vergi numarasını 10 haneli ikincil anahtar ve kanonik alan adını yardımcı anahtar olarak esas alacak biçimde kurulmuş; böylece mükerrer kayıtlar birleştirilmiş ve tekrarlar ortadan kaldırılmıştır. Şubesi bulunan firmalarda analiz birimi merkez tüzel kişilik olarak sabitlenmiş, aynı tüzel kişiliğe bağlı şube kayıtları merkez altında konsolide edilerek firma sayımı şube çoğaltımından kaynaklanabilecek yanlılıktan arındırılmıştır. Alan standardizasyonu kapsamında unvanlar büyük harfe çevrilmiş, şirket unvanları açık ve tek biçeme dönüştürülmüş, il adları kontrollü sözlükle normalize edilmiş, parasal alanlar TL cinsinden numerik forma ve tarihler ISO 8601 biçimine aktarılmıştır. Kayıt tutma için asgari koşul {Unvan + Şehir + (MERSİS ∨ Vergi No ∨ Web)} olarak tanımlanmış; bu koşulu karşılamayan kayıtlar kapsam dışına alınarak hata günlüğünde işaretlenmiştir. Ayrıca web siteleri bulunamayan ya da çalışmayan firmalar sistematik olarak elenmiş; erişilebilirlik yalnızca anlık kontrolle değil, dönemsel denetim ve uzun süreli kesinti şüphesi taşıyan alan adları için Wayback Machine üzerinden yayın sürekliliği ve son görünürlük izi incelenerek değerlendirilmiştir. Arşiv kayıtlarında uzun süre güncellenmediği veya erişimin kalıcı biçimde kesildiği doğrulanan alan adlarına ait firma kayıtları, kurumsal varlık ve faaliyet izinin sürdürülemezliği gerekçesiyle analitik evrenden çıkarılmıştır. Bu doğrulama ve temizleme sürecinin sonunda erişilebilir ve analize uygun 187 firmanın kaydı yeniden teyit edilmiş; böylece nihai analiz evreni tekilleştirilmiş, standardize edilmiş ve doğrulanmış veri seti üzerinden kesinleştirilmiştir. Süreç sonunda tekilleştirilmiş ana tablo, duplikasyon ve hata günlüğü ile alan sözlüğü üretilmiş; güncel tabloda MERSİS bazında tam tekillik ve kanonik web alanları düzeyinde standardizasyon sağlanmıştır.

Ham verilerin bilimsel bir ölçüme elverişli, temiz ve tekilleştirilmiş bir veri setine dönüştürülmesinin ardından; bu sağlam zemin üzerinde analize dâhil edilecek aktörlerin temel yapısal karakterini anlamlandırmak zorunludur. Bu doğrultuda; doğrulanmış 187 girişimin mekânsal yığılmalarını, sermaye yoğunlaşmalarını ve kurumsal örgütlenme biçimlerini bütüncül bir profille ortaya koyan Nihai Örneklem bulgularına geçilmektedir.

### 4.2.3. Nihai Örneklem ve Yapısı

Çalışmanın nihai örneklemi 187 firmadan oluşmaktadır. Analiz birimi merkez tüzel kişilik olarak tanımlandığından, şubesi bulunan firmalara ait kayıtlar merkez altında ele alınmıştır. Bu çerçevede 11 firmanın teknoparklarda en az bir şubeyle temsil edildiği tespit edilmiştir. Bunun yanında 14 firmanın TRAI ekosistemi içinde yer almasına karşın ticari unvanlarında "Yapay Zekâ" ibaresinin çoğunlukla yer almadığı görülmüştür. Nihai örnekleme ilişkin yapısal dağılımlar ve tanımlayıcı bilgiler Tablo 17'de sunulmaktadır. İl kırılımı, örneklemin belirgin biçimde merkezîleştiğini göstermektedir. İstanbul, Ankara ve İzmir birlikte toplam firma sayısının %84,49'unu (92; 44; 22) ve toplam sermaye stokunun %96,36'sını oluşturmaktadır. Türkiye geneli toplam sermaye tutarı 535.198.546,48 TL iken, bu üç ilin toplam sermayesi 515.728.516,48 TL'ye ulaşmaktadır. İl bazında en yüksek yoğunlaşma İstanbul'da görülmekte; İstanbul tek başına toplam firmaların %49,19'unu ve toplam sermayenin %89,11'ini barındırmaktadır. Ankara %23,52 firma payı ve %5,02 sermaye payı ile ikinci, İzmir ise %11,76 firma payı ve %2,23 sermaye payı ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu görünüm, yapay zekâ şirketlerinin hem firma sayısı hem de sermaye birikimi bakımından sınırlı sayıdaki büyükşehirde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.

**Tablo 17.** Türkiye'deki Yapay Zekâ Şirketlerinin İl ve Sermaye Dağılımları

| Şehir | Şirket Sayısı | Toplam Şirket Payı (%) | En Fazla Görülen Şirket Türü | Toplam Sermaye Miktarı (Tl) | Toplam Sermaye Payı (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **İstanbul** | 92 | %49,19 | Pay Sahibi Sayısı Birden Fazla Anonim Şirket | 476.906.565,48 | %89,11 |
| **Ankara** | 44 | %23,52 | Pay Sahibi Sayısı Birden Fazla Anonim Şirket | 26.873.173,00 | %5,02 |
| **İzmir** | 22 | %11,76 | Pay Sahibi Sayısı Birden Fazla Anonim Şirket | 11.948.778,00 | %2,23 |
| **3 İlin Toplam Şirket Sayısı** | 158 | %84,49 | 3 İlin Toplam Sermaye Miktarı | 515.728.516,48 | %96,36 |
| **Türkiye Toplamı** | 187 | %100 | - | 535.198.546,48 | 100 |

Tablo 17, firma sayısı ile sermaye birikiminin mekânsal dağılımında merkezî yoğunlaşma–çevresel seyreklik ikiliğinin belirginleştiğini göstermektedir. İstanbul, Ankara ve İzmir, firma sayısının %84,49'unu (92; 44; 22) oluştururken toplam sermayenin %96,36'sını (476.906.565,48; 26.873.173,00; 11.948.778,00 TL) toplamaktadır; bu durum firma başına sermayenin metropol lehine sağa çarpık dağıldığını ortaya koymaktadır. Bu yoğunlaşmanın düzeyini tek bir özet gösterge üzerinden nesnel, karşılaştırılabilir ve nicel olarak ortaya koyabilmek amacıyla Herfindahl–Hirschman Endeksi (HHI) kullanılmıştır. HHI'nin tercih edilme nedeni, hem il bazındaki sermaye paylarının hem de firma sayısı paylarının toplam dağılım içindeki yığılma derecesini kareli paylar üzerinden duyarlı biçimde ölçmesi ve böylece yoğunlaşmanın yalnızca betimsel olarak değil, sayısal olarak da karşılaştırılabilmesini sağlamasıdır. Bu çerçevede her il için sermaye payı, il toplam sermayesinin Türkiye toplamına bölünmesiyle;

$$\left(s_i = \frac{S_i}{535.198.546{,}48}\right)$$

hesaplanmış, endeks ise bu payların kareleri toplamı;

$$\left(HHI = \sum s_i^2\right)$$

üzerinden elde edilmiştir. Buna göre İstanbul için 0,8911, Ankara için 0,0502 ve İzmir için 0,0223 sermaye payları esas alınarak;

$$\text{HHI} = 0{,}8911^2 + 0{,}0502^2 + 0{,}0223^2 \approx 0{,}7971$$

HHI≈0,7971, 10.000'lik ölçekte ise yaklaşık 7.971 bulunmuştur. Kalan %3,64'lük payın çok sayıda ile dağılması dikkate alındığında, tüm iller dâhil toplam değerin de yaklaşık 0,797–0,798 aralığında kaldığı görülmektedir. Aynı yöntem firma sayısı paylarına uygulandığında İstanbul 0,4919, Ankara 0,2352 ve İzmir 0,1176 üzerinden HHI≈0,311, yani yaklaşık 3.111 elde edilmiştir. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, sermaye birikiminin firma sayısına kıyasla çok daha yüksek bir merkezî yoğunlaşma sergilediği anlaşılmaktadır. HHI değerlerinin 1'e yaklaşması yüksek yoğunlaşmaya, 0'a yaklaşması ise daha dengeli yapılara işaret ettiğinden, elde edilen sonuç Türkiye'de yapay zekâ sermayesinin az sayıda ilde, özellikle de tek bir metropolde yoğunlaştığını açık biçimde göstermektedir. Hukukî yapı bakımından "Pay Sahibi Sayısı Birden Fazla Anonim Şirket" tipinin en sık görülen şirket türü olması, ekosistemde kurumsal yönetişim, resmî raporlama disiplini ve sermaye mobilizasyonu kapasitesinin ağırlık kazandığını göstermektedir. Bu yapı, dijital ve derin teknoloji firmalarında sık görülen yüksek sabit maliyet–yüksek ölçeklenebilirlik ikilisiyle uyumludur. İstanbul'un sermaye yoğunluğu bakımından belirgin üstünlüğü de girişim sermayesi ve kurumsal fonların coğrafi yığılması, nitelikli iş gücü havuzları, tedarikçi–müşteri yakınlığı ve küme dışsallıklarıyla uyumlu bir görünüm sunmaktadır.

Tablo 18, şirket türü dağılımı bakımından ekosistemde kurumsallaşma ve ölçeklenme eğiliminin güçlü olduğunu göstermektedir. Anonim şirketlerin %63,64'lük paya ulaşması, daha yüksek kurumsal yönetişim kapasitesi, sermaye toplama esnekliği ve büyüme odaklı yapılanmanın belirginleştiğine işaret etmektedir. Özellikle birden fazla pay sahipli anonim şirketlerin %39,04 ile en büyük dilimi oluşturması, ortaklı yapıya ve kurumsal karar süreçlerine yatkınlığın öne çıktığını göstermektedir. Buna karşılık tek pay sahipli anonim şirketlerin %24,60'lık payı, ölçeklenme hedefini korurken karar alma hızını sürdürmek isteyen kurucu ağırlıklı şirket modelinin de dikkate değer bir yer tuttuğunu ortaya koymaktadır. Limited şirketlerin toplam %34,76'lık payı ise mali ve idarî yükleri görece sınırlı tutan esnek KOBİ yapılarının yaygınlığını göstermektedir. Ancak limited şirketler içinde tek ortaklı yapıların 44 firma ile çok ortaklı yapılardan 21 firmaya göre belirgin biçimde üstün olması, erken ve orta aşama girişimlerde kontrol ve hız tercihini düşündürmektedir. Gerçek kişiye ait ticari işletmelerin yalnızca %1,60 düzeyinde kalması, ekosistemin şahıs işletmesi ölçeğinden uzaklaşarak daha resmî ve sermaye temelli şirketleşme yönünde evrildiğini desteklemektedir. İç dağılım da bu eğilimi pekiştirmektedir. Anonim şirketlerde çok paylı/tek paylı oranının yaklaşık 1,59 olması kurumsal ortaklık modelinin daha baskın olduğunu, limited şirketlerde çok ortaklı/tek ortaklı oranının yaklaşık 0,48 düzeyinde kalması ise tek ortaklı limited yapının açık biçimde önde olduğunu göstermektedir.

**Tablo 18**. Türkiye'deki Yapay Zekâ Firmalarının Şirket Türü

| Üst Kategori | Alt Tür | Firma sayısı | Yüzde (%) |
|---|---|---|---|
| **Anonim Şirket (A.Ş.)** | Toplam A.Ş. | 119 | 63,64 |
| | Pay Sahibi Sayısı Birden Fazla A.Ş. | 73 | 39,04 |
| | Tek Pay Sahipli A.Ş. | 46 | 24,6 |
| **Limited Şirket (Ltd.)** | Toplam Ltd. | 65 | 34,76 |
| | Tek Ortaklı Ltd. | 44 | 23,53 |
| | Birden Fazla Ortaklı Ltd. | 21 | 11,23 |
| **Gerçek kişiye ait ticari işletme** | Toplam Gerçek Kişiye Ait Ticari İşletme | 3 | 1,6 |
| **Genel Toplam (n=187)** | | 187 | 100 |

Ekosistemi temsil eden doğrulanmış 187 girişimin mekânsal, sermaye ve hukuki sınırları bu şekilde çizildikten sonra; bu aktörlerin stratejik yönetişim, teknolojik entegrasyon, iş birliği, etik uyum ve ticarileşme kapasitelerini fiilen ne ölçüde kurumsallaştırdıklarını nesnel olarak ölçmek için nitel makro analizlerle çerçevesi çizilen on boyutlu değerlendirme setinin firma dijital izleri üzerinden sayısallaştırıldığı ve ekosistemin gerçek kurumsal kapasitesinin ölçüldüğü olgunluk göstergelerine ilişkin bulgular başlığına geçilmektedir.

### 4.2.4. Olgunluk Göstergelerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Bu başlık altında, Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosistemini temsil eden 187 firma üzerinden web scraping yöntemiyle elde edilen on boyutlu olgunluk göstergesine ilişkin nicel bulgular sunulmakta ve bu bulgular literatür çerçevesinde değerlendirilmektedir. Ortaya konulan istatistiksel veriler, tezin izleyen bölümlerinde ele alınan betimsel hipotezlerin değerlendirilmesine ve araştırma sorularının yanıtlanmasına yönelik nesnel, tekrarlanabilir ve analitik bir kanıt zemini oluşturmaktadır. Bu kapsamda her bir olgunluk boyutu, yalnızca frekans ve oran dağılımları bakımından ve bu dağılımların ekosistemin yapısal özellikleri, kurumsal kapasitesi ve teknolojik derinliği içindeki anlamı bakımından da değerlendirmektedir.

Alt başlıklardaki ayrıntılı tartışmalara geçilmeden önce, ölçüm belirsizliğini görünür kılmak ve bulguların istatistiksel güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla her bir kritere ait örneklem oranları için %95 güvenirlik aralıkları hesaplanmıştır. Örneklem oranı, ilgili kriteri taşıyan firma sayısının (VAR) toplam örneklem büyüklüğüne (n=187) bölünmesiyle elde edilmiştir. Güven aralığı hesaplamalarında birincil yöntem olarak Wilson (skor) yaklaşımı tercih edilmiştir. Bu tercihin temel gerekçesi, Wilson yönteminin özellikle küçük ve orta büyüklükteki örneklemlerde ve uç oran değerlerinde daha dengeli, asimetrik ve [0,1] bandı içinde kararlı sınırlar üretmesidir (Wilson, 1991, s. 12, 20). Buna karşılık klasik Wald aralığı, simetrik yapısı nedeniyle düşük veya yüksek oranlarda kapsama performansı bakımından daha zayıf kalabilmektedir (Wang, Wang, & Yang, 2023, s. 1). Bununla birlikte, karşılaştırmalı bir referans sunmak ve sağlamlık denetimi yapmak amacıyla Wald aralıkları da ek olarak hesaplanmış ve tabloya dâhil edilmiştir.

Her bir olgunluk kriteri için gözlenen frekans (VAR), örneklem oranı ($\hat{p}$) ve %95 güvenirlik aralıkları birlikte raporlanmaktadır. Böylece kriterlerin ekosistem düzeyindeki yaygınlığı nokta tahminleri üzerinden ve aynı zamanda örneklem belirsizliğini yansıtan alt ve üst sınırlar üzerinden de değerlendirilebilmektedir. Wilson aralığının birincil referans, Wald aralığının ise karşılaştırmalı kontrol ölçütü olarak aynı tabloda sunulması, bulguların şeffaflığını ve yorumlanabilirliğini

güçlendirmektedir. Olgunluk kriterlerine ilişkin frekans, oran tahminleri ve güvenirlik aralıklarının bütünleşik görünümü Tablo 19'da sunulmaktadır.

**Tablo 19.** Olgunluk Kriterleri İçin Frekans, Oran Tahminleri ve Güvenirlik Aralıkları (n = 187)

| Kriter | VAR | n | p̂ (%) | Wilson Alt (%) | Wilson Üst (%) | Wald Alt (%) | Wald Üst (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dijital Teknoloji Entegrasyonu** | 132 | 187 | 70,59 | 63,7 | 76,65 | 64,06 | 77,12 |
| **Strateji ve Liderlik** | 104 | 187 | 55,61 | 48,45 | 62,55 | 48,49 | 62,74 |
| **Süreç Standardizasyonu** | 101 | 187 | 54,01 | 46,86 | 61 | 46,87 | 61,15 |
| **Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması)** | 90 | 187 | 48,13 | 41,08 | 55,26 | 40,97 | 55,29 |
| **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | 70 | 187 | 37,43 | 30,82 | 44,56 | 30,5 | 44,37 |
| **Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi** | 68 | 187 | 36,36 | 29,81 | 43,47 | 29,47 | 43,26 |
| **İnovasyon Çıktıları** | 38 | 187 | 20,32 | 15,18 | 26,66 | 14,55 | 26,09 |
| **Üniversite–Sanayi İşbirliği** | 36 | 187 | 19,25 | 14,24 | 25,5 | 13,6 | 24,9 |
| **Etik ve Güvenlik Kriterleri** | 36 | 187 | 19,25 | 14,24 | 25,5 | 13,6 | 24,9 |
| **Politika ve Regülasyon Uyumu** | 22 | 187 | 11,76 | 7,9 | 17,17 | 7,15 | 16,38 |

Bu genel görünümün ardından, yapay zekâ girişimciliği ekosisteminde kurumsal yön tayini, vizyon üretimi ve liderlik kapasitesinin görünürlüğünü yansıtan Strateji ve Liderlik boyutu ayrı bir alt başlık altında incelenmektedir.

### 4.2.4.1.Strateji ve Liderlik

Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, ekosistemin yapay zekâyı yalnızca teknik bir araç olarak değil, kurumsal bir vizyon ve üst yönetim stratejisi olarak konumlandırıp konumlandırmadığını ölçmek amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (Gartner, 2019; Deloitte, 2020; PwC, 2021) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*vizyon, misyon, stratejik yönelim, liderlik, üst yönetim mesajı, şirket vizyonu, yönetim anlayışı, hedef, kurum kültürü*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*vision, mission, leadership, executive message, strategic direction, organizational goal, company philosophy*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda Strateji ve Liderlik göstergesi için VAR = 104, YOK = 83, TOPLAM = 187 bulunmuştur. Oran %55,61 olup nokta tahmini p̂=0,5561'dir. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%48,45 – %62,55], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%48,49 – %62,74] aralığında saptanmıştır. Tespit edilen 104 firmadaki dijital izler ve arama motorlarına takılan bu anahtar kelimelerin kullanım bağlamları incelendiğinde, kanıtların üç ana kategoride yoğunlaştığı görülmektedir: (i) "Hakkımızda/Kurumsal" sayfalarında yer alan salt *vizyon-misyon* beyanları, (ii) *liderlik* ve *üst yönetim mesajları* ve (iii) yatırımcı sunumlarında yer alan pazar *hedef*leri. Ancak aranan *stratejik yönelim* veya *yönetim anlayışı* gibi derinlikli kelimelerin; somut bir yapay zekâ yol haritasına, kurumsal sorumluluk matrisine veya ölçülebilir hedef (KPI) metriklerine işaret eden bağlamlarda oldukça kısıtlı kullanıldığı tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular ve anahtar kelime eşleşmelerinin niteliği, teknik kapasitenin stratejik bir yönetişim çerçevesine dönüşümünde ekosistemin "söylemsel beyan" düzeyinde kaldığını işaret etmektedir. Literatürde yapay zekâ hazırlık (AI readiness) çerçevesi, teknolojinin benimsenmesini salt yazılım geliştirmeden ziyade stratejik hizalanma ve yönetsel sahiplenmenin bütünleştiği bir süreç olarak tanımlamaktadır (Jöhnk, Weißert, & Wyrtki, 2021, s. 12). Nitekim ampirik çalışmalar, yapay

zekâ yeteneklerinin ancak bu stratejik hizalanma sağlandığında sürdürülebilir bir kurumsal değer yaratabildiğini (business value) göstermektedir. Bu kapsamda üniversite–sanayi işbirliği ele alınmaktadır.

#### 4.2.4.2.Üniversite–Sanayi İşbirliği

Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S4, S5, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt sağlamakta ve ekosistemdeki akademik bilgi transferinin yaygınlığını sınayan H2 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Girişimlerin teknolojik kapasitelerini stratejik bir yönetsel vizyonla desteklemeleri kadar, bu içsel vizyonu dış paydaşlarla ve özellikle bilgi üretiminin merkezi olan akademilerle ortak üretime (co-creation) dönüştürmeleri de ekosistem olgunluğunun temel bir gerekliliğidir. Bu boyuta ilişkin ölçümler, ekosistemin akademik bilgi birikimini ticari inovasyona dönüştürme kapasitesini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (Oxford Insights, 2024) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*üniversite işbirliği, akademik ortaklık, araştırma projesi, TÜBİTAK projesi, bilimsel ortaklık, ortak araştırma, Ar-Ge protokolü, referanslar*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*university collaboration, academic partnership, joint research, research consortium, scientific cooperation, R&D cooperation, references*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda Üniversite–Sanayi İşbirliği göstergesi için VAR = 36, YOK = 151, TOPLAM = 187 tespit edilmiştir. Oran %19,25 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,1925'tir. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%14,24 – %25,50], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%13,60 – %24,90] olarak saptanmıştır. Tespit edilen 36 firmadaki işbirliği bulguları alt kodlara ayrıştırıldığında; kanıtların büyük çoğunluğunun TÜBİTAK destekli ortak Ar-Ge/konsorsiyum projelerinden, geri kalanların ise sanayi doktora programı atıflarından ve üniversite ortak laboratuvar/test alanı kullanımlarından oluştuğu görülmüştür.

Elde edilen bulgular, ekosistemde üniversitelerle fiziksel yakınlığın organik bilgi transferine ve "birlikte geliştirmeye" (co-creation) otomatik olarak dönüşmediğini işaret etmektedir. Akademik literatür, üniversite-sanayi işbirliğindeki bu darboğazı, kurumlar arası etkileşim kanallarındaki (interaction channels) mesafeler ve bilgi transferi sürecindeki yapısal engellerle açıklamaktadır (Skute ve ark., 2019, s. 925). Üniversite–sanayi iş birliği süreçlerinde bilginin dolaşımı ve uygulanabilir çıktılara dönüşmesi; konferanslar, ortak yayınlar, eğitim faaliyetleri ve Ar-Ge iş birlikleri gibi etkileşim mekanizmalarının varlığıyla desteklenmektedir (Baleeiro Passos ve ark., 2023, s. 487–488). Türkiye'deki girişimlerin teknoparkların mekânsal ve vergisel avantajlarını kullanmasına rağmen akademik işbirliklerinin düşük kalması; mevcut teşvik mimarisindeki eşleşme zorluklarından, üniversite bürokrasisi ile startup'ların çevik pazar hızı arasındaki uyuşmazlıktan ve ortak fikrî mülkiyet üretimi sırasındaki sözleşme engellerinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra süreç standardizasyonu ile izleyen başlığa geçilmektedir.

#### 4.2.4.3. Süreç Standardizasyonu

Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S3, S4, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt sağlamakta ve ekosistemdeki girişimlerin içsel disiplin düzeyini sınayan H3 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Dış paydaşlarla ortak bilgi üretiminin ticarileşebilmesi için, girişimlerin geliştirdikleri bu yenilikleri operasyonel olarak ölçekleyebilmesi ve sürdürülebilir kılması gerekmektedir. Bu boyuta ilişkin ölçümler, işletmelerin iç süreç disiplinini ve kalite yönetim kapasitesini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (Paulk ve ark., 1993) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*süreç standardı, ISO belgesi, kalite yönetim sistemi, denetim raporu, uyum sertifikası, politika dokümantasyonu, kullanım koşulları, gizlilik politikası, şartlar, bilgi güvenliği politikası, çerez ve gizlilik politikası, hizmet şartları, aydınlatma metni, gizlilik taahhüdü, yazılım belgeleri*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*process standardization, ISO certification, quality management system, audit report, conformity document, standard compliance, terms of use, privacy policy, terms, information security policy, cookie and privacy policy, terms of service, disclosure statement, software documentation*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmış; ancak yalnızca web sayfalarının alt bilgisinde (footer) geçen bağlamsız "şartlar" ibareleri elenerek yanlış eşleşmeler metodolojik olarak ayıklanmıştır.

Analiz sonucunda Süreç Standardizasyonu göstergesi için VAR = 101, YOK = 86, TOPLAM = 187 bulunmuştur. Oran %54,01 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,5401'dir. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%46,86 – %61,00], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%46,87 – %61,15] olarak saptanmıştır. Doğrulanan kanıt kümeleri; (i) ISO 9001, ISO 27001, SOC 2 gibi kalite ve güvenlik sertifikasyonları, (ii) KVKK/GDPR uyum beyanları ve aydınlatma metinleri, (iii) sürüm notları ve kurumsal bilgi güvenliği prosedürlerinden oluşmaktadır.

Elde edilen %54,01'lik oran, işletmelerin iç süreçlerini asgari bir disipline oturtma çabasının ekosistemde orta-üst seviyede karşılık bulduğunu göstermektedir. Ancak makine öğrenmesi sistemlerinin laboratuvar ortamından canlı üretime (deployment) geçirilmesi üzerine yapılan kapsamlı incelemeler, bu süreçteki en büyük engellerin standardizasyon eksikliği ve operasyonel dağıtım zorlukları olduğunu vurgulamaktadır. Süreç standardizasyonunun eksikliği veya yüksek oranda eksik/düzensiz veri içeren ortamlarda (highly incomplete data) bilgi işleme zorunlulukları (Abdul Fattah, Azharul Hasan, & Tsuji, 2022, s. 1), yapay zekâ modellerinin zamanla kavram kayması (concept drift) yaşayarak operasyonel riskler üretmesine neden olmaktadır (Žliobaitė, 2010, s. 1). Türkiye ekosisteminde standartların bu denli görünür olmasının arka planında, yapay zekâya özgü üretim mükemmeliyetinden ziyade pazar zorunlulukları yatmaktadır. Türkiye'de özellikle B2B satış süreçlerinde karşılaşılan kurumsal müşteri baskıları ve bilgi güvenliğine yönelik düzenleyici yükümlülükler (KVKK), girişimleri belgelendirme maliyetlerine katlanarak asgari düzeyde bir süreç dokümantasyonu yayınlamaya itmektedir. Süreçlerin kurumsal bir disiplin içinde yapılandırılmasının ardından, bu yapının sahadaki operasyonel hız ve ölçeklenebilirliğe hangi ölçüde dönüştüğünü gösteren dijital teknoloji entegrasyonu boyutuna odaklanılmaktadır.

#### 4.2.4.4. Dijital Teknoloji Entegrasyonu

Girişimlerin iç süreçlerini standartlaştırma çabalarının sahada operasyonel bir hıza ve ölçeklenebilirliğe dönüşebilmesi, güçlü bir dijital teknoloji entegrasyonu ile mümkündür. Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S4, S5, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt

sağlamakta ve ekosistemdeki dijital altyapı benimseme düzeyini sınayan H4 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Bu boyuta ilişkin ölçümler, işletmelerin teknolojik yığın (tech stack) ve dijital altyapı kapasitesini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (European Commission, 2023-24) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*dijital platform, bulut altyapısı, veri analitiği, nesnelerin interneti, ERP sistemi, CRM sistemi, otomasyon çözümü, e-ticaret platformu*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*digital platform, cloud infrastructure, data analytics, Internet of Things (IoT), ERP system, CRM system, automation solution, e-commerce platform*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda, Dijital Teknoloji Entegrasyonu göstergesi on kriter içinde en güçlü boyutu oluşturarak VAR = 132, YOK = 55, TOPLAM = 187 bulunmuştur. Oran %70,59 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,7059'dur. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%63,70 – %76,65], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%64,06 – %77,12] olarak saptanmıştır. Doğrulanan dijital entegrasyon kanıtları incelendiğinde bulguların dört temel sınıfa yayıldığı görülmüştür: (i) bulut mimarisi (cloud-native) kullanım beyanları, (ii) API tabanlı servisleşme ve mikroservis mimarileri, (iii) büyük veri altyapısı/IoT entegrasyon referansları ve (iv) az da olsa MLOps ve otomasyon araçlarına yönelik teknik dokümanlar.

Elde edilen %70,59'luk oran ve bu boyutun ekosistemin açık ara en güçlü halkası olarak konumlanması, girişimlerin altyapı kurulumunda küresel teknoloji yığınlarını (tech stack) hızla benimsediğini işaret etmektedir. Akademik araştırmalar, işletmelerin bulut platformlarını ve büyük veriyi (big data) kullanmalarını, yüksek başlangıç maliyetleri olmaksızın ölçeklenebilirlik (scalability) ve veri güdümlü inovasyon kazanmanın ana motoru olarak değerlendirmektedir. Ancak literatürde sıklıkla uyarıldığı gibi, teknoloji stack beyanının yüksek olması tek başına operasyonel değer yaratma olgunluğu ile aynı anlama gelmemektedir (Trocin ve ark., 2021, s. 8). Türkiye ekosistemindeki yüksek oranın arka planında; küresel hazır servislerin SaaS (Software as a Service-Hizmet Olarak Yazılım) ve PaaS (Platform as a Service-Hizmet Olarak Platform) kullanım kolaylığı ve açık kaynaklı araçların pazar geneline yayılmış olması bulunmaktadır. Türkiye'deki dış kaynaklı altyapı bağımlılığı, girişimlerin pazara giriş hızını artırırken, küresel tedarikçilere bağımlılık (vendor lock-in) gibi operasyonel zafiyetleri de beraberinde getirmektedir. Dijital teknoloji entegrasyonunun yüksekliği, bu teknik kapasitenin dış paydaşlara karşı ne ölçüde görünür, izlenebilir ve güven üretici biçimde yönetildiği sorusunu gündeme getirdiğinden şeffaflık ve hesap verebilirlik kriteri yer almaktadır.

#### 4.2.4.5. Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik

Girişimlerin ulaştığı yüksek dijital teknoloji entegrasyonunun pazar ve toplum nezdinde güvenilir bir ticarî değere dönüşebilmesi, bu operasyonel gücün dış paydaşlara karşı şeffaf ve hesap verebilir bir biçimde yönetilmesine bağlıdır. Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S4, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt sağlamakta ve ekosistemdeki firmaların dış paydaş güvenini inşa etme düzeyini sınayan H5 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Bu boyuta ilişkin ölçümler, işletmelerin kurumsal iletişim, açık veri ve performans raporlama kapasitesini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (OECD, 2020; United Nations, 2022) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*açık veri, faaliyet raporu, sürdürülebilirlik raporu, kamu fonu, teşvik programı, şeffaflık*

*bildirimi, etik rapor, blog, medya merkezi, basın*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*open data, activity report, sustainability report, government grant, funding program, transparency statement, accountability report, blog, media center, press*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik göstergesi için VAR = 70, YOK = 117, TOPLAM = 187 bulunmuştur. Oran %37,43 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,3743'tür. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%30,82 – %44,56], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%30,50 – %44,37] olarak saptanmıştır. Doğrulanan kanıtlar doküman türü bazında sınıflandırıldığında dört ana küme ortaya çıkmıştır: (i) periyodik faaliyet ve sürdürülebilirlik raporları (nadiren), (ii) açık veri sözlükleri ve teknik şeffaflık metrikleri, (iii) asgari düzeydeki açık iletişim/blog politikaları ve (iv) kurumsal referanslar üzerinden yapılan kısmi performans şeffaflığı.

Teknik entegrasyon oranının %70'leri aştığı bir ekosistemde hesap verebilirliğin %37 seviyelerinde kalması, kurumların dış paydaşlara karşı şeffaflık pratiklerinde yapısal bir "kara kutu" sorunu barındırdığını teyit etmektedir. Sorumlu inovasyon literatürü, algoritmik sistemlerin "tasarım gereği şeffaflık" (transparency-by-design) ilkeleriyle kurgulanmamasının yatırımcılar, iş ortakları ve düzenleyiciler nezdinde meşruiyet direncine yol açtığını ileri sürmektedir. İtiraz edilebilirlik (contestability) yaklaşımına göre hesap verebilirlik, salt bir ahlaki zorunluluk olmanın ötesinde; algoritmik gücün denetimi, yatırım çekmek ve pazar asimetrisini azaltmak için kullanılan stratejik bir sinyal mekanizmasıdır. Türkiye'deki ekosistemde bu oranın görece düşük seyretmesinin temel sebebi, B2B satış pratiklerinde kurumsal iletişimin kapalı kapılar ardında yürütülmesi geleneği ve algoritmik verilerin "rekabet avantajı" endişesiyle ticari sır olarak saklanmasıdır. Girişimler algoritmik yeteneklerini ölçeklendirirken, bu sistemlerin nasıl çalıştığına, performans metriklerine veya sorumluluk mekanizmalarına dair kanıtları kamuya açıklamaktan kaçınmaktadır. Bu durum, teknolojinin ticarileşme sürecinde kurumsal güven inşasını zayıflatarak uzun vadeli ekosistem olgunlaşmasını sınırlandırmaktadır. Bu doğrultuda teknopark üyeliği ve teknoloji transferi bulguları değerlendirilmektedir.

#### 4.2.4.6. Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi

Girişimlerin dış paydaşlara karşı inşa etmeye çalıştığı şeffaflık ve hesap verebilirlik zemininin, fiiliyatta fiziksel ve kurumsal bir ekosistem ağıyla desteklenmesi gerekmektedir. Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S4, S5, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt sağlamakta ve ekosistemdeki arayüz kurumlarının kullanım düzeyini sınayan H2 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Bu boyuta ilişkin ölçümler, ekosistemdeki firmaların kurumsal arayüz arayışlarını ve bilgi yayılım (spillover) mekanizmalarına erişimini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (Isenberg, 2011; Stam, 2015) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*teknopark, teknokent, teknoloji transfer ofisi, kuluçka merkezi, girişimcilik merkezi, inovasyon ekosistemi, TTO ağı, Tekmer Bilişim Vadisi*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*technopark, technology hub, technology transfer office, incubation center, entrepreneurship center, innovation ecosystem, IT valley*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi göstergesi için VAR = 68, YOK = 119, TOPLAM = 187 saptanmıştır. Oran %36,36 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,3636'dır. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%29,81 – %43,47], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%29,47 – %43,26] aralığında gerçekleşmiştir. Taranan dijital kanıtlar içerik bazında incelendiğinde iki belirgin alt grup ortaya çıkmıştır: Birinci alt grupta "Teknopark üyesi veya

kuluçka merkezi paydaşı" olduğuna dair fiziksel ve mekânsal konumlandırma referansları yüksek yoğunlukla bulunurken; ikinci alt grupta yer alan "teknoloji transferi (patent lisanslama, üniversite spin-off girişimi)" gibi doğrudan değer üretimine yönelik beyanlar neredeyse hiç görünürlük bulamamıştır.

Ekosistemdeki arayüz arayışlarının %36,36 seviyesindeki teknopark üyeliğine işaret etmesine karşın, bunun aktif bir teknoloji transferine dönüşme oranının son derece zayıf olması yapısal bir tıkanıklığı göstermektedir. Albahari ve ark. (2017, s. 14–15), teknoloji ve bilim parklarının hem mekânsal bir yerleşim alanı hem de üniversiteler, Ar-Ge kurumları ve firmalar arasındaki bilgi ve teknoloji akışlarını kolaylaştıran ve özellikle bilim parklarda üniversite-firma yakınlığını çeşitli boyutlarda güçlendirmeyi amaçlayan yapılar olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim teknoloji odaklı girişimlerin (startup'ların) teknopark ve girişimci üniversite ekosistemlerinden beklediği asıl fayda hem izole bir çalışma mekânı hem de risk sermayesine, nitelikli araştırmacılara ve uluslararası büyüme ağlarına doğrudan erişimdir (Klofsten ve ark., 2019, s. 149). Türkiye ekosistemine özgü bu yapısal asimetri incelendiğinde, Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB) üyeliklerinin genellikle organik teknoloji transferi veya akademik eş-üretim (co-creation) döngülerinden ziyade, "vergi istisnası" avantajlarından faydalanma ve personel maliyetlerini düşürme motivasyonlarıyla kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu durum, ekosistemdeki fiziksel kümelenmelerin henüz sürdürülebilir bir inovasyon ve teknoloji transferi köprüsüne dönüşemediğini kanıtlamaktadır. Yapay zekâ girişimcilik ekosistemlerinde yaratıcılığın sağladığı katkıya yönelik bulguların değerlendirildiği başlık aşağıda yer almaktadır.

#### 4.2.4.7. İnovasyon Çıktıları

Ekosistemdeki arayüz kurumları ve fiziksel kümelenmelerin nihai amacı, girişimlerin elde ettiği bu destekleri somut, tescillenebilir ve küresel pazarda rekabet edebilir inovasyon çıktılarına dönüştürmektir. Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S4, S5, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt sağlamakta ve ekosistemdeki firmaların yenilik üretme ile bunu ticarileştirme kapasitesini sınayan H6 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Bu boyuta ilişkin ölçümler, ekosistemin bilgi ve teknoloji üretim kapasitesini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (Cornell University, INSEAD & WIPO, 2022) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*patent, tescilli ürün, yenilikçi çözüm, Ar-Ge çıktısı, ürün geliştirme, inovasyon süreci, yenilikçi hizmet, yenilikçi, akademik yayın*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*patent, registered product, innovative solution, R&D output, product development, innovation process, innovative service, innovative, academic publication*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda İnovasyon Çıktıları göstergesi için VAR = 38, YOK = 149, TOPLAM = 187 bulunmuştur. Oran %20,32 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,2032'dir. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%15,18 – %26,66], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%14,55 – %26,09] olarak saptanmıştır. Doğrulanan kanıtlar sınıflandırıldığında dört ana kategori saptanmıştır: (i) sınırlı sayıda şirkette patent, faydalı model ve tescil belgeleri, (ii) teknik bloglar ve akademik/bilimsel yayın referansları, (iii) ulusal ve uluslararası Ar-Ge yarışma ödülleri veya dereceleri ve (iv) piyasada aktif müşteri bulan somut inovatif ürün referansları.

Çıktı seviyesinin %20,32'de kalarak alt bant sınırlarında seyretmesi, yapay zekâ firmalarının ürettikleri algoritmik bilgiyi somut, tescile konu edilebilir "ticarî değere" ve fikrî mülkiyet korumasına dönüştürmede yapısal olarak zorlandıklarını ortaya koymaktadır. Küresel inovasyon

literatürü, bilginin değer yakalama ve tescil/ticarileştirme hattına dökülmesini kamusal ve endüstriyel rekabetçiliğin omurgası kabul etmektedir (Wirtz, Weyerer, & Geyer, 2022, s. 596). Türkiye ekosisteminde; patent başvurularının uzun ve maliyetli olması, algoritma tabanlı tescillerdeki hukuki karmaşa ve girişimlerin hızlı pazar rotasyonuna sahip olmaları, şirketleri inovasyonlarını resmi tescilden ziyade "ticari sır" (trade secret) veya "görünmez know-how" olarak korumaya itmektedir. Bu durum, ekosistemde inovasyonun hiç olmadığı anlamına gelmemekte; ancak inovasyonun tescil ve dış teyit mekanizmalarıyla stratejik olarak görünür kılınamadığına işaret etmektedir. Söz konusu "görünürlük kültürü" eksikliği, inovasyon çıktılarının dış paydaşlarca zayıf algılanmasına ve özellikle yatırım turlarında şirket değerlemelerinin olumsuz etkilenmesine yol açarak ekosistemin sürdürülebilir büyüme kapasitesini sınırlamaktadır. Dolayısıyla ekosistemin politika çerçevesi ve düzenleyici yapılarla ne ölçüde hizalandığına bağlı olduğundan, politika ve regülasyon uyumu boyutu incelenmektedir.

#### 4.2.4.8. Politika ve Regülasyon Uyumu

Girişimlerin ürettikleri inovasyon çıktılarının ulusal ve küresel pazarlarda meşruiyet kazanabilmesi ve sürdürülebilir bir ticarî değere dönüşebilmesi, bu teknolojilerin makro politikalar ve regülasyon çerçeveleriyle ne ölçüde uyumlu olduğuna bağlıdır. Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S3, S4, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt sağlamakta ve ekosistemdeki firmaların dış yönetişim ve düzenleyici hizalanma kapasitesini sınayan H3 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Bu boyuta ilişkin ölçümler, ekosistemdeki aktörlerin makro stratejilerle ve yasal düzenlemelerle bütünleşme düzeyini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (OECD.AI, 2023) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*ulusal strateji, politika belgesi, eylem planı, mevzuat uyumu, regülasyon, yasal çerçeve, kalkınma planı, milli, milli teknoloji, sürdürülebilirlik*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*national strategy, policy document, action plan, regulatory framework, legal compliance, development plan, governance alignment, national, national technology, sustainability*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda Politika ve Regülasyon Uyumu göstergesi için VAR = 22, YOK = 165, TOPLAM = 187 bulunmuş olup, bu boyut on olgunluk kriteri arasındaki en zayıf halka olarak tespit edilmiştir. Oran %11,76 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,1176'dır. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%7,90 – %17,17], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%7,15 – %16,38] olarak belirlenmiştir. Araştırma sırasında elde edilen sınırlı sayıdaki kanıtlar incelendiğinde bulguların ağırlıklı olarak; (i) web sitelerinin "Gizlilik Politikası (Privacy Policy)" ve "Yasal Uyarı" sayfalarındaki asgari düzeydeki KVKK/GDPR atıfları ile, (ii) yalnızca birkaç spesifik kurumda "Ulusal YZ Stratejisi" veya "AB Yapay Zekâ Yasası (AI Act)" mevzuatıyla hizalandıklarına dair açık kurumsal beyanlardan oluştuğu; ancak bu stratejik hizalanma belgelerinin son derece nadir olduğu tespit edilmiştir.

Tüm göstergeler içerisinde en düşük orana sahip bu bulgu, yapay zekâ alanındaki dinamik teknoloji hızı ile hukuki düzenlemeler arasındaki derin uyumsuzluğu açıkça ortaya koymaktadır. Kurumsal hukuki strateji literatürü, regülasyonlar konusunu ikili bir sistematik üzerinde tartışmaktadır: Bir taraftan özellikle katı ex ante kontrol biçimindeki düzenlemelerin inovasyonu, yatırımı ve büyümeyi baskılama; yeni teknolojilerin pazara zamanında ve etkin biçimde ulaşmasını geciktirme riski taşıdığı vurgulanmaktadır (Fenwick ve ark., 2018, s. 83). Öte yandan kurumsal

düzeyde AI kullanımında etik yönetişim, insan merkezli gözetim, araç seçimi ve iç denetim mekanizmaları, yenilik ile risk yönetimi arasındaki dengenin kurulmasında kritik görülmektedir (Bateson, 2025, s. 68). Bu kapsamda özellikle Avrupa Birliği (AI Act) gibi katı standartlara sahip pazarlarda var olmak isteyen yapay zekâ girişimleri için yasal uyum, inovasyonu engellemekten ziyade güven veren "proaktif bir zorunluluk" ve pazara girişin temel şartı hâline gelmiştir (Truby, Brown, & Dahdal, 2020, s. 110). Türkiye ekosistemine özgü bağlam incelendiğinde; yasal uyum maliyetlerinin erken aşama startup'lar için oldukça yüksek olması ve nitelikli hukuki danışmanlığa erişimdeki maddi engeller, girişimlerin hukuki uyumu stratejik bir kaldıraç (rekabet avantajı) olarak kurgulamak yerine, yalnızca yasal yaptırımlar kapıya dayandığında "krizi yönetme" eğilimiyle hareket etmelerine neden olmaktadır. Bu asimetrik durum, ekosistemde teknoloji üretme kapasitesi gelişirken, bu teknolojiyi küresel pazarlarda güvenle ticarileştirecek dış yönetişim ve regülasyon uyum kapasitesinin oldukça zayıf kaldığını kanıtlamaktadır. Bu kapsamda ekosistemin yapısını ortaya koyan bir başka etik ve güvenlik bulguları ele alınmaktadır.

#### 4.2.4.9. Etik ve Güvenlik

Girişimlerin ulusal ve küresel düzeydeki politika ve regülasyonlara uyum çabalarının, kurum içinde evrensel etik değerler, algoritmik adalet ve güvenilir sistem tasarımıyla somutlaştırılması gerekmektedir. Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S4, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt sağlamakta ve ekosistemdeki firmaların sorumlu yapay zekâ (Responsible AI) ve risk yönetimi kapasitesini sınayan H5 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Bu boyuta ilişkin ölçümler, ekosistemdeki girişimlerin etik ilkelere bağlılık ve güvenlik pratiklerini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (NIST, 2023; ISO/IEC 42001, 2023; PwC, 2021) anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*etik ilke, etik kodu, sorumlu yapay zekâ, adillik, açıklanabilirlik, insan denetimi, model yönetişimi, veri güvenliği, risk yönetimi, yapay zekâ kullanım şartları*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*ethics principle, code of ethics, responsible AI, fairness, explainability, human oversight, model governance, data security, risk management, artificial intelligence terms of use*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda Etik ve Güvenlik göstergesi için VAR = 36, YOK = 151, TOPLAM = 187 bulunmuştur. Oran %19,25 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,1925'tir. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%14,24 – %25,50], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%13,60 – %24,90] aralığında tespit edilmiştir. Doğrulanan kanıtlar içerik bağlamında incelendiğinde iki temel gruba ayrışmıştır: (i) sosyal sorumluluk sayfalarındaki soyut "etik ilke/adillik" beyanları ve vizyon metinleri ile (ii) ürün altyapısındaki "güvenlik/risk yönetimi" prosedürlerini ve insan denetimini açıklayan teknik operasyonel dokümanlar. Ancak normatif bir söylem barındıran ilk grubun, operasyonel risk yönetimi prosedürlerini kanıtlayan somut verilere dönüşme oranının oldukça zayıf olduğu görülmüştür.

Bu boyutun %19,25 bandında kalarak ekosistemin en zayıf halkalarından biri olması, yapay zekâ etiğinin hâlen kurumsal bir ürün standardı olmaktan ziyade, yüzeysel bir pazarlama veya niyet söylemi düzeyinde kaldığını göstermektedir. Sorumlu inovasyon (Responsible AI) literatürü, algoritmik sistemlerin etik ilkelerle donatılması (*what*) ile bu ilkelerin somut mühendislik pratiklerine ve geliştiriciler için araçlara (*how*) tercüme edilmesi arasındaki boşluğun en büyük küresel sorunlardan biri olduğunu ortaya koymaktadır (Morley ve ark., 2020, s. 2145). Dijital

kurumsal sorumluluk çerçevesinde, algoritmik sistemlerin etik ve güvenli tasarım ilkeleriyle (by-design) uyumunun sağlanamaması, yalnızca toplumsal güveni zedelemekle kalmaz; aynı zamanda yapay veya insani faillerin eylemleri üzerinden kurumların ve yatırımcıların risk algısını yükselterek uzun vadeli finansmana erişimi engeller (Lobschat ve ark., 2021, s. 878). Türkiye ekosistemindeki girişimlerin bu süreçten geri kalmasının temel sebebi; iç pazarda kurumsal müşterilerden "etik doğrulama ve açıklanabilirlik" talebinin henüz yeterince güçlü olmaması ve işletmelerin asgari KVKK (kişisel veri gizliliği) pratiklerini uyguladıklarında etik ve güvenlik gereksinimlerini bütünüyle tamamlamış saymalarıdır. Bu asimetrik durum, girişimlerin teknik kapasitelerini hızla geliştirirken, bu sistemlerin olası zararlarını ve toplumsal etkilerini denetleyecek iç yönetişim ve güvenlik mekanizmalarını kurumsallaştırmakta belirgin şekilde geride kaldığını kanıtlamaktadır.

