

**BİLGİ YÖNETİMİ VE YAPAY ZEKA ALANLARI ARASINDAKİ BİLGİ VE
TEKNOLOJİ YAKINSAMASININ ÖNGÖRÜLMESİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı
Yönetim Bilişim Sistemleri Yüksek Lisans Programı**

Aylin SABANCI BAYRAMOĞLU

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serkan DOLMA

**Haziran 2023
DENİZLİ**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

İmza

Aylin SABANCI BAYRAMOğLU

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca bana değerli vaktini ayırarak yönlendiren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Serkan DOLMA başta olmak üzere tez savunma jüri üyeleri Prof. Dr. Çiğdem TARHAN ve Prof. Dr. Selçuk Burak HAŞILOĞLU hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin oluşum sürecinde tecrübesini ve bilgisini esirgemediği paylaştığı özellikle yöntem konusunda katkı sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Hüseyin ÖZÇINAR'a desteği için teşekkürü borç bilirim.

Son olarak bu süreçte sabır ve anlayışla bana destek olan aileme teşekkür etmek istiyorum.

Oğlum Atlas'a...

ÖZET

BİLGİ YÖNETİMİ VE YAPAY ZEKÂ ALANLARI ARASINDAKİ BİLGİ VE TEKNOLOJİ YAKINSAMASININ ÖNGÖRÜLMESİ

SABANCI BAYRAMOĞLU, Aylın
Yüksek Lisans Tezi
Yönetim Bilişim Sistemleri ABD
Yönetim Bilişim Sistemleri Yüksek Lisans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serkan DOLMA

Haziran 2023, x+91 Sayfa

Bu çalışmanın temel amacı, bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasındaki bilgi ve teknoloji yakınsamasını incelemektir. Bu amaç doğrultusunda 2015-2021 yılları arasındaki bilimsel yayın ve patent verileri kullanılmıştır. Ağ analizi yöntemiyle alanların mevcut ilişkisi analiz edilmiştir. Bağlantı tahmin yöntemi kullanılarak alanlar arasında potansiyel olarak bağlantı oluşması beklenen bilgi ve teknoloji alanları belirlenmiştir. Son olarak topluluk tespiti ve konu modelleme yöntemleri kullanılarak öngörülen bilgi ve teknoloji yakınsamasının alanları tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular makine öğrenmesi ve sinir ağları gibi alanlarda geliştirilen yöntem ve tekniklerin yeni bilgilerin keşfedilmesinde yoğun olarak kullanıldığını göstermektedir. Bu bağlamda önümüzdeki dönemde bilginin daha iyi yönetilmesi, daha anlamlı hale getirilmesi ve etkili bir şekilde kullanılması için bilgi grafiği ve ontoloji gibi semantik web kavramları ön planı çıkmaktadır. Bu kavramlar göz önünde bulundurulduğunda yapay zekâ yöntem ve tekniklerinin sağlık alanında ilaç ve tedavi öneri sistemlerinde kullanılmasına olanak sağlayabileceği beklenmektedir. Bunun yanında olası teknoloji yakınsama alanlarına ilişkin bulgular endüstriyel sistemlerden elde edilen bilgilerin yapay zekâ yöntem ve teknikleri ile incelenmesinin verimliliği artırmak için yaygın olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilgi yakınsaması, teknoloji yakınsaması, ağ analizi, bağlantı tahmini, konu modelleme

ABSTRACT

PREDICTING INFORMATION AND TECHNOLOGY CONVERGENCE BETWEEN KNOWLEDGE MANAGEMENT AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE FIELDS

SABANCI BAYRAMOĞLU, Aylin

Master Thesis

Management Information Systems Department

Management Information Systems Master Programme

Adviser: Assist. Prof. Dr. Serkan DOLMA

June 2023,x+91 Pages

The main objective of this study is to examine the knowledge and technology convergence between the fields of knowledge management and artificial intelligence. For this purpose, scientific publication and patent data between 2015 to 2021 were used. The current relationship between the fields was analyzed using the network analysis method. The link prediction method was used to identify the knowledge and technology areas where potential connections between the fields are expected to occur. Ultimately, the areas of anticipated knowledge and technology convergence were identified using community detection and topic modeling methods.