Son olarak çözümlerin prototipten canlı kullanıma ve ticarileşmeye uzanan gelişim düzeyini yansıtan teknoloji olgunluğu bulguları izleyen başlıkta yer almaktadır.

#### 4.2.4.10. Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması)

Girişimlerin kurumsal süreçlerine etik ve güvenlik ilkelerini entegre etme çabalarının pazarda nihai bir karşılık bulabilmesi, geliştirilen yapay zekâ çözümlerinin laboratuvar ortamından çıkarılarak gerçek dünya koşullarında doğrulanmasına ve ticari bir ürüne dönüşmesine bağlıdır. Bu boyuta ilişkin değerlendirmeler, araştırmanın S2, S4, S5, S6 ve S7 araştırma sorularına nicel kanıt sağlamakta ve ekosistemdeki girişimlerin ürünleşme ve ticarileşme kapasitesini sınayan H7 hipotezinin test edilmesine analitik bir zemin oluşturmaktadır.

Bu boyuta ilişkin ölçümler, ürünlerin sahaya inme ve ticarileşme düzeyini saptamak amacıyla Tablo 7'de detaylandırılan literatür temelli (Mankins, 1995, 2009; NASA, 2023) Teknoloji Hazırlık Seviyesi (TRL) çerçevesi ve anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüştür. Web scraping taramalarında Türkçe (*dene, pilot proje, saha testi, prototip, müşteri referansı, ürün kullanımı, ticarileşme aşaması*) ve bu kavramların İngilizce karşılıkları (*try, pilot project, field test, prototype, customer reference, product in use, commercialization stage*) üzerinden kurumsal kanıtlar aranmıştır.

Analiz sonucunda Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) göstergesi için VAR = 90, YOK = 97, TOPLAM = 187 bulunmuştur. Oran %48,13 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,4813'tür. Belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%41,08 – %55,26], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%40,97 – %55,29] olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen TRL kanıtları içerik bağlamında sınıflandırıldığında üç temel aşama saptanmıştır: (i) kavram kanıtlama (PoC), demo ve prototip iddiaları (TRL 4-5), (ii) sınırlı müşteri ile sahada yürütülen pilot proje ve asgari uygulanabilir ürün (MVP) aşamaları (TRL 6-7) ve (iii) piyasaya sürülmüş tam ürün ve güçlü kurumsal/kamu "müşteri referansı" sunan canlı kullanım beyanları (TRL 8-9). Ancak web içeriklerine yönelik nitel incelemeler, ticarileşme vurgusundan ziyade pilot ve demo (TRL 5-7) aşamasındaki iddiaların çok daha yaygın olduğunu göstermektedir.

Oranın %48,13 bandında kalması ve kanıtların ağırlıklı olarak pilot/demo aşamasında yoğunlaşması, ekosistemdeki girişimlerin teknik olarak çalışan modeller inşa edebildiğini, ancak bunları yaygın ticarileşme aşamasına taşımakta yapısal bir darboğaz yaşadığını ortaya koymaktadır. Literatürde Teknoloji Hazırlık Seviyesi (TRL) çerçevesinde, teknolojinin laboratuvar ortamında çalışması (TRL 4-5) ile gerçek kullanım ortamında tam ölçekli çalışması (TRL 8-9) arasında derin bir kırılma bulunduğu ve bu geçişin yalnızca teknolojik başarımla değil, sistem entegrasyonu, operasyonel uygunluk ve dış paydaş denetimiyle mümkün olduğu vurgulanmaktadır. Yapay zekâ

ürünlerinin "ölçeklenme paradoksu" bağlamında, veri ve emek-yoğun eğitim süreçleri ile kurumsal entegrasyon zorlukları, projelerin uzun süre "kavram kanıtlama (PoC)" aşamasında takılı kalmasına ve "Ölüm Vadisi" (Valley of Death) riskinin artmasına yol açmaktadır. Türkiye ekosistemindeki bu görünüm; özellikle regüle edilen sektörlerde kurumsal müşterilerin hazır (off-the-shelf) YZ ürünleri satın almak yerine uzun süreli eş-yaratım (co-creation) ve pilot test süreçlerini tercih etmesiyle doğrudan ilişkilidir. Bu asimetrik durum, YZ girişimlerinin yalın girişim (Lean Startup) mantığıyla hızlı prototipler (MVP) üretebildiğini, ancak bu çözümleri uçtan uca ürünleştirerek pazarlarda kalıcı ve yaygın bir ticari değere dönüştürmekte belirgin şekilde zorlandığını kanıtlamaktadır (Wang & Wu, 2024, s. 2).

Boyut bazlı bulguların ayrı ayrı ortaya konulmasının ardından, ekosistemin bütüncül düzeyde hangi olgunluk profiline sahip olduğunu gösterebilmek amacıyla, bu aşamada göstergelerin bir araya getirildiği genel olgunluk analizinin belirlenmesi başlığına geçilmektedir.

### 4.2.5. Genel Olgunluk Analizinin Belirlenmesi

Bu bölümde yer alan kriter-bazlı bulgular sistematik biçimde sentezlenerek "Genel Olgunluk Analizi (GOA)" oluşturulmaktadır. İzlenen yöntem, önce örneklem düzeyinde her bir göstergenin frekans ve oran özetlerinin raporlanması, ardından bu göstergelerin normalize edilerek ortak bir ağırlıklandırma yaklaşımıyla tek bir metriğe dönüştürülmesidir. Bu doğrulta ilk olarak frekans ve oran özeti ardından sırasıyla oranlar için güvenirlik aralıkları, göstergelerin normalizasyonu, ağırlıklandırma ve genel olgunluk analizi hesaplaması, genel olgunluk analizinin düzeylendirilmesi ve temsili görselleştirme, duyarlılık ve sağlamlık başlıklar çerçevesinde ele alınmaktadır.

#### 4.2.5.1. Frekans ve Oran

On göstergenin her biri için VAR–YOK–TOPLAM–ORAN (%) özetleri derlenerek 187 firmalık örneklemin temel dağılım deseni ortaya konulmaktadır. Ölçüm mantığı gereği oran;

$$\text{ORAN}_k = \frac{\text{VAR}_k}{187} \times 100$$

biçiminde hesaplanmıştır. Tablo 20'ye göre elde edilen sonuçlar, Dijital Teknoloji Entegrasyonu göstergesinin %70,59 (VAR=132) ile örneklemde en yüksek yaygınlığa sahip olduğunu; Strateji ve Liderlik (%55,61; VAR=104) ve Süreç Standardizasyonu (%54,01; VAR=101) göstergelerinin bunu takip ettiğini göstermektedir. Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) %48,13 (VAR=90) oranında gerçekleşirken; Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik %37,43 (VAR=70) ve Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi %36,36 (VAR=68) düzeyinde kalmıştır. İnovasyon Çıktıları %20,32 (VAR=38), Üniversite–Sanayi İşbirliği ile Etik ve Güvenlik %19,25 (VAR=36), Politika ve Regülasyon Uyumu ise %11,76 (VAR=22) ile ekosistemde en düşük görünürlüğe sahip göstergeler olmuştur.

**Tablo 20.** Göstergelere İlişkin Frekans ve Oran

| Sıra | Gösterge | VAR | YOK | TOPLAM (n) | ORAN (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **Dijital Teknoloji Entegrasyonu** | 132 | 55 | 187 | 70,59 |
| **2** | **Strateji ve Liderlik** | 104 | 83 | 187 | 55,61 |
| **3** | **Süreç Standardizasyonu** | 101 | 86 | 187 | 54,01 |
| **4** | **Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması)** | 90 | 97 | 187 | 48,13 |
| **5** | **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | 70 | 117 | 187 | 37,43 |
| **6** | **Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi** | 68 | 119 | 187 | 36,36 |
| **7** | **İnovasyon Çıktıları** | 38 | 149 | 187 | 20,32 |
| **8** | **Üniversite–Sanayi İşbirliği** | 36 | 151 | 187 | 19,25 |
| **9** | **Etik ve Güvenlik** | 36 | 151 | 187 | 19,25 |
| **10** | **Politika ve Regülasyon Uyumu** | 22 | 165 | 187 | 11,76 |

Ancak bu dağılımın analitik olarak daha sağlam biçimde değerlendirilebilmesi için, her bir göstergeye ait oran tahminlerinin çevresindeki belirsizlik alanı da dikkate alınmakta; bu kapsamda güven aralıkları esas olarak Wilson yöntemiyle, karşılaştırmalı referans düzeyi olarak ise Wald yaklaşımıyla izleyen başlıkta hesaplanmaktadır.

### 4.2.5.2. Oranlar İçin Güvenirlik Aralıkları

Bu bölümde, raporlanan ikili olgunluk göstergelerine ait örneklem oranları (p) için %95 güvenirlik aralıkları hesaplanmaktadır. Her bir olgunluk kriterine ilişkin nokta tahmini olan örneklem oranı (p), ilgili kriteri taşıyan firma sayısının (VAR), toplam örneklem büyüklüğüne (n=187) bölünmesiyle

$$\hat{p} = \frac{\text{VAR}}{n}(\text{n=187})$$

örneklem oranları tespit edilmiştir. Araştırmada oranlar için güven aralıklarının belirlenmesinde birincil yöntem olarak Wilson (Skor) güven aralığı tercih edilmiştir. Klasik yaklaşımların uç oran değerlerinde (0'a veya 1'e çok yakın) ve sınırlı örneklem (n) koşullarında kapsama sapmalarına yol açabilmesi nedeniyle, bu sapmaları engelleyen ve bandı içinde asimetrik, daha dengeli ve kararlı sınırlar üreten Wilson yaklaşımı kullanılmıştır. Wilson güven aralığının matematiksel hesaplaması şu formüle dayanmaktadır;

$$\hat{p}_{Wilson} = \frac{\left(\hat{p} + \frac{z^2}{2n} \pm z\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n} + \frac{z^2}{4n^2}}\right)}{\left(1 + \frac{z^2}{n}\right)}$$

Karşılaştırma amacıyla ve sağlamlık denetimi (robustness check) bağlamında bir referans olarak sunulan klasik Wald güven aralığı ise çalışmaya ek bir kontrol metodu olarak dâhil edilmiştir. Simetrik yapısıyla bilinen Wald aralığı şu formülle hesaplanmaktadır;

$$\hat{p} \pm z_{0.975}\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}$$

Çalışmamızda elde edilen bulgular incelendiğinde, yüksek ve orta banttaki göstergelerde iki yöntemin birbirine büyük ölçüde yakınsadığı, düşük bantta ise Wilson yaklaşımının Wald formülüne kıyasla daha temkinli ve gerçekçi alt sınırlar verdiği gözlenmiştir. Nitekim üst ve orta banttaki göstergeler için Tablo 19'da detaylandırılan değerler şu şekilde saptanmıştır;

- Dijital Teknoloji Entegrasyonu için p=0,7059 iken Wilson CI = [%63,70 – %76,65], Wald CI = [%64,06 – %77,12],
- Strateji ve Liderlik için p=0,5561 düzeyinde Wilson CI = [%48,45 – %62,55], Wald CI = [%48,49 – %62,74],
- Süreç Standardizasyonu için p=0,5401 düzeyinde Wilson CI = [%46,86 – %61,00], Wald CI = [%46,87 – %61,15],
- Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) için p=0,4813 düzeyinde Wilson CI = [%41,08 – %55,26], Wald CI = [%40,97 – %55,29],
- Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik için p=0,3743 düzeyinde Wilson CI = [%30,82 – %44,56], Wald CI = [%30,50 – %44,37] olarak elde edilmiştir.

Bu yakınlık, söz konusu göstergelerde tahminlerin yöntemler arasında anlamlı bir sapma yaratmadığını ve sonuçların istikrarlı/güvenilir göründüğünü kanıtlamaktadır. Buna karşılık, oranların daha düşük seyrettiği göstergelerde iki yöntem arasındaki asimetrik ayrışma ve Wilson'ın temkinli yapısı daha belirgin hâle gelmiştir;

- Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi için p=0,3636 düzeyinde Wilson CI = [%29,81 – %43,47], Wald CI = [%29,47 – %43,26],
- İnovasyon Çıktıları için p=0,2032 düzeyinde Wilson CI = [%15,18 – %26,66], Wald CI = [%14,55 – %26,09],
- Üniversite–Sanayi İşbirliği ve Etik ve Güvenlik Kriterleri (her ikisi için p=0,1925) düzeyinde Wilson CI = [%14,24 – %25,50], Wald CI = [%13,60 – %24,90],
- Politika ve Regülasyon Uyumu için p=0,1176 düzeyinde Wilson CI = [%7,90 – %17,17], Wald CI = [%7,15 – %16,38] hesaplanmıştır.

Ortaya çıkan bu istatistiksel desen, örneklemimizde dijital/teknik benimseme göstergelerinin hem nokta tahminlerinde hem de güvenirlik sınırlarında üst bantta ve istikrarlı seyrettiğini; buna karşılık dış yönetişim (politika–regülasyon), üniversite–sanayi etkileşimi, etik–güvenlik ve inovasyon çıktısı eksenlerinin ekosistemde belirgin biçimde düşük görünürlüklü olduğunu istatistiksel belirsizlik dâhilinde teyit etmektedir.

Çalışmada oran tahminleri için Wilson aralıklarının birincil metrik olarak kullanılması, uç değerlerde sapmayı önlemesi bakımından yöntemsel açısından güvenilir katkı sağlamıştır. Wald aralıkları ise okura klasik formülle elde edilen karşılaştırmalı bir referans sunarak bulguların şeffaf ve savunulabilir biçimde aktarılmasını sağlamıştır. Oluşturulan bu güven aralığı profili, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde gerçekleştirilecek olan normalizasyon, ağırlıklandırma adımları ile tertil (üçte birlik) esaslı sınıflandırmanın matematiksel belirsizlik bağlamında yorumlanmasına kusursuz bir metodolojik zemin teşkil etmektedir. Göstergelere ilişkin oran yapısı ve güven sınırları belirlendikten sonra, bu değerlerin ortak bir ölçekte karşılaştırılabilmesi için [0,1] aralığında göstergelerin normalizasyon işlemine geçilmektedir.

#### 4.2.5.3. Göstergelerin Normalizasyonu

Normalizasyon işleminin amacı, farklı ölçüm alanlarından gelen göstergeleri ortak bir birim aralığa indirgemek ve böylece ağırlıklandırma ile bileşik analiz aşamalarında karşılaştırılabilir hâle

getirmektir. Çalışmanın veri yapısı gereği her kriter $k \in \{1, \dots, 10\}$için firma-düzeyi gözlemler ikili olarak tanımlanmıştır: $X_{ik} \in \{0,1\}$(VAR=1, YOK=0; $i = 1, \dots, n = 187$). Bu nedenle normalizasyon iki düzeyde ele alınmaktadır. Birinci düzey, firma-düzeyi (mikro) normalizasyondur. İkili gözlemler zaten $[0, 1]$aralığında yer aldığından, firma bazında ek bir dönüşüme ihtiyaç bulunmamaktadır. Bu nedenle firma-düzeyi skor doğrudan $s_{ik} \equiv X_{ik} \in [0,1]$biçiminde tanımlanmaktadır. Böylece, gerektiğinde her bir firma için göstergelerin ağırlıklı toplamına dayalı bileşik skorlar doğrudan hesaplanabilmektedir. İkinci düzey ise, örneklem/ekosistem-düzeyi (makro) normalizasyondur. Ekosistem ölçeğinde her bir kriterin genel görünürlüğünü ve yaygınlığını ölçebilmek için, ilgili göstergenin örneklem içindeki prevalansı esas alınmaktadır. Bu doğrultuda $k$ gösterge için normalize edilmiş kriter skoru şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\bar{X}_k = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_{ik} = \hat{p}_k \in [0,1]$$

Burada $\hat{p}_k$, ilgili göstergenin örneklem prevalansını ifade etmektedir. Çalışmada bu değer, normalize edilmiş kriter skoru olarak doğrudan kullanılmaktadır:

$$S_k \equiv \hat{p}_k$$

Dolayısıyla raporlanan yüzde değerler $(ORAN_k)$, normalize skorların yüzdelik karşılığıdır; başka bir ifadeyle $S_k = \frac{ORAN_k}{100}$ biçimindedir. Örneğin, Dijital Teknoloji Entegrasyonu için $S_{DTE} = \frac{132}{187} = 0{,}7059$, Politika ve Regülasyon Uyumu için ise $S_{PRU} = \frac{22}{187} = 0{,}1176$ olarak hesaplanmaktadır. Böylece tüm kriterler aynı ölçekte, aynı yönde ve doğrudan karşılaştırılabilir biçimde ifade edilmiş olmaktadır. Bu çalışmada yüksek değer, ilgili kriterde daha yüksek olgunluk düzeyine işaret etmektedir.

Yön (polarity) açısından, çalışmada kullanılan on göstergenin tamamı pozitif yönlüdür. Başka bir ifadeyle, bir göstergede VAR değerinin artması ilgili olgunluk boyutunun güçlendiğini göstermektedir. Bu nedenle ters kodlama gerektiren bir durum bulunmamaktadır. Ancak ileride aynı çerçeveye negatif yönlü bir gösterge dâhil edilirse, karşılaştırılabilirliği korumak amacıyla bu tür göstergeler $1 - S_k$dönüşümüyle aynı yöne çevrilebilecektir. Bu çerçevede mevcut veri yapısı ikili olduğu için, min–maks normalizasyonu ya da z-dönüşümü gibi ek standartlaştırma tekniklerine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bununla birlikte, çerçevenin gelecekte sürekli veya çok kategorili göstergelerle genişletilmesi hâlinde, ilgili değişkenlerin $[0, 1]$ bandına taşınması için min–maks normalizasyonundan yararlanılabilecektir. Z-dönüşümü ise göreli karşılaştırma bakımından yararlı olmakla birlikte negatif değerlere izin verdiğinden, bu çalışmada benimsenen $[0, 1]$ tabanlı bileşik analiz mantığıyla tam uyumlu görülmemiştir. Ayrıca eksik ya da görünmez kanıtın kodlanması bakımından, web-tabanlı doğrulamada kamuya açık ve doğrulanabilir bir kanıtın bulunmaması YOK=0 olarak kodlanmıştır. Bu tercih, ölçümün "kurumsal kapasitenin mutlak varlığı"ndan ziyade "kamusal olarak görünür ve doğrulanabilir olma düzeyi"ne duyarlı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla elde edilen skorlar, firmaların içsel kapasitesinden çok, dijital izler üzerinden gözlemlenebilen kurumsal görünürlüğü yansıtmaktadır. Bu nedenle prevalans oranları ve bunlara

ilişkin güven aralıkları birlikte raporlanarak bulguların belirsizlik boyutu ayrıca gösterilmektedir. Bu kurgu altında tanımlanacak bileşik analiz,

$$GOA = \sum_{k=1}^{10} w_k S_k, \sum_k w_k = 1$$

şeklinde ifade edilmektedir. Tüm $S_k$değerleri $[0, 1]$aralığında ve aynı yönde tanımlandığı için, $GOA$ da doğal olarak $[0, 1]$bandında kalmaktadır. Bu durum, bileşik skorun "0 = asgari olgunluk, 1 = azami olgunluk" biçiminde doğrudan yorumlanmasına imkân vermektedir. Ayrıca kriter skorlarının ayrı ayrı raporlanması, ekosistemde hangi boyutların üst bantta, hangilerinin ise görece düşük düzeyde seyrettiğini görünür kılarak önceliklendirme ve politika tasarımı açısından analitik bir temel sunmaktadır.

Oran-temelli normalizasyon yaklaşımı, bu çalışmanın ikili veri yapısıyla tam uyumlu, hesaplaması şeffaf, yorumlanması güçlü ve bileşik analiz inşasına elverişli bir yöntem sunmaktadır. Bu nedenle her bir olgunluk kriteri için örneklem prevalansı $\hat{p}_k$, normalize edilmiş kriter skoru olarak $S_k = \hat{p}_k$biçiminde kullanılmış; kriterlere ait VAR, ORAN (%) ve normalize skor $(S_k)$değerlerinin sıralı görünümü Tablo 21'de sunulmuştur. Tablo 21'de eşit skor alan göstergeler aynı sırayı paylaşmış, bu nedenle izleyen sıra numaraları atlamalı biçimde verilmiştir.

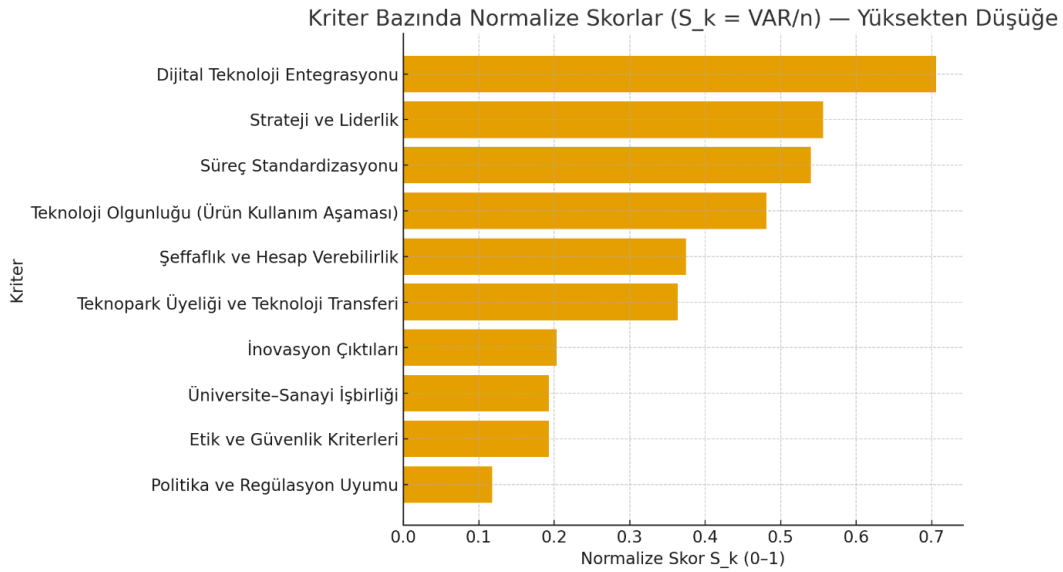
**Tablo 21.** Olgunluk Kriterlerinin Normalleştirilmiş Skorları, Oranları ve Öncelik Sıralaması (n = 187)

| Kriter | VAR | n | S_k normalize | ORAN% | Sıra yüksek→düşük |
|---|---|---|---|---|---|
| **Dijital Teknoloji Entegrasyonu** | 132 | 187 | 0,7059 | 70,59 | 1 |
| **Strateji ve Liderlik** | 104 | 187 | 0,5561 | 55,61 | 2 |
| **Süreç Standardizasyonu** | 101 | 187 | 0,5401 | 54,01 | 3 |
| **Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması)** | 90 | 187 | 0,4813 | 48,13 | 4 |
| **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | 70 | 187 | 0,3743 | 37,43 | 5 |
| **Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi** | 68 | 187 | 0,3636 | 36,36 | 6 |
| **İnovasyon Çıktıları** | 38 | 187 | 0,2032 | 20,32 | 7 |
| **Üniversite–Sanayi İşbirliği** | 36 | 187 | 0,1925 | 19,25 | 8 |
| **Etik ve Güvenlik Kriterleri** | 36 | 187 | 0,1925 | 19,25 | 8 |
| **Politika ve Regülasyon Uyumu** | 22 | 187 | 0,1176 | 11,76 | 10 |

Normalize edilmiş kriter skorlarının dağılımı, ekosistemde boyutlar arasında belirgin bir farklılaşma bulunduğunu göstermektedir. En yüksek değerler, Dijital Teknoloji Entegrasyonu (0,7059), Strateji ve Liderlik, (0,5561) ile Süreç Standardizasyonu (0,5401) göstergelerinde gözlenmektedir. Bu grupta en yüksek skor Dijital Teknoloji Entegrasyonu'na ait olup, ikinci sıradaki Strateji ve Liderlik göstergesinin 0,1498 puan üzerinde yer almaktadır. Bu durum, ekosistemde teknik ve dijital altyapı görünürlüğünün yönetsel ve kurumsal yönelim göstergelerine kıyasla daha ileri bir düzeye ulaştığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) 0,4813 düzeyinde konumlanmakta; Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik (0,3743) ile Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi (0,3636) göstergeleri daha sınırlı değerler almaktadır. Teknoloji

Olgunluğu ile bu iki gösterge arasında yaklaşık 0,11–0,12 puanlık fark bulunması, ürünleştirme ve kullanım kanıtlarının; kurumsal raporlama, şeffaflık ve ekosistem bağlarının kurumsallaşma hızından daha ileride seyrettiğine işaret etmektedir. Başka bir ifadeyle, teknik kapasitenin görünürleşmesi ile bu kapasitenin yönetişimsel ve kurumsal çerçeveye taşınması aynı hızda gerçekleşmemektedir. Daha düşük skorların ise İnovasyon Çıktıları (0,2032), Üniversite–Sanayi İşbirliği (0,1925), Etik ve Güvenlik Kriterleri (0,1925) ile Politika ve Regülasyon Uyumu (0,1176) göstergelerinde toplandığı görülmektedir. Bu grupta özellikle Politika ve Regülasyon Uyumu en düşük değeri almakta ve en yüksek gösterge olan Dijital Teknoloji Entegrasyonu'nun 0,5883 puan gerisinde kalmaktadır. Söz konusu fark, ekosistemde teknik uygulama ve dijitalleşme kapasitesinin görece daha görünür ve gelişmiş olduğunu; buna karşılık yönetişim, düzenleyici uyum, etik çerçeve ve kurumsal koordinasyon boyutlarının belirgin biçimde geriden geldiğini göstermektedir. Genel dağılım birlikte değerlendirildiğinde, skorların 0,1176 ile 0,7059 arasında değiştiği ve göstergelerin tekdüze bir düzlemde değil, farklı yoğunluklarda ayrışan bir yapı sergilediği anlaşılmaktadır. Bu görünüm, ekosistem olgunluğunun tek boyutlu ve homojen bir ilerleme izlemediğini; tersine, farklı boyutlarda farklı hızlarda gelişen çok katmanlı bir yapı ortaya koyduğunu göstermektedir.

Şekil 9'da sunulan sıralama da bu ayrışmayı görsel olarak doğrulamaktadır. Bulgular, Dijital Teknoloji Entegrasyonu boyutunun en yüksek düzeyde konumlandığını; bunu Strateji ve Liderlik, Süreç Standardizasyonu ve Teknoloji Olgunluğu göstergelerinin izlediğini göstermektedir. Buna karşılık Politika ve Regülasyon Uyumu, Üniversite–Sanayi İşbirliği ve Etik ve Güvenlik Kriterleri en düşük skor grubunda yer almaktadır. Bu görünüm, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin teknik kapasite, dijital entegrasyon ve ürünleşme boyutlarında görece daha ileri; buna karşılık düzenleyici uyum, etik yönetişim, kurumsal işbirliği ve politika bütünleşmesi boyutlarında daha sınırlı bir olgunluk profiline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.




**Şekil 9.** Kriter Bazında Normalize Skorlar

Normalize edilmiş kriter skorları belirlendikten sonra, bu aşamada söz konusu skorların ağırlıklandırılarak tek bir bileşik analiz altında nasıl toplandığı ve genel olgunluk düzeyinin hangi hesaplama mantığıyla üretildiği izleyen başlıkta açıklanmaktadır.

### 4.2.5.4. Ağırlıklandırma ve Genel Olgunluk Analizi Hesaplanması

Bu alt bölümde, normalize edilmiş kriter skorlarının tek bir bileşik ölçü altında birleştirilmesiyle ekosistemin genel olgunluk düzeyi hesaplanmaktadır. Bu çalışmada ağırlıklandırma yaklaşımı olarak, her bir olgunluk göstergesinin ekosistem yapısının kurucu bileşeni olarak değerlendirilmesi ve araştırmanın betimsel-karşılaştırmalı tasarımı kapsamında göstergelerin başlangıçta eşdeğer kabul edilmesinin daha tutarlı, şeffaf ve yorumlanabilir bir çerçeve sunması nedeniyle eşit ağırlıklı doğrusal toplamsal bileşik endeks yaklaşımı benimsenmiştir (Nardo ve ark., 2008, s. 47; Chakrabartty, 2017, s. 25-33). Bu kapsamda normalizasyon aşamasında $[0, 1]$ ölçeğine taşınan kriter skorları $S = (S_1, \dots, S_{10})$, bu aşamada tek bir bileşik ölçü altında birleştirilerek ekosistemin genel olgunluk düzeyini gösteren Genel Olgunluk Analizi (GOA) oluşturulmaktadır. Çalışmada her bir kriter pozitif yönlü tanımlandığından *(yüksek değer=daha yüksek olgunluk),* bileşik analiz aşağıdaki doğrusal yapı üzerinden hesaplanmaktadır:

$$GOA = \sum_{k=1}^{10} w_k S_k, w_k \geq 0, \sum_{k=1}^{10} w_k = 1$$

Burada $S_k = \frac{VAR_k}{n}$ biçiminde tanımlanan normalize edilmiş kriter skorunu, $w_k$ise ilgili kriterin bileşik analiz içindeki ağırlığını göstermektedir. Bu yapı sayesinde bileşik skorun $[0, 1]$aralığında kalması sağlanmakta; ayrıca herhangi bir kriterdeki artışın genel olgunluk skorunu düşürmemesi nedeniyle yöntem monotonluk özelliğini korumaktadır. Bunun yanında doğrusal toplamsal yapı, düşük bir boyuttaki performansın diğer boyutlardaki görece yüksek değerlerle belirli ölçüde telafi edilebilmesine imkân tanımaktadır. Bu tercih, ekosistemin çok boyutlu yapısını tek bir indirgenmiş ölçü altında yorumlanabilir hâle getirmesi bakımından işlevseldir. Burada ağırlıklandırma yaklaşımı olarak simüle etmek adına eşit ağırlıklandırma benimsenmiştir. Bunun temel nedeni, eldeki on göstergenin tamamının olgunluk yapısının kurucu bileşenleri olarak kabul edilmesi ve mevcut veri yapısının herhangi bir göstergeye teorik ya da veri temelli olarak diğerlerinden sistematik biçimde daha yüksek ağırlık verilmesini gerektirecek yeterli bir dayanak sunmamasıdır. Dolayısıyla her bir kriter için

$$w_k = \frac{1}{10} = 0{,}10$$

olarak alınmış; böylece Genel Olgunluk Analizi, on normalize edilmiş kriter skorunun aritmetik ortalaması biçiminde hesaplanmıştır:

$$GOA = \frac{1}{10} \sum_{k=1}^{10} S_k$$

Mevcut örneklemde kriter skorları sırasıyla Dijital Teknoloji Entegrasyonu $0{,}7059$, Strateji ve Liderlik $0{,}5561$, Süreç Standardizasyonu $0{,}5401$, Teknoloji Olgunluğu $0{,}4813$, Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik $0{,}3743$, Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi $0{,}3636$, İnovasyon Çıktıları $0{,}2032$, Üniversite–Sanayi İşbirliği $0{,}1925$, Etik ve Güvenlik $0{,}1925$ ve Politika ve Regülasyon Uyumu $0{,}1176$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin eşit ağırlıklı ortalaması sonucunda Genel Olgunluk Analizi;

$$GOA = 0{,}3727$$

olarak bulunmuştur. Bu değer yüzde biçiminde ifade edildiğinde yaklaşık %37,27'ye karşılık gelmektedir. Bu kapsamda elde edilen bileşik skor, ekosistemin genel olgunluk düzeyinin yüksek bir kümelenme göstermediğini; buna karşılık tertil sınıflandırmasına göre orta / gelişmekte olan düzeyde konumlandığını ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, teknik ve operasyonel boyutlarda belirli bir ilerleme gözlenmekle birlikte, ekosistemin bütünsel olgunluk profili henüz dengeli ve ileri bir yapıya ulaşmış değildir. Nitekim bileşik analize en yüksek katkıyı Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Strateji ve Liderlik ile Süreç Standardizasyonu sağlamaktadır. Bununla birlikte GOA skorunun 0,3727 düzeyinde kalması, ekosistemin yüksek olgunluk bandına henüz ulaşamadığını göstermektedir. Politika ve Regülasyon Uyumu, Etik ve Güvenlik ile Üniversite–Sanayi İşbirliği en zayıf halkaları oluştururken; İnovasyon Çıktıları orta bandın alt sınırında kırılgan bir görünüm sergilemektedir. Bu görünüm, ekosistemde teknik kapasite ile yönetişimsel ve kurumsal kapasite arasında belirgin bir dengesizlik bulunduğunu göstermektedir.

Genel Olgunluk Analizinin kullanılma gerekçesi, tek tek göstergelerin parçalı görünümünü ortak bir ölçeğe taşıyarak ekosistemin genel durumunu tek, karşılaştırılabilir ve tekrarlanabilir bir ölçü ile değerlendirmektir. Böylece hem kriterler arası göreli dengesizlikler görünür kılınmakta hem de ilerleyen aşamalarda yapılacak sınıflandırma, karşılaştırma ve yorumlama işlemleri için bütüncül bir analitik zemin oluşturulmaktadır. Bu çerçevede GOA, tek tek göstergelerin yerine geçen bir ölçü ve onları ortak bir referans düzleminde bir araya getiren üst düzey bir özet göstergedir. Bununla birlikte, bu bileşik ölçümün kamusal görünürlük temelli olduğu özellikle vurgulanmalıdır. Çalışmada VAR değeri, yalnızca web üzerinde kamuya açık ve doğrulanabilir kanıt bulunan durumlarda atanmıştır. Bu nedenle GOA, yalnızca firmaların fiilî kapasitesini değil, aynı zamanda bu kapasitenin dijital ortamda ne ölçüde görünür ve belgelenebilir olduğunu da yansıtmaktadır. Dolayısıyla elde edilen skor, ekosistemin mutlak içsel yeterliliğinden ziyade, kamuya açık dijital izler üzerinden gözlemlenebilen olgunluk düzeyini temsil etmektedir. Bu yönüyle analiz, özellikle görünür kurumsal kapasite, raporlama pratiği ve doğrulanabilirlik düzeyi bakımından anlam taşımaktadır.

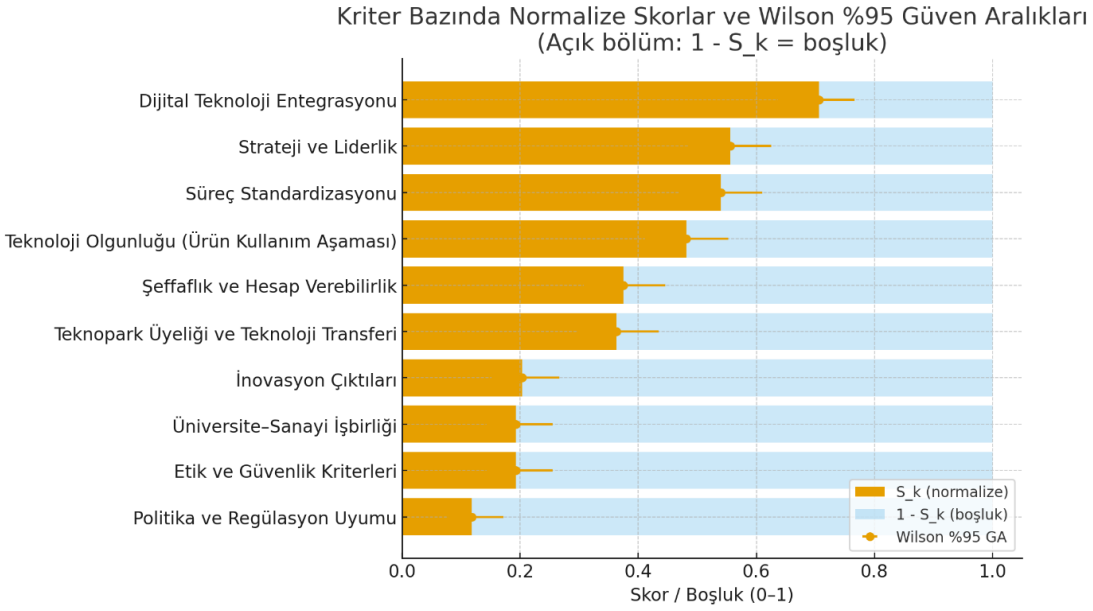
Eşit ağırlıklı doğrusal bileşik analiz yaklaşımı, bu çalışmanın ikili veri yapısı, normalize edilmiş kriter skorları ve betimsel araştırma tasarımı ile uyumlu bir ölçüm çerçevesi sunmaktadır. Elde edilen 0,3727düzeyindeki Genel Olgunluk Analizi, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin belirli boyutlarda gelişim gösterdiğini, ancak bütünsel açıdan değerlendirildiğinde henüz düşük–yüksek değerde konumlanan, dengesiz ve çok katmanlı bir olgunluk yapısına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Genel Olgunluk Analizinin hesaplanmasının ardından, bu sonraki aşamada söz konusu skorun düzeylendirilmesi yapılmakta ve olgunluk yapısı temsili görselleştirmeler aracılığıyla yorumlanabilir hâle getirilmektedir.

#### 4.2.5.5.Olgunluk Analizinin Düzeylendirilmesi ve Temsili Görselleştirme

Bu bölümde, eşit ağırlıklandırma yaklaşımıyla (w_k=0,10) elde edilen skorların aralığındaki matematiksel mesafesini ve teorik mükemmelliğe (1,00) olan uzaklığını (boşluk paylarını) gösterebilmek amacıyla [0-0,33), [0,33-0,66) ve [0,66-1,00] şeklinde sabit bir mutlak düzeylendirme cetveli kullanılmıştır. Bu eşit aralıklı yapı, Şekil 10, 11 ve 12'de sunulan grafiksel düzeylendirmelerin ve boşluk analizlerinin standartlaştırılmasını sağlamaktadır. Ancak bu sabit düzeylendirme, ekosistemin kendi dağılımını yansıtan bir sınıflandırma aracı değildir; ekosistemin gerçek performansına dayalı asıl sınıflandırılması ve konumlandırılması Başlık 4.2.6.1'de Tertil (Üçte Birlik) yöntemiyle yapılmıştır.

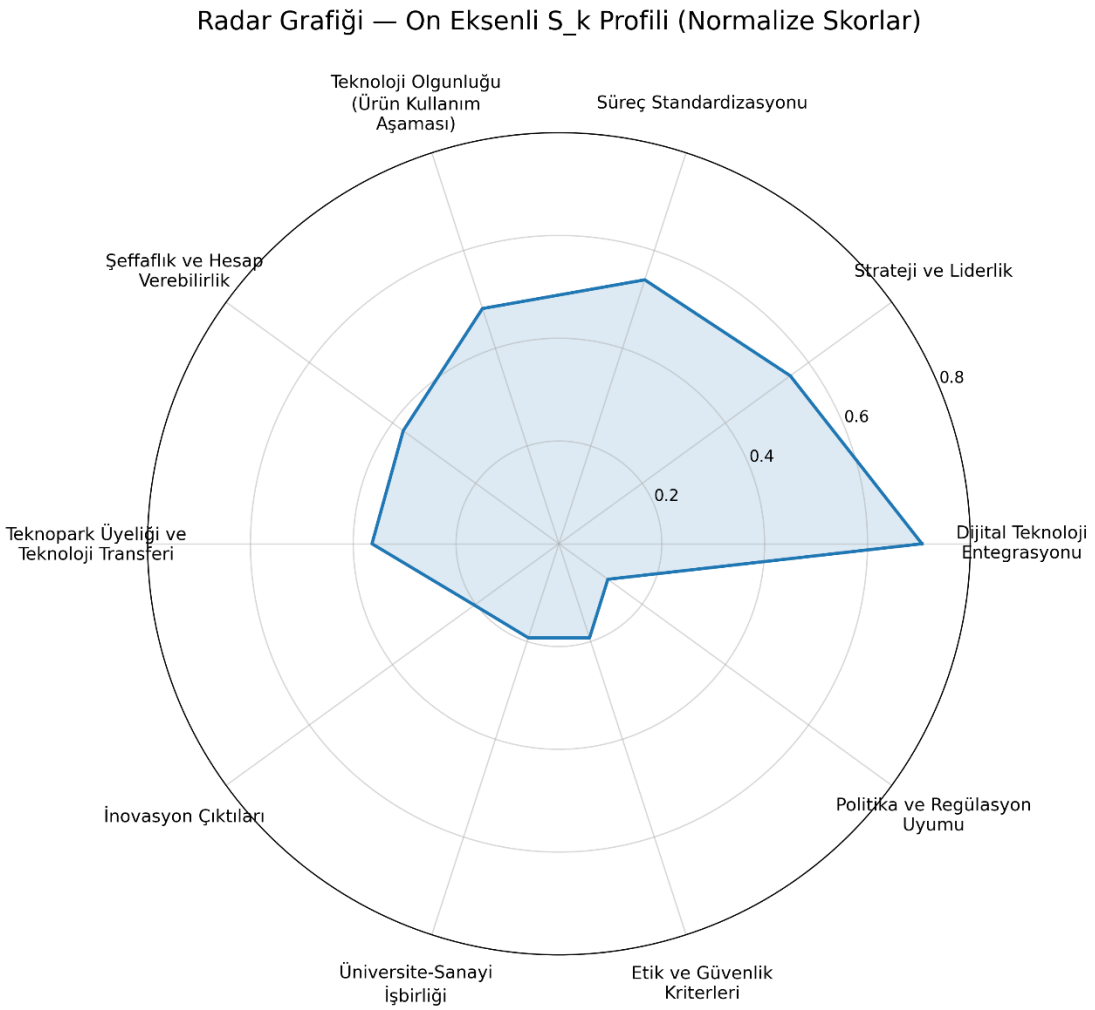
Bu kapsamda eşit ağırlık senaryosunda elde edilen "Genel Olgunluk Analizi" (GOA) $\widehat{\mathrm{GOA}} = 0{,}3727 (\approx \%37{,}27)$ olup, yaklaşık %95 güven aralığı [0,352; 0,393]'tür; bu değer, ekosistemin Orta bandın alt eşiğine yakın bir konumda seyrettiğini göstermektedir. Dolayısıyla yorumlamayı standartlaştırmak amacıyla sabit eşik kuralı benimsenmiştir: Düşük $[0 - 0{,}33)$, Orta $[0{,}33 - 0{,}66)$, Yüksek $[0{,}66 - 1]$. Düzeylendirmenin analitik içeriği, her gösterge için normalize skorların $S_k = \frac{\mathrm{VAR}_k}{n} \in [0{,}1]$ kullanılarak katkı–boşluk ayrıştırması ile derinleştirilmektedir: katkı $c_k = w_k S_k$(eşit ağırlıkta $w_k = 0{,}1$) GOA'ye marjinal payı, boşluk ise $g_k = w_k(1 - S_k)$olgunluğa uzaklığın bileşen bazındaki karşılığını vermektedir; toplam uzaklık $1 - \widehat{\mathrm{GOA}} = 0{,}6273$ olduğundan, göreli boşluk payı $\gamma_k = \frac{g_k}{1 - \widehat{\mathrm{GOA}}}$ ile ortaya konmaktadır. Bu ayrıştırma, Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Strateji ve Liderlik ile Süreç Standardizasyonu göstergelerinin analize en yüksek katkıyı sağladığını; Politika–Regülasyon Uyumu, Etik–Güvenlik, Üniversite–Sanayi İşbirliği ve İnovasyon Çıktıları eksenlerinin ise toplam boşluğun en büyük payını üstlendiğini göstermektedir (örnek olarak, boşluk payları yaklaşık olarak sırasıyla %14,1, %12,9, %12,9 ve %12,7 düzeyindedir). Aşağıdaki görselleştirmede, tek bir sıralı yatay çubuk grafik üzerinde $S_k$değerleri Wilson %95 güven aralıkları ile birlikte gösterilmekte; çubukların açık tonlu kısmı $1 - S_k$boşluğunu temsil ederek karar vericiye katkı–boşluk yapısını sezgisel biçimde sunmaktadır.

Şekil 10, kriter bazında normalize olgunluk skorlarını (S□) ve bu skorların örneklem belirsizliğini yansıtan Wilson %95 güven aralıklarını birlikte göstermektedir. Çubukların uzunluğu, her kriterin ekosistem genelindeki "varlık" yoğunluğunu ortaya koyarken; güven aralıkları, ilgili yoğunluğun istatistiksel belirsizlik düzeyini ve dolayısıyla bulgunun sağlamlığını destekleyici biçimde sunmaktadır. Görsel, Dijital Teknoloji Entegrasyonu gibi yüksek skorlu boyutlarda olgunluğun daha yüksek değerde toplandığını; buna karşılık Politika ve Regülasyon Uyumu ile Etik ve Güvenlik gibi düşük skorlu boyutlarda olgunluk boşluğunun belirginleştiğini göstermektedir. Böylece Şekil 10, yalnızca sıralamayı değil, kriterler arası farkların güvenilirliğini ve karşılaştırılabilirliğini de nicel olarak görünür kılmaktadır.




**Şekil 10.** Kriter Bazında Normalize Skorlar ve Wilson %95 Güven Aralıkları

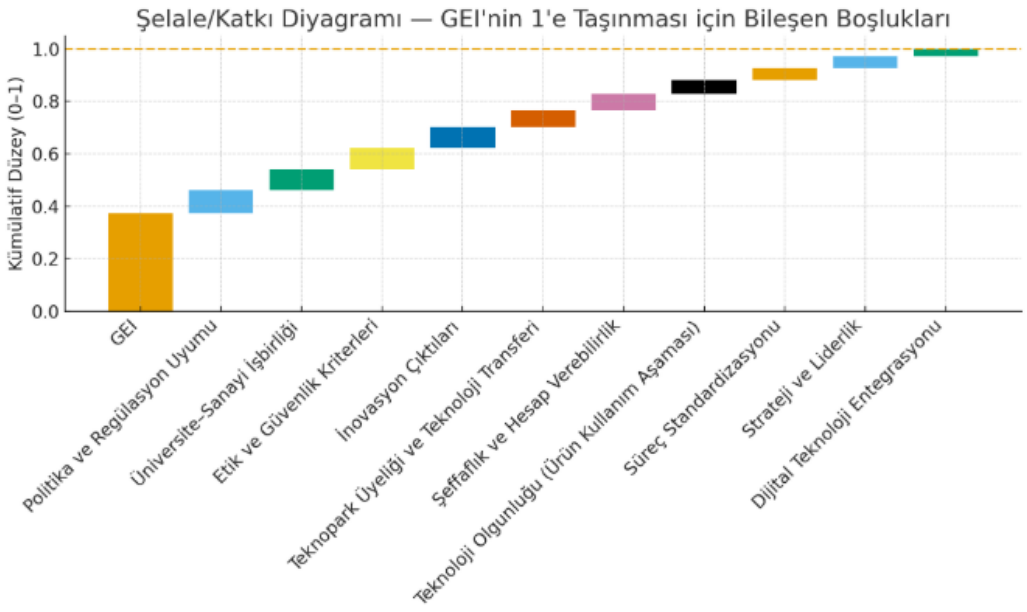
Alternatif görsel temsil olarak kullanılan Şekil 11, on eksenli $S_k$ profilini radar grafik biçiminde sunmaktadır. Bu görselleştirme, kriterlerin tek tek sıralı düzeylerini vermekten ziyade, ekosistemin boyutlar arasındaki göreli dengesini ve dengesizliğini bütüncül bir form içinde görünür kılmaktadır. Grafikte dış çembere yaklaşan eksenler ilgili boyutta daha yüksek normalize skora, merkeze yaklaşan eksenler ise daha sınırlı bir olgunluk düzeyine işaret etmektedir. Bu çerçevede Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Strateji ve Liderlik ile Süreç Standardizasyonu eksenlerinin daha dışta konumlandığı; buna karşılık Politika ve Regülasyon Uyumu, Etik ve Güvenlik, Üniversite–Sanayi İşbirliği ve İnovasyon Çıktıları boyutlarının merkeze daha yakın kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla Şekil 11, ekosistemin olgunluk profilinin dengeli ve homojen bir yapı göstermediğini; bazı boyutlarda göreli güçlenme, bazı boyutlarda ise belirgin gelişim ihtiyacı bulunduğunu görsel olarak teyit etmektedir.




**Şekil 11.** Radar Grafiği On Eksenli S_k Profili (Normalize Skorlar)

Şekil 12, Genel Olgunluk Analizinin mevcut düzeyinden teorik üst sınıra (1,00) taşınabilmesi için kriter bazındaki boşlukların kümülatif dağılımını göstermektedir. Şelale diyagramı, bileşik olgunluk düzeyine en düşük katkıyı sağlayan ve dolayısıyla toplam gelişim açığını en fazla büyüten boyutların özellikle Politika ve Regülasyon Uyumu, Üniversite–Sanayi İşbirliği, Etik ve Güvenlik Kriterleri ile İnovasyon Çıktıları eksenlerinde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Strateji ve Liderlik ve Süreç Standardizasyonu gibi görece yüksek

skora sahip boyutlarda boşluk daha sınırlı kalmaktadır. Bu görünüm, ekosistemin genel olgunluk düzeyinin yükseltilebilmesi için önceliğin mevcut durumda görece güçlü olan teknik boyutları daha da genişletmekten ziyade, yönetişim, düzenleyici uyum, kurumsal işbirliği ve etik çerçevede belirginleşen yapısal eksikliklerin giderilmesine verilmesi gerektiğini göstermektedir.




**Şekil 12.** GOA'nin 1'e Taşınması İçin Bileşen Boşlukları

Genel olgunluk düzeyinin hesaplanması ve görsel olarak ortaya konulmasının ardından, bu aşamada elde edilen bulguların yöntemsel tercihlere ve varsayımsal değişimlere karşı ne ölçüde korunduğu incelenmektedir. Böylece analizin duyarlılığı ve sağlamlığı sonraki başlıkta sistematik biçimde ele alınmaktadır.

### 4.2.5.6. Duyarlılık ve Sağlamlık Analizi

Bu alt başlıkta, Genel Olgunluk Analizi (GOA) sonuçlarının kullanılan hesaplama çerçevesine karşı ne ölçüde kararlı olduğu değerlendirilmektedir. Sağlamlık incelemesi üç eksende yürütülmektedir: (i) ağırlık duyarlılığı, (ii) tek-gösterge çıkarma denetimi ve (iii) ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesi. Amaç, elde edilen bileşik skorun belirli bir yöntemsel tercihin rastlantısal ürünü olup olmadığını sınamak ve ulaşılan sonucun analitik güvenilirliğini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda ilk olarak ağırlık duyarlılığı incelenmiştir. Ana senaryoda tüm göstergeler için eşit ağırlık benimsenmiş ve her bir kriter için $w_k = 0{,}10$ alınmıştır. Duyarlılık denetiminde, her bir gösterge ağırlığı sırayla sınırlı ölçüde değiştirilmiş; ilgili ağırlık $0{,}10$ yerine $0{,}11$ ve simetrik olarak $0{,}09$ olacak biçimde ayarlanmıştır. Toplam ağırlığın korunabilmesi için kalan dokuz göstergenin ağırlıkları her senaryoda yeniden ölçeklendirilmiştir. Her bir yeni ağırlık vektörü altında bileşik skor;

$$GOA = \sum_{k=1}^{10} w_k \, S_k$$

biçiminde yeniden hesaplanmış ve ana senaryoda elde edilen $\widehat{GOA} = 0{,}3727$ değeriyle karşılaştırılmıştır. Hesaplamalar, ağırlıklarda bu ölçekte yapılan oynamaların GOA üzerinde yalnızca düşük düzeyli değişim yarattığını göstermektedir. En yüksek etkilenme, görece yüksek skora sahip göstergelerde; en düşük etkilenme ise düşük skorlu göstergelerde ortaya çıkmakla birlikte, oluşan farkların genel sonucu anlamlı biçimde değiştirmediği görülmektedir. Bu bulgu, bileşik skorun makul ağırlık değişimlerine karşı kararlı bir yapı sergilediğini göstermektedir.

İkinci olarak tek-gösterge çıkarma denetimi uygulanmıştır. Bu işlemde her bir kriter sırayla analiz dışı bırakılmış ve bileşik skor kalan dokuz gösterge üzerinden yeniden hesaplanmıştır. Başka bir ifadeyle, $k$ göstergenin dışarıda bırakıldığı durumda yeni skor;

$$GOA_{(-k)} = \frac{10\widehat{GOA} - S_k}{9}$$

formülü ile elde edilmiştir. Bu denetim, bileşik skorun tek bir göstergeye aşırı bağımlı olup olmadığını sınamak amacıyla kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, yüksek skorlu bir göstergenin çıkarılmasının GOA değerini aşağı çektiğini, düşük skorlu bir göstergenin çıkarılmasının ise skoru sınırlı ölçüde yükselttiğini göstermektedir. Bununla birlikte, hiçbir tekil çıkarma işlemi genel olgunluk görünümünü köklü biçimde değiştirmemektedir. Bu durum, analizin belirli bir göstergeye aşırı bağımlı olmadığını ve bileşik yapının çok boyutlu niteliğini koruduğunu ortaya koymaktadır. Sağlamlık incelemesinin üçüncü ekseni ise, ölçüm sürecinden kaynaklanan belirsizliğin değerlendirilmesidir. Çalışmada her bir gösterge, web üzerinde kamuya açık ve doğrulanabilir kanıt bulunması durumunda VAR=1, bulunmaması durumunda ise YOK=0 olarak kodlanmıştır. Dolayısıyla ölçüm yapısı, yalnızca firmaların fiilî kapasitesini değil, aynı zamanda bu kapasitenin dijital ortamda ne ölçüde görünür ve doğrulanabilir olduğunu da yansıtmaktadır. Bu nedenle kriter oranlarına ilişkin belirsizlik, her bir gösterge için Wilson %95 güven aralıkları ile birlikte değerlendirilmiştir. $k$. gösterge için örneklem prevalansı;

$$\hat{p}_k = \frac{VAR_k}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_{ik}$$

biçiminde tanımlanmış; normalize edilmiş kriter skoru da;

$$S_k = \hat{p}_k$$

olarak alınmıştır. Bu yaklaşım sayesinde, nokta tahminlerin yanı sıra her bir kriterin örneklemden kaynaklanan belirsizlik düzeyi de görünür kılınmıştır. Böylece yorumlar yalnızca tekil oran değerlerine değil, bu değerlerin güven aralıklarıyla birlikte ortaya koyduğu istatistiksel çerçeveye dayandırılmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Genel Olgunluk Analizi sınırlı ağırlık değişimlerine ve tek-gösterge çıkarımına karşı kararlı bir görünüm sergilemektedir. Ölçüm belirsizliğinin güven aralıkları ile birlikte değerlendirilmesi de bu sonucun yalnızca nokta tahminlere değil, istatistiksel belirsizlik dikkate alınarak yorumlandığını göstermektedir. Bu çerçevede elde edilen bileşik skorun, yöntemsel tercihlere aşırı duyarlı olmayan, savunulabilir ve tekrarlanabilir bir özet ölçü sunduğu sonucuna

ulaşılmaktadır. Sonraki başlıkta ise söz konusu bulgular belirlenen sınıflandırma mantığı çerçevesinde düzeylendirilerek Türkiye yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin genel olgunluk konumu analitik olarak tanımlanmaktadır.

### 4.2.6. Olgunluk Düzeylerinin Sınıflandırılması ve Ekosistem Konumlandırması

Bu başlıkta, nicelleştirilen on boyutlu olgunluk göstergeleri ile hesaplanan Genel Olgunluk Analizi (GOA), sürekli bir ölçüm alanından çıkarılarak yorumlanabilir kategorik düzeylere dönüştürülmektedir. Böylece bulguların yalnızca sayısal olarak raporlanmasıyla yetinilmemekte; aynı zamanda politika ve strateji geliştirmeye elverişli bir sınıflandırma çerçevesi içinde anlamlandırılması sağlanmaktadır. Yorumlamada yöntemsel tutarlılığı korumak amacıyla, hem tekil gösterge skorları ($S_k$) hem de bileşik GOA değeri için ortak bir eşikleme mantığı benimsenmiştir. Bu kapsamda sonraki başlıklarda önce üçte birlik (tertil) esaslı eşikleme yöntemi açıklanmakta, ardından Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin bu eşiklere göre genel konumu değerlendirilmektedir.

#### 4.2.6.1. Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi

Bu başlıkta sınıflandırma, firma düzeyindeki ikili gözlemler üzerinden değil, her bir gösterge için hesaplanan ekosistem düzeyi normalize skorlar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Buna göre $k$. gösterge için kriter skoru;

$$S_k = \frac{VAR_k}{n} \in [0,1]$$

biçiminde tanımlanmakta; on göstergeye ait skorlar ise;

$$S = \{S_k\}_{k=1}^{10}$$

vektörü üzerinde sınıflandırılmaktadır. İzlenen yaklaşım, dağılımın biçimine ilişkin parametrik bir varsayım gerektirmeyen ve sıralama temelli çalışan üçte birlik (tertil) esaslı eşikleme yöntemidir. Bu yöntemde sınıflandırma eşikleri, $S$dağılımının üç eşit parçaya ayrılması mantığıyla;

$$p = \frac{1}{3} \text{ ve } p = \frac{2}{3}$$

nicemleri üzerinden elde edilmektedir. Buna göre sınıflar aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

Düşük: $[0, T_1)$,
Orta: $[T_1, T_2)$,
Yüksek: $[T_2, 1]$

Burada $T_1$, alt tertil eşiğini; $T_2$ise üst tertil eşiğini göstermektedir. Nicem hesaplamasında Hyndman–Fan Tip 7 tanımı esas alınmıştır. Bu tanıma göre $Q(p)$nicemi;

$$k = \lfloor (n-1)p \rfloor + 1,$$
$$\gamma = (n-1)p - \lfloor (n-1)p \rfloor$$

olmak üzere,

$$Q(p) = (1-\gamma)x_{(k)} + \gamma x_{(k+1)}$$

biçiminde hesaplanmaktadır. Burada $x_{(k)}$, artan sıraya dizilmiş gözlemler içinde $k$ sıradaki değeri ifade etmektedir. Bağ-değer durumlarında sınıflandırmanın parçalanmasını önlemek amacıyla eşitlik hâlinde üst sınıfa atama kuralı izlenmiştir. Bu yöntemin tercih edilmesinin başlıca gerekçeleri üç noktada toplanmaktadır. İlk olarak, yöntem dağılımın normal ya da simetrik olması gibi ek varsayımlar gerektirmemektedir. İkinci olarak, sıralama temelli yapısı nedeniyle doğrusal ölçek dönüşümlerine karşı sınıflandırma mantığını korumaktadır. Üçüncü olarak ise, kriterlerin göreli konumlarını açık, izlenebilir ve tekrarlanabilir biçimde sınıflandırmaya imkân vermektedir. Uygulamada on göstergeye ait normalize skorlar artan sırada (0,1176; 0,1925; 0,1925; 0,2032; 0,3636; 0,3743; 0,4813; 0,5401; 0,5561; 0,7059) şeklinde elde edilmiştir. Hyndman–Fan Tip 7 tanımı $p = \frac{1}{3}$ ve $p = \frac{2}{3}$ için uygulandığında eşikler sırasıyla (Hyndman & Ullah, 2007, s. 4942-4950);

$$T_1 = 0{,}2032,$$
$$T_2 = 0{,}4813$$

olarak hesaplanmıştır. Gözlem sayısının sınırlı *(K=10)* ve skor yapısının ayrık olması nedeniyle, eşiklerin doğrudan gözlenen değerlere denk düşmesi yöntem açısından beklenen ve tutarlı bir sonuç olduğu gözlemlenmiştir.

Bu eşiklere göre kriter bazında sınıflandırma şu şekilde oluşmaktadır;

- Yüksek düzey (4 gösterge):
  -Dijital Teknoloji Entegrasyonu (0,7059),
  -Strateji ve Liderlik (0,5561),
  -Süreç Standardizasyonu (0,5401),
  -Teknoloji Olgunluğu / Ürün Kullanım Aşaması (0,4813).
- Orta düzey (3 gösterge):
  -Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik (0,3743),
  -Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi (0,3636),
  -İnovasyon Çıktıları (0,2032).
- Düşük düzey (3 gösterge):
  -Üniversite–Sanayi İşbirliği (0,1925),
  -Etik ve Güvenlik Kriterleri (0,1925),
  -Politika ve Regülasyon Uyumu (0,1176).

Bu sınıflandırma, ekosistemin olgunluk profilini üç farklı düzey üzerinden daha açık biçimde görünür kılmaktadır. Buna göre, dijital entegrasyon, stratejik yönelim, süreç yapısı ve ürün kullanım olgunluğu görece daha ileri bir düzeyde konumlanmaktadır. Buna karşılık kurumsal şeffaflık, teknopark/teknoloji transferi bağlantıları ve inovasyon çıktıları orta düzeyde seyretmekte; üniversite–sanayi etkileşimi, etik-güvenlik altyapısı ile politika-regülasyon uyumu ise düşük düzeyde yoğunlaşmaktadır. Bu görünüm, ekosistemde teknik ve operasyonel kapasitenin görece daha güçlü; yönetişim, kurumsal işbirliği ve düzenleyici uyum boyutlarının ise daha sınırlı kaldığını göstermektedir. Nitekim üçte birlik eşikleme yöntemi kriterler arasındaki göreli farklılaşmayı

sistematik bir sınıflandırma düzenine dönüştürmektedir. Elde edilen dağılım, önceki alt başlıklarda ortaya konulan normalize skorlar, katkı–boşluk yapısı ve kriter bazlı belirsizlik örüntüsüyle uyumlu bir görünüm sergilemektedir. Bu çerçeve, izleyen alt başlıkta GOA değerinin aynı eşikleme mantığı içinde yorumlanmasına ve Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin genel konumunun daha bütüncül biçimde değerlendirilmesine imkân vermektedir. Bu kapsamda Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin konumu ele alınmaktadır.

#### 4.2.6.2. Türkiye Yapay Zekâ Girişimciliği Ekosisteminin Konumu

Burada bölüm 4.2.5.5'te eşit ağırlıklandırma prensibiyle görselleştirilen mutlak düzeylerin aksine, bu bölümde ekosistemin kendi gerçek veri dağılımı üzerinden nerede konumlandığını belirlemek hedeflenmiştir. Bu amaçla, verinin doğal yapısına uyumlu olan Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi (T1=0,2032 ve T2=0,4813) kullanılarak ekosistem bileşenleri göreli olarak konumlandırılmış ve sınıflandırılmıştır.

Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin genel konumu, on göstergenin ekosistem düzeyindeki normalize skorları $S_k = \frac{VAR_k}{n} \in [0,1]$ , bu skorlar üzerinden hesaplanan Genel Olgunluk Analizi $(\widehat{GOA})$ve üçte birlik (tertil) esaslı eşikleme sonuçları birlikte değerlendirilerek belirlenmektedir. Bu çerçevede sınıflandırma mantığı, düşük–orta–yüksek düzeylerini sırasıyla gelişmemiş, gelişmekte olan ve gelişmiş olgunluk düzeyleriyle eşleştirmektedir. Önceki alt başlıkta gösterildiği üzere, on göstergeye ait normalize skorlar üzerinden hesaplanan tertil eşikleri $T_1 = 0{,}2032$ ve $T_2 = 0{,}4813$olarak elde edilmiştir. Eşit ağırlık senaryosunda hesaplanan Genel Olgunluk Analizi;

$$\widehat{GOA} = 0{,}3727 (\approx \%37{,}27)$$

olarak bulunmuştur. Bu değer, tertil esaslı sınıflandırma mantığı içinde $T_1$ile $T_2$arasında yer almakta ve dolayısıyla ekosistemin orta düzeyde, başka bir ifadeyle gelişmekte olan bir olgunluk yapısına sahip olduğunu göstermektedir. GOA'ye ilişkin yaklaşık %95 güven aralığı [0,352; 0,393] olup, bu aralık da bütünüyle aynı sınıf içinde kalmaktadır. Bu durum, ekosistemin genel konumlandırmasının örneklem belirsizliği altında da değişmediğini göstermektedir. Merkezi eğilim ölçüsü de aynı sonucu desteklemektedir. Bu kapsamda Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosistemi bu çalışmanın ölçüm çerçevesi içinde orta düzeyde, başka bir ifadeyle gelişmekte olan bir olgunluk konumunda yer almaktadır. Ayrıca on göstergeye ait normalize skorların medyanı;

$$\tilde{S} = \text{median}\{S_k\} \approx 0{,}369$$

olarak hesaplanmıştır. Bu değer de yine $T_1$ile $T_2$arasında bulunduğundan, ekosistemin genel profilinin orta düzeyde yoğunlaştığını doğrulamaktadır. Böylece hem bileşik skor $(\widehat{GOA})$ hem de merkezi eğilim ölçüsü $(\tilde{S})$, aynı yönlü bir sınıflandırma sonucu üretmektedir. Kriterlerin tertil kompozisyonu da bu genel görünümü desteklemektedir. Sınıflandırma sonucunda dört göstergenin yüksek düzeyde, üç göstergenin orta düzeyde ve üç göstergenin düşük düzeyde yer aldığı görülmektedir. Yüksek düzeyde yer alan Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Strateji ve Liderlik, Süreç Standardizasyonu ve Teknoloji Olgunluğu / Ürün Kullanım Aşaması göstergeleri, eşit ağırlıklı bileşik skorun yaklaşık %61'ini oluşturmaktadır. Buna karşılık düşük düzeyde yer alan Üniversite–Sanayi İşbirliği, Etik ve Güvenlik Kriterleri ile Politika ve Regülasyon Uyumu göstergelerinin

toplam katkısı yaklaşık %13–14 düzeyinde kalmaktadır. Kalan yaklaşık %25'lik bölüm ise orta düzeyde sınıflanan göstergelerden gelmektedir. Bu bileşim, ekosistemin teknik uygulama, süreç yapısı ve ürünleşme eksenlerinde görece daha güçlü; buna karşılık yönetişim, kurumsal işbirliği, etik güvence ve düzenleyici uyum boyutlarında daha sınırlı bir birikime sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle Türkiye yapay zekâ girişimciliği ekosistemi, bu çalışmada kullanılan ölçüm çerçevesi ve varsayımlar altında, bütünsel olarak gelişmekte olan bir olgunluk düzeyinde konumlanmaktadır. Başka bir ifadeyle, ekosistem tamamen başlangıç aşamasında değildir; ancak yüksek ve dengeli bir olgunluk düzeyine de ulaşmış değildir. Teknik ve operasyonel boyutlarda belirli bir ilerleme görülmekle birlikte, yönetişimsel ve kurumsal boyutlardaki sınırlılıklar genel olgunluk düzeyini aşağı çekmektedir. Önceki alt başlıklarda sunulan duyarlılık ve sağlamlık bulguları da bu konumlandırmanın test edilen ölçüde kararlı olduğunu göstermektedir.

Ekosistemin genel olgunluk düzeyi ve kriter bazlı konumu bu şekilde netleştirildikten sonra, izleyen aşamada bu boyutların firma düzeyinde birbirleriyle nasıl birlikte ortaya çıktığının incelenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, olgunluk boyutlarının rastlantısal biçimde değil, belirli kurumsal örüntüler ve birlikte-görülme ilişkileri çerçevesinde şekillenip şekillenmediğini ortaya koymak amacıyla Olgunluk Kriterleri Arası Bağlaşıklık (Birlikte-Görülme) Analizi bölümüne geçilmektedir.

### 4.2.7. Olgunluk Kriterleri Arası Bağlaşıklık Analizi ve Öne Çıkan Kombinasyonlar

Bu alt bölümde, on olgunluk kriterinin yalnızca tekil yaygınlık düzeyleri değil, aynı zamanda kriterler arasındaki birlikte-görülme örüntüleri de incelenmektedir. Bu amaçla, ikili (VAR/YOK) veri yapısına uygun biçimde kriter çiftleri arasındaki ilişkiler 2×2 çapraz tablolar üzerinden değerlendirilmiştir. Analizler Python ortamında gerçekleştirilmiş; ilişkinin yönü ve gücü Phi ($\varphi$) katsayısı ile ölçülmüş, istatistiksel anlamlılık ise Ki-kare ($\chi^2$) bağımsızlık testi ile sınanmıştır. Beklenen hücre frekanslarının düşük kaldığı durumlarda Fisher'in kesin testi dikkate alınmıştır. Bu bölümde raporlanan bulgular, kriterler arasındaki bağlaşıklık ve birlikte-görülme düzeyini yansıtmakta; herhangi bir nedensellik ya da yönlülük iddiası içermemektedir. Ayrıca analizlerde kullanılan K1–K10 kodları, olgunluk kriterlerini temsil edecek biçimde tanımlanmıştır. Buna göre K1 Strateji ve Liderlik, K2 Üniversite–Sanayi İşbirliği, K3 Süreç Standardizasyonu, K4 Dijital Teknoloji Entegrasyonu, K5 Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik, K6 Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi, K7 İnovasyon Çıktıları, K8 Politika ve Regülasyon Uyumu, K9 Etik ve Güvenlik Kriterleri ve K10 Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) kriterlerini ifade etmektedir. Bu kodlama, Python ortamında üretilen istatistiksel çıktılar ile kavramsal boyutlar arasındaki eşleştirmeyi açık, sistematik ve izlenebilir hâle getirmektedir.

Tablo 22'de sunulan bulgular, olgunluk kriterleri arasında en güçlü birlikte-görülme örüntülerinin özellikle ekosisteme gömülülük, dijital kapasite, süreç olgunluğu ve yönetişim boyutlarında yoğunlaştığını göstermektedir. En yüksek bağlaşıklığın Üniversite–Sanayi İşbirliği ile Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi arasında ortaya çıkması, dış paydaşlarla kurulan kurumsal ilişkilerin ve bilgi/teknoloji aktarım mekanizmalarının çoğu durumda birlikte işlediğine işaret etmektedir. Benzer biçimde, Dijital Teknoloji Entegrasyonu ile Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) arasındaki güçlü ilişki, dijital altyapı ve teknoloji kullanım kapasitesi gelişen firmalarda ürünün ticarileşme ve kullanım olgunluğunun da daha görünür hâle geldiğini düşündürmektedir. Süreç Standardizasyonunun hem Etik ve Güvenlik Kriterleriyle, hem Dijital

Teknoloji Entegrasyonuyla, hem de Şeffaflık ve Hesap Verebilirlikle birlikte öne çıkması ise bu boyutun ekosistem içerisindeki tamamlayıcı bir çekirdek kriter niteliği taşıdığını göstermektedir. Öte yandan, Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik, Politika ve Regülasyon Uyumu ile Etik ve Güvenlik Kriterleri arasındaki ilişkiler, yönetişim temelli olgunlaşmanın tekil değil, birbirini destekleyen kurumsal pratikler üzerinden geliştiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, Tablo 22'deki bağlaşıklıkların tamamı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte, Phi katsayılarının orta düzeyi aşmaması, kriterler arasında tam bir bütünleşmeden ziyade kısmi ve tamamlayıcı bir eş-oluş örüntüsünün bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminde bazı olgunluk boyutlarının birlikte güçlenmeye başladığını, ancak çok boyutlu ve dengeli bir olgunluk yapısının henüz tam olarak kurumsallaşmadığını ortaya koymaktadır.

**Tablo 22.** Olgunluk Kriterleri Arasında En Yüksek Bağlaşıklık Gösteren İlişkiler (Top-10) (n=187)

| Sıra | Kriter A | Kriter B | φ | p | Birlikte VAR (n11) | P(A=1,B=1) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **Üniversite–Sanayi İşbirliği** | **Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi** | 0,364 | < 0,001 | 26 | 0,139 |
| **2** | **Dijital Teknoloji Entegrasyonu** | **Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması)** | 0,340 | < 0,001 | 78 | 0,417 |
| **3** | **Süreç Standardizasyonu** | **Etik ve Güvenlik Kriterleri** | 0,287 | < 0,001 | 30 | 0,160 |
| **4** | **Süreç Standardizasyonu** | **Dijital Teknoloji Entegrasyonu** | 0,276 | < 0,001 | 83 | 0,444 |
| **5** | **Süreç Standardizasyonu** | **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | 0,270 | < 0,001 | 50 | 0,267 |
| **6** | **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | **Etik ve Güvenlik Kriterleri** | 0,267 | < 0,001 | 23 | 0,123 |
| **7** | **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | **Politika ve Regülasyon Uyumu** | 0,266 | < 0,001 | 16 | 0,086 |
| **8** | **İnovasyon Çıktıları** | **Etik ve Güvenlik Kriterleri** | 0,259 | < 0,001 | 15 | 0,080 |
| **9** | **Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi** | **İnovasyon Çıktıları** | 0,254 | < 0,001 | 23 | 0,123 |
| **10** | **Politika ve Regülasyon Uyumu** | **Etik ve Güvenlik Kriterleri** | 0,243 | < 0,001 | 10 | 0,053 |

*Not: Tabloda yer alan p (anlamlılık) değerleri, kriter çiftleri arasındaki bağlaşıklığın istatistiksel anlamlılığını sınamak amacıyla gerçekleştirilen Ki-kare ($\chi^2$) bağımsızlık testi (veya Fisher'in Kesin Testi) sonuçlarına dayanmaktadır. n11: Her iki kriterin de 'VAR' olarak kodlandığı firma sayısını; P(A=1,B=1): İki kriterin birlikte görülme olasılığını ifade etmektedir.*

Tablo 23'te yer alan en sık gözlenen kombinasyonlar ise ekosistemde olgunluk göstergelerinin homojen bir dağılım sergilemediğini, buna karşılık belirli kriter kümelerinin aynı firma profilleri içinde birlikte görünür hâle geldiğini göstermektedir. En yüksek frekanslı kombinasyonun hiçbir kriterin gözlenmediği profil olması, örneklem içinde kayda değer bir "çok düşük görünürlük" ya da "erken aşama" alt grubunun varlığına işaret etmektedir. Bunun ardından gelen kombinasyonlarda özellikle Dijital Teknoloji Entegrasyonu (K4) ve Teknoloji Olgunluğu (K10) kriterlerinin birlikte yer aldığı örüntülerin öne çıkması, teknik altyapı göstergelerinin ürünleşme ve kullanım olgunluğu sinyalleriyle eş zamanlı görünme eğilimi taşıdığını düşündürmektedir. Ayrıca Süreç

Standardizasyonu (K3) değişkeninin K4 ve/veya K10 ile birlikte bulunduğu kombinasyonların görece sık gözlenmesi, süreçleşme ile teknik entegrasyon boyutlarının belirli firmalarda birlikte gelişebildiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, düşük frekanslı fakat çeşitlilik gösteren kombinasyonların varlığı, ekosistemde tek tip ve doğrusal bir olgunluk yolundan ziyade parçalı ve heterojen olgunluk profillerinin bulunduğunu göstermektedir. Bu değerlendirme, birlikte-görülme sıklıklarına dayalı betimsel bir analiz niteliği taşımakta; kriterler arasında nedensel bir yönlülük ya da doğrudan bir etki mekanizması kurmamaktadır.

**Tablo 23.** En Sık Gözlenen Olgunluk Kriter Kombinasyonları (Top-10) (n=187)

| Sıra | Pattern (K1–K10) | VAR Olan Kriterler | n | % |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 0000000000 | (Hiçbir kriter yok) | 15 | 8,02 |
| **2** | 0011000001 | K3, K4, K10 | 7 | 3,74 |
| **3** | 1011000001 | K1, K3, K4, K10 | 5 | 2,67 |
| **4** | 0001000001 | K4, K10 | 5 | 2,67 |
| **5** | 0001000000 | K4 | 5 | 2,67 |
| **6** | 0011000000 | K3, K4 | 4 | 2,14 |
| **7** | 1011000000 | K1, K3, K4 | 4 | 2,14 |
| **8** | 1001000001 | K1, K4, K10 | 4 | 2,14 |
| **9** | 1011100001 | K1, K3, K4, K5, K10 | 3 | 1,60 |
| **10** | 1011000011 | K1, K3, K4, K9, K10 | 3 | 1,60 |

Tablo 22 ve Tablo 23 birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminde olgunluğun tekil kriterlerin ayrı ayrı yaygınlığından ibaret bir görünüm sunmadığı; aksine belirli kriter çekirdeklerinin aynı firmalarda birlikte görünürleştiği, bazı alt kümelerde ise kriterlerin neredeyse hiç görünmediği parçalı bir yapı sergilediği anlaşılmaktadır. Özellikle teknik kapasiteyi temsil eden Dijital Teknoloji Entegrasyonu (K4) ile ürünleşme/olgunluk göstergesi olan Teknoloji Olgunluğu (K10) kriterlerinin farklı kombinasyonlarda tekrarlı biçimde belirmesi, ekosistemde "teknik entegrasyon–ürünleşme" ekseninin belirli ölçüde bir çekirdek yapı oluşturabildiğini göstermektedir. Buna karşılık süreçleşme ve yönetişim temelli kriterlerin daha seçici ve daha sınırlı firma profillerinde birlikte görünürleşmesi, kurumsal olgunluk boyutlarının ekosistem geneline eşit biçimde dağılmadığına işaret etmektedir. Dolayısıyla bulgular, ekosistemin olgunluk düzeyinin tek çizgisel ve homojen bir ilerleme modeliyle değil, farklı kriter bileşimleri üzerinden şekillenen çok boyutlu ve kümelenmiş bir dinamikle açıklanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu desen, önceki alt başlıklarda hesaplanan genel olgunluk düzeyi ve ekosistem konumlandırması bulgularını yapısal açıdan destekleyen tamamlayıcı bir analiz katmanı sunmaktadır. Böylece olgunluk göstergeleri arasındaki bağlaşıklık ve birlikte-görülme örüntülerinin ortaya konulmasıyla birlikte, tezin nitel makro çevre analizleri ile nicel bulgu temelli ölçümleri bütüncül biçimde tamamlanmakta; araştırma soruları ve hipotezler ekseninde yapılacak sentez ve değerlendirmeler için güçlü bir analitik zemin oluşturulmaktadır.

Elde edilen bu çok boyutlu bulguların araştırma soruları ve hipotezler ekseninde sentezlenerek ekosistemi "gelişmekte olan" düzeyden daha ileri bir rekabetçilik ve olgunluk düzeyine taşıyabilecek eyleme dönük politika önerilerine dönüştürüldüğü son bölümde ve sonraki başlıkta sonuç ve değerlendirme aşamasına geçilmektedir.

# 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde, araştırmanın nitel makro çevre analizleri ile nicel olgunluk ölçümlerinden elde edilen bulgular sentezlenmekte; Türkiye yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin gelişimine yönelik sonuç ve değerlendirmeler yer almaktadır.

## 5.1. Araştırmanın Bütüncül Çerçevesi

Bu araştırma, Türkiye'de yapay zekâ (YZ) girişimcilik ekosisteminin mevcut olgunluk düzeyini kavramsal, ekosistemik, yöntemsel ve bulgusal düzlemleri bütünleştiren çok boyutlu bir çerçevede incelemektedir. Tezin temel problemi, YZ girişimciliği ekosisteminin Türkiye bağlamında hızla büyüyen bir alan olmasına karşın, bu ekosistemin "olgunluk" düzeyinin hangi boyutlarda, hangi göstergelerle ve hangi kanıta dayalı yöntemle ölçülebileceği sorusunda düğümlenmektedir. Bu nedenle çalışma, olgunluğu tek boyutlu bir çıktı metriğine indirgemeyen; strateji-yönetişim, işbirliği, süreç, teknoloji, uyum ve etik gibi farklı eksenlerde birlikte değerlendiren bir ölçüm mantığı üzerine kurulmaktadır. Bu yaklaşım, ekosistemi soyut bir anlatı çerçevesi olmaktan çıkararak, mikro çerçevede firma düzeyinde makro çerçevede ise ekosistem boyutunda gözlenebilir kanıtlarla izlenebilir, tekrarlanabilir ve karşılaştırılabilir bir değerlendirme diline dönüştürmeyi hedeflemektedir.

*Birinci bölümde* araştırma problemi, amacı, soruları ve hipotezleri, önemi, kapsamı, sınırlılıkları ve katkıları ile yöntemsel yaklaşımın genel çerçevesi kurularak, çalışmanın izlenebilirlik hattını oluşturmaktadır. Bu çerçeve, tez boyunca "ekosistemi ölçülebilir kılma" olgusunun sınırlarını belirlemekte; özellikle çalışma tasarımının nitel kapsam ile ikincil kaynaklar ve çevrim içi kurumsal kanıtlara dayalı olarak yürütüleceğini temellendirmektedir. Böylece hem veri erişilebilirliği hem de doğrulanabilirlik açısından uygulanabilir bir kanıt mimarisi ilk bölümde yansıtılmakta ve ölçümün izlenebilir göstergeler üzerinden üretilip analiz edileceğini yöntemsel olarak ileriki bölümlerde güvence altına alınmaktadır.

*İkinci bölümde,* bir taraftan zekâ ve yapay zekâ kavramını, YZ teknolojilerinin altyapısını, sınıflandırmasını, sektörel uygulamalarını ve toplumsal etkilerini bütüncül biçimde ele almakta; diğer taraftan YZ'nin girişimcilik ekosistemleri üzerindeki dönüştürücü etkisini kavramsal düzlemde tartışılmaktadır. Bu bölümde zayıf YZ'den süper zekâya uzanan ölçek içinde teknolojik gelişmenin doğurduğu fırsat ve riskler, ekosistem düzeyindeki kapasite gereksinimleriyle ilişkilendirilmekte; böylece çalışmanın ilerleyen bölümlerinde operasyonelleştirilecek olgunluk boyutlarının teorik arka planı oluşturulmaktadır. Tezin bu aşamadaki katkısı, YZ girişimciliğini yalnızca teknoloji üretimi veya yazılım geliştirme faaliyetleriyle sınırlamamakta; yönetişim, işbirliği, süreç olgunluğu, düzenleyici uyum ve sorumlu YZ kapasitesi gibi tamamlayıcı unsurlarla birlikte değerlendirilmesi gereken bir ekosistem olgusu olarak konumlandırmaktadır. Hâliyle yapay zekâ, girişimcilik ve girişimcilik ekosistemi literatürlerinin kesişiminde şekillenen bu yaklaşım, çalışmanın kavramsal eksenini yapay zekâ girişimciliği ekosistemi çerçevesine taşımakta ve inceleme nesnesini daha özgül bir şekilde kavramsallaştırmaktadır.

*Üçüncü bölümde,* birinci ve ikinci bölümde çizilen kavramsal–ekosistemik çerçeve, olgunluk analizi yaklaşımını araştırmanın tasarımı ile ölçülebilir hâle getirilmektedir. Bu çerçevede "Olgunluk Modelleri" çerçevesinde kurgulanan araştırmanın tasarımını sunmaktadır. Bölüm, araştırma soruları ile hipotezlerin hangi yöntemlerle test edileceğinin eşleştirilmesiyle başlamakta; ardından hem mevcut ikincil veri kaynaklarının kullanımını hem de modern bir yaklaşım olan web scraping (veri

kazıma) yöntemiyle dijital ortamdan veri toplama sürecini etik standartlar çerçevesinde detaylandırmaktadır. Ardından literatürdeki mevcut modellerden hareketle, soyut analiz kriterlerinin ölçülebilir göstergelere dönüştürülmesi (operasyonelleştirme) sağlanmakta ve bu verilerin olgunluk analizi sürecinde nasıl işleneceği adım adım açıklanarak çalışmanın metodolojik geçerliliği temellendirmektedir.

*Dördüncü bölümünde,* Türkiye yapay zekâ ekosistemi hem nitel hem de nicel yöntemlerle çok boyutlu olarak analiz edilmiştir. Nitel kısımda, politika ve stratejiler bağlamında ekosistem dinamikleri tespit edilmiş; akademik literatür incelenmiş, SWOT, PESTEL, Porter'ın Beş Güç Analizi, STEEP gibi stratejik analiz araçlarıyla makro çevre, rekabet yapısı ve sosyo-teknolojik eğilimler değerlendirilmiş; ayrıca haritalama, ağ analizi, değer zinciri ve uluslararası kıyaslama yoluyla ekosistemin yapısal özellikleri ortaya konulmuştur. Nicel kısımda ise ekosistemi oluşturan girişimler sistematik biçimde tespit edilmiş, veri temizleme ve birleştirme süreçlerinden geçirilerek nihai örneklem oluşturulmuş; ardından olgunluk göstergeleri temelinde genel olgunluk analizi yapılmış, olgunluk düzeyleri sınıflandırılmış ve olgunluk kriterleri arasındaki birlikte görülme ilişkileri analiz edilerek ekosistemin konumlandırması gerçekleştirilmiştir.

*Beşinci bölümde ise,* araştırmanın sonuç ve değerlendirme kısmını oluşturmaktadır. Bölüm, öncelikle araştırmanın genel bir değerlendirmesiyle başlamakta, ardından Türkiye yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin genel olgunluk düzeyine ilişkin bulgulara dayalı sonuçlar sunulmaktadır. Bu çerçevede, araştırma soruları ve hipotezler açısından bulgular tek tek değerlendirilerek teorik çıkarımlara ulaşılmaktadır. Ekosistemin gelişimine yönelik olarak bölgesel ve makro ölçekli politikalar ile firma düzeyinde kurumsal uygulama ve yönetişim önerileri geliştirilmektedir. Ayrıca çalışmanın teorik, metodolojik ve pratik katkıları tartışılmakta; araştırmanın sınırlılıkları açıklanarak gelecek araştırmalara yönelik önerilerde bulunulmaktadır. Bölüm, genel bir kapanış değerlendirmesiyle sonlandırılmaktadır.

Çalışmanın kavramsal, teorik ve yöntemsel temellerini oluşturan bu bütüncül çerçevenin yansıtılmasının ardından geliştirilen on boyutlu olgunluk analizinin doğrulanmış yapay zekâ girişimleri üzerinde uygulanmasıyla elde edilen veriye dayalı bulgulara ve ekosistemin "Genel Olgunluk Analizi (GOA)" skoruna ilişkin temel sonuçların tahlil edildiği bir sonraki başlığa geçilmektedir.

## 5.2. Türkiye'de YZ Girişimcilik Ekosisteminin Genel Olgunluk Düzeyine İlişkin Sonuçlar

Bu araştırmada geliştirilen on boyutlu Genel Olgunluk Analizi (GOA), Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin mevcut durumunu bütüncül ve ölçülebilir bir çerçevede değerlendirmektedir. 187 firma üzerinden ikili (VAR=1/YOK=0) göstergelerle hesaplanan GOA skoru 0,3727'dir. Bu skor, göstergelerin ortak bir hesaplama zemini üzerinde birleştirilmesi amacıyla eşit ağırlıklandırma yaklaşımıyla üretilmiş; ekosistemin nihai konumu ise Bölüm 4.2.6'da uygulanan üçte birlik (tertil) esaslı eşikleme yöntemine göre "gelişmekte olan (orta-düşük)" bantta belirlenmiştir. Bu sonuç, Türkiye'de YZ girişimcilik ekosisteminin genel olarak yüksek olgunluk düzeyine henüz ulaşmadığını ve boyutlar arasında dengeli bir gelişim sergilemediğini göstermektedir. Bu kapsamda kriter bazlı bulgular, ekosistemin en güçlü ekseninin Dijital Teknoloji Entegrasyonu (%70,59) olduğunu; bunu Strateji ve Liderlik (%55,61) ile Süreç Standardizasyonu (%54,01) boyutlarının izlediğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik (%37,43) ile Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi (%36,36) orta düzeyde kalmakta; İnovasyon

Çıktıları (%20,32), Üniversite–Sanayi İşbirliği (%19,25), Etik ve Güvenlik (%19,25) ve özellikle Politika ve Regülasyon Uyumu (%11,76) ise ekosistemin görece zayıf halkalarını oluşturmaktadır. Bu dağılım, firma içi teknik ve operasyonel kapasitenin belirli ölçüde geliştiğini; buna karşılık dış yönetişim, kurumsal işbirliği, etik güvence ve düzenleyici uyum boyutlarında daha sınırlı bir kurumsallaşma düzeyi bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla Türkiye'de YZ girişimcilik ekosisteminin olgunluk profili homojen değildir. Bulgular, olgunluk deseninin özellikle "teknoloji + strateji + süreç" eksenindeki firma içi kapasite bileşenleri ile "regülasyon + etik + üniversite işbirliği" eksenindeki kurum-üstü dış yönetişim bileşenleri arasında farklı biçimde ayrıştığını göstermektedir. Bu nedenle genel olgunluk düzeyi, ortalama skorun ifadesi ile teknik entegrasyona rağmen kurumsal tamamlayıcılıkları henüz yeterince güçlenmemiş çok katmanlı bir yapının bileşik görünümünü oluşturmuştur. Nitekim Türkiye YZ girişimcilik ekosistemi, gelişmekte olan (orta-düşük) bantta yer alan, yüksek olgunluk düzeyine henüz ulaşmamış ve boyutlar arasında belirgin dengesizlik taşıyan bir yapı sergilemektedir. Ekosistemin genel olgunluk düzeyinin yükseltilebilmesi için öncelikli gelişim alanları; Politika ve Regülasyon Uyumu, Üniversite–Sanayi İşbirliği, Etik ve Güvenlik ile İnovasyon Çıktıları boyutlarında yoğunlaşmaktadır. Buna karşılık Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Strateji ve Liderlik ile Süreç Standardizasyonu boyutları, ekosistemin mevcut görece güçlü yönlerini oluşturmaktadır. Bu çerçevede, ekosistemin mevcut potansiyelini, gelişim kapasitesini ve yapısal boşluklarını çok boyutlu bir düzlemde tahlil edebilmek amacıyla, çalışmanın temelini oluşturan yedi araştırma sorusu ekseninde elde edilen bulguların kapsamlı değerlendirmesine geçilmektedir.

### 5.3. Araştırma Soruları ve Betimsel Hipotezler Düzeyinde Genel Değerlendirme

Bu başlık altında, çalışmanın önceki bölümlerinde elde edilen bulgular; araştırma soruları ve betimsel hipotezler düzeyinde bütüncül olarak değerlendirilmektedir. Böylece Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin olgunluk profiline ilişkin nicel göstergeler, boyutlar arası farklılaşmalar ve genel olgunluk düzeyi birlikte yorumlanarak araştırmanın temel varsayımlarının ne ölçüde desteklendiği ortaya konulmaktadır. Bu çerçevede Tablo 24 tertil değerlerine göre genel bir görünüm sunmaktadır.