The findings of this study show that methods and techniques developed in fields such as machine learning and neural networks are widely used in the discovery of new knowledge. In this context, semantic web concepts such as knowledge graph and ontology come to the forefront in the coming period in order to better manage knowledge, make it more meaningful and use it effectively. With these concepts in mind, it is expected that artificial intelligence methods and techniques can be used in drug and treatment recommendation systems in the field of health. In addition, findings on possible technology convergence areas show that analyzing the information obtained from industrial systems with artificial intelligence methods and techniques can be widely used to increase productivity.

Keywords : Knowledge convergence, technology convergence, network analysis, link prediction, topic modelling

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLOLAR DİZİNİ.....	viii
EKLER DİZİNİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı.....	3
1.2. Tezin Motivasyonu.....	3
1.3. Tezin Kapsamı ve Sınırlılıkları.....	4
1.4. Tezin Yapısı.....	5

İKİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Bilgi Yönetimi.....	6
2.1.1. Bilgi Kavramı ve Hiyerarşisi.....	6
2.1.2. Bilginin Boyutları.....	7
2.1.3. Bilgi Yönetimi Süreci.....	9
2.2. Yapay Zekâ.....	12
2.2.1. Yapay Zekâ Alt Alanları.....	15
2.2.2. Yapay Zekâ ve Bilgi Yönetimi.....	19
2.3. Yakınsama.....	21

2.3.1. Bilgi Yakınsaması	23
2.3.2. Teknoloji Yakınsaması.....	24

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE UYGULAMA

3.1. Araştırmada Kullanılacak Yöntemlere İlişkin Temel Bilgiler	27
3.1.1. Ağ Analizi	27
3.1.1.1. Çizge Kuramı	28
3.1.1.2. Ağ Analizinde Kullanılan Temel Kavramlar	29
3.1.1.2.1. Yoğunluk.....	29
3.1.1.2.2. Kümeleme Katsayısı	30
3.1.1.2.3. Derece Merkeziliği.....	30
3.1.1.2.4. Arasındalık Merkeziliği.....	31
3.1.1.2.5. Ortak Oluş Ağları	32
3.1.1.2.6. Topluluk Tespiti	34
3.1.2. Bağlantı Tahmini.....	34
3.1.2.1. Benzerlik Tabanlı Yöntemler	35
3.1.2.2. Bağlantı Tahmin Yöntemleri Başarım Değerlendirme Ölçütleri	37
3.1.3. Konu Modelleme	40
3.2. Araştırmanın Uygulanması	41
3.2.1. Veri Toplama.....	42
3.2.2. Veri Ön İşleme	43
3.2.3. Veri Analizi	43
3.2.3.1. Ortak Oluş Ağlarının Oluşturulması	43
3.2.3.2. Ortak Oluş Ağlarında Ağ Analizi Ölçütlerinin Hesaplanması ...	44
3.2.3.3. Bağlantı Tahmin Yönteminin Uygulanması	44
3.2.3.4. Bilgi Yakınsaması ve Teknoloji Yakınsaması Tahmin Ağlarının Oluşturulması ve Analizi.....	44

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler.....	45
4.2. Anahtar Kelime Ortak Oluş Ağının Analizine İlişkin Bulgular.....	47
4.3. IPC Ortak Oluş Ağının Analizine İlişkin Bulgular	50
4.4. Bağlantı Tahmin İndekslerinin Değerlendirilmesi ve Seçilmesi.....	52
4.5. Öngörülen Bağlantıların Gerçek Bağlantılarla Karşılaştırılması	54
4.6. Öngörülen Bilgi Yakınsaması Alt Alanları.....	56
4.7. Öngörülen Teknoloji Yakınsaması Alt Alanları	58
SONUÇ	60
KAYNAKLAR.....	67
EKLER	79
ÖZGEÇMİŞ	91