**Tablo 24.** Olgunluk Kriterlerine Göre Araştırma Soruları, Hipotezler ve Bulguların Genel Görünümü

| Olgunluk Kriteri | İlişkili Araştırma Soruları | Test Edilen Hipotez | Hipotez Test Sonucu ve Fiili Durum |
|---|---|---|---|
| **Strateji ve Liderlik** | S2, S4, S6, S7 | H1 | **H1 desteklenmemiştir.** Strateji ve Liderlik göstergesi 0,5561 düzeyinde gerçekleşerek T2 eşiğinin 0,4813 üzerinde çıkmıştır. Bu oran, yapay zekâ girişimlerinin strateji ve liderlik göstergelerinin öngörüldüğü gibi gelişmekte olan / orta düzeyde değil, yüksek / gelişmiş düzeyde kümelendiğini göstermektedir. Bu nedenle H1'in "gelişmekte olan düzey" öngörüsü nicel bulgular tarafından reddedilmiştir. |
| **Üniversite–Sanayi İşbirliği** | S2, S4, S5, S6, S7 | H2 | **H2 desteklenmiştir**. Üniversite–Sanayi İşbirliği göstergesi 0,1925 düzeyindedir. Bu değer T1 eşiği olan 0,2032'nin altında kaldığı için düşük düzey olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bu oran, Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi göstergesi olan 0,3636'dan daha düşüktür. Bu nedenle H2'nin karşılaştırmalı varsayımı desteklenmiştir. |

| Olgunluk Kriteri | İlişkili Araştırma Soruları | Test Edilen Hipotez | Hipotez Test Sonucu ve Fiili Durum |
|---|---|---|---|
| **Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi** | S2, S4, S5, S6, S7 | H2 | **H2 desteklenmiştir.** Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi göstergesi 0,3636 düzeyindedir. Bu değer T1 ile T2 arasında kaldığı için orta / gelişmekte olan düzey olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, teknopark/TTO bağlantılarının üniversite–sanayi işbirliği göstergelerine kıyasla daha görünür olduğunu göstermektedir. |
| **Süreç Standardizasyonu** | S2, S3, S4, S6, S7 | H3 | **H3 desteklenmemiştir.** Süreç Standardizasyonu göstergesi 0,5401 düzeyindedir. Bu değer T2 eşiği olan 0,4813'ün üzerinde bulunduğu için tertil sınıflamasına göre yüksek düzey olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle H3'te yer alan süreç standardizasyonu göstergelerinin düşük düzeyde kümelendiği varsayımı bu boyut açısından reddedilmiştir. |
| **Politika ve Regülasyon Uyumu** | S2, S3, S4, S6, S7 | H3 | **H3, Politika ve Regülasyon Uyumu boyutu bakımından desteklenmiştir; genel hipotez düzeyinde ise kısmen desteklenmiştir.** Politika ve Regülasyon Uyumu göstergesi 0,1176 düzeyindedir. Bu değer T1 eşiğinin altında kaldığı için düşük düzey olarak değerlendirilmiştir. H3 genel olarak değerlendirildiğinde, süreç standardizasyonu boyutunda desteklenmemiş; politika/regülasyon uyumu boyutunda desteklenmiştir. Bu nedenle H3 bütüncül olarak kısmen desteklenmiştir. |
| **Dijital Teknoloji Entegrasyonu** | S2, S4, S5, S6, S7 | H4 | **H4 desteklenmiştir**. Dijital Teknoloji Entegrasyonu göstergesi 0,7059 düzeyindedir. Bu değer T2 eşiğinin üzerinde bulunduğu için yüksek düzey olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla H4'te öngörülen yüksek düzeyde kümelenme varsayımı bulgularla uyumludur. |
| **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | S2, S4, S6, S7 | H5 | **H5, Etik ve Güvenlik boyutu bakımından desteklenmiştir; genel hipotez düzeyinde ise kısmen desteklenmiştir.** Etik ve Güvenlik göstergesi 0,1925 düzeyindedir. Bu değer T1 eşiğinin altında kaldığı için düşük düzey olarak değerlendirilmiştir. H5 genel olarak değerlendirildiğinde, şeffaflık ve hesap verebilirlik boyutunda orta düzeyde kümenlendiği için desteklenmemiş; etik ve güvenlik boyutunda desteklenmiştir. Bu nedenle H5 bütüncül olarak kısmen desteklenmiştir. |
| **Etik ve Güvenlik** | S2, S4, S6, S7 | H5 | **H5 desteklenmiştir.** Etik ve Güvenlik göstergesi 0,1925 düzeyindedir. Bu değer T1 eşiğinin altında kaldığı için düşük düzey olarak değerlendirilmiştir. H5 genel olarak değerlendirildiğinde, şeffaflık ve hesap verebilirlik boyutunda desteklenmemiş; etik ve güvenlik boyutunda desteklenmiştir. Bu nedenle H5 kısmen desteklenmiştir. |
| **İnovasyon Çıktıları** | S2, S4, S5, S6, S7 | H6 | **H6 desteklenmiştir.** İnovasyon Çıktıları göstergesi 0,2032 düzeyindedir. Bu değer T1 eşik sınırında yer almakta ve orta bandın alt sınırına karşılık gelmektedir. Bu nedenle H6'da öngörülen orta bantta kümelenme varsayımı sınırda olmakla birlikte desteklenmiştir. Ancak göstergenin orta bandın alt eşiğinde yer alması, inovasyon çıktılarının güçlü değil, kırılgan ve sınırlı düzeyde olduğunu göstermektedir. |

| Olgunluk Kriteri | İlişkili Araştırma Soruları | Test Edilen Hipotez | Hipotez Test Sonucu ve Fiili Durum |
|---|---|---|---|
| **Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması)** | S2, S4, S5, S6, S7 | H7 | **H7 desteklenmemiştir.** Teknoloji Olgunluğu göstergesi 0,4813 düzeyindedir. Bu değer T2 eşik sınırında yer almakta ve yüksek bandın alt sınırını oluşturmaktadır. Bu nedenle gösterge tertil sınıflamasına göre yüksek düzeyde kümelenmiştir. Dolayısıyla H7'de öngörülen orta düzey varsayımı tertil sonuçlarına göre desteklenmemiştir. |
| ***(Tüm Kriterlerin Bütünü)*** | S1, S2, S4, S5, S6, S7 | H8 | **H8 desteklenmiştir.** Genel Olgunluk Skoru 0,3727 olarak hesaplanmıştır. Bu değer T1 ile T2 arasında yer aldığı için tertil yaklaşımına göre orta / gelişmekte olan düzey olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte boyutlar dengeli dağılmamaktadır. Dijital Teknoloji Entegrasyonu, Strateji ve Liderlik, Süreç Standardizasyonu ve Teknoloji Olgunluğu yüksek düzeyde görünürken; Politika ve Regülasyon Uyumu, Etik ve Güvenlik ile Üniversite–Sanayi İşbirliği düşük düzeyde kalmaktadır. Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik, Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi ile İnovasyon Çıktıları ise orta düzeyde yer almaktadır. Bu nedenle ekosistemin yüksek ve dengeli bir olgunluk düzeyine ulaşmadığına ilişkin H8 desteklenmiştir. |

*Not: Tertil sınıflandırmasında eşik değerine eşit olan göstergeler üst banda dâhil edilmiştir. Bu nedenle İnovasyon Çıktıları göstergesi 0,2032 değeriyle orta bandın alt sınırında; Teknoloji Olgunluğu göstergesi ise 0,4813 değeriyle yüksek bandın alt sınırında değerlendirilmiştir.*

Araştırmanın amacı ve kuramsal çerçevesi doğrultusunda oluşturulan araştırma sorularına ilişkin bulgular sonraki başlıkta sistematik biçimde değerlendirilmektedir.

### 5.3.1. Araştırma Soruları Bağlamında

Bu bölümde, araştırmanın amacı doğrultusunda oluşturulan araştırma sorularına ilişkin bulgular sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Bu çerçevede, aşağıda sunulan araştırma sorularına yanıt verilmiştir.

***S1 - Yapısal Özellikler ve Yoğunlaşmalar***

**S1:** Web scraping yöntemiyle elde edilen veriler temelinde, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminde faaliyet gösteren girişimlerin kurumsal yapıları ve mekânsal yoğunlaşmaları nelerdir?

Elde edilen bulgular, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin kurumsal ve mekânsal olarak belirgin biçimde merkezîleşmiş, eşitsiz bir yapı sergilediğini göstermektedir. Web scraping yöntemiyle MERSİS ve TRAI verileri üzerinden doğrulanarak oluşturulan 187 firmalık nihai örneklemde, Anonim Şirket (A.Ş.) statüsündeki firmaların %63,64 ile baskın konumda bulunması, ekosistemin mikro ölçekli yapılardan çıkarak daha kurumsal ve ölçeklenebilir şirketleşme biçimlerine yöneldiğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık İstanbul–Ankara–İzmir ekseninin firma sayısının %84,49'unu ve toplam sermayenin %96,36'sını toplaması, yalnızca girişimlerin sayısal dağılımında değil, sermaye birikiminde de ileri düzeyde bir merkezîleşme bulunduğunu göstermektedir. Nitekim sermaye bazlı Herfindahl–Hirschman Endeksi'nin 10.000 ölçeğinde yaklaşık 7.971 düzeyinde hesaplanması, ekosistemin finansal kapasitesinin birkaç merkez ilde yoğunlaştığını açıkça ortaya koymaktadır. Bu yapı, çekirdek metropollerde yatırımcıya, nitelikli

insan kaynağına ve kurumsal müşterilere erişim avantajı sağlayarak ölçeklenme potansiyelini artırmakta; buna karşılık çevre illerde girişim yoğunluğunun ve sermaye derinliğinin sınırlı kalmasına bağlı olarak ekosistem gelişiminin ülke geneline dengeli biçimde yayılmasını zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla S1 kapsamında ulaşılan temel sonuç, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin güçlü bir şirketleşme eğilimi taşımasına rağmen, mekânsal ve finansal olarak yüksek yoğunlaşma üreten merkez–çevre tipi bir mimari içinde gelişmekte olduğudur. Bu yapısal görünüm, sonraki araştırma sorularında ortaya konulan boyutlar arası dengesiz gelişimin de önemli bir arka planını oluşturmaktadır.

***S2 - Olgunluk Ölçütleri Kapsamında Ekosistemin Boyut Bazlı ve Genel Analizi***

**S2:** Seçilen olgunluk kriterine ilişkin web scraping verilerinden değerlendirilen göstergeler çerçevesinde, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin olgunluk düzeyi nasıl değerlendirilebilmektedir?

Web scraping yöntemiyle doğrulanan 187 yapay zekâ firmasına ait dijital kanıtların on olgunluk kriteri çerçevesinde ikili (VAR/YOK) olarak kodlanması, normalizasyonu ve eşit ağırlıklandırılması sonucunda Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin Genel Olgunluk Analizi (GOA) skoru 0,3727 olarak hesaplanmış; bu değer, ekosistemin genel olarak gelişmekte olan ve orta düzeyde, ancak alt sınıra yakın bir olgunluk görünümü sergilediğini göstermiştir. Bulgular, olgunluğun boyutlar arasında homojen dağılmadığını ve ekosistemin asimetrik bir gelişim yapısı sergilediğini ortaya koymuştur. Nitekim Dijital Teknoloji Entegrasyonu (%70,59), Strateji ve Liderlik (%55,61) ve Süreç Standardizasyonu (%54,01) boyutlarında yüksek düzeyde bir gelişim gözlenirken, bu durum firmaların teknik altyapı kurma, dijital sistemleri operasyonlara entegre etme ve süreçlerini belirli ölçüde kurumsallaştırma bakımından diğer boyutlara kıyasla daha ileri bir noktaya ulaştığını göstermektedir. Buna karşılık Teknoloji Olgunluğu (%48,13) boyutu yüksek bandın alt sınırında yer almakta; ancak nitel değerlendirmeler, ürünleşme ve pazar ölçeklenmesi açısından ekosistemin henüz tam olgunlaşmış bir ticarileşme kapasitesine ulaşmadığını göstermektedir. Bu nedenle teknoloji olgunluğu göstergesi, teknik ürünleşme eşiğinin kısmen aşıldığını; fakat pilot, demo, erken ticarileşme ve yaygın pazar erişimi arasında hâlen bir geçiş sorunu bulunduğunu ortaya koymaktadır. Ekosistemin en kırılgan alanları ise İnovasyon Çıktıları'nın (%20,32) orta bandın alt sınırında kalması ile Üniversite–Sanayi İşbirliği (%19,25), Etik ve Güvenlik (%19,25) ve özellikle Politika ve Regülasyon Uyumu (%11,76) boyutlarında düşük düzeyde görünürlük oluşmasıdır. Bu görünüm, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin teknik ve operasyonel kapasite bakımından belirli bir ivme yakaladığını; ancak bu kapasiteyi etik yönetişim, düzenleyici uyum, akademik işbirliği ve sürdürülebilir inovasyon çıktılarıyla aynı ölçüde destekleyemediğini göstermektedir. S2 kapsamında ulaşılan temel sonuç, Türkiye yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin belirli teknik eksenlerde hızla gelişen, fakat yönetişimsel ve kurumsal tamamlayıcılarını henüz yeterince bütünleştirememiş asimetrik bir geçiş evresi içinde bulunduğunu ortaya koymaktadır.

***S3 - Politika–Uygulama Uyum Analizi***

**S3:** Web scraping yoluyla belirlenen süreç standardizasyonu ve politika/regülasyon uyumu göstergeleri ile ulusal strateji belgelerinde yer alan ilgili hedef ve öncelikler arasında hangi uyum ve boşluk alanları ortaya çıkmaktadır?

Web scraping yoluyla 187 yapay zekâ firmasının kurumsal dijital izlerinden türetilen süreç standardizasyonu ve politika/regülasyon uyumu göstergeleri, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021–2025), Dijital Türkiye Yol Haritası, Sanayi ve Teknoloji Stratejileri ile 11. ve 12. Kalkınma

Planlarında yer alan hedef ve önceliklerle birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'de politika hedefleri ile saha pratiği arasında kısmi uyumun yanı sıra belirgin boşlukların da birlikte var olduğu anlaşılmaktadır. Bulgular, uyumun daha çok girişimlerin iç operasyonel ve teknik kapasite boyutlarında ortaya çıktığını göstermektedir. Nitekim Dijital Teknoloji Entegrasyonu (%70,59), Strateji ve Liderlik (%55,61) ve Süreç Standardizasyonu (%54,01) göstergeleri, ulusal belgelerde vurgulanan dijital altyapının güçlendirilmesi, teknoloji kapasitesinin artırılması ve kurumsal süreçlerin geliştirilmesi hedefleriyle belirli ölçüde örtüşmektedir. Buna karşılık Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi (%36,36) orta düzeyde, Teknoloji Olgunluğu (%48,13) ise yüksek bandın alt sınırında yer almakta; bu durum destekleyici kurumsal arayüzlerin ve ürünleşme eğiliminin tamamen yok olmadığını, ancak teknoloji transferi, ticarileşme ve ölçeklenme kapasitesinin henüz yeterli derinliğe ulaşmadığını göstermektedir. Asıl belirgin boşluk ise politika belgelerinde güçlü biçimde vurgulanan etik, güvenlik, şeffaflık, düzenleyici uyum, üniversite–sanayi ortak üretimi ve inovasyon çıktıları boyutlarında ortaya çıkmaktadır. Politika ve Regülasyon Uyumu (%11,76) en düşük görünürlüğe sahip kriter olarak öne çıkarken, Etik ve Güvenlik (%19,25) ile Üniversite–Sanayi İşbirliği (%19,25) düşük düzeyde kalmaktadır. İnovasyon Çıktıları (%20,32) ise orta bandın alt sınırında yer almakta ve bu yönüyle güçlü bir çıktı kapasitesinden ziyade kırılgan ve sınırlı bir inovasyon görünümüne işaret etmektedir. Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik (%37,43) boyutunun orta düzeyde fakat sınırlı bir görünüm sergilemesi de makro düzeyde çizilen yönetişimsel vizyonun firma ölçeğinde yeterince operasyonelleştirilemediğini göstermektedir. Bu çerçevede S3 araştırma sorusunda ulaşılan sonuç, Türkiye yapay zekâ girişimcilik ekosisteminde politika belgelerinde tasarlanan bütüncül sosyo-teknik dönüşüm vizyonunun firma düzeyinde daha çok "yapma/üretme" kapasitesine yansıdığı; buna karşılık "uyum sağlama, güven üretme ve yönetişimi kurumsallaştırma" boyutlarında aynı ölçüde karşılık bulamadığıdır. Aynı zamanda ekosistem, politika metinlerinde öngörülen hedeflerin tümünü eş zamanlı içselleştirmiş bir yapıdan ziyade, teknik kapasitesi görece hızlı gelişen; ancak etik, düzenleyici ve kurumsal tamamlayıcıları daha yavaş olgunlaşan asimetrik bir politika–uygulama geçiş evresi içinde görünmektedir.

***S4 - Stratejik Değerlendirme Araçları ile Ekosistem Analizi***

**S4:** Web scraping ile elde edilen olgunluk bulguları stratejik değerlendirme araçlarıyla birlikte ele alındığında, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditleri hangi boyutlarda ortaya çıkmaktadır?

Web scraping ile elde edilen on boyutlu olgunluk bulgularının SWOT, PESTEL, Porter'ın Beş Gücü, değer zinciri, ekosistem haritalama ve STEEP çerçeveleriyle birlikte sentezlenmesi, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin stratejik olarak dağınık bir yapı sergilediğini göstermektedir. Bu kapsamda güçlü yönler, özellikle Dijital Teknoloji Entegrasyonu (%70,59), Strateji ve Liderlik (%55,61) ve Süreç Standardizasyonu (%54,01) boyutlarında yoğunlaşan teknik ve organizasyonel kapasite, genç ve genişleyen yetenek havuzu, büyüyen girişimcilik kültürü, dijital altyapıdaki ilerleme ve stratejik politika belgelerinin varlığı üzerinden ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık zayıf yönler; ekosistemin İstanbul–Ankara–İzmir ekseninde firma sayısının %84,49'unu ve sermayenin %96,36'sını toplayan merkezîleşmiş yapısı, İnovasyon Çıktıları'nın (%20,32) orta bandın alt sınırında ve kırılgan bir görünüm sergilemesi, Üniversite–Sanayi İşbirliği (%19,25), Etik ve Güvenlik (%19,25) ve özellikle Politika ve Regülasyon Uyumu (%11,76) gibi boyutlarda görülen düşük olgunluk düzeyleri nedeniyle, teknik kapasitenin güçlü olmasına rağmen yönetişimsel ve yayılmacı derinliğin sınırlı kaldığını göstermektedir. Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi (%36,36) orta düzeyde, Teknoloji Olgunluğu (%48,13) ise yüksek bandın alt sınırında yer almakta;

bu durum ürünleşme eşiğinin kısmen aşıldığını, ancak teknoloji transferi ve ölçeklenme kapasitesinin hâlen derinleşme ihtiyacı taşıdığını işaret etmektedir. Fırsatlar, belirtildiği üzere küresel YZ talebindeki artış, Türkiye'nin stratejik coğrafi konumu, kamu veri alanları üzerinden geliştirilebilecek yeni iş modelleri ve bölgesel kalkınma potansiyeli etrafında şekillenmektedir. Tehditler ise beyin göçü, küresel platform ve altyapılara bağımlılık, yüksek donanım ve enerji maliyetleri ile uluslararası regülasyon yarışında geri kalma risklerinde yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle S4 araştırma sorusunda elde edilen sonuç, Türkiye'de YZ girişimcilik ekosisteminin teknik kapasite ve dijital entegrasyon bakımından güçlenen; ancak mekânsal yoğunlaşma, dış yönetişim, düzenleyici uyum ve işbirliği kapasitesi bakımından kırılganlıklar taşıyan; fırsatları yüksek fakat tehditleri de aynı ölçüde belirgin olan çok katmanlı bir stratejik geçiş evresi içinde bulunduğudur.

***S5 - Gelişim Kapasitesi***

Web scraping verilerinin olgunluk kriterleri doğrultusunda değerlendirilmesiyle elde edilen bulgular çerçevesinde, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin gelişim kapasitesi nasıl ortaya konulabilmektedir?

Web scraping verilerinin olgunluk kriterleri doğrultusunda bütüncül biçimde değerlendirilmesi, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin tamamen zayıf bir yapı sergilemediğini; aksine belirli teknik, operasyonel ve kısmen kurumsal eşiklere ulaştığını, ancak bu birikimi daha dengeli ve üst olgunluk bandına taşıyacak tamamlayıcı mekanizmaları henüz yeterince kurumsallaştıramadığını göstermektedir. S5'in dayandığı boyutlar birlikte okunduğunda, özellikle Dijital Teknoloji Entegrasyonu (%70,59) ekosistemin güçlü gelişim motoru olarak öne çıkmakta; Teknoloji Olgunluğu (%48,13) yüksek bandın alt sınırında, Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi (%36,36) ise orta düzeyde konumlanmaktadır. GOA skorunun yaklaşık 0,3727 düzeyinde bulunması da ekosistemin genel olarak gelişmekte olan ve orta düzeyde bir olgunluk görünümü sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, teknik altyapı kurma, ürün geliştirme ve destekleyici kurumlarla temas bakımından belirli bir yükselme potansiyeli bulunduğunu göstermektedir. Buna karşılık Üniversite–Sanayi İşbirliği'nin (%19,25) düşük düzeyde kalması ve İnovasyon Çıktıları'nın (%20,32) orta bandın alt sınırında yer alması, mevcut teknik kapasitenin bilgi üretimi, ortak Ar-Ge, patentleşme, ticarileşme ve sürdürülebilir yenilik performansına aynı ölçüde dönüşemediğini göstermektedir. Bu nedenle çalışmanın işaret ettiği üzere, ekosistemin gelişim kapasitesi esas olarak teknik altyapı, ürünleşme eğilimi ve insan kaynağı temelli bir yükselme potansiyeline dayanmakta; ancak bu potansiyelin yüksek ve dengeli bir olgunluk düzeyine evrilebilmesi için TTO'lar, teknoparklar ve uygulama merkezleri gibi ara yüz kurumların güçlendirilmesi, finansman sürekliliğinin sağlanması, uyum ve güvence mekanizmalarının kurulması, bölgesel kapsayıcılığın artırılması ve işbirliği ağlarının derinleştirilmesi gerekmektedir. Araştırma sorusu sonuçları doğrultusunda, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin gelişim kapasitesinin mevcut olduğu; ancak bu kapasitenin kendiliğinden değil, doğru tasarlanmış kurumsal ve politik kaldıraçlarla desteklendiği ölçüde gelişmekte olan düzeyden daha yüksek ve dengeli bir olgunluk düzeyine taşınabileceği sonucuna ulaşılmaktadır.

***S6 - Öne Çıkan Faktörler***

**S6:** Web scraping ile ölçülen on olgunluk kriteri bir arada değerlendirildiğinde, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin rekabet kapasitesi ve sürdürülebilir gelişimi açısından öne çıkan boyutlar ve birlikte görülme örüntüleri nelerdir?

Web scraping ile ölçülen on olgunluk kriterinin birlikte değerlendirilmesi, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin rekabet kapasitesinin homojen bir olgunluk yapısından değil, belirli

kriter kümelenmeleri üzerinden şekillendiğini göstermektedir. Buna göre ekosistemde rekabet avantajını en fazla güçlendiren boyutlar Dijital Teknoloji Entegrasyonu (K4), Süreç Standardizasyonu (K3), Teknoloji Olgunluğu / TRL (K10) ve Strateji ve Liderlik (K1) olarak öne çıkmaktadır. Özellikle K4 + K3 + K10 birlikteliği, ürünlerin pilot/demo aşamasını aşma, kurumsal müşterilere erişme ve ölçeklenebilirlik kapasitesini artıran temel operasyonel motoru oluşturmaktadır. Nitekim bağlaşıklık analizleri, Dijital Teknoloji Entegrasyonu ile Teknoloji Olgunluğu arasında yüksek bir eş-oluşum bulunduğunu ve bu teknik çekirdeğin firmaların rekabet performansında belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık Üniversite–Sanayi İşbirliği, Etik ve Güvenlik ile Politika ve Regülasyon Uyumu boyutlarının düşük düzeyde kalması; İnovasyon Çıktıları'nın ise İnovasyon Çıktıları'nın ise orta bandın alt sınırında ve kırılgan bir görünüm sergilemesi ve teknik çekirdekle zayıf bağ kurması, ekosistemin sürdürülebilir gelişimini sınırlayan temel dar boğazlara işaret etmektedir. Dolayısıyla S6 kapsamında ulaşılan temel sonuç, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin güçlü bir teknik yoğunlaşma ürettiği; ancak bu teknik çekirdeği yönetişimsel, etik ve kurumsal tamamlayıcılarla yeterince bütünleştiremediği için "teknik yoğunlaşma–yönetişim seyrekliği" biçiminde dengeli olmayan bir yapı sergilediğidir. S5 sonucu doğrultusunda sürdürülebilir büyüme ve kalıcı rekabet kapasitesi, teknik yetkinliklerin artmasına ve aynı zamanda işbirliği, uyum, etik güvence ve inovasyon çıktılarının da aynı ekosistem mantığı içinde eş zamanlı güçlendirilmesine bağlı görünmektedir.

***S7 - Politika ve Strateji Çıkarımları***

**S7:** Çalışmanın nitel bulguları ile ağırlıklı olarak ikincil veriye dayalı nicel analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin sürdürülebilir gelişimi için hangi politika ve strateji çıkarımları geliştirilebilmektedir?

Çalışmanın nitel bulguları ile ağırlıklı olarak ikincil veriye dayalı nicel analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, ekosistemin Dijital Teknoloji Entegrasyonu (%70,59) ve Süreç Standardizasyonu (%54,01) gibi firma içi "yapma/üretme" kapasitelerinde belirgin bir ivme yakaladığı; buna karşılık Politika ve Regülasyon Uyumu (%11,76), Üniversite–Sanayi İşbirliği (%19,25) ile Etik ve Güvenlik (%19,25) boyutlarında düşük düzeyde kaldığı görülmektedir. İnovasyon Çıktıları'nın (%20,32) ise orta bandın alt sınırında yer alması, ekosistemde yenilik üretme kapasitesinin tamamen yok olmadığını; ancak patentleşme, ticarileşme ve sürdürülebilir çıktı üretimi bakımından kırılgan bir görünüm sergilediğini göstermektedir. Ayrıca GOA'nın 0,3727 düzeyinde hesaplanması, ekosistemin tertil esaslı sınıflandırmaya göre genel olarak gelişmekte olan ve orta düzeyde bir olgunluk yapısında bulunduğunu; ancak boyutlar arasında homojen ve dengeli bir dağılım sergilemediğini ortaya koymaktadır. Bu tablo, Türkiye'de YZ ekosisteminin yalnızca teknik kapasiteyi artırmaya odaklanan bir gelişim çizgisiyle üst olgunluk düzeyine taşınamayacağını; teknik çekirdeği yönetişimsel, kurumsal, etik ve düzenleyici tamamlayıcılarla bütünleştiren çok boyutlu bir politika mimarisine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bu nedenle sürdürülebilir gelişim açısından öncelikli politika ve strateji çıkarımı; bir yandan üniversite–sanayi işbirliğini, teknoloji transferini, patentleşmeyi ve TRL 5–7 bandında sıkışan ürünlerin ticarileşmesini hızlandıracak destek mekanizmalarının güçlendirilmesi, diğer yandan etik yönetişim, düzenleyici uyum, şeffaflık ve güvence boyutlarını firma düzeyinde kurumsallaştıracak dış yönetişim araçlarının devreye alınmasıdır. Bu dönüşüm için "ölç–uyumla–hızlandır" mantığına dayalı bir stratejik yaklaşım gerekmekte; bu çerçevede regülasyon kum havuzları, Ön Ticari Tedarik (PCP), Yenilikçi Kamu Alımları (PPI), güvenilir yapay zekâ damgası ve sertifikasyon mekanizmaları, fikrî mülkiyet ve ticarileşme odaklı finansman araçları ile farklılaştırılmış bölgesel kümelenme politikaları öne

çıkmaktadır. Sonuç olarak S7 kapsamında ulaşılan temel hüküm, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin sürdürülebilir gelişiminin yalnızca daha fazla girişim sayısına veya daha yüksek teknik performansa bağlı olmadığı; bu performansı güven, uyum, işbirliği, ticarileşme ve bölgesel kapsayıcılık eksenlerinde destekleyen çok katmanlı bir politika–strateji setinin eş zamanlı biçimde uygulanmasına bağlı olduğudur.

Yukarıda araştırma sorularıyla çizilen bu geniş çerçevenin veriye dayalı karşılığını sınamak, geçerliliğini test etmek ve ekosistemin olgunluk profilini spesifik göstergeler üzerinden daha da derinleştirmek amacıyla, çalışmanın temelini oluşturan betimsel hipotezlerin (H1-H8) analiz sonuçlarına odaklanılan olgular ele alınmaktadır.

### 5.3.2. Betimsel Hipotezler Açısından

Bu çalışma kapsamında aşağıdaki betimsel hipotezlerin bulguları ve sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

***H1 – Strateji ve Liderlik***

**H1:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde yazılı Strateji–Liderlik olgunluk puanları gelişmekte olan düzeyde kümelenmektedir.

Araştırma bulguları, Türkiye'deki yapay zekâ girişimlerinin Strateji–Liderlik boyutunda VAR=104, YOK=83, TOPLAM=187 olduğunu göstermektedir. Buna göre ilgili göstergenin oranı %55,61 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,5561 olarak hesaplanmıştır. Belirsizlik, Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%48,45–%62,55], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%48,49–%62,74] aralığında saptanmıştır. Bununla birlikte yaklaşık %44'lük geniş bir firma kesiminde strateji ve liderlik boyutuna ilişkin görünür kurumsal kanıtın hiç bulunmaması ve "var" olarak kodlanan içeriklerin önemli bir bölümünün yol haritası, rol ve sorumluluk mimarisi, risk ve etik yönetişimi ile KPI (Key Performance Indicators-Anahtar Performans Göstergeleri) temelli izleme unsurları bakımından kurumsal derinlik taşımaması, bu görünürlüğün çoğu durumda stratejiden söz etme düzeyinde kaldığını ortaya koymaktadır. Nitekim çalışmada ilgili kriter için normalize skor S_k≈0,5561 olarak raporlanmıştır. Üçte birlik (tertil) esaslı eşikleme yöntemi kapsamında eşikler T1=0,2032 ve T2=0,4813 olarak belirlendiğinden, S_k≈0,5561 değeri T2 eşik değerinin üzerinde yer almakta ve Strateji–Liderlik boyutunun nicel olarak yüksek, başka bir ifadeyle gelişmiş düzeyde konumlandığını göstermektedir. Ancak literatürle birlikte değerlendirildiğinde, yapay zekâ olgunluğunun yalnızca teknik görünürlükten ibaret olmadığı; stratejik hizalanma, üst yönetim sahiplenmesi ve yönetişimsel bütünleşme ile anlam kazandığı görülmektedir. Bu çerçevede Issa, Jabbouri ve Palmer (2022), yapay zekâya hazırbulunuşluğun strateji ve örgütsel uyumdan bağımsız düşünülemeyeceğini; Holmström (2022), yapay zekâ hazırbulunuşluğunun dijital dönüşüm hedefleriyle bağlantılı sosyo-teknik bir değerlendirme gerektirdiğini; Söderberg ve Stenmark (2025) ise start-up bağlamında yüksek özerklik ile düşük hizalanma arasındaki gerilimin stratejik koordinasyonu zayıflattığını ortaya koymaktadır. Benzer biçimde WEF'in Responsible AI yaklaşımı, Strateji–Liderlik olgunluğunun yalnızca vizyon beyanıyla değil, risk, etik ve hesap verebilirlik unsurlarının stratejiye bütünleşmesiyle değerlendirilmesi gerektiğini desteklemektedir. Bu kapsamda H1 hipotezi, tertil esaslı nicel sınıflama bakımından Strateji–Liderlik olgunluk puanlarının yüksek düzeyde kümelendiği görülmüş olup, H1'in gelişmekte olan (orta) düzey beklentisi reddedilmiştir.

***H2 – Üniversite–Sanayi İşbirliği ve Teknopark Üyeliği / Teknoloji Transferi***

**H2:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde Üniversite–Sanayi İşbirliği boyutuna ilişkin göstergeler, Teknopark/Teknoloji Transferi boyutuna ilişkin göstergelere kıyasla daha düşük düzeyde kümelenmektedir.

Araştırma bulguları, Türkiye'deki yapay zekâ girişimlerinin kurumsal web içeriklerinde Üniversite–Sanayi İşbirliği boyutuna ilişkin göstergelerin, Teknopark/Teknoloji Transferi boyutuna ilişkin göstergelere kıyasla daha düşük düzeyde kümelendiğini göstermektedir. Nitekim Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi boyutunda VAR=68/187 ile %36,36 oranında görünür kanıt saptanmış; bu oran için Wilson %95 güven aralığı %29,81–%43,47 olarak hesaplanmıştır. Buna karşılık Üniversite–Sanayi İşbirliği boyutunda doğrudan ortak proje, sanayi doktora programı ve ortak laboratuvar gibi işbirliği göstergeleri yalnızca VAR=36/187 ile %19,25 düzeyinde kalmış; bu boyuta ilişkin Wilson %95 güven aralığı %14,24–%25,50 olarak belirlenmiştir. İki boyut arasındaki yaklaşık 17,11 puanlık fark, girişimlerin teknoparklar, kuluçka yapıları ve aracı inovasyon platformları içinde kurumsal ya da mekânsal konumlanma eğiliminin, üniversitelerle doğrudan ortak üretim, birlikte geliştirme (co-creation) ve ortak Ar-Ge pratiği geliştirme eğiliminden daha yaygın olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, teknopark üyeliğinin tek başına derinleşmiş üniversite–sanayi işbirliğine otomatik olarak dönüşmediğini, dolayısıyla ekosistemde bu boyuttaki kurumsallaşmanın kısmi bir görünüm sergilediğini göstermesi bakımından H2 hipotezini desteklemektedir. Bulgular, aynı zamanda bilgi transferi ve inovasyon ekosistemi literatürüyle de uyumludur. Nitekim OECD, üniversite–sanayi bilgi transferinin mekânsal yakınlıkla ve ortak Ar-Ge, patentleme-lisanslama, spin-off, danışmanlık, ortak laboratuvar ve ağ kurma gibi çoklu kanallar üzerinden gerçekleştiğini, özellikle knowledge co-creation süreçlerinin birlikte patent başvuruları ve ortak araştırma çıktıları gibi daha somut göstergelerle izlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (OECD, 2019, s. 15-20, 44-46, 79-81). Benzer biçimde Alexandre ve ark. (2022, s. 1584-1586), aracı örgütlerin küçük firmalar ile üniversiteler arasındaki bağlantıları artırabildiğini; ancak bu bağlantıların her zaman doğrudan ve derinleşmiş ortak üretim ilişkilerine dönüşmediğini göstermektedir. Cantner ve ark. (2021, s. 407-409) ekosistemlerin kuruluş, büyüme ve olgunlaşma evrelerinden geçtiğini ve bilgi transferinin olgunlaşma sürecinde derinleştiğini belirtirken, Jacobides, Cennamo ve Gawer (2018, s. 2255-2257) ekosistemlerin ayırt edici niteliğinin çok aktörlü tamamlayıcılıklar üzerinden değer üretme kapasitesi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçevede elde edilen bulgu deseni, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminde erişim ve konumlanma mekanizmalarının, doğrudan ortak üretim ve bilgi ortaklığı mekanizmalarına kıyasla daha görünür olduğunu; başka bir ifadeyle, teknopark ve teknoloji transferi arayüzlerinin mevcut olmasına rağmen bunların üniversitelerle derin, sürekli ve çıktıya dönüşen işbirliği ilişkilerine henüz aynı ölçüde evrilmediğini göstermektedir. Sonuç olarak H2 hipotezi, teknopark, kuluçka, hızlandırma ve TTO bağlantılarına ilişkin göstergelerin üniversite ortak projeleri ve ortak laboratuvar gibi üniversite–sanayi işbirliği göstergelerine kıyasla daha yaygın olması ve Üniversite–Sanayi İşbirliği boyutunun Teknopark/Teknoloji Transferi boyutuna göre daha düşük düzeyde yoğunlaşması bakımından doğrulanmaktadır.

***H3 – Süreç Standardizasyonu ve Politika/Regülasyon Uyumu***

**H3:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde Süreç Standardizasyonu ile Politika/Regülasyon Uyumu boyutlarına ilişkin göstergeler ekosistem genelinde düşük düzeyde kümelenmektedir.

Elde edilen bulgular, H3 hipotezinin "süreç standardizasyonu ile politika/regülasyon uyumu göstergelerinin birlikte düşük yoğunlukta ve düşük olgunluk düzeyinde kümelendiği" yönündeki varsayımının bütüncül olarak desteklenmediğini göstermektedir. Analiz sonucunda Süreç

Standardizasyonu göstergesi için VAR=101, YOK=86, TOPLAM=187 bulunmuş; oran %54,01 ve nokta tahmini p̂=0,5401 olarak hesaplanmıştır. Belirsizlik, Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%46,86–%61,00], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%46,87–%61,15] olarak saptanmıştır. Doğrulanan kanıt kümeleri; ISO 9001, ISO 27001 ve SOC 2 gibi kalite ve güvenlik sertifikasyonları, kurumsal bilgi güvenliği prosedürleri, sürüm notları ve KVKK/GDPR kapsamında firma içi süreçleşmeye işaret eden aydınlatma ve uyum metinlerinden oluşmaktadır. Nitekim çalışmada ilgili kriter için normalize skor S_k≈0,5401 olarak raporlanmış; Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi kapsamında eşikler T1=0,2032 ve T2=0,4813 olarak belirlendiğinden, bu değer T2 eşik değerinin üzerinde yer almakta ve Süreç Standardizasyonu boyutunun tertil esaslı nicel sınıflamaya göre yüksek/gelişmiş düzeyde konumlandığını göstermektedir. Buna karşılık Politika ve Regülasyon Uyumu göstergesinde VAR=22, YOK=165, TOPLAM=187 bulunmuş; oran %11,76 ve nokta tahmini p̂=0,1176 olarak hesaplanmıştır. Bu boyuta ilişkin belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%7,90–%17,17], Wald yaklaşımıyla ise [%7,15–%16,38] olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu boyut, on olgunluk kriteri içinde en zayıf halka olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sınırlı sayıdaki kanıtların büyük ölçüde web sitelerindeki "Gizlilik Politikası (Privacy Policy)" ve "Yasal Uyarı" sayfalarında yer alan asgari düzeyde KVKK/GDPR atıflarıyla sınırlı kaldığı; yalnızca çok az sayıda firmada Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi, AB Yapay Zekâ Yasası (AI Act) veya yapay zekâya özgü düzenleyici çerçevelerle hizalanmaya ilişkin açık kurumsal beyan bulunduğu görülmüştür. Bu tablo, girişimlerin iç yönetişim ve operasyonel disiplin bakımından belirli bir standardizasyon eşiğine ulaşabildiğini; ancak dış yönetişim, düzenleyici uyum ve politika hizalanması bakımından aynı düzeyde kurumsallaşamadığını ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, ekosistemde iç yönetişim/operasyonel disiplin ile dış yönetişim/politika–regülasyon hizalanması aynı olgunluk düzleminde eş zamanlı gelişmemektedir. Bu bulgu, ekosistemlerin kuruluş–büyüme–olgunlaşma evrelerinden geçtiğini ve olgunlaşma eşiğinde yönetişim boşluklarının ortaya çıkabileceğini ileri süren yaşam döngüsü yaklaşımıyla uyumludur (Cantner ve ark., 2021, s. 407-409). Benzer biçimde, ekosistemlerde değer üretiminin çok aktörlü tamamlayıcılıklar üzerinden kurulduğunu ve bu tamamlayıcılıkların dış paydaş güveniyle yakından ilişkili olduğunu vurgulayan yaklaşım da, politika ve regülasyon uyumunun kamusal kanıt düzeyinde zayıf kalmasının yatırımcı, müşteri ve kurumsal iş ortakları nezdinde güven üretimini sınırladığını düşündürmektedir (Jacobides ve ark., 2018, s. 2255-2257). Ayrıca bu boyuta ilişkin ölçümlerin, makro stratejilerle ve yasal düzenlemelerle bütünleşme düzeyini saptamak amacıyla literatür temelli anahtar kelime eşleştirmeleri üzerinden yürütülmüş olması, politika/regülasyon uyumu göstergesinin yöntemsel temelini güçlendirmektedir (OECD.AI, 2023).

Sonuç olarak H3 hipotezi bütüncül olarak tam desteklenmemiştir. Politika ve Regülasyon Uyumu boyutu düşük düzeyde kaldığı için H3 bu boyut bakımından desteklenmiş; Süreç Standardizasyonu boyutu yüksek düzeyde gerçekleştiği için H3 bu boyut bakımından desteklenmemiştir. Bu nedenle H3 kısmen desteklenmiştir. Dolayısıyla H3'ten ulaşılan temel hüküm, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin pazara girişin gerektirdiği asgari iç standartları belirli ölçüde kurabildiği; ancak politika, regülasyon ve dış yönetişim güvencelerini ürün ve süreç yaşam döngüsüne bütünleştirme bakımından hâlen zayıf kaldığıdır.

***H4 – Dijital Teknoloji Entegrasyonu***

**H4:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde Dijital Teknoloji Entegrasyonu boyutuna ilişkin göstergeler ekosistem genelinde yüksek düzeyde kümelenmektedir.

Araştırma bulguları, H4 hipotezini güçlü biçimde doğrulamaktadır. Analiz sonucunda Dijital Teknoloji Entegrasyonu göstergesi için VAR=132, YOK=55, TOPLAM=187 bulunmuş; oran %70,59 ve nokta tahmini $\hat{p}$=0,7059 olarak hesaplanmıştır. Belirsizlik, Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%63,70–%76,65], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%64,06–%77,12] olarak saptanmıştır. İlgili boyut için hesaplanan S_k=0,7059 değeri, Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi kapsamında tanımlanan T2=0,4813 eşiğinin üzerinde yer almakta; bu nedenle Dijital Teknoloji Entegrasyonu boyutu tertil esaslı nicel sınıflamaya göre yüksek, başka bir ifadeyle gelişmiş düzeyde değerlendirilmektedir. Ayrıca bu göstergenin on olgunluk kriteri içinde en yüksek değere sahip boyut olarak belirlenmesi, dijital entegrasyon puanlarının diğer birçok boyuta kıyasla daha üst düzeyde kümelendiğini ortaya koymaktadır. Web scraping bulgularında bulut platformları, API tabanlı servisleşme, veri altyapısı, ERP/CRM sistemleri, otomasyon çözümleri ile MLOps ve mikroservis mimarilerine yönelik yoğun kurumsal atıflar, Türkiye'deki yapay zekâ girişimlerinin dijital altyapı kurma ve teknik sistemleri operasyonel süreçlere entegre etme kapasitesinin yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, işletmelerin bulut, veri analitiği ve yapay zekâ benimsemesini dijital dönüşümün temel göstergeleri arasında değerlendiren Avrupa Komisyonu yaklaşımıyla uyumlu olup (European Commission, 2024, s. 15, 19–20), MLOps literatürünün dijital entegrasyonu ölçeklenebilir teknik mimarilerin temel bileşenlerinden biri olarak ele alan değerlendirmeleriyle de desteklenmektedir (Kreuzberger ve ark., 2023, s. 31866-31879). Sonuç olarak H4 hipotezi, Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde dijital entegrasyon göstergelerinin yüksek düzeyde yer aldığı ve Dijital Teknoloji Entegrasyonu puanlarının diğer birçok boyuta kıyasla daha yüksek düzeyde kümelendiği yönüyle doğrulanmaktadır.

***H5 – Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik ile Etik ve Güvenlik***

**H5:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde Şeffaflık–Hesap Verebilirlik ile Etik–Güvenlik boyutlarına ilişkin göstergeler ekosistem genelinde düşük düzeyde kümelenmektedir.

Araştırma bulguları, H5 hipotezini sınırlı biçimde desteklemektedir. Analiz sonucunda Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik göstergesi için VAR=70, YOK=117, TOPLAM=187 bulunmuş; oran %37,43 ve nokta tahmini $\hat{p}$=0,3743 olarak hesaplanmıştır. Belirsizlik, Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%30,82–%44,56], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%30,50–%44,37] olarak saptanmıştır. İlgili kriterin normalize skoru S_k≈0,3743 olup, çalışmada tanımlanan Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi kapsamında belirlenen T1=0,2032 ve T2=0,4813 eşikleri dikkate alındığında bu boyut orta, başka bir ifadeyle gelişmekte olan düzeyde konumlanmaktadır. Buna karşılık Etik ve Güvenlik göstergesi için VAR=36, YOK=151, TOPLAM=187 bulunmuş; oran %19,25 ve nokta tahmini $\hat{p}$=0,1925 olarak hesaplanmıştır. Bu boyuta ilişkin belirsizlik Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%14,24–%25,50], Wald yaklaşımıyla ise [%13,60–%24,90] olarak tespit edilmiştir. İlgili normalize skor S_k≈0,1925 olup T1 eşik değerinin altında kaldığından, Etik ve Güvenlik boyutu tertil esaslı nicel sınıflamaya göre düşük, başka bir ifadeyle gelişmemiş düzeyde değerlendirilmektedir. Bu sonuçlar birlikte okunduğunda, ekosistemde teknik şeffaflık, veri/model açıklamaları, sorumluluk–itiraz mekanizmaları ve etik/güvenlik çerçevelerine ilişkin kurumsal görünürlüğün genel olarak sınırlı kaldığı; ancak bu sınırlılığın özellikle Etik ve Güvenlik boyutunda daha belirgin biçimde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Ayrıca Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik boyutunun %37,43 ile orta düzeyde, Etik ve Güvenlik boyutunun ise %19,25 ile düşük düzeyde konumlandığı ve her iki boyutun da dış paydaş güveni ile yönetişim kapasitesi bakımından sınırlı bir görünürlük sergilediği açıkça belirtilmektedir. Bu bulgu, hesap verebilirliğin yalnızca açıklama sunumuyla değil, kararların

tartışılabilir ve itiraz edilebilir usul güvenceleriyle desteklenmesi gerektiğini vurgulayan Bayamlıoğlu (2022, s. 1059, 1064) ile; AIA (Algorithmic Impact Assessment-Algoritmik Etki Değerlendirmesi) süreçlerinde değerlendirme belgelerinin yayımlanması, güncellenmesi ve paydaşlara açık yönetişim döngülerinin kurulmasını esas alan Ada Lovelace Institute (2022, s. 7-9, 19) yaklaşımıyla uyumludur. H5, Etik ve Güvenlik boyutu bakımından desteklenmiş; Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik boyutu bakımından desteklenmemiştir. Bu nedenle H5 bütüncül olarak tam doğrulanmamış, kısmen desteklenmiştir.

***H6 – İnovasyon Çıktıları***

**H6:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin web içeriklerinde İnovasyon Çıktı puanları ekosistem genelinde orta bantta kümelenmektedir.

Araştırma bulguları, H6 hipotezini orta bantta fakat alt sınıra yakın bir yoğunlaşma görünümü içinde desteklemektedir. Analiz sonucunda İnovasyon Çıktıları göstergesi için VAR=38, YOK=149, TOPLAM=187 bulunmuştur. Buna göre ilgili göstergenin oranı %20,32 olup nokta tahmini $\hat{p}$=0,2032 olarak hesaplanmıştır. Belirsizlik, Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%15,18–%26,66], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%14,55–%26,09] olarak saptanmıştır. Çalışmada bu boyut için normalize skor $S_k \approx 0{,}2032$ olarak raporlanmış; çalışmada tanımlanan Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi kapsamında eşikler T1=0,2032 ve T2=0,4813 olarak belirlendiğinden, söz konusu değer orta düzey/gelişmekte olan bandın alt eşiğinde konumlanmaktadır. Nitekim çalışmanın tertil kompozisyonunda da İnovasyon Çıktıları boyutu, kurumsal şeffaflık ve teknopark/teknoloji transferi bağlantıları ile birlikte orta düzeyde seyreden göstergeler arasında sınıflandırılmaktadır. Bu görünüm, patent, tescilli ürün, bilimsel yayın, Ar-Ge ödülü/yarışma başarısı ve standardizasyon katkısı gibi inovasyon çıktılarında doğrulanabilir kamusal iz üretiminin ekosistemde mevcut olduğunu; ancak bu üretimin henüz yaygın ve homojen bir yoğunluğa ulaşmadığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, inovasyon kapasitesi teknik yetkinliğin varlığını ve aynı zamanda belgelendirme, ticarileştirme, dış teyit ve korunabilirlik (appropriability) kapasitesini de yansıttığından, tespit edilen %20,32'lik görünürlük ekosistemde belirli bir inovasyon üretiminin oluştuğunu, fakat bu üretimin daha geniş bir kurumsallaşma ve yaygınlaşma düzeyine geçiş sürecinde bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, patent ve marka başvurularını yenilikçilik dinamiklerini izlemek için yaygın kullanılan göstergeler arasında değerlendiren ve görünür başvuru hacimlerini inovatif aktivitenin önemli bir sinyali olarak ele alan WIPO'nun çerçevesiyle uyumludur (WIPO, 2022, s. 5). Benzer biçimde, ödül ve yarışma başarılarının yatırımcılar ve kurumsal müşteriler açısından meşruiyet ve sinyal üretme işlevi taşıdığı; bu nedenle üçüncü taraf doğrulamalarının inovasyon çıktısı olarak ayrıca anlamlı olduğu yönündeki değerlendirmeler de bu yorumu desteklemektedir (Gallus ve ark., 2025, s. 728-730). Yapay zekâ alanında fikrî mülkiyetin korunması, veri mülkiyeti, algoritmik çıktının korunabilirliği ve mucitlik tartışmalarına ilişkin karmaşıklıkların özellikle küçük ve orta ölçekli girişimler bakımından tescil süreçlerini daha seçici ve stratejik hâle getirdiğini vurgulayan yaklaşım da, teknik kapasite ile kamusal olarak görünür tescilli çıktı arasında her zaman birebir bir eşleşme oluşmamasını açıklamaktadır (Picht & Thouvenin, 2023, s. 916–918). H6 hipotezi, İnovasyon Çıktıları boyutunun ekosistem genelinde orta bantta, ancak alt sınıra yakın bir yoğunlaşma sergilediğini ve bu nedenle yüksek olgunluk aşamasına geçişin henüz tamamlanmadığını göstermesi bakımından doğrulanmaktadır.