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Bilgi Hiyerarşisi (Cooper, 2010'dan uyarlanmıştır).....	6
Şekil 2. Bilgi Dönüşümü (Nonaka ve Takeuchi, 1995'ten uyarlanmıştır)	8
Şekil 3. Bilgi Yönetimi Süreci (Bhatt, 2001'den uyarlanmıştır)	10
Şekil 4. Yapay zekâ alt alanları (Shahzad, 2022'den uyarlanmıştır).....	15
Şekil 5. Makine Öğrenme Türleri	16
Şekil 6. Sıralı endüstriyel yakınsama süreci (Curran ve Leker, 2011'den uyarlanmıştır)	22
Şekil 7. Çizge Türleri.....	29
Şekil 8. Düğümlerin Derece Merkeziliği (Al-Taie ve Kadry, 2017'den uyarlanmıştır).31	
Şekil 9. Düğümlerin Arasındalık Merkeziliği (Al-Taie ve Kadry, 2017: 12).....	32
Şekil 10. Hata Matrisi	38
Şekil 11. AUC Değeri Hesaplama Örneği (Kumar, 2020'den uyarlanmıştır).....	40
Şekil 12. BERTopic konu modelleme aşamaları (Grootendorst, 2020'den uyarlanmıştır)	41
Şekil 13. Araştırmanın Uygulama Adımları	42
Şekil 14. 2015-2021 Yılları Arasındaki Yayın Sayısı	45
Şekil 15. 2015-2021 Yılları Arasındaki Patent Sayısı	46
Şekil 16. Bilgi Yakınsaması Bağlantı Tahmini Yöntemlerinin AUC Değerleri.....	53
Şekil 17. Teknoloji Yakınsaması Bağlantı Tahmini Yöntemlerinin AUC Değerleri	54
Şekil 18. Bilgi Yakınsaması Tahmin Ağı	57
Şekil 19. Teknoloji Yakınsaması Tahmin Ağı.....	58

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Ülkelere Göre Yayın Sayısı	46
Tablo 2. Ülkelere Göre Patent Sayısı	47
Tablo 3. Anahtar Kelime Ortak Oluş Ağı Genel Ağ Ölçütleri.....	48
Tablo 4. Yüksek Derece Merkezliğine Sahip İlk Yirmi Anahtar Kelime	49
Tablo 5. Yüksek Arasındalık Merkeziliğine Sahip İlk Yirmi Anahtar Kelime.....	50
Tablo 6. IPC Ortak Ortak Oluş Ağı Genel Ağ Ölçütleri	51
Tablo 7. Yüksek Derece Merkezliğine Sahip İlk Yirmi IPC Kodu.....	51
Tablo 8. Yüksek Arasındalık Merkezliğine Sahip İlk Yirmi IPC Kodu	52
Tablo 9. Öngörülen Anahtar Kelime Bağlantılarının Gerçek Anahtar Kelime Bağlantılarıyla Karşılaştırılması	55
Tablo 10. Öngörülen IPC Bağlantılarının Gerçek IPC Bağlantılarıyla Karşılaştırılması	56
Tablo 11. Konu Patent sayısı ve Sık Kullanılan Kelimeler.....	59

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Arama Sorgusu.....	80
Ek 2. Tezde Kullanılan Anahtar Kelimelerin İngilizce Orijinalleri	82
Ek 3. IPC Kodlarının Açıklaması	84
Ek 4. Konu Modelleme Sık Kullanılan Kelimelerin İngilizce- Türkçe Karşılıkları.....	90

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

AUC: Area Under the ROC Curve

D: Yoğunluk

E: Kenar

EP: Test seti

ET : Eğitim seti

G: Çizge

IPC: Uluslararası Patent Sınıflandırması

K: Komşuluk matrisi

SBERT: Sentence-BERT

SIC: Standart Sanayi Sınıflandırması

TDK: Türk Dil Kurumu

U: Evrensel Küme

UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection

V: Düğüm

WIPO: World Intellectual Property Organization

WoS: Web of Science

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Sanayi çağından bilgi çağına geçerken bilgi, merkezi bir güç haline gelmektedir. Sanayi çağında kuruluşlar, el emeğini otomatikleştirerek verimliliklerini ve rekabet güçlerini artırmaya başlamışlardır. Bilgi çağında teknoloji hızlı bir şekilde ilerlemekte ve bilgiye erişim daha kolay hale gelmektedir. Günümüz bilgi çağında kuruluşlar, artan rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için bilgiyi etkin şekilde kullanmaları gerekmektedir. Bu noktada, bilginin kuruluşlar için önemi artmaktadır. Bu da bilgi yönetimi kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Gupta vd., 2000: 17). Bu bağlamda kuruluşlar rekabetçi kalabilmek için bilgi yönetimine ve bilgi teknolojilerine ihtiyaç duymaktadır (Lei ve Wang, 2020: 1).

Bilgi yönetimi, bir kurumun maddi olmayan varlıklarından değer yaratma sürecidir (Liebowitz, 2001: 1). Gupta vd. (2000), bilgi yönetimini, kuruluşların problem çözme, dinamik öğrenme, stratejik planlama ve karar verme gibi faaliyetler için gerekli olan önemli bilgi ve uzmanlığı bulmasına, seçmesine, düzenlemesine, yaymasına ve aktarmasına yardımcı olan bir süreç olarak tanımlamıştır. Bu süreçte kuruluşlar, kurum içinde ve kurum dışında bilginin en iyi şekilde nasıl kullanılacağına yoğun ilgi göstermektedir (Liebowitz, 2001: 1). Bu bağlamda bilgi yönetimi hem kurum içinde hem de kurum dışında her türden organizasyonun başarılı yönetiminin anahtarıdır. Bilgi yönetimi rekabet avantajını ve iş performansını olumlu yönde etkilediği için kuruluşlar için giderek daha önemli hale gelmektedir (Kianto vd., 2018: 191; Zbucnea ve Vidu, 2018: 697; Sohrabi vd., 2019: 2).

Bir disiplin olarak bilgi yönetimi, bilgi sistemlerinden muhasebeye, operasyon yönetiminden stratejik yönetime, pazarlamadan insan kaynakları ve organizasyon tasarımına kadar birçok disiplinle ilişkilidir (Serenko, 2013: 777). Özellikle yapay zekâ alanında bilginin aktarımı, bilginin paylaşılması, bilginin keşfi gibi bilgi yönetimi süreçleri ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Bilgi yönetiminin gelişmesi ve ilerlemesi için yapay zekâ önemli alanlardan biridir (Gupta vd., 2000: 19). Hem yapay zekâ alanı hem de bilgi yönetimi alanı için “bilgi” temel odaklarından biridir. Bilgi yönetimi bilginin etkin bir şekilde anlaşılmasını sağlar. Yapay zekâ, makineler için öğrenmeyi mümkün kılan araçlar ve mekanizmalar sunar. Makinelerin görevleri yerine getirmek için bilgiyi öğrenmesini, yorumlamasını ve kullanmasını ve karar verme sürecini iyileştirmek için

bireylere aktarılabilecek bilginin değerlendirilmesini sağlar (Liebowitz, 2001: 2-3; Pai vd., 2022: 7044). Yapay zekâ, bilgi yönetimi alanındaki bilgi toplama, işleme ve paylaşma süreçlerinde verimliliği artırabilir. Büyük veri kümeleri içindeki bilgiyi analiz edebilir ve önemli verileri tespit ederek kuruluşların daha iyi kararlar almasına yardımcı olabilir. Ayrıca yapay zekâ, bilgi yönetimi süreçlerinde insan hatasını azaltarak verimliliği arttırabilir. Bu nedenle bilgi yönetimi ve yapay zekâ arasındaki ilişki giderek önem kazanmaktadır (Pai vd., 2022: 7044).

Bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasındaki ilişkiyi incelemenin farklı şekilleri vardır. Yakınsama [convergence], bu ilişkiyi incelemenin şekillerinden biridir. Yakınsama, farklı öğelerin birleşerek tek bir birim oluşturması veya farklı endüstrilerin, teknolojilerin birleşmesi kavramını ifade eder. Yakınsama araştırması, gelişmekte olan alanların inovasyon özelliklerini ve gelişim eğilimlerini ortaya çıkarmaya yardımcı olmaktadır. Yakınsama, bilimsel bilgi, teknoloji, pazar veya endüstride birbirinden ayrı olan en az iki alan arasındaki sınırların bulanıklaşmasıdır (Curran ve Leker, 2011: 258). Farklı çalışmalar bu yakınsama seviyelerini belirli kategorilere ayırmaya çalışmıştır. Buna göre, bilgi yakınsaması farklı disiplinleri birleştirirken, teknoloji yakınsaması farklı uygulama alanlarındaki teknolojileri birleştirir. Pazar/endüstri yakınsaması ise farklı şirket gruplarını aynı pazar/endüstri birliğinde birleştirir (Jeong, 2015: 844).

Bilimsel disiplinler arasında bilgi akışının olması bu alanlar arasında bilgi yakınsamasının başladığını göstermektedir (Zhou vd., 2019: 207). Bilgi yakınsamasını teknoloji yakınsaması takip etmektedir. Daha önce farklı olan teknolojiler giderek ortak teknolojik özellikleri paylaşmaya başlar. Ortak teknolojik bilgi tabanının ortaya çıkması endüstrilerdeki yeni alanların da oluşmasını sağlamaktadır. Teknolojik değişim, endüstriyel şirketlerin dönüşümü ve Ar-Ge kuruluşlarının rekabet gücü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Chan ve Miyazaki, 2015: 1503; Jeong, 2015: 845).

Yakınsama kavramının gelişmesiyle beraber akademisyenler bilgi yakınsamasından endüstri yakınsamasına kadar her seviyede yakınsamayı çeşitli yöntemlerle ölçmektedir (Jeong, 2015: 845). Bilim alanlarındaki yakınsamanın potansiyel göstergeleri bilimsel makalelerdeki yazar anahtar kelimeler, ortak yazarlıklar veya ortak atıflardır (Karvonen ve Käss, 2013: 1096). Patent verilerindeki ortak atıflar veya teknolojik alanların ortak sınıflandırmaları genellikle teknoloji yakınsamanın bir göstergesi olarak kullanılır (Jeong, 2015: 845).

1.1. Tezin Amacı

Bu tez çalışmasının amacı, bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasındaki bilgi ve teknoloji yakınsamasının incelenmesidir. Bilgi yakınsamasında potansiyel olarak bağlantılı olması beklenen yazar anahtar kelimelerini, teknoloji yakınsamasında potansiyel olarak bağlantılı olması beklenen patent teknoloji alanlarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Alanların mevcut ilişkisini ve gelişimini analiz etmek için ağ analizi yöntemi, alanlar arasındaki yakınsamayı öngörmek için bağlantı tahmin yöntemi kullanılmıştır. Ağ analizi yöntemi, araştırmamanın popüler noktalarına ve eğilimlerini anlamak için kullanılan bir analiz yöntemidir. Bağlantı tahmin yöntemi, ağın topolojik yapısına dayalı olarak düğümler ve bağlantılar arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için bir analiz sağlar.

Bu çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

1. Bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasında mevcut durumda bilgi yakınsamasının gerçekleştiği alt alanlar nelerdir?
2. Bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasında mevcut durumda teknoloji yakınsamasının gerçekleştiği alt alanlar nelerdir?
3. Bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasında bilgi yakınsamasının gerçekleşeceği öngörülen alt alanlar nelerdir?
4. Bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasında teknoloji yakınsamasının gerçekleşeceği öngörülen alt alanlar nelerdir?