***H7 – Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması)***

**H7:** Türkiye'de yapay zekâ girişimlerinin Teknoloji Olgunluğu puanları orta düzeyde kümelenmektedir.

Araştırma bulguları, H7 hipotezini desteklememektedir. Analiz sonucunda Teknoloji Olgunluğu (Ürün Kullanım Aşaması) göstergesi için VAR=90, YOK=97, TOPLAM=187 bulunmuş; oran %48,13 ve nokta tahmini $\hat{p}$=0,4813 olarak hesaplanmıştır. Belirsizlik, Wilson yaklaşımıyla %95 güven aralığı biçiminde [%41,08–%55,26], sağlamlık denetimi amacıyla Wald yaklaşımıyla ise [%40,97–%55,29] olarak belirlenmiştir. Çalışmada ilgili kriter için normalize skor S_k=0,4813 olarak raporlanmıştır. Çalışmada tanımlanan Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi kapsamında eşikler T1=0,2032 ve T2=0,4813 olarak belirlendiğinden, Teknoloji Olgunluğu boyutu tertil esaslı nicel sınıflamada yüksek düzey bandının alt sınırında konumlanmaktadır. Bu sonuç, Teknoloji Olgunluğu puanlarının ekosistem genelinde orta düzeyde kümelendiği yönündeki H7 hipoteziyle uyumlu değildir. Çalışmada bu boyut için %48,13 oranının "yüksek düzey sınırı" oluşturduğu ve hipotez doğrulanmamıştır. Literatür düzeyinde teknoloji olgunluğunun aşamalı ilerleyen bir yapı olduğu ve erken doğrulama ile operasyonel kullanım arasında belirgin olgunlaşma basamakları bulunduğu yönündeki değerlendirmeler de bu bulguyu desteklemektedir (Martínez-Plumed ve ark., 2021, s. 2–3; Lindstedt, 2024, s. 20–21; Mankins, 2009, s. 1216–1217; Olechowski, Eppinger, Joglekar, & Tomaschek, 2020, s. 396–397). Bulgular, Teknoloji Olgunluğu puanlarının yüksek bandın alt sınırında yer aldığını gösterdiğinden, H7'nin orta düzeyde kümelenme öngörüsü desteklenmemiştir.

***H8 – Türkiye'de YZ Girişimcilik Ekosisteminin Genel Olgunluk Seviyesi***

**H8:** Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin boyut bazlı olgunluk profili dengeli bir dağılım sergilemediğinden yüksek olgunluk düzeyine ulaşmamaktadır.

Araştırma bulguları, H8 hipotezini doğrulamaktadır. Web kazıma yöntemiyle elde edilen veriler ve çok boyutlu olgunluk analizi kapsamında hesaplanan Genel Olgunluk Analizi (GOA) skoru 0,3727 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan Üçte Birlik (Tertil) Esaslı Eşikleme Yöntemi kapsamında eşik değerleri T1=0,2032 ve T2=0,4813 olarak tanımlandığından, 0,3727 düzeyindeki GOA skoru T1 ile T2 arasında yer almakta ve Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin genel olgunluk düzeyinin tertil esaslı sınıflandırmaya göre orta düzeyde, başka bir ifadeyle gelişmekte olan bir yapıda bulunduğunu göstermektedir. Bu sonuç, ekosistemin genel düzeyde yüksek tertil bandına ulaşmadığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Bununla birlikte on boyutlu olgunluk profili birlikte değerlendirildiğinde, ekosistem olgunluğunun boyutlar arasında dengeli ve homojen bir dağılım göstermediği anlaşılmaktadır. Nitekim Dijital Teknoloji Entegrasyonu (%70,59), Strateji ve Liderlik (%55,61) ve Süreç Standardizasyonu (%54,01) T2 eşik değerinin üzerinde yer almakta ve tertil esaslı nicel sınıflamaya göre yüksek düzeyde değerlendirilmektedir. Teknoloji Olgunluğu (%48,13) ise T2 eşik değerinde yer almakta ve yüksek düzeyin alt sınırında konumlanmaktadır. Buna karşılık Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik (%37,43), Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi (%36,36) ile İnovasyon Çıktıları (%20,32) T1 ile T2 aralığında yer almakta; bu nedenle orta düzeyde değerlendirilmektedir. Etik ve Güvenlik (%19,25), Üniversite–Sanayi İşbirliği (%19,25) ve özellikle Politika ve Regülasyon Uyumu (%11,76) ise T1 eşik değerinin altında kaldığından düşük düzeyde sınıflandırılmaktadır. Bu dağılım, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminde teknik kapasite, dijital teknoloji kullanımı, stratejik yönelim ve süreçleşme gibi firma içi kapasite bileşenlerinin görece daha güçlü olduğunu; buna karşılık regülasyon uyumu, etik-güvenlik, üniversite–sanayi işbirliği ve dış yönetişim gibi kurumlar arası ve kurum-üstü kapasite

bileşenlerinin daha zayıf kaldığını göstermektedir. Dolayısıyla ekosistemin genel olgunluk düzeyinin yüksek banda ulaşamamasının temel nedeni, yalnızca toplam GOA skorunun sınırlı kalması değil; aynı zamanda boyutlar arası gelişimin dengesiz ve katmanlı bir yapı sergilemesidir. Bu görünüm, yapay zekâ gibi sosyo-teknik sistemlerde teknik performans ile yönetişim kapasitesinin aynı hızda gelişmeyebileceğini vurgulayan kuramsal yaklaşımlarla uyumludur. NIST AI Risk Management Framework, güvenilir yapay zekâ için teknik işlevlerin yanı sıra "Govern" katmanını ayrı ve üst düzey bir kurumsal çerçeve olarak tanımlamakta; böylece politika, rol, kontrol ve sorumluluk mekanizmalarının olgunluk profilinin asli bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır (NIST, 2023, s. 1–4, 13–18, 19–22). Benzer biçimde Vorvoreanu ve ark. (2023, s. 6–8), Responsible AI olgunluğunun kurum içinde tek parça ve homojen biçimde değil, farklı fonksiyonlar arasında parçalı ve heterojen biçimde gelişebildiğini belirtmekte; bu durum H8 kapsamında gözlenen boyutlar arası dengesiz kümelenmeyi desteklemektedir. Sjödin ve ark. (2021, s. 575–576) tarafından tartışılan eş-evrimsel ölçeklenme mantığı ise dijital teknoloji entegrasyonu ile strateji ve süreç kapasitesinin birlikte güçlenmesini firma içi hizalanmanın bir sonucu olarak açıklamaktadır. Buna karşılık Cukier ve Kon (2018, s. 4, 22–26), girişimcilik ekosistemlerinin gelişmekte olan evreden olgun ve kendini sürdürebilen evreye geçişinde dış paydaş entegrasyonu ve kurumsal ağların derinleşmesinin kritik bir eşik olduğunu vurgulamaktadır. Bu çerçevede GOA skorunun 0,3727 düzeyinde kalması ve özellikle Politika/Regülasyon Uyumu ile Etik ve Güvenlik boyutlarının düşük tertilde yoğunlaşması, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin belirli teknik ve operasyonel kapasite alanlarında gelişim gösterdiğini; ancak yönetişim, uyum, etik güvence ve kurumsal işbirliği katmanlarında aynı ölçüde olgunlaşmadığını ortaya koymaktadır. Bu tespit, AB AI Act bağlamında organizasyonların risk düzeyine göre farklılaşan uyum sorumluluklarını ve etkili bir yapay zekâ yönetişim çerçevesi kurma gerekliliğini vurgulayan değerlendirmelerle de örtüşmektedir (Ernst & Young, 2024, s. 1–3). Benzer şekilde Fenwick ve ark. (2018, s. 82–83), yıkıcı teknolojilerde hızlı ölçeklenme baskısının regülasyon ve etik yönetişim boyutlarını ikincil plana itebildiğini ortaya koyarak H8 bulgularındaki normatif-operasyonel ayrışmayı kuramsal olarak desteklemektedir. Sonuç olarak H8 hipotezi, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin boyut bazlı olgunluk profilinin dengeli dağılmadığı ve genel olgunluk düzeyinin yüksek tertil bandına ulaşmadığı yönüyle doğrulanmaktadır. Bu bulgu, ekosistemin daha ileri ve sürdürülebilir bir olgunluk düzeyine ulaşabilmesi için yalnızca teknik kapasitenin değil; yönetişim, politika uyumu, etik güvence, regülasyon farkındalığı ve kurumsal işbirliği katmanlarının da eş zamanlı biçimde güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

### 5.4. Ekosistem Gelişimine Yönelik Politika ve Strateji Önerileri

Bu bölümde, araştırma bulguları ışığında Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosistemini geliştirmeye yönelik temel eylem planları sunulmaktadır. Hazırlanan politika ve strateji önerileri; ilk olarak bölgesel ve makro ölçekli politikalar ile ardından firma düzeyi kurumsal uygulamalar ve yönetişim önerileri olmak üzere iki temel eksende aşağıdaki başlıklarda yapılandırılmıştır.

#### 5.4.1. Bölgesel ve Makro Ölçekli Politikalar

Araştırma bulguları, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin mekânsal ve kurumsal olarak dengesiz bir yapı sergilediğini; firma ve sermaye yoğunlaşmasının özellikle çekirdek merkezlerde toplandığını, buna karşılık gelişen ve erken aşama illerde girişimcilik yoğunluğu, kurumsal bağlantılar ve görünür olgunluk göstergelerinin daha sınırlı kaldığını göstermektedir; bu

durum, tek tip ve merkeziyetçi politika araçlarının ekosistem genelinde aynı etkiyi üretmeyeceğini ortaya koymakta ve bölgesel farklılaşmayı esas alan çok katmanlı bir politika mimarisini gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede çekirdek illerde öncelik, yeni girişim sayısını artırmaktan ziyade ölçeklenebilir pazar erişimini, dış pazarlara açılmayı ve ileri düzey ürün ticarileşmesini destekleyen araçlara verilmelidir; bu kapsamda venture client programları, PCP (Pre-Commercial Procurement-Ön Ticari Tedarik), PPI (Public Procurement of Innovation-Yenilikçi Kamu Alımı) ve uluslararası hızlandırıcı ağlara bağlı ihracat odaklı ürünleştirme programları devreye alınmalıdır. Gelişen illerde ise sağlık, tarım, turizm, üretim ve lojistik gibi alanlarda tematik uzmanlaşmayı güçlendiren merkezler kurulmalı; PoC (Proof of Concept-Kavram Kanıtlama) ve pilot çağrılarında bu illere ayrı kotalar tanımlanmalıdır. Erken aşama illerde ise bilgi, sermaye, müşteri ve aracı kurum bağlantılarının zayıflığını gidermek amacıyla gezici TTO (Technology Transfer Office-Teknoloji Transfer Ofisi) ve kuluçka hizmetleri, eşleştirme fonları ve bağ kurucu programlar geliştirilmelidir. Makro ölçekte ise çalışmada hesaplanan HHI (Herfindahl-Hirschman Index-Herfindahl-Hirschman Yoğunlaşma Endeksi) değerinin yüksek oluşu dikkate alınarak sermaye yoğunlaşmasını azaltmaya yönelik açık hedefler tanımlanmalı; ulusal fonların belirli bir bölümü gelişen ve erken aşama illerdeki YZ girişimlerine koşullu olarak tahsis edilmeli ve kamu destekli pilot alım ile erken müşteri programlarında bölgesel dağılım kotaları uygulanmalıdır. Üniversite–sanayi işbirliği ile teknopark ve teknoloji transferi bağlantılarının düşük ve parçalı görünürlüğü nedeniyle ulusal ölçekte standartlaştırılmış bir "İşbirliği Pasaportu" sistemi kurulmalı; firmaların üniversite, araştırma merkezi veya laboratuvarlarla yürüttüğü işbirlikleri proje süresi, mentorluk, çıktı türü, lisans ve know-how akışı gibi göstergelerle ortak bir şablonda kayıt altına alınmalı ve açık veri mantığıyla yayımlanmalıdır. Buna ek olarak, YZ Uygulama Merkezleri aracılığıyla test veri setleri, güvenli deneme ortamları ve müşteri–girişim eşleştirme programları geliştirilerek SME (Small and Medium-Sized Enterprises-Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler) ile üniversite ve kurumsal alıcılar arasındaki arayüz maliyetleri azaltılmalı; ayrıca ulusal ölçekte ortak çalışan bir TTO havuzu kurularak lisans, patent, PoC, pilot uygulama ve müşteri referansı verileri ortak bir gösterge panelinde izlenmeli ve gelişen iller için ayrı çağrı ve fon mekanizmaları tasarlanmalıdır.

Teknik kapasite ve dijital entegrasyon alanındaki görece yüksek görünürlüğe karşın etik, güvenlik ve düzenleyici uyum boyutlarındaki sınırlı kurumsallaşma dikkate alınarak ulusal politika seti yalnızca girişim kurmayı ve yatırım büyütmeyi ve aynı zamanda güvenilir yapay zekâ ilkelerini destekleyen düzenleyici deneme alanlarını, sektörel rehberleri, şeffaflık ve hesap verebilirlik şablonlarını, algoritmik etki değerlendirmesi uygulamalarını ve güvence temelli sertifikasyon mekanizmalarını da içermelidir; böylece Türkiye'de YZ girişimcilik ekosisteminin mevcut parçalı ve dengesiz görünümünün daha dengeli, sürdürülebilir ve çok merkezli bir yapıya dönüştürülmesi mümkün olabilecektir.

### 5.4.2. Firma-Düzeyi Kurumsal Uygulamalar ve Yönetişim Önerileri

Bulgular, firma düzeyinde sürdürülebilir olgunlaşmanın yalnızca teknik kapasite artışıyla değil, strateji, süreç, şeffaflık, etik güvence ve ürünleşme hatlarının aynı kurumsal mimari içinde bütünleştirilmesiyle mümkün olacağını göstermektedir; bu nedenle işletmelerde üst yönetim onaylı yapay zekâ stratejilerinin yıllık OKR/KPI (Objectives and Key Results - Amaç ve Temel Sonuçlar / Key Performance Indicators-Anahtar Performans Göstergeleri) setleriyle ilişkilendirilmesi, bu çerçevenin ISO/IEC 42001 (Artificial Intelligence Management System-Yapay Zekâ Yönetim Sistemi) ve NIST AI RMF (National Institute of Standards and Technology Artificial Intelligence

Risk Management Framework-Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü Yapay Zekâ Risk Yönetim Çerçevesi) gibi yönetişim sistemleriyle kurumsallaştırılması, ayrıca "uy ya da açıkla" ilkesi kapsamında roller, veri yönetişimi, model yaşam döngüsü kontrolleri, risk ve etik süreçleri ile iç denetim hatlarının yazılı ve izlenebilir hâle getirilmesi önerilmektedir; süreç standardizasyonunun dijital entegrasyon, şeffaflık ve etik güvenlik boyutlarıyla anlamlı birlikte-görülme örüntüsü sergilemesi, firmaların MLOps (Machine Learning Operations-Makine Öğrenmesi Operasyonları), sürümleme, değişim yönetimi, izlenebilirlik, performans–önyargı–güvenlik testleri ve üretim sonrası izleme süreçlerini tek bir YZ süreç mimarisi altında birleştirmesini ve bu yükümlülükleri tedarikçi–taşeron zincirine sözleşmesel hükümlerle yaymasını gerekli kılmaktadır; aynı doğrultuda şeffaflık, hesap verebilirlik ve etik–güvenlik alanlarında etik ilkelerin beyan düzeyinden çıkarılarak model kartları, veri sayfaları, kırmızı ekip testleri, olay kayıtları, güvenlik vaka analizleri, bağımsız doğrulama raporları ve yüksek etkili kullanım alanları için insan gözetimi, durdurma/geri alma eşikleri ve yazılı tehlike analizleriyle desteklenen kanıt üreten bir güvence zincirine dönüştürülmesi gerekmektedir; inovasyon çıktıları ve teknoloji olgunluğu bulguları ise firmaların fikirden prototipe, prototipten sertifikasyona, ilk müşteriye ve ölçekli satışa uzanan hattı daha sistematik yönetmesini zorunlu kıldığından, PoC (Proof of Concept-Kavram Kanıtlama), pilot, lisans, müşteri referansı ve sürüm notlarının standart şablonlarda yayımlanması, venture client yaklaşımıyla ilk müşteri ediniminin hızlandırılması, challenge prize ve mission-oriented programlarla belirli teknik hedeflere odaklı çağrıların kullanılması ve "sertifikaya tasarım" ilkesinin ürün geliştirme döngüsüne erken aşamada gömülmesi önerilmektedir; böylece tezde kurulan kavramsal model–veri yöntemi–olgunluk analizi zinciri, firma düzeyinde "ölç–uyumla–hızlandır" mantığıyla çalışan bütüncül bir yönetişim pratiğine dönüşmekte ve YZ girişimlerinin teknik başarılarını kurumsal güven, düzenleyici uyum ve sürdürülebilir rekabet kapasitesiyle birlikte güçlendiren uygulanabilir bir politika seti ortaya çıkmaktadır.

### 5.5. Genel Değerlendirme

Bu tez, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin mevcut durumunu betimlemeyi; ekosistemin hangi boyutlarda güçlendiğini, hangi alanlarda yapısal sınırlılıklar taşıdığını ve daha dengeli bir olgunlaşma için hangi yönlerde dönüşmesi gerektiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda çalışma; kavramsal çerçeve, dijital kanıta dayalı veri üretimi, çok boyutlu olgunluk modeli, kriter bazlı nicel çözümleme ve politika tasarımı arasında sistematik bir bütünlük kurmaktadır. 187 firmalık veri seti temelinde elde edilen bulgular, Türkiye'deki yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin tek çizgili, homojen ve dengeli bir gelişim göstermediğini; aksine bazı boyutlarda görece güçlü, bazı boyutlarda ise sınırlı ve kırılgan bir olgunluk profiline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada elde edilen bulgular, ekosistemin özellikle dijital teknoloji entegrasyonu, süreç standardizasyonu ve strateji–liderlik boyutlarında daha görünür ve güçlü bir kapasite ürettiğini göstermektedir. Buna karşılık politika ve regülasyon uyumu, etik ve güvenlik, üniversite–sanayi işbirliği ve inovasyon çıktıları gibi dış yönetişim, kurumsal tamamlayıcılık, güvence ve bilgi transferi gerektiren alanlarda daha sınırlı bir olgunluk düzeyi ortaya çıkmaktadır. Bu durum, Türkiye'de yapay zekâ girişimciliğinin yalnızca teknik üretim kapasitesi üzerinden değerlendirilemeyeceğini; sürdürülebilir rekabetçiliğin teknoloji geliştirme, yönetişim, işbirliği, güvence, ticarileşme ve bölgesel yayılım kapasitesinin birlikte güçlenmesine bağlı olduğunu göstermektedir.

Bu genel görünümü daha açık biçimde ortaya koymak amacıyla Tablo 25'te, araştırmada kullanılan on olgunluk göstergesi tertil esaslı olarak sınıflandırılmış; her göstergenin neden ilgili düzeyde çıktığı açıklanmış ve ilgili boyuta yönelik gelişim önerileri sunulmuştur. Böylece tablo, yalnızca bulguların özetlendiği bir gösterim değil, aynı zamanda ekosistemin hangi alanlarda korunması, hangi alanlarda güçlendirilmesi ve hangi alanlarda stratejik müdahaleye ihtiyaç duyduğunu gösteren bütüncül bir değerlendirme aracı olarak yapılandırılmıştır.

**Tablo 25.** Olgunluk Göstergelerinin Tertil Esaslı Değerlendirilmesi ve Gelişim Önerileri

| Sıra | Gösterge | Oran (%) | Tertil Düzeyi | Açıklama | Öneriler |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **Dijital Teknoloji Entegrasyonu** | **70,59** | Yüksek | Girişimlerin web içeriklerinde yapay zekâ, veri analitiği, makine öğrenmesi, otomasyon, yazılım, görüntü işleme, bulut ve sektörel dijital çözüm ifadelerine yoğun biçimde yer verilmiştir. Bu nedenle teknik kapasite görünürlüğü yüksek çıkmıştır. | Teknik kapasitenin yalnızca ürün tanıtımı düzeyinde kalmaması için yapay zekâ çözümlerinin performans, güvenilirlik, ölçeklenebilirlik ve sektörel etki göstergeleriyle desteklenmesi gerekmektedir. |
| **2** | **Strateji ve Liderlik** | **55,61** | Yüksek | Kurumsal web içeriklerinde vizyon, misyon, strateji, dijital dönüşüm, sektörel liderlik ve yapay zekâ odaklı büyüme ifadeleri sık kullanılmıştır. Bu durum strateji-liderlik göstergesinin yüksek düzeyde görünmesine neden olmuştur. | Strateji beyanlarının somut hedefler, yol haritaları, performans göstergeleri, yönetişim yapıları ve uygulama sonuçlarıyla desteklenmesi sağlanmalıdır. |
| **3** | **Süreç Standardizasyonu** | **54,01** | Yüksek | Süreç, kalite, proje yönetimi, metodoloji, hizmet standardı, iş akışı ve operasyonel düzen ifadeleri görece yaygın biçimde tespit edilmiştir. Bu görünürlük, süreç standardizasyonu göstergesini yüksek düzeye taşımıştır. | Süreç standardizasyonu beyanları ISO, CMMI, kalite yönetimi, veri yönetişimi, MLOps ve yazılım geliştirme yaşam döngüsü gibi somut standartlarla ilişkilendirilmelidir. |
| **4** | **Teknoloji Olgunluğu / Ürün Kullanım Aşaması** | **48,13** | Yüksek — alt sınır | Ürün, demo, pilot uygulama, canlı kullanım, müşteri referansı ve çözüm sayfası göstergeleri belirli ölçüde görünürdür. Ancak bu göstergeler, ekosistemin tamamında ileri ticarileşme ve yüksek TRL düzeyinin yaygınlaştığını gösterecek ölçüde güçlü değildir. | Girişimlerin demo ve pilot aşamasından ölçeklenebilir ürünleşme, müşteri doğrulaması, ihracat, referans proje ve sürdürülebilir gelir modeline geçişleri desteklenmelidir. |

| Sıra | Gösterge | Oran (%) | Tertil Düzeyi | Açıklama | Öneriler |
|---|---|---|---|---|---|
| **5** | **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik** | **37,43** | Orta | KVKK, gizlilik politikası, kullanıcı bilgilendirmesi ve kurumsal açıklama metinleri belirli ölçüde yer almaktadır. Ancak algoritmik şeffaflık, model açıklanabilirliği, hesap verebilirlik ve denetlenebilirlik göstergeleri sınırlıdır. | Yapay zekâ sistemlerinde açıklanabilirlik, kullanıcı bilgilendirmesi, karar süreçlerinin izlenebilirliği, veri kullanım politikası ve hesap verebilirlik mekanizmaları kurumsal web içeriklerinde daha açık biçimde sunulmalıdır. |
| **6** | **Teknopark Üyeliği ve Teknoloji Transferi** | **36,36** | Orta | Bazı girişimlerin teknopark, kuluçka, TTO veya teknoloji geliştirme bölgesi bağlantıları web içeriklerinde görünmektedir. Ancak bu bağlantılar ekosistemin tamamına yayılmamış ve teknoloji transferi göstergeleri yeterince derinleşmemiştir. | Teknopark ve TTO bağlantıları yalnızca üyelik bilgisi olarak değil; ortak proje, mentorluk, patent desteği, ticarileştirme, yatırım ve üniversite bağlantısı gibi somut çıktılarla desteklenmelidir. |
| **7** | **İnovasyon Çıktıları** | **20,32** | Orta — alt sınır | Patent, faydalı model, tescil, akademik yayın, ödül, Ar-Ge çıktısı ve somut yenilik göstergeleri sınırlı sayıdaki girişimde görünmektedir. Bu oran T1 eşik değerinde yer aldığı için orta bandın alt sınırı olarak değerlendirilmiştir. | Patent, marka, faydalı model, akademik yayın, Ar-Ge projesi, ürün sertifikasyonu ve uluslararası ödül gibi çıktıları artıracak teşvik, danışmanlık ve fikrî mülkiyet destekleri güçlendirilmelidir. |
| **8** | **Üniversite–Sanayi İşbirliği** | **19,25** | Düşük | Üniversitelerle ortak proje, akademik danışmanlık, ortak laboratuvar, sanayi doktora programı, araştırma merkezi işbirliği ve akademik yayın ortaklığı göstergeleri web içeriklerinde zayıf görünmektedir. | Üniversite–sanayi ortak projeleri, akademik danışmanlık mekanizmaları, ortak laboratuvarlar, sanayi doktora programları ve uygulamalı Ar-Ge işbirlikleri artırılmalıdır. |
| **9** | **Etik ve Güvenlik** | **19,25** | Düşük | Sorumlu yapay zekâ, güvenilir yapay zekâ, açıklanabilir yapay zekâ, algoritmik önyargı, veri güvenliği, etik ilke ve risk yönetimi beyanları sınırlı düzeydedir. Bu nedenle etik ve güvenlik boyutu düşük çıkmıştır. | Girişimler için sorumlu yapay zekâ ilkeleri, veri güvenliği politikaları, algoritmik risk yönetimi, etik değerlendirme süreçleri ve güvenilir yapay zekâ rehberleri oluşturulmalıdır. |
| **10** | **Politika ve Regülasyon Uyumu** | **11,76** | Düşük | Ulusal yapay zekâ stratejisi, mevzuat uyumu, regülasyon takibi, | Girişimlerin ulusal yapay zekâ stratejisi, veri koruma mevzuatı, sektörel regülasyonlar, uluslararası |

| Sıra | Gösterge | Oran (%) | Tertil Düzeyi | Açıklama | Öneriler |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | standartlara uyum, AI Act, OECD ilkeleri veya politika belgeleriyle ilişkilendirme göstergeleri web içeriklerinde oldukça sınırlı kalmıştır. | yapay zekâ ilkeleri ve standartlarla uyum kapasiteleri artırılmalıdır. |

Tablo 25 genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosisteminin teknik ve operasyonel alanlarda daha güçlü bir görünüm sergilediği anlaşılmaktadır. Dijital teknoloji entegrasyonunun yüksek düzeyde çıkması, girişimlerin yapay zekâ, veri analitiği, makine öğrenmesi, otomasyon, yazılım ve sektörel dijital çözüm üretimi bakımından belirgin bir görünürlük kazandığını göstermektedir. Strateji ve liderlik göstergesinin yüksek düzeyde yer alması ise girişimlerin vizyon, misyon, dijital dönüşüm ve yapay zekâ odaklı büyüme söylemlerini kurumsal web içeriklerinde görünür kıldığını ortaya koymaktadır. Benzer biçimde süreç standardizasyonu göstergesinin yüksek çıkması, kalite, proje yönetimi, metodoloji ve hizmet standardı gibi kurumsal işleyiş unsurlarının belirli ölçüde benimsendiğine işaret etmektedir.

Buna karşılık Tablo 25, ekosistemin yüksek görünen teknik kapasitesinin aynı ölçüde güçlü bir kurumsal, etik ve düzenleyici kapasiteyle desteklenmediğini de göstermektedir. Üniversite–sanayi işbirliği, etik ve güvenlik ile politika ve regülasyon uyumu göstergelerinin düşük düzeyde kalması, ekosistemin dış yönetişim, bilgi transferi, güvenilir yapay zekâ, mevzuat uyumu ve kurumsal hesap verebilirlik alanlarında gelişime ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle politika ve regülasyon uyumu göstergesinin en düşük düzeyde yer alması, yapay zekâ girişimlerinin ulusal strateji belgeleri, uluslararası ilkeler, sektörel düzenlemeler ve standartlarla ilişkisini kurumsal düzeyde yeterince görünür kılmadığını göstermektedir.

Yüksek düzeyde yer alan dijital teknoloji entegrasyonu, strateji ve liderlik, süreç standardizasyonu ve teknoloji olgunluğu göstergeleri, ekosistemin teknik uygulama, süreç yapısı ve erken ürünleşme eksenlerinde görece daha güçlü bir konumda olduğunu; dolayısıyla Türkiye'de yapay zekâ girişimciliğinin tamamen başlangıç düzeyinde olmadığını göstermektedir. Buna karşın, orta ve düşük bantta kalan diğer göstergeler ile teknoloji olgunluğunun yüksek bandın sadece alt sınırında (0,4813) kalması; ekosistemin ileri ticarileşme, yaygın referans proje üretimi, güçlü fikrî mülkiyet çıktıları, açıklanabilirlik mekanizmaları ve teknoloji transferi kapasitesi bakımından henüz bütüncül bir yüksek olgunluk düzeyine ulaşmadığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla ekosistemin temel sorunu, teknik kapasitenin yokluğu değil; bu kapasitenin kurumsal derinlik, güvenilirlik, işbirliği ve sürdürülebilir ticarileşme mekanizmalarıyla yeterince bütünleşmemiş olmasıdır.

Bu çerçevede tez, Türkiye'de yapay zekâ girişimcilik ekosistemini ölçülebilir, karşılaştırılabilir ve politika üretimine elverişli bir analitik çerçeveye dönüştürmesi bakımından özgün bir katkı sunmaktadır. Çalışma, gelecekte yapay zekâ girişimciliği ekosisteminin değerlendirilmesi, ölçülmesi ve bu alana ilişkin politika ile stratejilerin tasarlanmasında araştırmacılar, kamu kurumları, teknoparklar, teknoloji transfer ofisleri, yatırımcılar ve girişim destek mekanizmaları için kullanılabilir bir değerlendirme zemini oluşturmaktadır. Bu yönüyle tez, mevcut durumu açıklayan bir analiz olmakla beraber aynı zamanda Türkiye'de daha dengeli, çok merkezli, hesap verebilir, etik açıdan güvenilir ve yüksek katma değer üreten bir yapay zekâ

girişimcilik ekosisteminin inşası için kavramsal, yöntemsel ve stratejik bir referans niteliği taşımaktadır.

# KAYNAKLAR


Abdul Fattah, H. M., Azharul Hasan, K. M., & Tsuji, T. (2022). Weighted top-k dominating queries on highly incomplete data. Information Systems, 107, 102008. https://doi.org/10.1016/j.is.2022.102008

Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (2005). Institutions as the fundamental cause of long-run growth. P. Aghion & S. N. Durlauf (Ed.), Handbook of economic growth (Vol. 1A, pp. 385–472). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S1574-0684(05)01006-3

Acquisti, A., Brandimarte, L., & Loewenstein, G. (2015). Privacy and human behavior in the age of information. Science, 347(6221), 509–514. https://doi.org/10.1126/science.aaa1465

Acs, Z. J., Braunerhjelm, P., Audretsch, D. B., & Carlsson, B. (2009). The knowledge spillover theory of entrepreneurship. Small Business Economics, 32(1), 15–30. https://doi.org/10.1007/s11187-008-9157-3

Ács, Z. J., Autio, E., & Szerb, L. (2014). National systems of entrepreneurship: Measurement issues and policy implications. Research Policy, 43(3), 476–494. https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.016

Acs, Z. J., Stam, E., Audretsch, D. B., & O'Connor, A. (2017). The lineages of the entrepreneurial ecosystem approach. Small Business Economics, 49(1), 1–10. https://doi.org/10.1007/s11187-017-9864-8

Ács, Z. J., Szerb, L., Lafuente, E., & Lloyd, A. (2018). The entrepreneurial ecosystem. In Global Entrepreneurship and Development Index 2018 (pp. 1–9). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03279-1_1

Ada Lovelace Institute. (2022, 8 Şubat). NMIP algorithmic impact assessment: User guide. Erişim adresi https://www.adalovelaceinstitute.org/wp-content/uploads/2022/02/Algorithmic-impact-assessment-user-guide.pdf

Af Malmborg, F., & Trondal, J. (2023). Discursive framing and organizational venues: Mechanisms of artificial intelligence policy adoption. International Review of Administrative Sciences, 89(1), 39–58. https://doi.org/10.1177/00208523211007533

Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2022). Power and prediction: The disruptive economics of artificial intelligence. Harvard Business Review Press.

Agudo, U., Liberal, K. G., Arrese, M., & Matute, H. (2024). The impact of AI errors in a human-in-the-loop process. Cognitive Research: Principles and Implications, 9, 1. https://doi.org/10.1186/s41235-023-00529-3

Ahlers, G. K., Cumming, D., Günther, C., & Schweizer, D. (2015). Signaling in equity crowdfunding. Entrepreneurship Theory and Practice, 39(4), 955–980. https://doi.org/10.1111/etap.12157.

Ahmad, N., & Hamid, A. (2023). Will data science outrun the data scientist? Computer, 56(2), 121–128. https://doi.org/10.1109/MC.2022.3226929

Akbarighatar, P. (2022). Maturity and readiness models for responsible artificial intelligence (RAI): A systematic literature review. MCIS 2022 Proceedings, 12, 1–14. Erişim adresi: https://aisel.aisnet.org/mcis2022/12

Akbarighatar, P., Pappas, I., & Vassilakopoulou, P. (2023). A sociotechnical perspective for responsible AI maturity models: Findings from a mixed-method literature review. International Journal of Information Management Data Insights, 3(2), 100193. https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2023.100193

Akçetin, E. (2023). Türkiye can leverage the power of innovation, artificial intelligence, and fintech to enhance productivity. AJIT-e: Online Academic Journal of Information Technology, 14(55), 336–364. https://doi.org/10.5824/ajite.2023.04.002.x

Albahari, A., Pérez-Canto, S., Barge-Gil, A., & Modrego, A. (2017). Technology parks versus science parks: Does the university make the difference? Technological Forecasting and Social Change, 116, 13–28. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.012

Albarracín Vanoy, R. J. (2023). Logistics 4.0: Exploring artificial intelligence trends in efficient supply chain management. Data and Metadata, 2, 145. https://doi.org/10.56294/dm2023145

Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2017). Understanding of a convolutional neural network. In 2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET) (pp. 1–6). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186

Alexander, M. (2026, 21 Ocak). Using CSS selectors for web scraping. Erişim adresi https://www.scrapingbee.com/blog/using-css-selectors-for-web-scraping/

Alexandre, F., Costa, H., Faria, A. P., & Portela, M. (2022). Enhancing university–industry collaboration: The role of intermediary organizations. The Journal of Technology Transfer, 47(5), 1584–1611. https://doi.org/10.1007/s10961-021-09889-8

Ali, H., & Aysan, A. F. (2023). What will ChatGPT revolutionize in the financial industry? Modern Finance, 1(1), 116–129. https://doi.org/10.61351/mf.v1i1.67

Aliabadi, V., Ataei, P., Gholamrezai, S., & Aazami, M. (2019). Components of sustainability of entrepreneurial ecosystems in knowledge-intensive enterprises: The application of fuzzy analytic hierarchy process. Small Enterprise Research, 26(3), 288–306. https://doi.org/10.1080/13215906.2019.1671215

Almaskati, D., Kermanshachi, S., & Pamidimukkala, A. (2024). Investigating the impacts of autonomous vehicles on crash severity and traffic safety. Frontiers in Built Environment, 10, Article 1383144. https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1383144

Almuzel, M., Daim, T. U., Yesilada, B., Dabić, M., & Bolatan, G. I. (2024). Developing an assessment model for entrepreneurship ecosystems using Hierarchical Decision Model. Journal of Innovation & Knowledge, 9(4), 100562. https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100562

Alsaif, A., & Aksoy, M. S. (2023). AI-HRM: Artificial intelligence in human resource management: A literature review. Journal of Computing and Communication, 2(2), 1–7. https://doi.org/10.21608/jocc.2023.307053

Al-Sudairi, M., & Bakry, S. H. (2014). Knowledge issues in the global innovation index: Assessment of the state of Saudi Arabia versus countries with distinct development. Innovation: Management, Policy & Practice, 16(2), 176–183. https://doi.org/10.1080/14479338.2014.11081980

Altin, M. (2025). Entrepreneurial ecosystems in hospitality and tourism: A comparative analysis across economic contexts. Tourism Economics, 32(1), 85–104. https://doi.org/10.1177/13548166251332339

Altin, M., Gürsoy, F., & Xu, L. (2021). Machine-generated hierarchical structure of human activities to reveal how machines think. IEEE Access, 9, 18307–18321. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3053084

Altunok, T., & Cakmak, T. (2010). A technology readiness levels (TRLs) calculator software for systems engineering and technology management tool. Advances in Engineering Software, 41(5), 769–778. https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2009.12.018

Altuntuğ, N. (2007). Küresel rekabet ortamında ayırt edici ve sürdürülebilir üstünlükler bağlamında temel yetenek tabanlı stratejiler ve bir uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Isparta.

Amazon Web Services. (2025, 19 Kasım). Machine learning lens: AWS Well-Architected Framework. Erişim adresi https://docs.aws.amazon.com/pdfs/wellarchitected/latest/machine-learning-lens/wellarchitected-machine-learning-lens.pdf

Amini, L., Chen, C. H., Cox, D., Oliva, A., & Torralba, A. (2020). Experiences and insights for collaborative industry-academic research in artificial intelligence. AI Magazine, 41(1), 70-81. https://doi.org/10.1609/aimag.v41i1.5201

Andonova, V. (2021). Entrepreneurial ecosystems and innovation in the Balkans. In Innovation from emerging markets: From copycats to leaders (pp. 150–182). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108764407.009

Andrejevic, M. (2013). Infoglut: How too much information is changing the way we think and know (1st ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203075319

Angwin, J., Larson, J., Mattu, S., & Kirchner, L. (2016, 23 Mayıs). Machine bias: There's software used across the country to predict future criminals. And it's biased against blacks. ProPublica. Erişim adresi https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing

Anishchenko, M. A., Gidenko, I., Kaliman, M., Polyvaniuk, V., & Demianchuk, Y. V. (2023). Artificial intelligence in medicine: Legal, ethical and social aspects. Acta Bioethica, 29(1), 63–72. https://doi.org/10.4067/s1726-569x2023000100063

Arabi, N. G. A., & Abdalla, A. M. A. (2020). The role of ecosystem for entrepreneurship development in Sudan. World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development, 16(4), 307–

326. https://doi.org/10.1108/WJEMSD-09-2019-0075

Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189). Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en

Arora, A., Alderman, J. E., Palmer, J., Ganapathi, S., Laws, E., McCradden, M. D., Oakden-Rayner, L., Pfohl, S. R., Ghassemi, M., McKay, F., Treanor, D., Rostamzadeh, N., Mateen, B., Gath, J., Adebajo, A. O., Kuku, S., Matin, R., Heller, K., Sapey, E., … Liu, X. (2023). The value of standards for health datasets in artificial intelligence-based applications. Nature Medicine, 29(11), 2929–2938. https://doi.org/10.1038/s41591-023-02608-w

Artificial intelligence. (t.y.). Encyclopaedia Britannica içinde. Erişim adresi https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence

Arute, F., Arya, K., Babbush, R., vd. (2019). Quantum supremacy using a programmable superconducting processor. Nature, 574(7779), 505–510. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1666-5.

Asimov, I. (1942). Runaround. Astounding Science Fiction, 29(1), 94–103.

Asmit, B., Simatupang, T. M., Rudito, B., & Novani, S. (2024). Uncovering the building blocks of rural entrepreneurship: A comprehensive framework for mapping the components of rural entrepreneurial ecosystems. Heliyon, 10(1), e24139. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24139

Asoy, E. (2024). A better proxy for technology determinant of economic growth: The International Digital Economy and Society Index. İstanbul İktisat Dergisi - Istanbul Journal of Economics, 74(1), 225–251. https://doi.org/10.26650/ISTJECON2023-1327567

Assabumrungrat, R., Sangnark, S., Charoenpattarawut, T., Polpakdee, W., Sudhawiyangkul, T., Boonchieng, E., & Wilaiprasitporn, T. (2022). Ubiquitous affective computing: A review. IEEE Sensors Journal, 22(3), 1867–1881. https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3138269

Audretsch, D. B., & Belitski, M. (2017). Entrepreneurial ecosystems in cities: Establishing the framework conditions. The Journal of Technology Transfer, 42(5), 1030–1051. https://doi.org/10.1007/s10961-016-9473-8

Audretsch, D. B., & Belitski, M. (2021). Towards an entrepreneurial ecosystem typology for regional economic development: the role of creative class and entrepreneurship. Regional Studies, 55(4), 735–756. https://doi.org/10.1080/00343404.2020.1854711

Audretsch, D. B., Belitski, M., & Caiazza, R. (2023). Entrepreneurial growth, value creation and new technologies. The Journal of Technology Transfer, 48(5), 1535–1551. https://doi.org/10.1007/s10961-023-10034-w

Audretsch, D., Cruz, M., & Torres, J. (2022). Revisiting entrepreneurial ecosystems (Policy Research Working Paper No. 10229). Washington, DC: World Bank.

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. Journal of Economic Perspectives, 29(3), 3–30. https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3

Aziz, A. (2023). Artificial intelligence produced original work: A new approach to copyright protection and ownership. European Journal of Artificial Intelligence and Machine Learning, 2(2), 10–17. https://doi.org/10.24018/ejai.2023.2.2.15

Azzopardi-Muscat, N., & Sørensen, K. (2019). Towards an equitable digital public health era: Promoting equity through a health literacy perspective. European Journal of Public Health, 29(Supplement_3), 13–17. https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz166

Babu, M. V. S., & Banana, K. (2024). A study on narrow artificial intelligence—An overview. International Journal of Engineering Science and Advanced Technology, 24(4), 210–219.

Bacon, E. C., & Williams, M. D. (2022). Deconstructing the ivory tower: Identifying challenges of university-industry ecosystem partnerships. Review of Managerial Science, 16, 113–134. https://doi.org/10.1007/s11846-020-00436-7

Bala Subrahmanya, M. H. (2017). How did Bangalore emerge as a global hub of tech start-ups in India? Journal of Developmental Entrepreneurship, 22(1), 1750006. https://doi.org/10.1142/S1084946717500066

Balahurovska, I. (2023). The development of technological support organizations as an indicator of

management efficiency. Management Systems in Production Engineering, 31(2), 242–247. https://doi.org/10.2478/mspe-2023-0026

Balawi, A., & Ayoub, A. (2022). Assessing the entrepreneurial ecosystem of Sweden: A comparative study with Finland and Norway using the Global Entrepreneurship Index. Journal of Business and Socio-economic Development, 2(2), 165–180. https://doi.org/10.1.

Baleeiro Passos, J., Valle Enrique, D., Costa Dutra, C., & Schwengber ten Caten, C. (2023). University–industry collaboration process: A systematic review of literature. International Journal of Innovation Science, 15(3), 479–506. https://doi.org/10.1108/IJIS-11-2021-0216

Bandini, F. (2024). The business development of an AI startup and the market study for an innovative software (Master's thesis, Ca' Foscari University of Venice). Erişim adresi https://unitesi.unive.it/bitstream/20.500.14247/8209/1/892171-1284003.pdf

Barbaresi, A. (2021). Trafilatura: A web scraping library and command-line tool for text discovery and extraction. In Proceedings of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Na

Barr, E. (2024). The fourth industrial paradigm: The emergence of artificial intelligence as a business tool for startups and technology companies [Honors thesis, Colby College]. Digital Commons @ Colby. Erişim adresi https://digitalcommons.colby.edu/hono

Başol, O., & Yalçın, E. C. (2021). How does the Digital Economy and Society Index (DESI) affect labor market indicators in EU countries? Human Systems Management, 40(4), 503–512. https://doi.org/10.3233/HSM-200904

Bateson, K. (2025). Strategies used by public relations and communications executives to implement ethical use standards for AI (Doktora tezi, Walden University). Erişim adresi: ProQuest Dissertations & Theses Global. (Publication No. 32121038).

Batin, M., Turchin, A., Sergey, M., Zhila, A., & Denkenberger, D. (2017). Artificial intelligence in life extension: From deep learning to superintelligence. Informatica, 41(4).

Battistella, C., Colucci, K., De Toni, A. F., & Nonino, F. (2013). Methodology of business ecosystems network analysis: A case study in Telecom Italia Future Centre. Technological Forecasting and Social Change, 80(6), 1194–1210. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.11.002

Bayamlıoğlu, E. (2022). The right to contest automated decisions under the General Data Protection Regulation: Beyond the so- called "right to explanation". Regulation & Governance, 16(4), 1058–1078. https://doi.org/10.1111/rego.12391

BCC Publishing Staff. (2025, Ocak). Generative AI: Global markets (BCC Research Report No. IFT308A). BCC Research. Erişim adresi https://bit.ly/BCC-January-2025-Generative-AI

Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing maturity models for IT management. Business & Information Systems Engineering, 1(3), 213–222. https://doi.org/10.1007/s12599-009-0044-5

Becks, E., & Weis, T. (2022). Nudging to improve human-AI symbiosis. In 2022 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and Other Affiliated Events (PerCom Workshops) (pp. 132–133). IEEE. https://doi.org/10.1109/PerC

Behera, M., Dash, M., Mohanty, A. K., & Das, S. (2019). Entrepreneurial ecosystem: A geographical upliftment. Revista Espacios, 40(1), 26.

Belitski, M., & Büyükbalcı, P. (2021). Uncharted waters of the entrepreneurial ecosystems research: Comparing Greater Istanbul and Reading ecosystems. Growth and Change, 52(2), 727–750. https://doi.org/10.1111/grow.12457

Bellettini, C., Camilli, M., Capra, L., & Monga, M. (2013). MaRDiGraS: Simplified building of reachability graphs on large clusters. In P. A. Abdulla & I. Potapov (Eds.), Reachability problems (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 8169, pp. 83–95). Sprformatics), 8169 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41036-9_9

Bengio, Y., Courville, A., & Vincent, P. (2013). Representation learning: A review and new perspectives. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 35(8), 1798–1828. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2013.50

Bengio, Y., Lecun, Y., & Hinton, G. (2021). Deep learning for AI. Communications of the ACM, 64(7).

https://doi.org/10.1145/3448250

Bennett, D. L., Vedula, S., & Araki, M. (2025). Different strokes for different folks: A configurational analysis of entrepreneurial ecosystems. Small Business Economics, 65(3), 1547–1569. https://doi.org/10.1007/s11187-025-01038-x

Benzaghta, M. A., Elwalda, A., Mousa, M. M., Erkan, I., & Rahman, M. (2021). SWOT analysis applications: An integrative literature review. Journal of Global Business Insights, 6(1), 54–72. https://doi.org/10.5038/2640-6489.6.1.1148

Berman, A., de Fine Licht, K., & Carlsson, V. (2024). Trustworthy AI in the public sector: An empirical analysis of a Swedish labor market decision-support system. Technology in Society, 76, 102471. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102471

Besanko, D., Dranove, D., Shanley, M., & Schaefer, S. (1996). Economics of strategy. New York: John Wiley & Sons.

Bessen, J. E., Impink, S. M., & Seamans, R. (2023, 25 Temmuz). The business of AI-producing startups (Boston University School of Law, Law and Economics Research Paper No. 18-28). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3293275

Bessen, J., Impink, S. M., Reichensperger, L., & Seamans, R. (2022). The role of data for AI startup growth. Research Policy, 51(5), 104513. https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104513

Beşirov, E. (2007). Otomotiv sektöründe rekabet stratejileri ve Türkiye uygulaması (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Binns, R. (2018a). Algorithmic accountability and public reason. Philosophy & Technology, 31(4), 543–556. https://doi.org/10.1007/s13347-017-0263-5

Binns, R. (2018b). Fairness in machine learning: Lessons from political philosophy. In S. A. Friedler & C. Wilson (Eds.), Proceedings of the 2018 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (Proceedings of Machine Learning Research, Vol. 81,

Binns, R. (2022). Human judgment in algorithmic loops: Individual justice and automated decision-making. Regulation & Governance, 16(1). https://doi.org/10.1111/rego.12358

Birgönül, M. T., & Dikmen Toker, İ. (2001). Türk inşaat sektörünün rekabet analizi. XVI. Türkiye İnşaat Mühendisliği Teknik Kongre ve Sergisi, Ankara.

Bitoun, R. E., David, G., & Devillers, R. (2023). Strategic use of ecosystem services and co-benefits for Sustainable Development Goals. Sustainable Development, 31(3), 1296–1310. https://doi.org/10.1002/sd.2448

Blake, L. (2020). The success factors influencing AI ecosystems and AI startups: A multi-level analysis (Master's thesis, HEC Montréal). Erişim adresi https://biblos.hec.ca/biblio/memoires/m2020a629184.pdf

Bogojević Arsić, V. (2021). Challenges of financial risk management: AI applications. Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies, 26(3), 27–34. https://doi.org/10.7595/management.fon.2021.0015

Bosma, N., Hessels, J., Schutjens, V., Van Praag, M., & Verheul, I. (2012). Entrepreneurship and role models. Journal of Economic Psychology, 33(2), 410–424. https://doi.org/10.1016/j.joep.2011.03.004

Bostrom, N. (2016). The control problem: Excerpts from Superintelligence: Paths, dangers, strategies. In S. Schneider (Ed.), Science fiction and philosophy: From time travel to superintelligence (2nd ed., pp. 308–330). John Wiley & Sons. https://doi.org/1

Bousdekis, A., Apostolou, D., & Mentzas, G. (2020). A human cyber physical system framework for operator 4.0 – artificial intelligence symbiosis. Manufacturing Letters, 25, 10–15. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2020.06.001

Bradley, A., & James, R. J. E. (2019). Web scraping using R. Advances in Methods and Practices in Psychological Science, 2(3), 264–270. https://doi.org/10.1177/2515245919859535

Brdiczka, O. (2019, 9 Nisan). Contextual AI: The next frontier of artificial intelligence. Adobe for Business Blog. Erişim adresi https://business.adobe.com/blog/perspectives/contextual-ai-the-next-frontier-of-artificial-intelligence

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine Learning, 45(1), 5–32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Brodtkorb, A. R., Hagen, T. R., & Sætra, M. L. (2013). Graphics processing unit (GPU) programming strategies and trends in GPU computing. Journal of Parallel and Distributed Computing, 73(1), 4–13. https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2012.04.003

Broekhuizen, T., Dekker, H., de Faria, P., Firk, S., Nguyen, D. K., & Sofka, W. (2023). AI for managing open innovation: Opportunities, challenges, and a research agenda. Journal of Business Research, 167, 114196. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114196

Broomhead, D. S., & Lowe, D. (1988). Multivariable functional interpolation and adaptive networks. Complex Systems, 2(3), 321–355.

Bruijl, G. H. T. (2018). The relevance of Porter's Five Forces in today's innovative and changing business environment. SSRN. Erişim adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3192207

Bruno, G., Diglio, A., Piccolo, C., & Pipicelli, E. (2023). A reduced composite indicator for digital divide measurement at the regional level: An application to the Digital Economy and Society Index (DESI). Technological Forecasting and Social Change, 190, 122461. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122461

BTIT. (2024,). AI adoption maturity frameworks. Erişim adresi https://btit.nz/ai-adoption-maturity-frameworks

Buchanan, B. G., & Shortliffe, E. H. (Eds.). (1984). Rule-based expert systems: The MYCIN experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Reading, MA: Addison-Wesley.

Burrell, J. (2016). How the machine 'thinks': Understanding opacity in machine learning algorithms. Big Data & Society, 3(1), 1–12. https://doi.org/10.1177/2053951715622512

Butz, M. V. (2021). Towards strong AI. KI - Künstliche Intelligenz, 35(1), 91–101. https://doi.org/10.1007/s13218-021-00705-x

Cai, Y., Li, X., & Li, J. (2023). Emotion recognition using different sensors, emotion models, methods and datasets: A comprehensive review. Sensors, 23(5), 2455. https://doi.org/10.3390/s23052455

Calo, R. (2011). The boundaries of privacy harm. Indiana Law Journal, 86(3), 1131–1162.

Calo, R. (2018). Artificial intelligence policy: A primer and roadmap. University of Bologna Law Review, 3(2), 180–218. https://doi.org/10.6092/issn.2531-6133/8670

Calvo, R. A., & D'Mello, S. (2010). Affect detection: An interdisciplinary review of models, methods, and their applications. IEEE Transactions on Affective Computing, 1(1), 18–37. https://doi.org/10.1109/T-AFFC.2010.1.

Cambria, E. (2016). Affective Computing and Sentiment Analysis. IEEE Intelligent Systems, 31(2), 102–107. https://doi.org/10.1109/MIS.2016.31.

Campbell, M., Hoane, A. J., & Hsu, F.-H. (2002). Deep Blue. Artificial Intelligence, 134(1–2), 57–83. https://doi.org/10.1016/S0004-3702(01)00129-1

Cantner, U., Cunningham, J. A., Lehmann, E. E., Menter, M., & Wiseman, T. (2021). Entrepreneurial ecosystems: A dynamic lifecycle model. Small Business Economics, 57(1), 407–423. https://doi.org/10.1007/s11187-020-00316-0

Cao, Y., Romero, J., Olson, J. P., Degroote, M., Johnson, P. D., Kieferová, M., … Aspuru-Guzik, A. (2019). Quantum chemistry in the age of quantum computing. Chemical Reviews, 119(19), 10856–10915. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00803

Cárdenas-García, J. F. (2023). Info-autopoiesis and the limits of artificial general intelligence. Computers, 12(5), 102. https://doi.org/10.3390/computers12050102

Carlson, K. W. (2019). Safe artificial general intelligence via distributed ledger technology. Big Data and Cognitive Computing, 3(3), 40. https://doi.org/10.3390/bdcc3030040

Caruelle, D., Shams, P., Gustafsson, A., & Lervik-Olsen, L. (2022). Affective computing in marketing: Practical implications and research opportunities afforded by emotionally intelligent machines. Marketing Letters, 33(1), 163–169. https://doi.org/10.1007/s11002-021-09609-0

Castelvecchi, D. (2016). Can we open the black box of AI? Nature, 538(7623), 20–23. https://doi.org/10.1038/538020a

Cath, C., Zimmer, M., Lomborg, S., & Zevenbergen, B. (2018). Association of Internet Researchers (AoIR) roundtable summary: Artificial intelligence and the good society workshop proceedings. Philosophy & Technology, 31(1), 155–162. https://doi.org/10.100718-0304-8

Cecchetto, F. (2020). Do AI start-ups perform better than others? Evidence from the Italian startup ecosystem (Master's thesis, Politecnico di Torino). Webthesis. Erişim adresi https://webthesis.biblio.polito.it/16475/

Cerezo, M., Arrasmith, A., Babbush, R., Benjamin, S. C., Endo, S., Fujii, K., … Coles, P. J. (2021). Variational quantum algorithms. Nature Reviews Physics, 3(9), 625–644. https://doi.org/10.1038/s42254-021-00348-9.

Cetindamar, D., Kitto, K., Wu, M., Zhang, Y., Abedin, B., & Knight, S. (2024). Explicating AI literacy of employees at digital workplaces. IEEE Transactions on Engineering Management, 71, 810–823. https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3138503

Chakrabartty, S. N. (2017). Composite index: methods and properties. *Journal of Applied Quantitative Methods*, *12*(2), 25-33.

Chalmers, D., MacKenzie, N. G., & Carter, S. (2021). Artificial intelligence and entrepreneurship: Implications for venture creation in the fourth industrial revolution. Entrepreneurship Theory and Practice, 45(5), 1028–1053. https://doi.org/10.1177/104221

Chan, C. K. Y. (2023). A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20, 38. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00408-3

Chan, G. K. Y. (2024). AI employment decision-making: Integrating the equal opportunity merit principle and explainable AI. AI and Society, 39(3), 1027–1038. https://doi.org/10.1007/s00146-022-01532-w

Chaudhuri, S., & Dayal, U. (1997). An overview of data warehousing and OLAP technology. ACM SIGMOD Record, 26(1), 65–74. https://doi.org/10.1145/248603.248616

Chedrawi, C., & Atallah, Y. (2022). Artificial intelligence in the defense sector: an RBV and isomorphism perspectives to the case of the Lebanese Armed Forces. Journal of Asia Business Studies, 16(2), 279–293. https://doi.org/10.1108/JABS-09-2020-0377

Chen, C.-T., Khan, A., & Chen, S.-C. (2024). Modeling the impact of BDA-AI on sustainable innovation ambidexterity and environmental performance. Journal of Big Data, 11, 995. https://doi.org/10.1186/s40537-024-00995-6

Chen, L., & He, J. (2023). Application of big data in entrepreneurship and innovation education for higher vocational teaching. International Journal of Information Technology and Web Engineering, 18(1), 1–16. https://doi.org/10.4018/IJITWE.333898

Chen, P. M., Lee, E. K., Gibson, G. A., Katz, R. H., & Patterson, D. A. (1994). RAID: High-performance, reliable secondary storage. ACM Computing Surveys, 26(2), 145–185. https://doi.org/10.1145/176979.176981

Chen, X., Wang, X., & Qu, Y. (2023). Constructing ethical AI based on the "human-in-the-loop" system. Systems, 11(11), 548. https://doi.org/10.3390/systems11110548

Chen, Z. (2024). Valuation of AI companies: Leveraging large-language models and deep learning approaches. In Proceedings of the 2024 10th International Conference on Computer Technology Applications (ICCTA '24) (pp. 298–302). ACM. https://doi.org/10.1145.3674601

Cherif, S., & Bentameur, S. (2024). Startups as a pivotal enhancer of artificial intelligence technologies: International leading 50 AI innovators. The national webinar entitled: The applications of artificial intelligence in startups – Field studies and pioneering experiences. In The Applications of Artificial Intelligence in Startups – Field Studies and Pioneering Experiences (Conference paper). University of Djelfa.

Chesterman, S. (2025). Good models borrow, great models steal: Intellectual property rights and generative AI. Policy and Society, 44(1), 23–37. https://doi.org/10.1093/polsoc/puae006

Cho, D. S., Ryan, P., & Buciuni, G. (2022). Evolutionary entrepreneurial ecosystems: A research pathway.

Small Business Economics, 58, 1865–1883. https://doi.org/10.1007/s11187-021-00487-4

Choi, T. M., Wallace, S. W., & Wang, Y. (2018). Big data analytics in operations management. Production and Operations Management, 27(10), 1868–1883. https://doi.org/10.1111/poms.12838

Chong, Y. W., Villanueva-Libunao, K., Chee, S. Y., Alvarez, M. J., Yau, K. L. A., & Keoh, S. L. (2022). Artificial intelligence policies to enhance urban mobility in Southeast Asia. Frontiers in Sustainable Cities, 4, 824391. https://doi.org/10.3389/frsc.391

Chornous, G., & Ursulenko, G. (2013). Risk management in banks: New approaches to risk assessment and information support. Ekonomika, 92(1), 120–132. https://doi.org/10.15388/Ekon.2013.0.1131

Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2016, 8 Temmuz). Where machines could replace humans—and where they can't (yet). McKinsey Quarterly. Erişim adresi https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/where-machines-could-replace-humans-an

Cichocki, A., & Kuleshov, A. P. (2021). Future trends for human-AI collaboration: A comprehensive taxonomy of AI/AGI using multiple intelligences and learning styles. Computational Intelligence and Neuroscience, 2021, Article 8893795. https://doi.org/10.121/8893795

Clune, J. (2019). AI-GAs: AI-generating algorithms, an alternate paradigm for producing general artificial intelligence. https://doi.org/10.48550/arXiv.1905.10985

CMMI Product Team. (2002). Capability Maturity Model® Integration (CMMI), Version 1.1: Continuous representation (CMU/SEI-2002-TR-028). Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute.

CMMI Product Team. (2010). CMMI® for Development, Version 1.3: Improving processes for developing better products and services (CMU/SEI-2010-TR-033). Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute.

Cochran, W. G. (1954). Some methods for strengthening the common $\chi^2$ tests. Biometrics, 10(4), 417–451. https://doi.org/10.2307/3001616

Cohen, B. (2005). Sustainable valley entrepreneurial ecosystems. Business Strategy and the Environment, 15(1), 1–14. https://doi.org/10.1002/bse.428

Cohen, S., & Hochberg, Y. V. (2014). Accelerating startups: The seed accelerator phenomenon. SSRN. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2418000

Collobert, R., Weston, J., Bottou, L., Karlen, M., Kavukcuoglu, K., & Kuksa, P. (2011). Natural language processing (almost) from scratch. Journal of Machine Learning Research, 12, 2493–2537.

Conick, H. (2017, 1 Aralık). The past, present and future of AI in marketing. American Marketing Association. Erişim adresi https://www.ama.org/marketing-news/the-past-present-and-future-of-ai-in-marketing/

Corchado, E., Graña, M., Snášel, V., & Woźniak, M. (2010). Hybrid artificial intelligence systems. Neural Network World, 20(7), 807–809.

Corno, F., Lal, R., & Colombo, S. (2014). "Entrepreneurship & new venture creation": Key elements of the entrepreneurial ecosystem facilitating the growth of ICT entrepreneurs in Italy. European Scientific Journal, 10(10), 330–345.

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. Machine Learning, 20, 273–297. https://doi.org/10.1023/A:1022627411411

Cosma, M.-L. (2020). The digital divide, Editura Polity Press, Cambridge, Regatul Unit, 2020. Jan van Dijk. Sociologie Românească, 18(2), 244–248. https://doi.org/10.33788/sr.18.2.25

Coutinho, E. M. O., & Au-Yong-Oliveira, M. (2024). Innovation's performance: A transnational analysis based on the Global Innovation Index. Administrative Sciences, 14(2), 32. https://doi.org/10.3390/admsci14020032

Cowls, J., Tsamados, A., Taddeo, M., & Floridi, L. (2023). The AI gambit: Leveraging artificial intelligence to combat climate change—opportunities, challenges, and recommendations. AI & Society, 38, 283–307. https://doi.org/10.1007/s00146-021-01294-x

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Crevier, D. (1993). AI: The tumultuous history of the search for artificial intelligence. New York: Basic Books.

Crnogaj, K., & Rus, M. (2023). From start to scale: Navigating innovation, entrepreneurial ecosystem, and strategic evolution. Administrative Sciences, 13(12), 254. https://doi.org/10.3390/admsci13120254

Cross, A., Desai, V., & Singh, S. (2025). Scaling AI startups: Product management and growth equity strategies for enterprise software. Journal of International Crisis and Risk Communication Research, 20–27. https://doi.org/10.63278/jicrcr.vi.3144

Crunchbase. (2025). AI startup funding database. Crunchbase Insights. 18 Ağustos 2025 tarihinde https://www.crunchbase.com/hub/artificial-intelligence-ai-startups

Cukier, D., & Kon, F. (2018). A maturity model for software startup ecosystems. Journal of Innovation and Entrepreneurship, 7, 14. https://doi.org/10.1186/s13731-018-0091-6

Cukier, D., Kon, F., & Krueger, N. O. (2015). Designing a maturity model for software startup ecosystems. In M. Oivo, P. Abrahamsson, L. Corral, & B. Russo (Eds.), Product-focused software process improvement: 16th International Conference, PROFES 2015, Bolzano, Italy, December 2–4, 2015, Proceedings (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 9459, pp. 600–606). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26844-6_45

Cunningham, J. A., Menter, M., & Wirsching, K. (2019). Entrepreneurial ecosystem governance. Small Business Economics, 52, 545–562. https://doi.org/10.1007/s11187-017-9959-2

Davenport, T., Guha, A., Grewal, D., & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. Journal of the Academy of Marketing Science, 48(1), 24–42. https://doi.org/10.1007/s11747-019-00696-0

de Bruin, T., Freeze, R., Kulkarni, U., & Rosemann, M. (2005). Understanding the main phases of developing a maturity assessment model. In ACIS 2005 Proceedings: 16th Australasian Conference on Information Systems (Paper 109). Australasian Association for Information Systems. Erişim adresi https://aisel.aisnet.org/acis2005/109

de Leeuw, E., & Nicholls, W., II. (1996). Technological innovations in data collection: Acceptance, data quality and costs. Sociological Research Online, 1(4), 23–37. https://doi.org/10.5153/sro.50

de S. Sirisuriya, S. C. M. (2015). A comparative study on web scraping. In Proceedings of the 8th International Research Conference, KDU (pp. 135–140). Erişim adresi http://ir.kdu.ac.lk/handle/345/1051

de Swaan Arons, H., & Waalewijn, P. (1999). A knowledge base representing Porter's Five Forces Model. Rotterdam: Erasmus University Rotterdam.

Dealroom.co, & Ventures & Mentors League. (2024). The state of startups and VC in Türkiye.

Dean, J., & Ghemawat, S. (2008). MapReduce: Simplified data processing on large clusters. Communications of the ACM, 51(1), 107–113. https://doi.org/10.1145/1327452.1327492

Deepika, K., Tilekya, V., Mamatha, J., & Subetha, T. (2020). Jollity chatbot: A contextual AI assistant. In 2020 Third International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT) (pp. 1196–1200). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICSSIT48917.2020.9214076

Deeptech.ist. (2021). Deep dive into deep tech: Deeptech entrepreneurship in the world and Turkey. Istanbul Development Agency & Teknopark Istanbul.

Deloitte. (2020). AI adoption in the enterprise 2020. Deloitte Insights.

Demaidi, M. N. (2023). Artificial intelligence national strategy in a developing country. AI & Society, 40, 809–830. https://doi.org/10.1007/s00146-023-01779-x

Dennis, L., Fisher, M., Slavkovik, M., & Webster, M. (2016). Formal verification of ethical choices in autonomous systems. Robotics and Autonomous Systems, 77. https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.11.012

Dennis, M., Aizenberg, E. (2022). The Ethics of AI in Human Resources. Ethics Inf Technol, 24-25. https://doi.org/10.1007/s10676-022-09653-y

Deshpande, R., & Kamath, S. (2020). Patentability of inventions created by AI the DABUS claims: An Indian perspective. Journal of Intellectual Property Law & Practice, 15(?), 1–11.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (1963). Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963–1967). Ankara:

Başbakanlık Devlet Matbaası.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (1973). Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1973-1977). Ankara: DPT Yayınları.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (1979). Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979–1983). Ankara: T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (1985). Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. s. 140-146, 159-160.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (1990). Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994). Yayın No: 2174. Ankara: DPT.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (1995). Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000). Ankara: T.C. Başbakanlık DPT.

Devlet Planlama Teşkilatı. (2000). Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001–2005). Ankara: T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. Erişim adresi https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/

Diaconu, M., & Duţu, A. (2015). The role of the modern university in supporting the entrepreneurial ecosystem. European Journal of Interdisciplinary Studies, 7(1), 11–18.

Digipeak Marketing Agency. (2023). The rapid development of artificial intelligence in Turkey. Digipeak. Erişim adresi https://digipeak.org/development-artificial-intelligence-turkey/

Digital Transformation Office of the Presidency of the Republic of Türkiye & Ministry of Industry and Technology. (2021). The National Artificial Intelligence Strategy (2021–2025).

Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007–2013). (2006). T.C. Resmî Gazete, 26215 Mükerrer, 1 Temmuz 2006.

Domínguez F., D., & Stoyanovich, J. (2023). Responsible AI literacy: A stakeholder-first approach. Big Data & Society, 10(2). https://doi.org/10.1177/20539517231219958

Donaldson, C. (2020). Culture in the entrepreneurial ecosystem: A conceptual framing. International Entrepreneurship and Management Journal, 17(1), 289–319. https://doi.org/10.1007/s11365-020-00692-9

Dong, X., & McIntyre, S. H. (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies [Review of the book The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies, by E. Brynjolfsson & A. McAfee]. Quantitative Finance, 14(11), 1895–1896. https://doi.org/10.1080/14697688.2014.946440

Dovichi Filho, F. B., Castillo Santiago, Y., Silva Lora, E. E., Escobar Palacio, J. C., & Almazan del Olmo, O. A. (2021). Evaluation of the maturity level of biomass electricity generation technologies using the technology readiness level criteria. Journal of Cleaner Production, 295, Article 126426. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126426

Dowding, M. R. (2004). Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide [Review of the book Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide, by M. Warschauer]. Canadian Journal of Communication, 29(1), 117–118. https://doi.org/10.22230/cjc.2004v29n1a1415

Drori, I., & Wright, M. (2018). Accelerators: Characteristics, trends and the new entrepreneurial ecosystem. In M. Wright & I. Drori (Eds.), Accelerators: Successful venture creation and growth (pp. 1–20). Cheltenham: Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781786434098.00005

Duan, Y., Edwards, J. S., & Dwivedi, Y. K. (2019). Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data: Evolution, challenges and research agenda. International Journal of Information Management, 48, 63–71. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.021

Elia, G., Margherita, A., & Passiante, G. (2020). Digital entrepreneurship ecosystem: How digital technologies and collective intelligence are reshaping the entrepreneurial process. Technological Forecasting and Social Change, 150, 119791. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119791

Elliott, D., & Soifer, E. (2022). AI technologies, privacy, and security. Frontiers in Artificial Intelligence, 5, 826737. https://doi.org/10.3389/frai.2022.826737

Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. Journal of Advanced Nursing, 62(1), 107–115. https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x

Emmanoulopoulos, D., Olby, O., Lyon, J., & Stillman, N. R. (2025). To trade or not to trade: An agentic approach to estimating market risk improves trading decisions. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.08584

Encyclopaedia Britannica. (2025). Intelligence. Erişim adresi https://www.britannica.com/science/human-intelligence-psychology

Encyclopaedia Britannica. (t.y.). Automaton. Erişim adresi https://www.britannica.com/technology/automaton

Encyclopaedia Britannica. (t.y.). Jacques de Vaucanson. Erişim adresi https://www.britannica.com/biography/Jacques-de-Vaucanson

Erdolu, Ş. E. (2022). Investigating interactions in an entrepreneurial ecosystem: The case of Individual Young Entrepreneurship (BiGG) Support Program in Turkey (Yüksek lisans tezi). Middle East Technical University, Graduate School of Social Sciences, Ankara.

Eren, E. (2010). Stratejik yönetim ve işletme politikası (8. bs.). Beta.

Eren, S. (2025, 17 Nisan). AI growth in Türkiye gains momentum, driving future potential. Daily Sabah. Erişim adresi https://www.dailysabah.com/turkiye/ai-growth-in-turkiye-gains-momentum-driving-future-potential/news

Erkent, Ö., & Laugier, C. (2020). Semantic segmentation with unsupervised domain adaptation under varying weather conditions for autonomous vehicles. IEEE Robotics and Automation Letters, 5(2), 3580–3587. https://doi.org/10.1109/LRA.2020.2978666

Ernst & Young Global Limited. (2024, Temmuz). The European Union Artificial Intelligence Act: Latest developments and key takeaways. EY. Erişim adresi https://www.ey.com/content/dam/ey-unified-site/ey-com/en-gl/insights/public-policy/documents/ey-gl-eu-ai-act-07-2024.pdf

Escotet, M. Á. (2024). The optimistic future of Artificial Intelligence in higher education. Prospects, 54, 531–540. https://doi.org/10.1007/s11125-023-09642-z.

Escott, E. (2017, 25 Ekim). What are the 3 types of AI? A guide to narrow, general, and super artificial intelligence. Codebots. Erişim adresi https://codebots.com/artificial-intelligence/the-3-types-of-ai-is-the-third-even-possible

Esmer, Y., & Yüksel, M. (2024). Artificial Intelligence Entrepreneurship: A Conceptual Research. JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy, 9(2), 180-187.

European Commission. (2022). Digital Economy and Society Index (DESI) 2022: Methodological note. European Commission. Erişim adresi https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022

European Commission. (2024, 2 Temmuz). Digital Decade 2024: DESI methodological note. European Commission. Erişim adresi https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2024-desi-methodological-note

European Commission. (2025). Drawing-up a general-purpose AI code of practice. Erişim adresi https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/ai-code-practice

European Parliament and Council of the European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1689 of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence. Official Journal of the European Union, L, 12 July 2024.

European Patent Office. (2020, 28 Ocak). EPO publishes decision setting out reasons for refusal of patent applications naming an AI system as inventor. Erişim adresi https://www.epo.org/en/news-events/press-centre/press-release/2020/451882

European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1689 of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence. Official Journal of the European Union, L, 12 July 2024. Erişim adresi https://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj

Evans, K. (2015). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies, by Eric Brynjolfsson and Andrew McAfee [Review of the book The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies]. Choice, 52(5), 244–246. https://doi.org/10.5860/choice.184834

Fadziso, T. (2018). The impact of artificial intelligence on innovation. Global Disclosure of Economics and

Business, 7(2), 81–88. https://doi.org/10.18034/gdeb.v7i2.515

Fanti, L., Guarascio, D., & Moggi, M. (2020). The development of AI and its impact on business models, organization and work (LEM Working Paper Series No. 2020/25). Scuola Superiore Sant'Anna, Laboratory of Economics and Management. Erişim adresi https://www.lem.sssup.it/WPLem/files/2020-25.pdf

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery in databases. AI Magazine, 17(3), 37–54. https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230

Fazal, M. I., Patel, M. E., Tye, J., & Gupta, Y. (2018). The past, present and future role of artificial intelligence in imaging. European Journal of Radiology, 105, 246–250. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.06.020

Feld, B. (2020). Startup communities: Building an entrepreneurial ecosystem in your city (2nd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Femi Osasona, O. O., Amoo, O. O., Atadoga, A., Abrahams, T. O., Farayola, O. A., & Ayinla, B. S. (2024). Reviewing the ethical implications of AI in decision making processes. International Journal of Management & Entrepreneurship Research, 6(2), 322–335. https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i2.773.

Fenoaltea, E. M., Mazzilli, D., Patelli, A., Sbardella, A., Tacchella, A., Zaccaria, A., Trombetti, M., & Pietronero, L. (2024). Follow the money: A startup-based measure of AI exposure across occupations, industries and regions. https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.04924

Fenwick, M., Vermeulen, E. P. M., & Corrales Compagnucci, M. (2018). Business and regulatory responses to artificial intelligence: Dynamic regulation, innovation ecosystems and the strategic management of disruptive technology. SSRN(2022). https://doi.org/10.2139/ssrn.4140385

Fernandes, A. J., & Ferreira, J. J. (2021). Entrepreneurial ecosystems and networks. Review of Managerial Science. https://doi.org/10.1007/s11846-020-00437-6.

Fernandes, A. J., & Ferreira, J. J. (2022). Entrepreneurial ecosystems and networks: A literature review and research agenda. Review of Managerial Science, 16(1), 189–247. https://doi.org/10.1007/s11846-020-00437-6

Ferreira, J. J., Fernandes, C. I., Veiga, P. M., & Dooley, L. (2022). The effects of entrepreneurial ecosystems, knowledge management capabilities, and knowledge spillovers on international open innovation. R&D Management, 53(2), 322–338. https://doi.org/10.1111/radm.12569

Ferreira, R. M. F. D., Grilo, A., & Maia, M. (2025). Piloting a maturity model for responsible artificial intelligence: A Portuguese case study. Journal of Responsible Technology, 22, 100117. https://doi.org/10.1016/j.jrt.2025.100117

Fesenko, T., & Fesenko, G. (2017). City-governance: Conceptualizing digital maturity model. SOCRATES, 5(2), 106–122. https://doi.org/10.5958/2347-6869.2017.00016.4

Filip, S. (2022). Critical success factors for European AI startups (Master's thesis, University of Sheffield).

Filus, K., & Domańska, J. (2023). Software vulnerabilities in TensorFlow-based deep learning applications. Computers & Security, 124, 102948. https://doi.org/10.1016/j.cose.2022.102948.

Fintechtime. (2025). Türkiye'de yapay zekâ girişimleri raporu. Erişim: 1 Eylül 2025, https://fintechtime.com

Fisher, M., Mascardi, V., Rozier, K. Y., Schlingloff, B. H., Winikoff, M., & Yorke-Smith, N. (2021). Towards a framework for certification of reliable autonomous systems. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 35(1), 8. https://doi.org/10.1007/s10458-020-09487-2

Fjelland, R. (2020). Why general artificial intelligence will not be realized. Humanities and Social Sciences Communications, 7, 10. https://doi.org/10.1057/s41599-020-0494-4

Fkun, E., Yusuf, M., Rukmana, A. Y., Putri, Z. F., & Harahap, M. A. K. (2023). Entrepreneurial ecosystem: Interaction between government policy, funding and networks (Study on entrepreneurship in West Java). Jurnal Ekonomi dan Kewirausahaan West Science, 1(2), 77–88. https://doi.org/10.58812/jekws.v1i02.248

Flores, A. W., Bechtel, K., & Lowenkamp, C. T. (2016). False positives, false negatives, and false analyses: A rejoinder to "Machine Bias…". Federal Probation, 80(2), 38–46.

Florida, R. (2014). The rise of the creative class–revisited. Basic Books. https://doi.org/10.4324/9780203997673.

Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A unified framework of five principles for AI in society. Harvard Data Science Review, 1(1). https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1

Floridi, L., & Cowls, J. (2022). A unified framework of five principles for AI in society. In S. Carta (Ed.), Machine learning and the city: Applications in architecture and urban design (pp. 535–545). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119815075.ch45

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., Luetge, C., Madelin, R., Pagallo, U., Rossi, F., Schafer, B., Valcke, P., & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. Minds and Machines, 28(4), 689–707. https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5

Foray, D. (2004). The Economics of Knowledge. MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/5803.001.0001

Forero-Corba, W., & Negre Bennasar, F. (2024). Techniques and applications of machine learning and artificial intelligence in education: A systematic review. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27(1), 209–253. https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37491

Fortune Business Insights. (2025). Artificial intelligence market size, share & industry analysis, by component, by technology, by industry, and regional forecast, 2025–2032. Erişim adresi https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/artificial-intelligence-market-100114

Fortune Business Insights. (2025). Machine learning (ML) market size, share & industry analysis, by type and application, regional insights and forecast, 2025–2032 (Report ID: FBI102226). Erişim adresi https://www.fortunebusinessinsights.com/machine-learning-market-102226

Fossen, F. M., McLemore, T., & Sorgner, A. (2024). Artificial intelligence and entrepreneurship. Foundations and Trends® in Entrepreneurship, 20(8), 781–904. https://doi.org/10.1561/0300000130

Fosso Wamba, S., Bawack, R. E., Guthrie, C., Queiroz, M. M., & Carillo, K. D. A. (2021). Are we preparing for a good AI society? A bibliometric review and research agenda. Technological Forecasting and Social Change, 164, 120482. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120482

Fraga-Lamas, P., Lopes, S. I., & Fernández-Caramés, T. M. (2021). Green IoT and Edge AI as key technological enablers for a sustainable digital transition towards a smart circular economy: An Industry 5.0 use case. Sensors, 21(17), 5745. https://doi.org/10.3390/s21175745

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change, 114. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019

Gallus, J., Campbell, S., & Gneezy, U. (2025). Awards: Tangibility, self-signaling and signaling to others. Experimental Economics, 28(3), 728–757. https://doi.org/10.1017/eec.2025.10021

Gamoura, S. C., Koruca, H. İ., & Urgancı, K. B. (2024). Exploring the transition from "contextual AI" to "generative AI" in management: Cases of ChatGPT and DALL-E 2. In Z. Şen, Ö. Uygun, & C. Erden (Eds.), Advances in intelligent manufacturing and service system informatics: IMSS 2023 (Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 368–381). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6062-0_34

Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. International Journal of Information Management, 35(2), 137–144. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007

Gardner, H. (2005). Frames of mind: The theory of multiple intelligences. New York: Basic Books.

Gardner, H. (2011). Frames of mind: The theory of multiple intelligences (3rd ed.). New York: Basic Books.

Garstka, T., Kennedy, M., & Bonnett, M. (2025). Moving beyond mapping: A guide to ecosystem measurement. University of Kansas.

Gartner, Inc. (2025, 31 Mart). Gartner forecasts worldwide GenAI spending to reach $644 billion in 2025. Erişim adresi https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-03-31-gartner-forecasts-worldwide-genai-spending-to-reach-644-billion-in-2025

Gartner. (2019). Artificial intelligence maturity model. Gartner Research.

Gazendam, I., Dawson, P., & Armilla, A. I. (2023). Mind the Gap: The Challenges of Assurance for Artificial Intelligence. Technical report, Stanford Center for International Security and Cooperation.

Ge, Z., & Hu, Y. (2020). Innovative application of artificial intelligence (AI) in the management of higher education and teaching. Journal of Physics: Conference Series, 1533(3), 032089.

https://doi.org/10.1088/1742-6596/1533/3/032089

GeeksforGeeks. (2025). What is web scraping and how to use it? Erişim adresi https://www.geeksforgeeks.org/blogs/what-is-web-scraping-and-how-to-use-it/

Gehl, R. W., Moyer-Horner, L., & Yeo, S. K. (2017). Training computers to see Internet pornography: Gender and sexual discrimination in computer vision science. Television & New Media, 18(6), 529–547. https://doi.org/10.1177/1527476416680453

Geigel, A. (2023). Machine learning AI systems and the virtue of inventiveness. AI and Ethics, 3(2), 637–645. https://doi.org/10.1007/s43681-022-00197-x

Gencer, A. H., & Sakız, B. (2024). Entrepreneurship and innovation: The transformative role of Türkiye's startup ecosystem. In Proceedings of the International Conference on Eurasian Economies 2024 (pp. 90–102). https://doi.org/10.36880/C16.02879

Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. Review of International Political Economy, 12(1), 78–104. https://doi.org/10.1080/09692290500049805

Gereffi, G., & Fernandez-Stark, K. (2011). Global value chain analysis: A primer. Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University. https://www.globalvaluechains.org/wp-content/uploads/Primer_1stEd_2011.pdf

Ghio, N., Guerini, M., & Rossi-Lamastra, C. (2019). The creation of high-tech ventures in entrepreneurial ecosystems: Exploring the interactions among university knowledge, cooperative banks, and individual attitudes. Small Business Economics, 52(2), 523–543. https://doi.org/10.1007/s11187-017-9958-3

Gholipour, H. F., Tajaddini, R., Farzanegan, M. R., & Chege, F. (2024). Public perception of science and technology, government support to the AI sector, and AI startups. SSRN. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5174368

Ghorayeb, A., Comber, R., & Gooberman-Hill, R. (2021). Older adults' perspectives of smart home technology: Are we developing the technology that older people want? International Journal of Human-Computer Studies, 147, 102571. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102571

Ghotbi, N. (2023). The ethics of emotional artificial intelligence: A mixed method analysis. Asian Bioethics Review, 15(4), 417–430. https://doi.org/10.1007/s41649-022-00237-y

Ginter, P. M., & Duncan, W. J. (1990). Macroenvironmental analysis for strategic management. Long Range Planning, 23(6), 91–100. https://doi.org/10.1016/0024-6301(90)90106-E

Given, J. (2015). Book review: The second machine age: Work, progress and prosperity in a time of brilliant technologies. Media International Australia, 154(1), 146–147. https://doi.org/10.1177/1329878X1515400124

Gless, S., Silverman, E., & Weigend, T. (2016). If robots cause harm, who is to blame? Self-driving cars and criminal liability. New Criminal Law Review, 19(3), 412–471. https://doi.org/10.1525/nclr.2016.19.3.412

Goertzel, B. (2014). Artificial general intelligence: Concept, state of the art, and future prospects. Journal of Artificial General Intelligence, 5(1), 1–48. https://doi.org/10.2478/jagi-2014-0001

Gofman, M., & Jin, Z. (2024). Artificial intelligence, education, and entrepreneurship. The Journal of Finance, 79(1), 631–667. https://doi.org/10.1111/jofi.13302

Gołąb-Andrzejak, E. (2023). AI-powered digital transformation: Tools, benefits and challenges for marketers – Case study of LPP. Procedia Computer Science, 219, 397–404. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.305

Goldsteen, A., Saadi, O., Shmelkin, R., Shachor, S., & Razinkov, N. (2023). AI privacy toolkit. SoftwareX, 22, 101352. https://doi.org/10.1016/j.softx.2023.101352

Gompers, P., & Lerner, J. (2001). The money of invention: How venture capital creates new wealth. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Google Cloud. (t.y.). What is artificial intelligence (AI)? Erişim adresi https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence

Google Quantum AI. (2023). Suppressing quantum errors by scaling a surface code logical qubit. Nature, 614(7949), 676–681. https://doi.org/10.1038/s41586-022-05434-1

Goold, B. J. (2019). Review of The culture of surveillance: Watching as a way of life, by D. Lyon. Surveillance & Society, 17(3/4), 585–587. https://doi.org/10.24908/ss.v17i3/4.13424

Gottfredson, L. S. (1997). Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography. Intelligence, 24(1), 13–23. https://doi.org/10.1016/S0160-2896(97)90011-8

Granovetter, M. (1992). Problems of explanation in economic sociology. In N. Nohria & R. G. Eccles (Eds.), Networks and organizations: Structure, form, and action (pp. 25–56). Boston, MA: Harvard Business School Press.

Gray, J. (2004). Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide. Journal of Economic Issues, 38(1), 294–296. https://doi.org/10.1080/00213624.2004.11506686

Grebe, M., Franke, M. R., & Heinzl, A. (2023). Artificial intelligence: How leading companies define use cases, scale-up utilization, and realize value. Informatik Spektrum, 46, 197–209. https://doi.org/10.1007/s00287-023-01548-6

Grech, V., Cuschieri, S., & Eldawlatly, A. A. (2023). Artificial intelligence in medicine and research – the good, the bad, and the ugly. Saudi Journal of Anaesthesia, 17(3), 401–406. https://doi.org/10.4103/sja.sja_344_23

Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrisi, G. (2019). On the methodological framework of composite indices: A review of the issues of weighting, aggregation, and robustness. Social Indicators Research, 141(1), 61–94. https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9

Grimmelmann, J. (2016). There's no such thing as a computer-authored work—and it's a good thing, too. Columbia Journal of Law & the Arts, 39(3), 403–416.

Grootjans, W., Krainska, U., & Rezazade Mehrizi, M. H. (2025). How do medical institutions co-create artificial intelligence solutions with commercial startups? European Radiology, 35, 7796–7808. https://doi.org/10.1007/s00330-025-11672-4

Grundy, T. (2006). Rethinking and reinventing Michael Porter's five forces model. Strategic Change, 15(5), 213–229. https://doi.org/10.1002/jsc.764

Gürpınar, K., & Barca, M. (2007). Türk mobilya sektörünün uluslararası rekabet gücü düzeyi ve nedenleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2), 163–182.

Gürpınar, K., & Sandıkçı, M. (2008). Yerel yönetimlerde rekabet ve rekabet gücü. Belediye Dünyası, 9(6), 100–110.

Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. California Management Review, 61(4), 5–14. https://doi.org/10.1177/0008125619864925

Hagemann, K. E. C. (2023). AI adoption in early-stage tech startups: An exploratory study (Master's thesis, Universidade Católica Portuguesa). Veritati - Repositório Institucional da Universidade Católica Portuguesa. Erişim adresi https://repositorio.ucp.pt/entities/publication/fe8db265-e225-4eb2-ac59-56ab30ec0aa1

Hajipour, V., Hekmat, S., & Amini, M. (2023). Value-oriented AI-as-a-service business plan based on a package of integrated artificial intelligence services: A case study. SSRN. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4437023

Hallur, G. G., Prabhu, S., & Aslekar, A. (2021). Entertainment in era of AI, Big Data & IoT. In S. Das & S. Gochhait (Eds.), Digital entertainment: The next evolution in service sector (pp. 87–109). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9724-4_5

Halverson, R. (1993). An empirical investigation comparing IF-THEN rules and decision tables for programming rule-based expert systems. In Proceedings of the 26th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (Vol. 3, pp. 316–323). IEEE. https://doi.org/10.1109/HICSS.1993.284327

Handoyo, E., Umar, R., & Riadi, I. (2019). Analysis security of SIA based DSS05 on COBIT 5 using Capability Maturity Model Integration (CMMI). Scientific Journal of Informatics, 6(2), 193–200.

Hankwitz, M. (2023). Algorithms of oppression, by S. U. Noble [Book review]. Leonardo, 56(6), 648–652. https://doi.org/10.1162/leon_r_02331

Hanna, A., Denton, E., Smart, A., & Smith-Loud, J. (2020). Towards a critical race methodology in algorithmic fairness. In Proceedings of the 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (pp. 501–512). ACM. https://doi.org/10.1145/3351095.3372826

Hárs, A. (2022). AI and international law—Legal personality and avenues for regulation. Hungarian Journal of Legal Studies, 62(4), 320–344. https://doi.org/10.1556/2052.2022.00352

Harvard Business Review. (2011). Porter's Five Forces: A guide for executives. Boston, MA: Harvard Business Review Press.

Harvard Business Review. (2025). How ambitious entrepreneurs can use AI to scale their startups.

Hassan, A., & Al Moaraj, A. M. H. A. (2022). The role of artificial intelligence in entrepreneurship. In A. M. A. Musleh Al-Sartawi (Ed.), Artificial intelligence for sustainable finance and sustainable technology: ICGER 2021 (Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 423, pp. 530–542). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93464-4_52

Hébert, R. F., & Link, A. N. (2006). The entrepreneur as innovator. The Journal of Technology Transfer, 31(5), 589–597. https://doi.org/10.1007/s10961-006-9060-5

Heyder, T., Passlack, N., & Posegga, O. (2023). Ethical management of human-AI interaction: Theory development review. Journal of Strategic Information Systems, 32(3), 101772. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2023.101772

Ho, J. K.-K. (2014). Formulation of a Systemic PEST Analysis for Strategic Analysis. European Academic Research, 2(5), 6478–6492.

Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. Neural Computation, 9(8), 1735–1780. https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735

Hoffmann, C. H. (2023). A philosophical view on singularity and strong AI. AI & Society, 38(4), 1595–1604. https://doi.org/10.1007/s00146-021-01327-5

Hole, K. J., & Ahmad, S. A. (2021). Thousand brains: Toward biologically constrained AI. SN Applied Sciences, 3(8), 743. https://doi.org/10.1007/s42452-021-04715-0

Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 32(3), 504–526. https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1

Holmström, J. (2022). From AI to digital transformation: The AI readiness framework. Business Horizons, 65(3), 329–339. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2021.03.006

Horvatić, D., & Lipic, T. (2021). Human-Centric AI: The Symbiosis of Human and Artificial Intelligence. Entropy, 23(3), 332. https://doi.org/10.3390/e23030332

Hoti, E. (2015). The technological, organizational and environmental framework of IS innovation adaption in small and medium enterprises: Evidence from research over the last 10 years. International Journal of Business and Management, 3(4), 1–14. https://doi.org/10.20472/BM.2015.3.4.001

Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. Journal of Service Research, 21(2), 155–172. https://doi.org/10.1177/1094670517752459

Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2022). AI as customer. Journal of Service Management, 33(2), 210–220. https://doi.org/10.1108/JOSM-11-2021-0425

Hujran, O., Alarabiat, A., Al-Adwan, A. S., & Al-Debei, M. (2023). Digitally transforming electronic governments into smart governments: SMARTGOV, an extended maturity model. Information Development, 39(4), 811–834. https://doi.org/10.1177/02666669211054188

Humphrey, W. S. (2002). A history of the Capability Maturity Model for software. Software Quality Profile, 1(1), 5–15. Carnegie Mellon University.

Hung, L.-C., Hu, Y.-H., Tsai, C.-F., & Huang, M.-W. (2022). A dynamic time warping approach for handling class imbalanced medical datasets with missing values: A case study of protein localization site prediction. Expert Systems with Applications, 192, 116437. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116437

Hupont, I., Tolan, S., Frau, P., Porcaro, L., & Gomez, E. (2024). Measuring and fostering diversity in affective

computing research. IEEE Transactions on Affective Computing, 15(1), 63–78. https://doi.org/10.1109/TAFFC.2023.3244041

Hyndman, R. J., & Ullah, M. S. (2007). Robust forecasting of mortality and fertility rates: A functional data approach. Computational Statistics & Data Analysis, 51(10), 4942–4956. https://doi.org/10.1016/j.csda.2006.07.028

Hyun, E.-j., & Kim, B. T.-S. (2024). Overcoming Uncertainty in Novel Technologies: The Role of Venture Capital Syndication Networks in Artificial Intelligence (AI) Startup Investments in Korea and Japan. Systems, 12(3), 72. https://doi.org/10.3390/systems12030072

IBM. (t.y.). What is artificial intelligence (AI)? Erişim adresi https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence

Ibrahim, K. S. M. H., Huang, Y. F., Ahmed, A. N., Koo, C. H., & El-Shafie, A. (2022). A review of the hybrid artificial intelligence and optimization modelling of hydrological streamflow forecasting. AEJ – Alexandria Engineering Journal, 61(1), 279–303. https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.04.100

Iftikhar, S., Gill, S. S., Song, C., Xu, M., Aslanpour, M. S., Toosi, A. N., ... Uhlig, S. (2023). AI-based fog and edge computing: A systematic review, taxonomy and future directions. Internet of Things, 21, 100674. https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100674

Ignatenko, A., Raei, F., & Mircheva, B. (2019). Global value chains: What are the benefits and why do countries participate? (IMF Working Paper No. 19/18). International Monetary Fund. Erişim adresi https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WP/2019/wp1918.ashx

Implement Consulting Group. (2024). Dynamics of the artificial intelligence entrepreneurship ecosystem in Türkiye. Copenhagen: Implement Economics.

Imran, M., Liu, X., Wang, R., Saud, S., Zhao, Y., & Khan, M. J. (2022). The influence of Digital Economy and Society Index on sustainable development indicators: The case of European Union. Sustainability, 14(18), 11130. https://doi.org/10.3390/su141811130

Inácio Júnior, E., Autio, E., Morini, C., Gimenez, F. A. P., & Dionisio, E. A. (2016). Analysis of the Brazilian entrepreneurial ecosystem. Desenvolvimento em Questão, 14(37), 5–36. https://doi.org/10.21527/2237-6453.2016.37.5-36

International Organization for Standardization & International Electrotechnical Commission. (2023). ISO/IEC 42001:2023 Information technology—Artificial intelligence—Management system. Geneva: International Organization for Standardization.

Iosifidis, A., & Tefas, A. (2022). Deep learning for robot perception and cognition. London: Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-32-385787-1.00002-6

Isenberg, D. J. (2010). How to start an entrepreneurial revolution. Harvard Business Review, 88(6), 40–50.

Isenberg, D. J. (2011). The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy: Principles for cultivating entrepreneurship. Babson Entrepreneurship Ecosystem Project.

Ishibuchi, H., & Nakashima, T. (2001). Effect of rule weights in fuzzy rule-based classification systems. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 9(4), 506–515. https://doi.org/10.1109/91.940964

Ishibuchi, H., Sotani, T., & Murata, T. (1999). Tradeoff between the performance of fuzzy rule-based classification systems and the number of fuzzy if-then rules. In Proceedings of the 18th International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS) (pp. 29–33). IEEE. https://doi.org/10.1109/NAFIPS.1999.781667

Issa, H., Jabbouri, R., & Palmer, M. (2022). An artificial intelligence (AI)-readiness and adoption framework for AgriTech firms. Technological Forecasting and Social Change, 182, 121874. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121874

İTÜ ARI Teknokent. (2025). A gateway to Europe for Turkish entrepreneurs: İTÜ ARI Teknokent and InnovationQuarter join forces. Erişim adresi https://www.ariteknokent.com.tr/en/what/itu-ari-teknokent-on-media/a-gateway-to-europe-for-turkish-entrepreneurs-itu-ari-teknokent-and-innovationquarter-join-forces

İzmir Kalkınma Ajansı. (2024). Teknoloji girişimciliği ve İzmir'de girişimcilik ekosistemi analizi. İzmir: İZKA Yayınları.

Jacobides, M. G., Brusoni, S., & Candelon, F. (2021). The evolutionary dynamics of the artificial intelligence ecosystem. Strategy Science, 6(4), 412–435. https://doi.org/10.1287/stsc.2021.0148

Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. Strategic Management Journal, 39(8), 2255–2276. https://doi.org/10.1002/smj.2904

Jagatheesaperumal, S. K., Rahouti, M., Ahmad, K., Al-Fuqaha, A., & Guizani, M. (2022). The duo of artificial intelligence and Big Data for Industry 4.0: Applications, techniques, challenges, and future research directions. IEEE Internet of Things Journal, 9(15), 12861–12885. https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3139827

Jankoski, B. B. (2022). Mastering AI (2 books in 1): A comprehensive guide from basics to business innovation—Leverage artificial intelligence to streamline your operation, maximize profits, and optimize your life.

Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. Business Horizons, 61(4), 577–586. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.007

Ji, C., Li, Y., Qiu, W., Jin, Y., Xu, Y., Awada, U., Li, K., & Qu, W. (2012). Big data processing: Big challenges and opportunities. Journal of Interconnection Networks, 13(03n04), 1250009. https://doi.org/10.1142/S0219265912500090

Johnsen, M. (2025). Super AI. Maria Johnsen.

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. Science, 349(6245), 255–260. https://doi.org/10.1126/science.aaa8415

Jouppi, N. P., Young, C., Patil, N., Patterson, D. A., Agrawal, G., Bajwa, R., … Yoon, D. H. (2017). In-datacenter performance analysis of a Tensor Processing Unit. In Proceedings of the 44th Annual International Symposium on Computer Architecture (ISCA '17) (pp. 1–12). ACM. https://doi.org/10.1145/3079856.3080246

Joyce, K., Smith-Doerr, L., Alegria, S., Bell, S., Cruz, T., Hoffman, S. G., Noble, S. U., & Shestakofsky, B. (2021). Toward a sociology of artificial intelligence: A call for research on inequalities and structural change. Socius, 7. https://doi.org/10.1177/2378023121999581

Jöhnk, J., Weißert, M., & Wyrtki, K. (2021). Ready or not, AI comes—An interview study of organizational AI readiness factors. Business & Information Systems Engineering, 63(1), 5–20. https://doi.org/10.1007/s12599-020-00676-7

Jungherr, A. (2023). Artificial intelligence and democracy: A conceptual framework. Social Media + Society, 9(3). https://doi.org/10.1177/20563051231186353

Kabudi, T. (2021). Identifying design principles for AI-enabled adaptive learning systems. In PACIS 2021 Proceedings.

Kabudi, T., Pappas, I., & Olsen, D. H. (2021). AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2, 100017. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100017

Kaelbling, L. P., Littman, M. L., & Moore, A. W. (1996). Reinforcement learning: A survey. Journal of Artificial Intelligence Research, 4, 237–285. https://doi.org/10.1613/jair.301

Kale, A., Nguyen, T. C., Harris, F. C., Li, C., Zhang, J., & Ma, X. (2023). Provenance documentation to enable explainable and trustworthy AI: A literature review. Data Intelligence, 5(1), 139–162. https://doi.org/10.1162/dint_a_00119

Kalkınma Bakanlığı. (2013). Onuncu Kalkınma Planı (2014–2018). Ankara: T.C. Kalkınma Bakanlığı. Erişim adresi https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/

Kaminski, M. E. (2024). The developing law of AI: A turn to risk regulation. SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.4692562

Kanade, V. (2022). Narrow AI vs. general AI vs. super AI: Key comparisons. Spiceworks. Erişim adresi https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/narrow-general-super-ai-difference/

Kano, L., Tsang, E. W. K., & Yeung, H. W.-C. (2020). Global value chains: A review of the multi-disciplinary literature. Journal of International Business Studies, 51, 577–622. https://doi.org/10.1057/s41267-020-00304-2

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. Business Horizons, 62(1), 15–25. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004

Kaplinsky, R., & Morris, M. (2001). A handbook for value chain research. Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex. Erişim adresi https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/fisheries/docs/Value_Chain_Handbool.pdf

Kapturkiewicz, A. (2022). Varieties of entrepreneurial ecosystems: A comparative study of Tokyo and Bangalore. Research Policy, 51(9), 104377. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104377

Karacaoğlu, K. (2009). Rekabet üstünlüğünü etkileyen unsurların yapısal eşitlik modeli ile belirlenmesi. İİBF Dergisi, 34, 167–190.

Karagiannopoulos, G. D., Georgopoulos, N., & Nikolopoulos, K. (2005). Fathoming Porter's five forces model in the internet era. info, 7(6), 66–76. https://doi.org/10.1108/14636690510628328

Katyal, S. K. (2019). Private accountability in the age of artificial intelligence. UCLA Law Review, 66(1), 54–141.

Kaul, V., Enslin, S., & Gross, S. A. (2020). History of artificial intelligence in medicine. Gastrointestinal Endoscopy, 92(4), 807–812. https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040

Kaur, D., Uslu, S., Rittichier, K. J., & Durresi, A. (2022). Trustworthy artificial intelligence: A review. ACM Computing Surveys, 55(2), Article 39, 1–38. https://doi.org/10.1145/3491209

Kay, J. (2023). Foundations for Human-AI teaming for self-regulated learning with explainable AI (XAI). Computers in Human Behavior, 147, 107848. https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107848

Kear, A., & Folkes, S. L. (2020). A solution to the hyper complex, cross domain reality of artificial intelligence: The hierarchy of AI. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 11(3). https://doi.org/10.14569/ijacsa.2020.0110307

Kenney, M. & von Burg, U. (1999). Technology, entrepreneurship and path dependence: industrial clustering in Silicon Valley and Route 128. Industrial and Corporate Change, 8(1), 67-103. https://doi.org/10.1093/icc/8.1.67

Khadse, K. (2024). A study of the artificial intelligence contribution to the Indian economy and with ASEAN countries. Asian Journal of Organic & Medicinal Chemistry, 7(8), 117–123.

Khairo, F., & Busroh, F. F. (2023). Harnessing the power of AI in shaping administrative law regulations. International Journal of Science and Society, 5(4). https://doi.org/10.54783/ijsoc.v5i4.826

Khalid, N., Qayyum, A., Bilal, M., Al-Fuqaha, A., & Qadir, J. (2023). Privacy-preserving artificial intelligence in healthcare: Techniques and applications. Computers in Biology and Medicine, 158, 106848. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2023.106848

Khan, A. W., & Mishra, S. (2023). AI credibility and consumer-AI experiences: A conceptual framework. Journal of Service Theory and Practice, 34(1), 66–97. https://doi.org/10.1108/JSTP-03-2023-0108

Khan, S. M. (2024). AI in autonomous vehicles. International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. https://doi.org/10.48175/ijarsct-15237

Khder, M. A. (2021). Web scraping or web crawling: State of art, techniques, approaches and application. International Journal of Advance Soft Computing and Applications, 13(3), 145–168. https://doi.org/10.15849/ijasca.211128.11

Kılıç, B., & Kahraman, M. E. (2023). Current usage areas of deepfake applications with artificial intelligence technology. İletişim ve Toplum Araştırmaları Dergisi, 3(2). https://doi.org/10.59534/jcss.1358318

Kim, S., Wimmer, H., & Kim, J. (2022). Analysis of deep learning libraries: Keras, PyTorch, and MXNet. In 2022 IEEE/ACIS 20th International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications (SERA) (pp. 54–62). IEEE. https://doi.org/10.1109/SERA54885.2022.9806734

Kim, Y., Eddins, A., Anand, S., Wei, K. X., van den Berg, E., Rosenblatt, S., … Kandala, A. (2023). Evidence for the utility of quantum computing before fault tolerance. Nature, 618(7965), 500–505. https://doi.org/10.1038/s41586-023-06096-3

Kirkpatrick, K. (2023). The carbon footprint of artificial intelligence. Communications of the ACM, 66(8), 17–19. https://doi.org/10.1145/3603746

Klippel, E., Oliveira, R. A. R., Maslov, D., Bianchi, A. G. C., Delabrida, S. E., & Garrocho, C. T. B. (2022). Embedded edge artificial intelligence for longitudinal rip detection in conveyor belt applied at the industrial mining environment. SN Computer Science, 3(4), 291. https://doi.org/10.1007/s42979-022-01169-y

Klofsten, M., Fayolle, A., Guerrero, M., Mian, S., Urbano, D., & Wright, M. (2019). The entrepreneurial university as driver for economic growth and social change—Key strategic challenges. Technological Forecasting and Social Change, 141, 149–158. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.004

Kocaman, V., & Talby, D. (2021). Spark NLP: Natural language understanding at scale. Software Impacts, 8, 100058. https://doi.org/10.1016/j.simpa.2021.100058

Korteling, J. E. H., van de Boer-Visschedijk, G. C., Blankendaal, R. A. M., Boonekamp, R. C., & Eikelboom, A. R. (2021). Human- versus artificial intelligence. Frontiers in Artificial Intelligence, 4, 622364. https://doi.org/10.3389/frai.2021.622364

Kourkoulou, D. (2023). Replika AI: Technological affect and general AI imaginations. International Journal of Communication and Linguistic Studies, 21(2), 73–86. https://doi.org/10.18848/2327-7882/CGP/v21i02/73-86

Köchling, A., Wehner, M. C., & Warkocz, J. (2023). Can I show my skills? Affective responses to artificial intelligence in the recruitment process. Review of Managerial Science, 17(6), 2109–2138. https://doi.org/10.1007/s11846-021-00514-4

Kreuzberger, D., Kühl, N., & Hirschl, S. (2023). Machine learning operations (MLOps): Overview, definition, and architecture. IEEE Access, 11, 31866–31879. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3262138

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In F. Pereira, C. J. C. Burges, L. Bottou, & K. Q. Weinberger (Eds.), Advances in Neural Information Processing Systems (Vol. 25, pp. 1097–1105).

Krotov, V., Johnson, L., & Silva, L. (2020). Tutorial: Legality and ethics of web scraping. Communications of the Association for Information Systems, 47, 539–563. https://doi.org/10.17705/1CAIS.04724

Kuhn, C. (2023). Exploring possible worlds: Open and participatory tools for critical data literacy and fairer data culture. In J. E. Raffaghelli & A. Sangrà (Eds.), Data cultures in higher education: Emergent practices and the challenge ahead (pp. 201–226). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24193-2_8

Kuhn, M. (2021). Big Data, AI, and the pleasures of engineering. Chemie Ingenieur Technik, 93(3), 440–448. https://doi.org/10.1002/cite.202000221

Kulesz, O. (2018). Culture, platforms and machines: The impact of artificial intelligence on the diversity of cultural expressions. UNESCO.

Kumar, A., Srivastava, A., & Gupta, P. K. (2022). Banking 4.0: The era of artificial intelligence-based fintech. Strategic Change, 31(6), 615–628. https://doi.org/10.1002/jsc.2526

Kumar, D., & Meeden, L. (1998). Robot laboratory for teaching artificial intelligence. In Proceedings of the Conference on Integrating Technology into Computer Science Education (ITiCSE) (pp. 341–344). ACM. https://doi.org/10.1145/273133.274326

Kumar, K., & Singh, B. (2025). Artificial intelligence in the startup world: A bibliometric study of emerging trends and themes. Abhigyan. https://doi.org/10.1177/09702385251349614

Kumar, N., Chandola, D. C., Sudman, M. S. I., Hajoary, D., Singh, V., & Prakash, R. (2023). Exploring the use of AI in autonomous vehicles, drones, and robotics for perception, navigation and decision-making. Tuijin Jishu/Journal of Propulsion Technology, 44(3). https://doi.org/10.52783/tjjpt.v44.i3.230

Kumar, R., & Anand, A. (2025). Innovation success factors of artificial intelligence startup firm "Leena AI": A startup case study. Journal of Information Technology Case and Application Research. https://doi.org/10.1080/15228053.2025.2521979

Kuzmenko, O., Chorna, V., & Kozhura, L. (2024). Implementation of artificial intelligence in energy consumption calculations to reduce excess generation in the context of Ukraine's recovery. Baltic Journal of Economic Studies, 10(1), 153–162. https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-1-153-162

Kwak, M., Jenkins, J., & Kim, J. (2023). Adaptive programming language learning system based on generative AI. Issues in Information Systems, 24(3), 222–231. https://doi.org/10.48009/3_iis_2023_119

Landes, D. S. (1998). The wealth and poverty of nations: Why some are so rich and some so poor. New York: W. W. Norton & Company.

Lauterbach, A., & Bonime-Blanc, A. (2016, September/October). Artificial intelligence: A strategic business and governance imperative. NACD Directorship.

Laux, J., Wachter, S., & Mittelstadt, B. (2024). Trustworthy artificial intelligence and the European Union AI act: On the conflation of trustworthiness and acceptability of risk. Regulation & Governance, 18(1), 3–32. https://doi.org/10.1111/rego.12512

Law, T. (2018). Review of Automating inequality: How high-tech tools profile, police, and punish the poor, by V. Eubanks. Surveillance & Society, 16(3), 384–385. https://doi.org/10.24908/ss.v16i3.12612

LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition. Proceedings of the IEEE, 86(11), 2278–2324. https://doi.org/10.1109/5.726791

Lee, B., Kim, B., & Ivan, U. V. (2024). Enhancing the competitiveness of AI technology-based startups in the digital era. Administrative Sciences, 14(1), 6. https://doi.org/10.3390/admsci14010006

Lee, C. T., Pan, L. Y., & Hsieh, S. H. (2022). Artificial intelligent chatbots as brand promoters: A two-stage SEM-ANN approach. Internet Research, 32(4), 1329–1356. https://doi.org/10.1108/INTR-01-2021-0030

Lee, D., & Yoon, S. N. (2021). Application of artificial intelligence-based technologies in the healthcare industry: Opportunities and challenges. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(1), 271. https://doi.org/10.3390/ijerph18010271

Lee, J. (2020). Is artificial intelligence better than human clinicians in predicting patient outcomes? Journal of Medical Internet Research, 22(8), e19918. https://doi.org/10.2196/19918

Lee, S. U., Perera, H., Liu, Y., Xia, B., Lu, Q., Zhu, L., … Nottage, M. (2024). Integrating ESG and AI: A comprehensive responsible AI assessment framework. arXiv. https://arxiv.org/abs/2408.00965

Lei, L. (2023). The impact mechanism of entrepreneurial competency and entrepreneurial model matching on entrepreneurial performance. Venture Capital, 28(1), 119–136. https://doi.org/10.1080/13691066.2023.2265564

Lewis, D., Hogan, L., Filip, D., & Wall, P. J. (2020). Global challenges in the standardization of ethics for trustworthy AI. Journal of ICT Standardization, 8(2), 123–150. https://doi.org/10.13052/jicts2245-800X.823

Li, B., Qi, P., Liu, B., Di, S., Liu, J., Pei, J., Yi, J., & Zhou, B. (2023). Trustworthy AI: From principles to practices. ACM Computing Surveys, 55(9), Article 177, 1–46. https://doi.org/10.1145/3555803

Li, H., Yu, L., & He, W. (2019). The impact of GDPR on global technology development. Journal of Global Information Technology Management, 22(1), 1–6. https://doi.org/10.1080/1097198X.2019.1569186

Li, J., Goethals, F., & De Wever, A. (2022). Digital infrastructure and entrepreneurship: A multi-level perspective. Technological Forecasting and Social Change, 182, 121814. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121814

Li, M., Fu, L., & Wang, X. (2021). A cross-domain augmentation-based AI learning framework for in-network gesture recognition. IEEE Network, 35(5). https://doi.org/10.1109/MNET.011.2100035

Li, M., Wang, Y., Sun, H., Cui, Z., Huang, Y., & Chen, H. (2023). Explaining a machine-learning lane change model with maximum entropy Shapley values. IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 8(6). https://doi.org/10.1109/TIV.2023.3266196

Liang, L., Glushko, R., Bemis, D., Ramji, S., & Stuhlmüller, A. (2025). Workshop: Succeeding in the start-up ecosystem. Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 47. Erişim adresi https://escholarship.org/uc/item/9zt5f418

Lighthill, J. (1973). Artificial intelligence: A general survey. In Artificial intelligence: A paper symposium. London: Science Research Council.

Liguori, E., Bendickson, J., Solomon, S., & McDowell, W. C. (2019). Development of a multi-dimensional measure for assessing entrepreneurial ecosystems. Entrepreneurship & Regional Development, 31(1–2), 7–21. https://doi.org/10.1080/08985626.2018.1537144

Lim, J. H., & Kwon, H. Y. (2021). A study on the modeling of major factors for the principles of AI ethics. In

DG.O2021: The 22nd Annual International Conference on Digital Government Research (pp. 208–218). ACM. https://doi.org/10.1145/3463677.3463733

Liñán, F., & Fernandez-Serrano, J. (2014). National culture, entrepreneurship and economic development: Different patterns across the European Union. Small Business Economics, 42(4), 685–701. https://doi.org/10.1007/s11187-013-9520-x

Lindstedt, F. (2024). Navigating pilot projects: Integrating external innovation in large industrial organisations [Master's thesis, Aalto University]. Aaltodoc—Aalto University publication archive. Erişim adresi https://aaltodoc.aalto.fi/items/62df9a52-ef71-4308-80b8-2fac15a47a21

Liu, H., Gegov, A., & Cocea, M. (2016). Rule-based systems: A granular computing perspective. Granular Computing, 1(4), 259–274. https://doi.org/10.1007/s41066-016-0021-6

Liu, H., Wang, Y., Fan, W., Liu, X., Li, Y., Jain, S., Liu, Y., Jain, A. K., & Tang, J. (2022). Trustworthy AI: A computational perspective. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 14(1), Article 4, 1–59. https://doi.org/10.1145/3546872

Liu, J., Chen, K., & Lyu, W. (2024). Embracing artificial intelligence in the labour market: The case of statistics. Humanities and Social Sciences Communications, 11, 1112. https://doi.org/10.1057/s41599-024-03557-6

Liu, J., Li, J., Li, W., & Wu, J. (2016). Rethinking big data: A review on the data quality and usage issues. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 115, 134–142. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.11.006

Liu, M., Liu, H.-F., & Lee, C.-C. (2024). An empirical study on the response of the energy market to the shock from the artificial intelligence industry. Energy, 288, 129655. https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129655

Liu, Q., Zhou, W., Xu, N., Huang, J. Y., Wang, F., Zhang, S., … Chen, M. (2025). Metascale: Test-time scaling with evolving meta-thoughts. arXiv. https://arxiv.org/abs/2503.13447

Liu, Z., Li, Z., Zhang, Y., Mutukumira, A. N., Feng, Y., Cui, Y., … Wang, S. (2024). Comparing business, innovation, and platform ecosystems: A systematic review of the literature. Biomimetics, 9(4), 216. https://doi.org/10.3390/biomimetics9040216

Liu-Thompkins, Y., Okazaki, S., & Li, H. (2022). Artificial empathy in marketing interactions: Bridging the human-AI gap in affective and social customer experience. Journal of the Academy of Marketing Science, 50(6), 1198–1218. https://doi.org/10.1007/s11747-022-00892-5

Lobschat, L., Mueller, B., Eggers, F., Brandimarte, L., Diefenbach, S., Kroschke, M., & Wirtz, J. (2021). Corporate digital responsibility. Journal of Business Research, 122, 875–888. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.006

López Galiana, I., López Gudiño, C., & Puyol González, M. (2024). Ethics and artificial intelligence. Revista Clínica Española, 224(3), 178–186. https://doi.org/10.1016/j.rce.2024.01.007

Lulaj, E., Zarin, I., & Rahman, S. (2022). A novel approach to improving e-government performance from budget challenges in complex financial systems. Complexity, 2022, Article 2507490. https://doi.org/10.1155/2022/2507490

Lux, A. A., Macau, F. R., & Brown, K. A. (2020). Putting the entrepreneur back into entrepreneurial ecosystems. International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research, 26(5), 1011–1041. https://doi.org/10.1108/IJEBR-01-2020-0031

Lv, Y., Duan, Y., Kang, W., Li, Z., & Wang, F.-Y. (2015). Traffic flow prediction with big data: A deep learning approach. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 16(2), 865–873. https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2345663

Ma, C., Zhao, M., & Zhao, Y. (2023). An overview of Hadoop applications in transportation big data. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 10(5), 900–917. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.05.003

Ma, D., Miniaoui, S., Li, F., Althubiti, S. A., & Alsenani, T. R. (2023). Intelligent chatbot interaction system capable for sentimental analysis using hybrid machine learning algorithms. Information Processing & Management, 60(5), 103440. https://doi.org/10.1016/j.ipm.2023.103440

Maes, S. H. (2025). The circle of life for LLMs: Was the reaction to DeepSeek justified? ResearchGate.

https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21459.49444

Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms: A review. International Journal of Science and Research, 9(1), 381–386. https://doi.org/10.21275/ART20203995

Mahmud, B. U., Hong, G. Y., & Fong, B. (2023). A study of human-AI symbiosis for creative work: Recent developments and future directions in deep learning. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications, 20(2), Article 47, 1–21. https://doi.org/10.1145/3542698

Majeed, A., & Hwang, S. O. (2023). When AI meets information privacy: The adversarial role of AI in data sharing scenario. IEEE Access, 11, 76177–76195. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3297646

Makhlouf, E., Alenezi, A., & Shokr, E. A. (2024). Effectiveness of designing a knowledge-based artificial intelligence chatbot system into a nursing training program: A quasi-experimental design. Nurse Education Today, 137, 106159. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106159

Malecki, E. J. (2018). Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems. Geography Compass, 12(3), e12359. https://doi.org/10.1111/gec3.12359

Manjaly, J., Varghese, R. M., & Varughese, P. (2021). Artificial intelligence in the banking sector – A critical analysis. Shanlax International Journal of Management, 8(S1-Feb), 210–216. https://doi.org/10.34293/management.v8iS1-Feb.3778

Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels: A white paper. NASA Office of Space Access and Technology.

Mankins, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. Acta Astronautica, 65(9–10), 1216–1223. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.058

Manyika, J., Chui, M., Lund, S., & Ramaswamy, S. (2017, Mayıs). What's now and next in analytics, AI, and automation. McKinsey Global Institute.

Maouche, S. (2019). Google AI: Opportunities, risks, and ethical challenges. Contemporary French and Francophone Studies, 23(4), 447–455. https://doi.org/10.1080/17409292.2019.1705012

March-Chordà, I., & Yagüe-Perales, R. M. (2025). Entrepreneurial ecosystem maturity and startup performance in accelerator programs: A comparative assessment. SSRN. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5219284

Marien, M. (2014). Book review: The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. World Futures Review, 6(2), 243–246. https://doi.org/10.1177/1946756714541404

Marjani, M., Nasaruddin, F., Gani, A., Karim, A., Hashem, I. A. T., Siddiqa, A., & Yaqoob, I. (2017). Big IoT data analytics: Architecture, opportunities, and open research challenges. IEEE Access, 5, 5247–5261. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2689040

Marjanovic, O., Cecez-Kecmanovic, D., & Vidgen, R. (2022). Theorising algorithmic justice. European Journal of Information Systems, 31(3), 269–287. https://doi.org/10.1080/0960085X.2021.1934130

Martínez-Plumed, F., Gómez, E., & Hernández-Orallo, J. (2021). Futures of artificial intelligence through technology readiness levels. Telematics and Informatics, 58, 101525. https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101525

Mason, C., & Brown, R. (2014). Entrepreneurial ecosystems and growth-oriented enterprises: Background paper prepared for the workshop organised by the OECD LEED Programme and the Dutch Ministry of Economic Affairs. Paris: OECD.

Masoura, M., & Malefaki, S. (2023). Evolution of the Digital Economy and Society Index in the European Union: A socioeconomic perspective. TalTech Journal of European Studies, 13(2), 177–203. https://doi.org/10.2478/bjes-2023-0020

Masri, N., Sultan, Y. A., Akkila, A. N., Almasri, A., Ahmed, A., Mahmoud, A. Y., Zaqout, I., & Abu-Naser, S. S. (2019). Survey of Rule-Based Systems. International Journal of Academic Information Systems Research, 3(7).

Matsuo, Y., LeCun, Y., Sahani, M., Precup, D., Silver, D., Sugiyama, M., Uchibe, E., & Morimoto, J. (2022). Deep learning, reinforcement learning, and world models. Neural Networks, 152, 267–275. https://doi.org/10.1016/j.neunet.2022.03.037

Matulionyte, R., & Lee, J.-A. (2022). Copyright in AI-generated works: Lessons from recent developments in

patent law. SCRIPTed, 19(1), 5–33. https://doi.org/10.2966/scrip.190122.5

Maxim, L. G. (2021). Strategic analysis model. Porter's 5 Forces model: Case study. Turkuaz Uluslararası Sosyo-Ekonomik Stratejik Araştırmalar Dergisi, 3(2), 1–7.

Maxwell, J. A. (2013). Qualitative research design: An interactive approach (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE.

Maysami, A. M., Mohammadi Elyasi, G., Mobini Dehkordi, A., & Hejazi, S. R. (2019). Toward the measurement framework of technological entrepreneurship ecosystem. Journal of Enterprising Culture, 27(4), 419–444. https://doi.org/10.1142/S0218495819500158

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. Dartmouth College.

McFarland, D. A., & McFarland, H. R. (2015). Big data and the danger of being precisely inaccurate. Big Data & Society, 2(2), 1–4. https://doi.org/10.1177/2053951715602495

McKinsey & Company. (2023). The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. McKinsey Global Institute. Erişim adresi https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier

McKinsey & Company. (2025). The state of AI in 2025. Erişim adresi https://www.mckinsey.com/featured-insights/mgi

McKinsey Global Institute. (2018). Notes from the AI frontier: Insights from hundreds of use cases [Discussion paper]. McKinsey & Company. Erişim adresi https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/artificial%20intelligence/notes%20from%20the%20ai%20frontier%20insights%20from%20hundreds%20of%20use%20cases/notes-from-the-ai-frontier-insights-from-hundreds-of-use-cases-discussion-paper.ashx

McKinsey Global Institute. (2023). The economic potential of generative AI: The next productivity frontier [Report]. McKinsey & Company. Erişim adresi https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier

McLean, S., Read, G. J. M., Thompson, J., Baber, C., Stanton, N. A., & Salmon, P. M. (2023). The risks associated with artificial general intelligence: A systematic review. Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, 35(5), 649–663. https://doi.org/10.1080/0952813X.2021.1964003

Mehmood, H., Mukkavilli, S. K., Weber, I., Koshio, A., Meechaiya, C., Piman, T., … Liao, D. (2020). Strategic foresight to applications of artificial intelligence to achieve water-related sustainable development goals. Hamilton, Canada: United Nations University Institute for Water, Environment and Health.

Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing (NIST Special Publication 800-145). Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145

Mendapara, H., Digole, S., Thakur, M., & Dange, A. (2021). AI based healthcare chatbot system by using natural language processing. International Journal of Scientific Research and Engineering Development, 4(2).

Merhi, M. I. (2023). An evaluation of the critical success factors impacting artificial intelligence implementation. International Journal of Information Management, 69, 102545. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102545

Merler, M., Ratha, N., Feris, R. S., & Smith, J. R. (2019). Diversity in faces. arXiv. https://arxiv.org/abs/1901.10436

Mettler, T. (2011). Maturity assessment models: A design science research approach. International Journal of Society Systems Science, 3(1/2), 81–98. https://doi.org/10.1504/IJSSS.2011.038934

MIT Sloan Executive Education. (2025). How artificial intelligence is used for entrepreneurship. Erişim adresi https://executive.mit.edu/

Mian, S., Lamine, W., & Fayolle, A. (2016). Technology business incubation: An overview of the state of knowledge. Technovation, 50–51, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.005

Microsoft Azure. (t.y.). What is artificial intelligence? Erişim adresi https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-artificial-intelligence

Microsoft Azure. (t.y.). What is artificial intelligence? Erişim adresi https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-artificial-intelligence

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). Eğitimde kullanılan yapay zekâ araçları: Öğretmen el kitabı. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2025). Eğitimde yapay zekâ politika belgesi ve eylem planı (2025–2029). Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.

Millî İstihbarat Akademisi. (2025). Yapay zekâ, toplum ve güvenlik: Durum analizi ve Türkiye'nin stratejik yol haritası. Millî İstihbarat Akademisi Yayınları.

Millî Savunma Bakanlığı. (2024). Millî Savunma Bakanlığı Resmî İnternet Sitesi. Erişim adresi: https://www.msb.gov.tr/ (Erişim tarihi: 25 Ağustos 2025)

Mishra, D., Painuli, D., & Nirvikar. (2016). Rule Based Expert System for Medical Diagnosis-A Review. International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences, 4(12).

Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., Barnes, P., Vasserman, L., Hutchinson, B., Spitzer, E., Raji, I. D., & Gebru, T. (2019). Model cards for model reporting. Proceedings of the 2019 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAT*). https://doi.org/10.1145/3287560.3287596

Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., & Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. Big Data & Society, 3(2), 1–21. https://doi.org/10.1177/2053951716679679.

Mohan, H. M., & Anitha, S. (2022). Real Time Audio-Based Distress Signal Detection as Vital Signs of Myocardial Infarction Using Convolutional Neural Networks. Journal of Advances in Information Technology, 13(2). https://doi.org/10.12720/jait.13.2.106-116

Mokyr, J. (1990). The lever of riches: Technological creativity and economic progress. Oxford University Press.

Mondal, B. (2019). Artificial intelligence: State of the art. In V. E. Balas, R. Kumar, & R. Srivastava (Eds.), Recent trends and advances in artificial intelligence and Internet of Things (Intelligent Systems Reference Library, Vol. 172, pp. 389–425). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9_32

Moor, J. (2006). The Dartmouth College artificial intelligence conference: The next fifty years. AI Magazine, 27(4), 87–91. https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1911

Morley, J., Floridi, L., Kinsey, L., & Elhalal, A. (2020). From what to how: An initial review of publicly available AI ethics tools, methods and research to translate principles into practices. Science and Engineering Ethics, 26(4), 2141–2168. https://doi.org/10.1007/s11948-019-00165-5

Moșteanu, N. R. (2019). International Financial Markets face to face with Artificial Intelligence and Digital Era. Theoretical & Applied Economics, 26(3).

Mudambi, R. (2008). Location, control and innovation in knowledge-intensive industries. Journal of Economic Geography, 8(5), 699–725. https://doi.org/10.1093/jeg/lbn024

Mugunzva, F. I., & Manchidi, N. H. (2024). Re-envisioning the artificial intelligence-entrepreneurship nexus: A pioneering synthesis and future pathways. Insights into Regional Development, 6(3), 71–84. https://doi.org/10.70132/k5546584395

Mulas, V., Minges, M., & Applebaum, H. (2015). Boosting tech innovation ecosystems in cities: A framework for growth and sustainability of urban tech innovation ecosystems. Washington, DC: World Bank Group. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0464-2

Muliyono. (2021). Identifikasi chatbot dalam meningkatkan pelayanan online menggunakan metode natural language processing. Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis, 3(4), 142–147. https://doi.org/10.37034/infeb.v3i4.102

Mulla, J. (2024). AI regulation and entrepreneurship. SSRN. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4986041

Munzert, S., Rubba, C., Meißner, P., & Nyhuis, D. (2014). Automated data collection with R: A practical guide to web scraping and text mining. Chichester: John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781118834732

Murray-Rust, D., Long, K., Kerspern, B., & Fortineau, V. (2024). Grasping AI: Experiential exercises for designers. AI & Society, 39(6), 2891–2911. https://doi.org/10.1007/s00146-023-01794-y

Murtaza, M., Ahmed, Y., Shamsi, J. A., Sherwani, F., & Usman, M. (2022). AI-based personalized e-learning systems: Issues, challenges, and solutions. IEEE Access, 10, 81323–81342. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3193938

Mustafa, E. M., Saad, M. M., & Rizkallah, L. W. (2023). Building an enhanced case-based reasoning and rule-based systems for medical diagnosis. Journal of Engineering and Applied Science, 70, 139. https://doi.org/10.1186/s44147-023-00315-4

Müller, M., Müller, T., Ashtari Talkhestani, B., Marks, P., Jazdi, N., & Weyrich, M. (2021). Industrial autonomous systems: A survey on definitions, characteristics and abilities. at - Automatisierungstechnik, 69(1), 3–13. https://doi.org/10.1515/auto-2020-0131

Naga, P., Marri, S. D., & Borreo, R. (2023). Facial emotion recognition methods, datasets and technologies: A literature survey. Materials Today: Proceedings, 80, 2824–2828. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.046

Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. Sustainability, 11(16), 4371. https://doi.org/10.3390/su11164371

Namugenyi, C., Nimmagadda, S. L., & Reiners, T. (2019). Design of a SWOT analysis model and its evaluation in diverse digital business ecosystem contexts. Procedia Computer Science, 159, 1145–1154. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.283

Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A., & Giovannini, E. (2008). Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264043466-en

NASA. (2023, 27 Eylül). Technology readiness levels. Erişim adresi https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/technology-readiness-levels/

National Institute of Standards and Technology. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) (NIST AI 100-1). Gaithersburg, MD: U.S. Department of Commerce. https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1

Newell, A., & Simon, H. A. (1956). The logic theory machine: A complex information-processing system. IRE Transactions on Information Theory, 2(3), 61–79.

NIST. (2023). AI Risk Management Framework (AI RMF 1.0). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1

Nikolić, G. S., Dimitrijević, B. R., Nikolić, T. R., & Stojčev, M. K. (2022). A survey of three types of processing units: CPU, GPU and TPU. In 2022 57th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST) (pp. 367–370). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICEST55168.2022.9828625

Nishant, R., Schneckenberg, D., & Ravishankar, M. N. (2024). The formal rationality of AI-based algorithms and the problem of bias. Journal of Information Technology, 39(1), 19–40. https://doi.org/10.1177/02683962231218765

Noble, S. U. (2018). Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism. New York: New York University Press. https://doi.org/10.18574/nyu/9781479833641.001.0001

NVIDIA Corporation. (2025). NVIDIA 2025 annual report. Erişim adresi https://s201.q4cdn.com/141608511/files/doc_financials/2025/annual/NVIDIA-2025-Annual-Report.pdf

Nzobonimpa, S., & Savard, J.-F. (2023). Ready but irresponsible? Analysis of the Government Artificial Intelligence Readiness Index. Policy & Internet, 15(3), 397–414. https://doi.org/10.1002/poi3.351

O'Connor, A., & Audretsch, D. (2023). Regional entrepreneurial ecosystems: Learning from forest ecosystems. Small Business Economics, 60(3), 1051–1079. https://doi.org/10.1007/s11187-022-00623-8

O'Connor, A., Stam, E., Sussan, F., & Audretsch, D. B. (2018). Entrepreneurial ecosystems: The foundations of place-based renewal. In A. O'Connor, E. Stam, F. Sussan, & D. B. Audretsch (Eds.), Entrepreneurial ecosystems: Place-based transformations and transitions (International Studies in Entrepreneurship, Vol. 38, pp. 1–21). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63531-6_1

O'Driscoll, A., Daugelaite, J., & Sleator, R. D. (2013). 'Big data', Hadoop and cloud computing in genomics.

Journal of Biomedical Informatics, 46(5), 774–781. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.07.001

Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. Science, 366(6464), 447–453. https://doi.org/10.1126/science.aax2342

OECD & JRC. (2008). Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264043466-en

OECD & JRC. (2020). Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide (2nd ed.). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264305274-en

OECD. (2019). University-industry collaboration: New evidence and policy options. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/e9c1e648-en

OECD. (2020). Digital Government Index: 2019 results (OECD Public Governance Policy Papers). Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/4de9f5bb-en

OECD. (2022). OECD framework for the classification of AI systems. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/cb6d9eca-en

OECD. (2022). Skills for the digital transition: Assessing recent trends using big data. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/38c36777-en.

OECD. (2023). OECD economic surveys: Türkiye 2023. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/864ab2ba-en

OECD. (2024). 2023 OECD Digital Government Index: Results and key findings (OECD Public Governance Policy Papers No. 44). Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1a89ed5e-en

OECD. (2025). AI governance and market entry report. Erişim adresi https://wp.oecd.ai

OECD. (2025). STIP Compass: Türkiye. Erişim adresi https://stip.oecd.org/stip/interactive-dashboards/countries/T%C3%BCrkiye

OECD.AI. (2023). OECD AI Policy Observatory. Organisation for Economic Co-operation and Development. Erişim adresi https://oecd.ai

OECD.AI. (2025). AI policy initiatives: Türkiye. OECD.AI Policy Observatory. Erişim adresi https://oecd.ai/en/dashboards/national/turkiye

Olaye, I. M., & Seixas, A. A. (2023). The gap between AI and bedside: Participatory workshop on the barriers to the integration, translation, and adoption of digital health care and AI startup technology into clinical practice. Journal of Medical Internet Research, 25, e32962. https://doi.org/10.2196/32962

Olechowski, A. L., Eppinger, S. D., Joglekar, N., & Tomaschek, K. (2020). Technology readiness levels: Shortcomings and improvement opportunities. Systems Engineering, 23(4), 395–408. https://doi.org/10.1002/sys.21533

Olson, S. (2018). Mythical androids and ancient automatons. Science, 362(6410), 39. https://doi.org/10.1126/science.aav0325

Omar Hassan, A., & Abdulahi Hasan, A. (2021). Simplified data processing for large cluster: A MapReduce and Hadoop based study. Advances in Applied Sciences, 6(3), 43–48. https://doi.org/10.11648/j.aas.20210603.11

Oraif, I. (2024). Natural language processing (NLP) and EFL learning: A case study based on deep learning. Journal of Language Teaching and Research, 15(1), 201–208. https://doi.org/10.17507/jltr.1501.22

Osasona, F., Amoo, O. O., Atadoga, A., Abrahams, T. O., Farayola, O. A., & Ayinla, B. S. (2024). Reviewing the ethical implications of AI in decision making processes. International Journal of Management & Entrepreneurship Research, 6(2), 322–335. https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i2.773

Otter, D. W., Medina, J. R., & Kalita, J. K. (2021). A survey of the usages of deep learning for natural language processing. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 32(2), 604–624. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.2979670

Oturakci, M. (2023). Comprehensive analysis of the Global Innovation Index: Statistical and strategic approach. Technology Analysis & Strategic Management, 35(6), 676–688. https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1980209

Oxford Insights. (2024). Government AI Readiness Index 2024. Erişim adresi https://oxfordinsights.com/ai-readiness/ai-readiness-index/

Paeplow, J., Schoormann, T., Möller, F., & Strobel, G. (2025). AI startups for good: A taxonomy and archetypes of sustainable business models. Journal of Cleaner Production, 520, 146144. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146144

Pahl, N., & Richter, A. (2007). SWOT analysis: Idea, methodology and a practical approach. Munich: GRIN Verlag.

Pan, W., Chen, L., & Zhan, W. (2019). PESTEL analysis of construction productivity enhancement strategies: A case study of three economies. Journal of Management in Engineering, 35(1), 05018013. https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000662

Pan, Z., & Mishra, P. (2023). Explainable AI acceleration using Tensor Processing Units. In Explainable AI for cybersecurity (pp. 237–256). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46479-9_11

Pane, E. S., & Sarno, R. (2015). Capability Maturity Model Integration (CMMI) for optimizing object-oriented analysis and design (OOAD). Procedia Computer Science, 72, 40–48. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.105

Paraman, P., & Annamalah, S. (2023). Ethical artificial intelligence framework for a good AI society: Principles, opportunities and perils. AI & Society, 38, 595–611. https://doi.org/10.1007/s00146-022-01458-3

PAROJE. (2024). Türkiye startup ecosystem end of year investment report 2023. Erişim adresi https://paroje.com.tr/en/n/turkiye-startup-ecosystem-end-of-year-investment-report-2023.html

Patel, B. N., Rosenberg, L., Willcox, G., Baltaxe, D., Lyons, M., Irvin, J., ... Lungren, M. (2019). Human–machine partnership with artificial intelligence for chest radiograph diagnosis. npj Digital Medicine, 2, 111. https://doi.org/10.1038/s41746-019-0189-7

Paul, A., Latif, A. H., Adnan, F. A., & Rahman, R. M. (2019). Focused domain contextual AI chatbot framework for resource-poor languages. Journal of Information and Telecommunication, 3(2), 248–269. https://doi.org/10.1080/24751839.2018.1558378

Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Capability maturity model, version 1.1. IEEE Software, 10(4), 18–27. https://doi.org/10.1109/52.219617

PC Gamer. (2025). GPU shortages continue in global markets. Erişim adresi https://pcgamer.com

Pearl, J. (1988). Probabilistic reasoning in intelligent systems: Networks of plausible inference. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-051489-5.50008-4

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12, 2825–2830.

Pendleton, S. D., Andersen, H., Du, X., Shen, X., Meghjani, M., Eng, Y. H., Rus, D., & Ang, M. H. (2017). Perception, planning, control, and coordination for autonomous vehicles. Machines, 5(1), 6. https://doi.org/10.3390/machines5010006

Peniaz, L. (2023). The role of startup accelerators in the formation and development of innovative entrepreneurship. Economics and Education, 8(4), 14–20. https://doi.org/10.30525/2500-946X/2023-4-2

Pethig, F., & Kroenung, J. (2023). Biased humans, (un)biased algorithms? Journal of Business Ethics, 183(3), 637–652. https://doi.org/10.1007/s10551-022-05071-8

Petković, M., Jambal, E., Bolivar Mesa, J. C., & Emdadi, F. (2023). The odyssey of strategic investing in artificial intelligence (AI) startups. In FINIZ 2023: Sustainable development as a measure of modern business success (pp. 131–136). Singidunum University. https://doi.org/10.15308/finiz-2023-131-136

Piccin, F., & Zara, A. (2025). AI integration in early stage startups: An explorative case study (Master's thesis, Politecnico di Milano). Politecnico di Milano.

Picht, P. G., & Thouvenin, F. (2023). AI and IP: Theory to policy and back again—Policy and research recommendations at the intersection of artificial intelligence and intellectual property. IIC - International Review of Intellectual Property and Competition Law, 54, 916–940. https://doi.org/10.1007/s40319-023-01344-5

Pierce, J. C. (2004). Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide (review). Comparative Technology Transfer and Society, 2(2), 218–220. https://doi.org/10.1353/ctt.2004.0019

Pirannejad, A., & Ingrams, A. (2023). Open government maturity models: A global comparison. Social Science Computer Review, 41(4), 1140–1165. https://doi.org/10.1177/08944393211063107

Pitardi, V. (2023). Personalized and contextual artificial intelligence-based services experience. In J. N. Sheth, V. Jain, E. Mogaji, & A. Ambika (Eds.), Artificial intelligence in customer service: The next frontier for personalized engagement (pp. 101–122). Cham: Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33898-4_5

Porter, M. E. (1985). Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. New York: Free Press.

Porter, M. E. (2000). Rekabet stratejisi: Sektör ve rakip analizi teknikleri (G. Ulubilgen, Çev.). İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Porter, M. E. (2008). Rekabet üzerine. İstanbul: Optimist Yayınları.

Porter, M. E. (2010). Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors. New York: Free Press.

Porter, M. E. (2010). The five competitive forces that shape strategy. Harvard Business Review, 86(1), 78–93.

Porter, M. E. (2015). Rekabet stratejisi (Çev. A. Özbilge). İstanbul: Alfa.

PostgreSQL Global Development Group. (2025). PostgreSQL: The world's most advanced open source relational database. PostgreSQL. Erişim adresi https://www.postgresql.org/

Pradhan, S. K. (2019). Decoding AI: From artificial intelligence to super intelligence. The Management Accountant Journal, 54(3), 46–50. https://doi.org/10.33516/maj.v54i3.46-50p

Prajogo, D. I. (2007). The relationship between Porter's generic strategies and total quality management. International Journal of Operations & Production Management, 27(1), 69–90. https://doi.org/10.1108/01443570710714508

Praveenraj, D. D. W., Victor, M., Vennila, C., Alawadi, A. H., Diyora, P., Vasudevan, N., & Avudaiappan, T. (2023). Exploring explainable artificial intelligence for transparent decision making. E3S Web of Conferences, 399, 04030. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339904030

Price II, W. N. (2019). Medical Ai and Contextual Bias. Harvard Journal of Law & Technology, 33(1).

Prisma. (t.y.). Benefits of using PostgreSQL. Prisma's Data Guide. Erişim adresi https://www.prisma.io/dataguide/postgresql/benefits-of-postgresql

Procter, R., Tolmie, P., & Rouncefield, M. (2023). Holding AI to account: Challenges for the delivery of trustworthy AI in healthcare. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 30(2), Article 2, 1–34. https://doi.org/10.1145/3577009

Punch, K. F. (2000). Developing effective research proposals. London: SAGE.

Puyt, R. W., Lie, F. B., & Wilderom, C. P. M. (2023). The origins of SWOT analysis. Long Range Planning, 56(3), 102304. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2023.102304

PwC Belgium & Open Manufacturing Campus. (2025). The human element of AI integration. PwC. Erişim adresi https://www.pwc.be/en/fy25/documents/the-human-element-of-ai-integration.pdf

PwC. (2021). Responsible AI: A framework for building trust. PricewaterhouseCoopers.

Qu, C., & Kim, E. (2024). Reviewing the Roles of AI-Integrated Technologies in Sustainable Supply Chain Management: Research Propositions and a Framework for Future Directions. Sustainability, 16(14), 6186. https://doi.org/10.3390/su16146186

Qureshi, N. M. F., Shin, D. R., Siddiqui, I. F., & Chowdhry, B. S. (2017). Storage-tag-aware scheduler for Hadoop cluster. IEEE Access, 5, 13742–13755. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2725318

Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., Zhou, Y., Li, W., & Liu, P. J. (2020). Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. Journal of Machine Learning Research, 21(140), 1–67.

Rahwan, I., Cebrian, M., Obradovich, N., Bongard, J., Bonnefon, J. F., Breazeal, C., … Wellman, M. (2019).

Machine behaviour. Nature, 568(7753), 477–486. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1138-y

Raikov, A. N. (2020). Weak vs strong artificial intelligence. Informatization and Communication, 1, 81–88. https://doi.org/10.34219/2078-8320-2020-11-1-81-88

Raji, I. D., Bender, E. M., Paullada, A., Denton, E., & Hanna, A. (2021). AI and the everything in the whole wide world benchmark. arXiv. https://arxiv.org/abs/2111.15366

Raman, R., Pattnaik, D., Lathabai, H. H., Kumar, C., Govindan, K., & Nedungadi, P. (2024). Green and sustainable AI research: An integrated thematic and topic modeling analysis. Journal of Big Data, 11, Article 55. https://doi.org/10.1186/s40537-024-00920-x

Ramati, I. (2024). Algorithmic ventriloquism: The contested state of voice in AI speech generators. Social Media + Society, 10(1). https://doi.org/10.1177/20563051231224401

Rashidi, H. H., Tran, N., Albahra, S., & Dang, L. T. (2021). Machine learning in health care and laboratory medicine: General overview of supervised learning and Auto-ML. International Journal of Laboratory Hematology, 43(Suppl. 1), 15–22. https://doi.org/10.1111/ijlh.13537

Rasouli, A., & Tsotsos, J. K. (2020). Autonomous vehicles that interact with pedestrians: A survey of theory and practice. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 21(3), 900–918. https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2901817

Real Python. (2024). Beautiful Soup: Build a web scraper with Python. Erişim adresi https://realpython.com/beautiful-soup-web-scraper-python/

Reddy, A., Nicenboim, I., Pierce, J., & Giaccardi, E. (2020). Encountering ethics through design: a workshop with nonhuman participants. AI & Society, 36(3), 853–861. https://doi.org/10.1007/s00146-020-01088-7

Reddy, P., Chaudhary, K., & Hussein, S. (2023). A digital literacy model to narrow the digital literacy skills gap. Heliyon, 9(4). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14878

Redrup Hill, E., Mitchell, C., Brigden, T., & Hall, A. (2023). Ethical and legal considerations influencing human involvement in the implementation of artificial intelligence in a clinical pathway: A multi-stakeholder perspective. Frontiers in Digital Health, 5, 1139210. https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1139210

Reindl, S. (2021). Emotion AI in education: A literature review. International Journal of Learning Technology, 16(4), 288–302. https://doi.org/10.1504/IJLT.2021.121366

Retzlaff, C. O., Das, S., Wayllace, C., Mousavi, P., Afshari, M., Yang, T., Saranti, A., Angerschmid, A., Taylor, M. E., & Holzinger, A. (2024). Human-in-the-loop reinforcement learning: A survey and position on requirements, challenges, and opportunities. Journal of Artificial Intelligence Research, 79, 359–415. https://doi.org/10.1613/jair.1.15348

Reuters. (2024, 9 Temmuz). Disconnected rules in a connected world: Ideas for AI innovation and regulation. Reuters. Erişim adresi https://www.reuters.com/legal/legalindustry/disconnected-rules-connected-world-ideas-ai-innovation-regulation-2024-07-09

Reuters. (2025, 23 Nisan). Zhipu AI ramps up overseas expansion strategy ahead of IPO. Reuters. Erişim adresi https://www.reuters.com/world/china/zhipu-ai-ramps-up-overseas-expansion-strategy-ahead-ipo-2025-04-23

Reuters. (2025, 26 Haziran). China AI chip firm Biren raises new funds, plans Hong Kong IPO, say sources. Reuters. Erişim adresi https://www.reuters.com/world/china/china-ai-chip-firm-biren-raises-new-funds-plans-hong-kong-ipo-say-sources-2025-06-26

Reuters. (2025, 5 Mart). China says it will increase support for AI, science and tech innovation. Reuters. Erişim adresi https://www.reuters.com/technology/china-says-it-will-increase-support-ai-science-tech-innovation-2025-03-05

Rezaev, A. V., & Tregubova, N. D. (2023). ChatGPT and AI in the universities: An introduction to the near future. Vysshee Obrazovanie v Rossii, 32(6), 19–37. https://doi.org/10.31992/0869-3617-2023-32-6-19-37

Richards, N. M., & Hartzog, W. (2016). Taking trust seriously in privacy law. Stanford Technology Law Review, 19, 431–472. https://doi.org/10.2139/ssrn.2655719

Rios-Campos, C., Zambrano, E. O. G., Vargas, D. J. C., Merino, L. A. A., Vallejos, P. A. A., Alcantara, I. M. B., ... Calderón, E. V. (2024). Startups and artificial intelligence. South Florida Journal of Development, 5(2), 950–969. https://doi.org/10.46932/sfjdv5n2-042

Risam, R. (2018). Postcolonial digital pedagogy. In New digital worlds: Postcolonial digital humanities in theory, praxis, and pedagogy. Northwestern University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctv7tq4hg.8

Robertson, J., Pitt, L., & Ferreira, C. (2020). Entrepreneurial ecosystems and the public sector: A bibliographic analysis. Socio-Economic Planning Sciences, 72, 100862. https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100862

Robertson, M. (2001). Porter's Five Forces framework and the internet. Journal of Business Strategy, 22(3), 190–193.Robinson, L., Cotten, S. R., Ono, H., Quan-Haase, A., Mesch, G., Chen, W., Schulz, J., Hale, T. M., & Stern, M. J. (2015). Digital inequalities and why they matter. Information Communication and Society, 18(5). https://doi.org/10.1080/1369118X.2015.1012532

Robinson, L., Cotten, S. R., Ono, H., Quan-Haase, A., Mesch, G., Chen, W., Schulz, J., Hale, T. M., & Stern, M. J. (2015). Digital inequalities and why they matter. Information, Communication & Society, 18(5), 569–582. https://doi.org/10.1080/1369118X.2015.1012532

Rochel, J. (2022). Learning from the ethics of AI: A research proposal on soft law and ethics of AI. Tilburg Law Review, 27(1), 1–17. https://doi.org/10.5334/tilr.297

Rohde, F., Wagner, J., Meyer, A., Reinhard, P., Voss, M., Petschow, U., & Mollen, A. (2024). Broadening the perspective for sustainable artificial intelligence: Sustainability criteria and indicators for AI systems. Current Opinion in Environmental Sustainability, 66, 101411. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101411

Rohde, F., Wagner, J., Meyer, A., Reinhard, P., Voss, M., Petschow, U., & Mollen, A. (2024). Broadening the perspective for sustainable artificial intelligence: Sustainability criteria and indicators for AI systems. Current Opinion in Environmental Sustainability, 66, 101411. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101411

Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. Psychological Review, 65(6), 386–408. https://doi.org/10.1037/h0042519

Roundy, P. T. & Lyons, T. S. (2022). Humility in social entrepreneurs and its implications for social impact entrepreneurial ecosystems. Journal of Business Venturing Insights, 17, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2021.e00296

Roundy, P. T. (2020). The wisdom of ecosystems: a transactive memory theory. Knowledge and Process Management, 27, 234–247. https://doi.org/10.1002/kpm.1635

Roundy, P. T., Bradshaw, M., & Brockman, B. K. (2018). The emergence of entrepreneurial ecosystems: a complex adaptive systems approach. Journal of Business Research, 86, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.01.032

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. Nature, 323, 533–536. https://doi.org/10.1038/323533a0

Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed., Global ed.). Harlow: Pearson.

Saeed, M. M., Al Aghbari, Z., & Alsharidah, M. (2020). Big data clustering techniques based on Spark: A literature review. PeerJ Computer Science, 6, e321. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.321

Saghiri, A. M., Vahidipour, S. M., Jabbarpour, M. R., Sookhak, M., & Forestiero, A. (2022). A survey of artificial intelligence challenges: Analyzing the definitions, relationships, and evolutions. Applied Sciences, 12(8), 4054. https://doi.org/10.3390/app12084054

Salonen, A. (2020). AI startup: Getting started and potential roads ahead. Case: Fibelius (Bachelor's thesis, JAMK University of Applied Sciences). JAMK University of Applied Sciences.

Salvaris, M., Dean, D., & Tok, W. H. (2018). Deep learning with Azure: Building and deploying artificial intelligence solutions on the Microsoft AI platform. Berkeley, CA: Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3679-6

Samal, A., Radhakrishna, H., Rajimol, K. P., & Mehrotra, D. (2024). An investigation into the role of AI-based innovation in supporting the next generation of startup entrepreneurs. Nanotechnology Perceptions, 20(S5), 484–499. https://doi.org/10.62441/nano-ntp.v20iS5.51

Samiullah, S., Sami, A., & Ahmad, T. (2021). Entrepreneurial ecosystems and SME performance in developing economies. Journal of Small Business and Enterprise Development. https://doi.org/10.1108/JSBED-05-2020-0169

Samuel, A. L. (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. IBM Journal of Research and Development, 3(3), 210–229. https://doi.org/10.1147/rd.33.0210

Sánchez, J. S., Barandela, R., Marqués, A. I., Alejo, R., & Badenas, J. (2003). Analysis of new techniques to obtain quality training sets. Pattern Recognition Letters, 24(7), 1015–1022. https://doi.org/10.1016/S0167-8655(02)00225-8

Săniuță, A., & Filip, S. O. (2021). Artificial intelligence: An overview of European and Romanian startups landscape and the factors that determine their success. In Strategica: Shaping the future of business and economy (pp. 872–884).

Santos, R., & Silva, L. (2025). A diagnostic methodology for responsible AI maturity in e-business. SSRN. https://ssrn.com/abstract=5343398

Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. SN Computer Science, 2, Article 160. https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x

Schmid, T., Hildesheim, W., Holoyad, T., & Schumacher, K. (2021). The AI methods, capabilities and criticality grid: A three-dimensional classification scheme for artificial intelligence applications. KI - Künstliche Intelligenz, 35(3–4), 425–440. https://doi.org/10.1007/s13218-021-00736-4

Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. Neural Networks, 61, 85–117. https://doi.org/10.1016/j.neunet.2014.09.003

Schneier, B. (2023). Trustworthy AI means public AI [Last word]. IEEE Security & Privacy, 21(6), 95–96. https://doi.org/10.1109/MSEC.2023.3301262

Schulte-Althoff, M., Fürstenau, D., & Moo Lee, G. (2021). A Scaling Perspective on AI Startups. In Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences (6515-6524). Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). https://doi.org/10.24251/HICSS.2021.784

Schumpeter, J.A. (1934). The theory of economic development. Harvard University Press.

Schwalbe, N., & Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. The Lancet, 395(10236), 1579–1586. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30226-9.

Scolozzi, R., Schirpke, U., Morri, E., D'Amato, D., & Santolini, R. (2014). Ecosystem services-based SWOT analysis of protected areas for conservation strategies. Journal of Environmental Management, 146, 543–551. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.040

Sebastian, A. M., & Peter, D. (2022). Artificial Intelligence in Cancer Research: Trends, Challenges and Future Directions. Life, 12(12), 1991. https://doi.org/10.3390/life12121991

Sergievskii, V. (2020). Super strong artificial intelligence and human mind. Procedia Computer Science, 169, 458–460. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.225

Serrano, D. R., Luciano, F. C., Anaya, B. J., & Lalatsa, A. (2024). Artificial intelligence (AI) applications in drug discovery and drug delivery: Revolutionizing personalized medicine. Pharmaceutics, 16(10), 1328. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16101328

Seshia, S. A., Sadigh, D., & Sastry, S. S. (2022). Toward verified artificial intelligence. Communications of the ACM, 65(7), 46–55. https://doi.org/10.1145/3503914

Shahkooh, K. A., Saghafi, F., & Abdollahi, A. (2008). A proposed model for e-government maturity. In 2008 3rd International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications (pp. 1–5). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICTTA.2008.4529948

Shane, S., & Venkataraman, S. (2000). The promise of entrepreneurship as a field of research. Academy of Management Review, 25(1), 217–226. https://doi.org/10.5465/amr.2000.2791611

Shao, E., Sun, N. H., Guo, J. L., Yuan, G. J., Wang, Z., & Cao, Z. (2018). Event-driven method for MapReduce traffic generation and network evaluation. Jisuanji Xuebao/Chinese Journal of Computers, 41(10), 2265–2279. https://doi.org/10.11897/SP.J.1016.2018.02265

Sharma, N. K., & Sarode, S. C. (2023). Artificial intelligence vs. evolving super-complex tumor intelligence: Critical viewpoints. Frontiers in Artificial Intelligence, 6, 1220744.

https://doi.org/10.3389/frai.2023.1220744

Shay, J. P., Kelley, D., Majbouri, M., & Davenport, T. H. (2025, 7 Ağustos). How ambitious entrepreneurs can use AI to scale their startups. Harvard Business Review. Erişim adresi https://hbr.org/2025/08/how-ambitious-entrepreneurs-can-use-ai-to-scale-their-startups

Shea, K., & Poole, D. (2019). Building STEM skills for the future. Education + Training, 61(5), 528–540. https://doi.org/10.1108/ET-12-2018-0259

Shen, J., Zhang, C. J. P., Jiang, B., Chen, J., Song, J., Liu, Z., He, Z., Wong, S. Y., Fang, P. H., & Ming, W. K. (2019). Artificial intelligence versus clinicians in disease diagnosis: Systematic review. JMIR Medical Informatics, 7(3), e10010. https://doi.org/10.2196/10010

Shih, P.-K., Lin, C.-H., Wu, L.-Y., & Yu, C.-C. (2021). Learning ethics in AI—Teaching non-engineering undergraduates through situated learning. Sustainability, 13(7), 3718. https://doi.org/10.3390/su13073718

Shwetzer, C., Maritz, A., & Nguyen, Q. (2019). Entrepreneurial ecosystems: a holistic and dynamic approach. Journal of Industry-University Collaboration, 1(2), 79–95. https://doi.org/10.1108/JIUC-03-2019-0007

Siegmann, C., & Anderljung, M. (2022). The Brussels effect and artificial intelligence: How EU regulation will impact the global AI market [Technical report]. Centre for the Governance of AI.

Siemens, G., Marmolejo-Ramos, F., Gabriel, F., Medeiros, K. E., Marrone, R., Joksimovic, S., & de Laat, M. (2022). Human and artificial cognition. Computers and Education: Artificial Intelligence, 3, 100107. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100107

Siminto, S., Akib, A., Hasmirati, H., & Widianto, D. S. (2023). Educational management innovation by utilizing artificial intelligence in higher education. Al-Fikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan, 11(2), 284–296. https://doi.org/10.31958/jaf.v11i2.11860

Simplilearn. (2026, 6 Nisan). How Netflix uses AI, data science, and machine learning. Simplilearn. Erişim adresi https://www.simplilearn.com/how-netflix-uses-ai-data-science-and-ml-article

Singh, P. D. (2024). CB Insights top 100 AI startups analysis. SSRN. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4787410

Sjödin, D., Parida, V., Palmié, M., & Wincent, J. (2021). How AI capabilities enable business model innovation: Scaling AI through co-evolutionary processes and feedback loops. Journal of Business Research, 134, 574–587. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.009

Skute, I., Zalewska-Kurek, K., Hatak, I., & de Weerd-Nederhof, P. C. (2019). Mapping the field: A bibliometric analysis of the literature on university–industry collaborations. The Journal of Technology Transfer, 44(3), 916–947. https://doi.org/10.1007/s10961-017-9637-1

Slussareff, M. (2022). Review: O'Neil, Weapons of Math Destruction. CyberOrient, 16(1), 72–75. https://doi.org/10.1002/cyo2.26.

Slussareff, M. (2022). Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy, by C. O'Neil [Book review]. CyberOrient, 16(1), 72–75. https://doi.org/10.1002/cyo2.26

Smaldone, F., Ippolito, A., Lagger, J., & Pellicano, M. (2022). Employability skills: Profiling data scientists in the digital labour market. European Management Journal, 40(5), 671–684. https://doi.org/10.1016/j.emj.2022.05.005

Son, J., Lim, C.-S., Shim, H.-S., & Kang, J.-S. (2021). Development of knowledge graph for data management related to flooding disasters using open data. Future Internet, 13(5), 124. https://doi.org/10.3390/fi13050124

Song, J., Sun, Y., & Jin, L. (2017). PESTEL analysis of the development of the waste-to-energy incineration industry in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 80, 276–289. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.066

Soni, N., Sharma, E. K., Singh, N., & Kapoor, A. (2020). Artificial intelligence in business: From research and innovation to market deployment. Procedia Computer Science, 167, 2200–2210. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.272

Soni, V. (2023). Impact of generative AI on small and medium enterprises' revenue growth: The moderating role of human, technological, and market factors. Reviews of Contemporary Business Analytics, 6(1), 133–153. Erişim adresi https://researchberg.com/index.php/rcba/article/view/169

Soundarapandian, R. (2024). Artificial intelligence (AI) powered strategies for optimizing A/B testing. In 2024 Asian Conference on Intelligent Technologies (ACOIT) (pp. 1–5). IEEE. https://doi.org/10.1109/ACOIT62457.2024.10939722

Söderberg, P., & Stenmark, M. (2025). Growing with AI: Insights from a Swedish AI startup on internal AI adoption—A case study [Dissertation, Uppsala University]. Erişim adresi https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-562494

Spigel, B. (2017). The relational organization of entrepreneurial ecosystems. Entrepreneurship Theory and Practice, 41(1), 49–72. https://doi.org/10.1111/etap.12167

Spigel, B., & Harrison, R. (2018). Toward a process theory of entrepreneurial ecosystems. Strategic Entrepreneurship Journal, 12(1), 151–168. https://doi.org/10.1002/sej.1268

Srivastava, N., Hinton, G., Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Salakhutdinov, R. (2014). Dropout: A simple way to prevent neural networks from overfitting. Journal of Machine Learning Research, 15, 1929–1958.

Stabell, C. B., & Fjeldstad, Ø. D. (1998). Configuring value for competitive advantage: On chains, shops, and networks. Strategic Management Journal, 19(5), 413–437. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199805)19:5%3C413::AID-SMJ946%3E3.0.CO;2-C

Stam, E. (2015). Entrepreneurial ecosystems and regional policy: A sympathetic critique. European Planning Studies, 23(9), 1759–1769. https://doi.org/10.1080/09654313.2015.1061484

Stam, E., & Spigel, B. (2018). Entrepreneurial ecosystems. In R. Blackburn, D. De Clercq, J. Heinonen, & Z. Wang (Eds.), The SAGE handbook of small business and entrepreneurship (pp. 407–422). London: SAGE. https://doi.org/10.4135/9781473984080.n25

Stam, E., & Van de Ven, A. (2021). Entrepreneurial ecosystem elements. Small Business Economics, 56(2), 419–439. https://doi.org/10.1007/s11187-019-00270-6

Stamboliev, E., & Christiaens, T. (2025). How empty is trustworthy AI? A discourse analysis of the Ethics Guidelines of Trustworthy AI. Critical Policy Studies, 19(1), 39–56. https://doi.org/10.1080/19460171.2024.2315431

Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. (2025). Artificial Intelligence Index Report 2025. Stanford University. Erişim adresi https://aiindex.stanford.edu/report

Startup Genome. (2024). The Global Startup Ecosystem Report 2024. Erişim adresi https://startupgenome.com/report/the-global-startup-ecosystem-report-2024

Startup Genome. (2025). Istanbul ecosystem profile. Erişim adresi https://startupgenome.com/ecosystems/istanbul

Startup Genome. (2025). The Global Startup Ecosystem Report 2025. Erişim adresi https://startupgenome.com/report/gser2025

StartupCentrum. (2024, 15 Ocak). 2023 Turkish Startup Ecosystem Funding Report. StartupCentrum Data Team. Erişim adresi https://startupcentrum.com/report/2023-turkish-startup-ecosystem-funding-report

Stavytskyy, A., Kharlamova, G., & Stoica, E. A. (2019). The analysis of the Digital Economy and Society Index in the EU. TalTech Journal of European Studies, 9(3), 245–261. https://doi.org/10.1515/bjes-2019-0032

Stevens, N., & Keyes, O. (2021). Seeing infrastructure: Race, facial recognition and the politics of data. Cultural Studies, 35(4–5), 833–853. https://doi.org/10.1080/09502386.2021.1895252

Stix, C. (2021). Actionable principles for artificial intelligence policy: Three pathways. Science and Engineering Ethics, 27(1), Article 15. https://doi.org/10.1007/s11948-020-00277-3

Stower, H. (2020). AI for breast-cancer screening. Nature Medicine, 26, 163. https://doi.org/10.1038/s41591-020-0776-9

St-Pierre, J., Foleu, L., Abdulnour, G., Nomo, S., & Fouda, M. (2015). SME Development Challenges in Cameroon: An Entrepreneurial Ecosystem Perspective. Transnational Corporations Review, 7(4), 441–462. https://doi.org/10.5148/tncr.2015.7405

Strawn, G. (2016). Data scientist. IT Professional, 18(3), 55–57. https://doi.org/10.1109/MITP.2016.41

Stypińska, J., & Franke, A. (2023). AI revolution in healthcare and medicine and the (re-)emergence of

inequalities and disadvantages for ageing population. Frontiers in Sociology, 7, 1038854. https://doi.org/10.3389/fsoc.2022.1038854

Suciati. (2021). Favourite artificial intelligence-based speaking applications for autonomous learning. In UNNES-TEFLIN National Seminar.

Sulcas, A. (2025). Python web scraping tutorial: Step-by-step. Oxylabs. Erişim adresi https://oxylabs.io/blog/python-web-scraping

Sunstein, C. R. (2018). #Republic: Divided democracy in the age of social media. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Superhuman. (2025). AI adoption maturity models: Best for enterprise or unicorn? Superhuman Blog. Erişim adresi https://blog.superhuman.com/ai-adoption-maturity-model

SupplyChainConnect. (2025). Semiconductor and GPU supply chain review. Erişim adresi https://supplychainconnect.com

Suresh, J., & Ramraj, R. (2012). Entrepreneurial ecosystem: Case study on the influence of environmental factors on entrepreneurial success. International Journal of Entrepreneurship, 16, 1–15.

Sze, V., Chen, Y.-H., Yang, T.-J., & Emer, J. S. (2017). Efficient processing of deep neural networks: A tutorial and survey. Proceedings of the IEEE, 105(12), 2295–2329. https://doi.org/10.1109/JPROC.2017.2761740

Szigeti, H., Messaadia, M., Majumdar, A., & Eynard, B. (2011). STEEP analysis as a tool for building technology roadmaps. In Proceedings of the International Conference on Engineering, Technology and Innovation. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1929.4561

T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. (1968). İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968–1972). Ankara: DPT Yayınları.

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2017). Dijital Türkiye: Türkiye'nin sanayi devrimi yol haritası. Ankara: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayınları.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı & T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2021). Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025. Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı & T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2024). Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2024–2025 Eylem Planı. Erişim adresi https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/UlusalYapayZekaStratejisi2024-2025EylemPlani.pdf

T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı & T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2024). Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2024–2025 Eylem Planı. Erişim adresi https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/UlusalYapayZekaStratejisi2024-2025EylemPlani.pdf

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). On Birinci Kalkınma Planı (2019–2023). Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Erişim adresi https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028). Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı Yayınları. Erişim adresi https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (t.y.). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Erişim adresi https://csb.gov.tr/

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Startup'lar Yaklaşım Belgesi (2019/1B). Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yayınları. Erişim adresi https://enerjiapi.enerji.gov.tr//Media/Dizin/BHIM/tr/Enerjide_Arama_Etkinlikleri_ve_Belgeleri/590460-2019050820191bstartupyaklasim.pdf

T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü. (t.y.). Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü. Erişim adresi https://btgm.hmb.gov.tr/

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (t.y.). T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. Erişim adresi https://www.ktb.gov.tr/

T.C. Resmî Gazete. (2010–2025). Resmî Gazete arşivi: Cumhurbaşkanı kararları, milletlerarası andlaşmalar ve sözleşmeler, üniversite yönetmelikleri, genelgeler, TBMM kararları ve yönetmelikler. Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı İdari İşler Başkanlığı Hukuk ve Mevzuat Genel Müdürlüğü. Erişim adresi

https://www.resmigazete.gov.tr/

T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü. (2024, 21 Ağustos). Yapay Zekâ ve Yenilikçi Teknolojiler Daire Başkanlığı. Erişim adresi https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR-104172/yapay-zeka-ve-yenilikci-teknolojiler-daire-baskanligi.html

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (t.y.). TGB listesi. Erişim adresi https://teknopark.sanayi.gov.tr/Home/TgbListesi

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2025). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Erişim adresi https://www.tarimorman.gov.tr/

T.C. Ticaret Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü. (2024). E-İhracatta ChatGPT ve Yapay Zekâ Araçları Kılavuzu. Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı.

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2025). Ticaret Bakanı Ömer Bolat Türkiye İnovasyon Haftası etkinliğinde konuştu. Erişim adresi https://ticaret.gov.tr/haberler/ticaret-bakani-omer-bolat-turkiye-inovasyon-haftasi-etkinliginde-konustu

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2025). Demiryollarında yapay zekâ dönemi. UAB Haberler. Erişim adresi https://www.uab.gov.tr/haberler/

Talmar, M., Walrave, B., Podoynitsyna, K. S., Holmström, J., & Romme, A. G. L. (2020). Mapping, analyzing and designing innovation ecosystems: The Ecosystem Pie Model. Long range planning, 53(4), 101850.

Taylor, L. (2017). What is data justice? The case for connecting digital rights and freedoms globally. Big Data & Society, 4(2), 1–14. https://doi.org/10.1177/2053951717736335

Techstars. (2025). Techstars accelerator programs provide access to capital, mentorship, and the Techstars worldwide network. Erişim tarihi: 18 Ağustos 2025, https://www.techstars.com/accelerators

Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı. (t.y.). Projelerimiz [Web sayfası]. Bakanlık. Erişim adresi: https://sanayi.gov.tr/merkez-birimi/c03f1f3bae27/projelerimiz

Tinmaz, H., Lee, Y.-T., Fanea-Ivanovici, M., & Baber, H. (2022). A systematic review on digital literacy. Smart Learning Environments, 9, Article 21. https://doi.org/10.1186/s40561-022-00204-y

Tomic, S. D. K. (2018). How artificial intelligence (AI) innovators profit from innovation in digital platform ecosystems: An explorative business model study [Master's thesis, Technische Universität Wien & Wirtschaftsuniversität Wien]. reposiTUm. https://doi.org/10.34726/hss.2018.57474

Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). The processes of technological innovation. Lexington, MA: Lexington Books.

Trocin, C., Hovland, I. V., Mikalef, P., & Dremel, C. (2021). How artificial intelligence affords digital innovation: A cross-case analysis of Scandinavian companies. Technological Forecasting and Social Change, 173, 121081. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121081

Truby, J., Brown, R. D., & Dahdal, A. (2020). Banking on AI: Mandating a proactive approach to AI regulation in the financial sector. Law and Financial Markets Review, 14(2), 110–120. https://doi.org/10.1080/17521440.2020.1760454

Turek, T. (2025). Prevailing trends in venture capital funding for startups in the artificial intelligence sector (Bachelor's thesis, Charles University, Institute of Economic Studies). Charles University.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. Mind, 59(236), 433–460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

TÜBİTAK. (2025, 15 Mayıs). 1711 - Yapay Zekâ Ekosistem 2025 Çağrısı açıldı. TÜBİTAK TEYDEB. Erişim adresi https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/1711-yapay-zeka-ekosistem-2025-cagrisi-acildi

TÜBİTAK. (t.y.). Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. Erişim adresi https://tubitak.gov.tr/

Türk Dil Kurumu. (2024). Zekâ. Güncel Türkçe Sözlük. Erişim adresi https://sozluk.gov.tr/

Türk Patent ve Marka Kurumu. (t.y.). Patent araştırma sayfası. TÜRKPATENT. Erişim adresi https://www.turkpatent.gov.tr/arastirma-yap?form=patent

Türkiye Bilişim Derneği. (2024). Kamuda yapay zekâ uygulamaları. Ankara: Türkiye Bilişim Derneği Yayınları.

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2024). 2025–2027 Araştırma Gündemi. Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Yayınları.

Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi. (2025). TRAI Yapay Zekâ Girişimleri Haritası. Erişim adresi https://turkiye.ai/girisimler/

Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi. (2025, 18 Haziran). Türkiye'deki yapay zekâ girişimlerinin sayısı 8 yılda 17 katına çıktı. Erişim adresi https://turkiye.ai/turkiyedeki-yapay-zeka-girisimlerinin-sayisi-8-yilda-17-katina-cikti/

TÜSİAD. (2025). Türkiye: A leading hub for startups and tech companies in EMEA (Publication No. TÜSİAD-T/2025-01/643). İstanbul: TÜSİAD Yayınları.

Twani, E., Sallam, H., Shaalan, I., & Neimand, S. (2024). The artificial intelligence (AI) adoption maturity model: A roadmap for school, college, and university leadership [White paper]. FiveStEAM.

Tybjerg, K. (2003). Wonder-making and philosophical wonder in Hero of Alexandria. Studies in History and Philosophy of Science Part A, 34(3), 443–466. https://doi.org/10.1016/S0039-3681(03)00053-0

United Nations. (2022). Annual report 2022. Erişim adresi https://www.un.org/annualreport/2022/index.html

United States Copyright Office. (2025). Copyright and artificial intelligence, Part 3: Generative AI training (Pre-publication version). Erişim adresi https://www.copyright.gov/ai/Copyright-and-Artificial-Intelligence-Part-3-Generative-AI-Training-Report-Pre-Publication-Version.pdf

United States Patent and Trademark Office. (2020, 6 Ekim). USPTO releases report on artificial intelligence and intellectual property policy. Erişim adresi https://www.uspto.gov/about-us/news-updates/uspto-releases-report-artificial-intelligence-and-intellectual-property

Upadhayay, A. R. (2024). Artificial Intelligence: Opportunities and Challenges for the Global South with a Focus on Nepal. NCWA Annual Journal, 55(01), 44–52. https://doi.org/10.3126/ncwaj.v55i01.62979

Uzun, E. (2020). A novel web scraping approach using the additional information obtained from web pages. IEEE Access, 8, 61726–61740. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2984503

Ünlü, H., Demirörs, O., & Garousi, V. (2024). Readiness and maturity models for Industry 4.0: A systematic literature review. Journal of Software: Evolution and Process, 36(7), e2641. https://doi.org/10.1002/smr.2641

Valdés, G., Solar, M., Astudillo, H., Iribarren, M., Concha, G., & Visconti, M. (2011). Conception, development and implementation of an e-government maturity model in public agencies. Government Information Quarterly, 28(2), 176–187. https://doi.org/10.1016/j.giq.2010.04.007

Valentin, E. K. (2001). SWOT analysis from a resource-based view. Journal of Marketing Theory and Practice, 9(2), 54–69. https://doi.org/10.1080/10696679.2001.11501891

Van de Ven, A. H. (1993). The development of an infrastructure for entrepreneurship. Journal of Business Venturing, 8(3), 211–230. https://doi.org/10.1016/0883-9026(93)90028-4

van der Vlist, F. N., Helmond, A., & Ferrari, F. L. (2024). Big AI: Cloud infrastructure dependence and the industrialisation of artificial intelligence. Big Data & Society, 11(1), 1–16. https://doi.org/10.1177/20539517241232630

van Dijk, N., Casiraghi, S., & Gutwirth, S. (2021). The 'Ethification' of ICT Governance. Computer Law & Security Review, 43, 105597. https://doi.org/10.1016/j.clsr.2021.105597

Vanzo, A., Bastianelli, E., & Lemon, O. (2019). Hierarchical multi-task natural language understanding for cross-domain conversational AI: HERMIT NLU. In Proceedings of the 20th Annual SIGdial Meeting on Discourse and Dialogue (pp. 254–263). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/W19-5931

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. In Advances in Neural Information Processing Systems (Vol. 30, pp. 5998–6008).

Vedder, A., & Naudts, L. (2017). Accountability for the use of algorithms in a big data environment. International Review of Law, Computers & Technology, 31(2), 206–224. https://doi.org/10.1080/13600869.2017.1298547

Velayutham, S., & Shanmugam, G. (2021). Artificial intelligence assisted canary testing of Cloud Native RAN

in a mobile telecom system [Master's thesis, Uppsala University]. DiVA. Erişim adresi https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-449221

Venâncio, A., Picoto, W. N., & Pinto, I. (2023). Digital entrepreneurship ecosystems: A systematic literature review and research agenda. Technological Forecasting and Social Change, 189, 122312. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122312

Vercauteren, T., Unberath, M., Padoy, N., & Navab, N. (2020). CAI4CAI: The rise of contextual artificial intelligence in computer-assisted interventions. Proceedings of the IEEE, 108(1), 198–214. https://doi.org/10.1109/JPROC.2019.2946993

Verganti, R., Vendraminelli, L., & Iansiti, M. (2020). Innovation and design in the age of artificial intelligence. Journal of Product Innovation Management, 37(3), 212–227. https://doi.org/10.1111/jpim.12523

Vilca, L., Viana, P., Carvalho, P., & Andrade, M. T. (2024). Improving efficiency in facial recognition tasks through a dataset optimization approach. IEEE Access, 12, 33142–33158. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3371020

Vorvoreanu, M., Heger, A., Passi, S., Dhanorkar, S., Kahn, Z., & Wang, R. (2023). Responsible AI maturity model: Mapping your organization's goals on the path to responsible AI (MSR-TR-2023-26). Microsoft Research. Erişim adresi https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/responsible-ai-maturity-model/

Wachter, S., Mittelstadt, B., & Floridi, L. (2017). Why a right to explanation of automated decision-making does not exist in the General Data Protection Regulation. International Data Privacy Law, 7(2), 76–99. https://doi.org/10.1093/idpl/ipx005

Waelen, R. A. (2024). The ethics of computer vision: An overview in terms of power. AI and Ethics, 4(2), 353–362. https://doi.org/10.1007/s43681-023-00272-x

Wahyono, I. D., Putranto, H., Asfani, K., Afandi, A. N., & Sunarti. (2019). VLC-UM: A novel virtual laboratory using machine learning and artificial intelligence. In 2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic) (pp. 360–365). IEEE. https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2019.8884288

Walsh, C. (2019). Evolving network structures in entrepreneurial ecosystems. Regional Studies, 53(3), 359–371. https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1460559.

Wang, G. (2024). The investigation of artificial intelligence-based applications in music education. Applied and Computational Engineering, 36(1). https://doi.org/10.54254/2755-2721/36/20230448

Wang, W. H., & Hsu, W. S. (2023). Integrating Artificial Intelligence and Wearable IoT System in Long-Term Care Environments. Sensors, 23(13). https://doi.org/10.3390/s23135913

Wang, W. H., & Hsu, W. S. (2023). Integrating artificial intelligence and wearable IoT system in long-term care environments. Sensors, 23(13), 5913. https://doi.org/10.3390/s23135913

Wang, X., & Wu, L. (2024). Artificial intelligence, lean startup method, and product innovations. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5001580

Wang, Y., Song, W., Tao, W., Liotta, A., Yang, D., Li, X., Gao, S., Sun, Y., Ge, W., Zhang, W., & Zhang, W. (2022). A systematic review on affective computing: Emotion models, databases, and recent advances. Information Fusion, 83–84, 19–52. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2022.03.009

Wang, Y., Wang, D., & Yan, T. (2023). Optimal squared Wald statistics-based methodology for on-line machine condition monitoring and degradation assessment. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 72, Article 3522112, 1–12.

Watkins, C. J. C. H., & Dayan, P. (1992). Q-learning. Machine Learning, 8(3–4), 279–292. https://doi.org/10.1007/BF00992698

Weber, M., Beutter, M., Weking, J., Böhm, M., & Krcmar, H. (2022). AI startup business models: Key characteristics and directions for entrepreneurship research. Business & Information Systems Engineering, 64(1), 91–109. https://doi.org/10.1007/s12599-021-00732-w

Wei, Y., Han, C., & Yu, Z. (2023). An environment safety monitoring system for agricultural production based on artificial intelligence, cloud computing and big data networks. Journal of Cloud Computing, 12, Article 83. https://doi.org/10.1186/s13677-023-00463-1

Weiss, G. (2024). Aligned structuring of AI startups. SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.4943590

Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. Information and Software Technology, 54(12), 1317–1339. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.07.007

WIPO. (2024). Global Innovation Index 2024: Executive summary. Geneva: WIPO.

Wilchek, M., Hanley, W., Lim, J., Luther, K., & Batarseh, F. A. (2023). Human-in-the-loop for computer vision assurance: A survey. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 123, 106376. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106376

Williamson, B. (2020). New digital laboratories of experimental knowledge production: Artificial intelligence and education research. London Review of Education, 18(2), 209–220. https://doi.org/10.14324/LRE.18.2.05

Wilson, B. (1991). Systems: concepts, methodologies, and applications. John Wiley & Sons.

Winaitham, W. (2022). The scientific review of AI functions of enhancement English learning and teaching. 2022 13th International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 148–152. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICTC55196.2022.9952632

Winecoff, A. A., & Watkins, E. A. (2022). Artificial concepts of artificial intelligence: Institutional compliance and resistance in AI startups. In AIES '22: Proceedings of the 2022 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society (pp. 788–799). ACM. https://doi.org/10.1145/3514094.3534138

Wirtz, B. W., Weyerer, J. C., & Geyer, C. (2022). Artificial intelligence and the public sector—Applications and challenges. International Journal of Public Administration, 42(7), 596–615. https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104523

Wolf, R. M., Abramoff, M. D., Channa, R., Tava, C., Clarida, W., & Lehmann, H. P. (2022). Potential reduction in healthcare carbon footprint by autonomous artificial intelligence. npj Digital Medicine, 5, Article 62. https://doi.org/10.1038/s41746-022-00605-w

Woods, H. S. (2018). Asking more of Siri and Alexa: Feminine persona in service of surveillance capitalism. Critical Studies in Media Communication, 35(4), 334–349. https://doi.org/10.1080/15295036.2018.1488082

World Bank. (2021). World Development Report 2021: Data for Better Lives. Washington, DC: World Bank.

World Economic Forum. (2013). Entrepreneurial ecosystems around the globe and company growth dynamics. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_EntrepreneurialEcosystems_Report_2013.pdf

World Economic Forum. (2024). Entrepreneurship in the age of AI. World Economic Forum.

World Economic Forum. (2025). Advancing responsible AI innovation: A playbook. World Economic Forum. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Advancing_Responsible_AI_Innovation_A_Playbook_2025.pdf.

World Intellectual Property Organization. (2022). Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth? Geneva: WIPO. https://doi.org/10.34667/tind.46596

World Intellectual Property Organization. (2025). PATENTSCOPE search results for Türkiye – artificial intelligence. WIPO. Erişim adresi https://patentscope.wipo.int/search/en/result.jsf?_vid=P21-METWF4-28000

Wu, S. R., Shirkey, G., Celik, I., Shao, C., & Chen, J. (2022). A review on the adoption of AI, BC, and IoT in sustainability research. Sustainability, 14(13), 7851. https://doi.org/10.3390/su14137851

Wulfert, L., Kuhnel, J., Krupp, L., Viga, J., Wiede, C., Gembaczka, P., & Grabmaier, A. (2024). AIfES: A Next-Generation Edge AI Framework. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 46(6). https://doi.org/10.1109/TPAMI.2024.3355495

Wurth, B., Stam, E., & Spigel, B. (2021). Toward an entrepreneurial ecosystem research program. Entrepreneurship Theory and Practice, 45(5), 980–1012. https://doi.org/10.1177/1042258721998948

Wurth, B., Stam, E., & Spigel, B. (2022). Toward an Entrepreneurial Ecosystem Research Program. Entrepreneurship Theory and Practice, 46(5), 977–1011. https://doi.org/10.1177/1042258721998948

Xiang, Q., Zi, L., Cong, X., & Wang, Y. (2023). Concept drift adaptation methods under the deep learning

framework: A literature review. Applied Sciences, 13(11), 6515. https://doi.org/10.3390/app13116515

Xie, J., & Zhou, K. (2022). Investments and Innovation with Non-Rival Inputs: Evidence from Chinese Artificial Intelligence Startups. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4570164

Xu, G., Hu, W., Qiao, Y., & Zhou, Y. (2020). Mapping an innovation ecosystem using network clustering and community identification: a multi-layered framework. Scientometrics, 124(3), 2057-2081. https://doi.org/10.1007/s11192-020-03543-0

Xu, P., & Zhang, Z. (2023). Facilitation or inhibition? Impact of CEO's financial background on industrial AI transformation of manufacturing companies. Frontiers in Psychology, 14. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1126801

Xu, Y., Collenette, J., Dennis, L., & Dixon, C. (2023). Dialogue Explanations for Rule-Based AI Systems. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 14127 LNAI. https://doi.org/10.1007/978-3-031-40878-6_4

Yadav, A. (2021). How Artificial Intelligence is Transforming the Banking Industry: Data Analysis Review. International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. https://doi.org/10.48175/ijarsct-1707

Yang, L. H., Liu, J., Ye, F. F., Wang, Y. M., Nugent, C., Wang, H., & Martínez, L. (2022). Highly explainable cumulative belief rule-based system with effective rule-base modeling and inference scheme. Knowledge-Based Systems, 240. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107805

Yang, Y., Khorshidi, H. A., & Aickelin, U. (2022). Limitations. In Artificial Intelligence in Medicine: Applications, Limitations and Future Directions. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1223-8_9

Yelland, N. (2013). Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide. In Engaging the Disengaged: Inclusive approaches to teaching the least advantaged. https://doi.org/10.1017/CBO9781107300910.004

Yfanti, S., & Sakkas, N. (2024). Technology readiness levels (TRLs) in the era of co-creation. Applied System Innovation, 7(2), 32. https://doi.org/10.3390/asi7020032

Yi, Z., Qian, Y., Chen, M., Alqahtani, S. A., & Hossain, M. S. (2023). Defending edge computing based metaverse AI against adversarial attacks. Ad Hoc Networks, 150. https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2023.103263

Yin, R. K. (2018). Case Study Research and Applications: Design and Methods (6th ed.). SAGE. ISBN: 9781506336169.

Young, T., Hazarika, D., Poria, S., & Cambria, E. (2018). Recent trends in deep learning based natural language processing [Review article]. IEEE Computational Intelligence Magazine, 13(3), 55–75. https://doi.org/10.1109/MCI.2018.2840738

Yuan, A., & Gao, L. (2021). Research on the Application of NLP Artificial Intelligence Tools in University Natural Language Processing. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 714(4). https://doi.org/10.1088/1755-1315/714/4/042018

Yuan, H., Kang, L., Li, Y., & Fan, Z. (2024). Human- in- the- loop machine learning for healthcare: current progress and future opportunities in electronic health records. Medicine Advances, 2(3), 318-322.

Yuan, M. (2022). Integration of Artificial Intelligence and Higher Education in the Internet Era. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 84. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5857-0_77

Yuan, Y., Hao, L., Guan, J., & Pentland, A. (2021). Synergistic effects of talent, technology, capital, and infrastructure on entrepreneurship: Evidence from incubators. Journal of Business Venturing Insights, 16, e00282. https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2021.e00282

Yükseköğretim Kurulu (YÖK). (2025). Resmî web sitesi. Erişim adresi https://www.yok.gov.tr/

Yükseköğretim Kurulu (YÖK). (2025). Ulusal Tez Merkezi – Tez Sorgu Sonuçları (girişimcilik alanı toplu sayımları). Erişim adresi https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Yükseköğretim Kurulu (YÖK). (2025). Ulusal Tez Merkezi – Tez Sorgu Sonuçları (girişimcilik ekosistemi alanı toplu sayımları). Erişim adresi https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Yükseköğretim Kurulu (YÖK). (2025). Ulusal Tez Merkezi – Tez Sorgu Sonuçları (Yapay zekâ alanı toplu

sayımları). Erişim adresi https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Zahra, S., & Mudambi, R. (2025). Leveraging the interplay of digitalization and mobile resources to promote MNE entrepreneurship. Global Strategy Journal, 15(2), 289-314. https://doi.org/10.1002/gsj.1522

Zajko, M. (2021). Conservative AI and social inequality: conceptualizing alternatives to bias through social theory. AI and Society, 36(3). https://doi.org/10.1007/s00146-021-01153-9

Zajko, M. (2022). Artificial intelligence, algorithms, and social inequality: Sociological contributions to contemporary debates. Sociology Compass, 16(3). https://doi.org/10.1111/soc4.12962

Zanotti, G., Petrolo, M., Chiffi, D., & Schiaffonati, V. (2024). Keep trusting! A plea for the notion of trustworthy AI. AI & Society, 39, 2691–2702. https://doi.org/10.1007/s00146-023-01789-9

Zatwarnicki, K., Pokuta, W., Bryniarska, A., Zatwarnicka, A., Metelski, A., & Piotrowska, E. (2021). General environment description language. Applied Sciences (Switzerland), 11(2). https://doi.org/10.3390/app11020740

Zeng, D., Liu, K., Lai, S., Zhou, G., & Zhao, J. (2014). Relation classification via convolutional deep neural network. COLING 2014 - 25th International Conference on Computational Linguistics, Proceedings of COLING 2014: Technical Papers.

Zhang, D., Mishra, S., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ganguli, D., Grosz, B., Lyons, T., Manyika, J., Niebles, J. C., Sellitto, M., Shoham, Y., Clark, J., & Perrault, R. (2021). The AI index 2021 annual report. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.06312

Zhang, J. (2025). Data-driven development of entrepreneurial ecosystem based on the Apriori algorithm. Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering. 2025. 25(4), 3224-3238. https://doi.org/10.1177/14727978251319200

Zhang, J., van Gorp, D., & Kievit, H. (2023). Digital technology and national entrepreneurship: An ecosystem perspective. Journal of Technology Transfer, 48, 1077–1105. https://doi.org/10.1007/s10961-022-09934-0.

Zhang, Z., Nandhakumar, J., Hummel, J. T., & Waardenburg, L. (2020). Addressing the Key Challenges of Developing Machine Learning AI Systems for Knowledge-Intensive Work. MIS Quarterly Executive, 19(4). https://doi.org/10.17705/2msqe.00035

Zhao, L., Zhang, L., Wu, Z., Chen, Y., Dai, H., Yu, X., ... Liu, T. (2023). When brain-inspired AI meets AGI. Meta-Radiology, 1(1), 100005. https://doi.org/10.1016/j.metrad.2023.100005

Zhou, N., Zhang, Z., Nair, V. N., Singhal, H., & Chen, J. (2022). Bias, fairness and accountability with artificial intelligence and machine learning algorithms. International Statistical Review, 90(3). https://doi.org/10.1111/insr.12492

Zhou, Y., Jiang, R., Qin, H., Chen, X., Li, W., Wang, Z., ... Liu, M. (2023). Representation and analysis of time-series data via deep embedding and visual exploration. J Vis 26, 593–610. https://doi.org/10.1007/s12650-022-00890-3

Žliobaitė, I. (2010). Learning under concept drift: An overview. https://doi.org/10.48550/arXiv.1010.4784

Zohuri, B. (2023). Artificial Super Intelligence (ASI) The Evolution of AI Beyond Human Capacity. Current Trends in Engineering Science (CTES), 3(6). https://doi.org/10.54026/ctes/1049