1.2. Tezin Motivasyonu

Literatürde bilgi yönetimi ve yapay zekâ arasındaki ilişkiyi farklı açılardan araştıran çalışmalar yapılmıştır. Yapay zekânın, kuruluşlarda bilgiyi etkin bir şekilde yönetmesinde yardımcı olabileceği ve süreci iyileştirdiği (Houari ve Far 2004; Begler ve Gavrilova, 2018; Pai vd., 2022), örtük bilginin açık bilgiye dönüştürülmesinde kolaylaştırıcı olduğu (Nemati vd., 2002; Avdeenko vd., 2016; Sanzogni vd., 2017), bilgi edinme, kodlama, analiz, paylaşım ve kullanım için çeşitli araçlar sunarak bilgi yönetiminin gelişimini kolaylaştırdığı ve verimliliği sağladığına (Gulavani ve Joshi, 2011; Devadas ve Ganesan, 2012; Jallow, 2020) dair çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmalar genellikle yapay zekânın bilgi yönetimi üzerinde kolaylaştırıcı olduğu, verimliliğini arttırdığı ve gelişimine destek olduğu vurgulanarak mevcut

durumdaki ilişkileri üzerine odaklanılmıştır. Literatür incelendiğinde bilgimiz dahilinde bu iki alan arasında gelecekte potansiyel olarak ilişki kurması beklenen bilgi veya teknoloji alanları ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında, bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasında gelecekte potansiyel olarak ilişki içerisinde olması beklenen bilgi varlıkları ve teknoloji alanlarının ön görülmesi üzerine çalışılmıştır.

Disiplinler arası ilişkiyi ve gelişimi anlamak için farklı bilgi varlıklarının nasıl bir araya getirileceği konusu araştırmacıların yakından ilgilendiği bir konu haline gelmiştir (Duan ve Guan, 2021: 3750). Bu nedenle bu tez çalışması, bilgi yakınsaması ve teknoloji yakınsamasının potansiyel ilişkilerini ortaya çıkarmaktadır.

Bu tez çalışmasının katkısı yakınsama ağlarındaki potansiyel ilişkiyi keşfetmek ve yeni bir bilgi yakınsaması ve teknoloji yakınsaması tahmin modeli sunmaktır. Çalışmada elde edilecek bulguların bilgi yönetimi ve yapay zekâ arasındaki olası ilişkileri ortaya koyması ve alandaki uygulamacılar ve araştırmacılar açısından yol gösterici olması beklenmektedir.

1.3. Tezin Kapsamı ve Sınırlılıkları

Bu çalışma, bilimsel alan ve teknoloji alan olarak bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanlarını kapsamaktadır. Araştırmanın kapsamı, 2015 ve 2021 yılları arasındaki Web of Science (WoS) veritabanından elde edilen bilimsel yayınlar ve Patentscope veritabanından elde edilen patent verilerden oluşmaktadır. Sadece İngilizce yayınlar ve patent verileri araştırma kapsamına alınmıştır.

WoS haricinde de bilimsel yayınların indekslendiği farklı kaynaklar bulunmaktadır. Fakat WoS birçok disiplinde yayınlanan saygın dergilerdeki makalelerin indekslendiği bir kaynaktır. Bu nedenle, bilimsel yayınların incelenmesi için WoS'un birçok disiplinde kabul edilmiş bir uygulama olduğu söylenebilir. Patent verileri için de birçok farklı patent veritabanları bulunmaktadır. Patentscope, Dünya Fikri Mülkiyet Teşkilatı [World Intellectual Property Organization, WIPO] tarafından işletilen resmi bir kaynaktır ve uluslararası patentler için bilgi sağlar. Bu nedenle araştırma kapsamında yer alan patent verileri için Patentscope'un kullanılması verilerin doğruluğu ve güvenilirliği için uygun bir seçimdir.

1.4. Tezin Yapısı

Bu tez dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra araştırmanın ikinci bölümünde, araştırmaya ilişkin temel konulara ait kavramsal çerçeve sunulmaktadır. Bu kavramsal çerçeve bilgi yönetimi, yapay zekâ ve yakınsama olmak üzere üç ana başlıktan oluşmaktadır. İlk olarak bilgi kavramı, bilgi hiyerarşisi ve bilginin boyutları açıklanmıştır. Daha sonra bilgi yönetimi kavramının tanımı yapılarak önemi vurgulanmıştır. Bilgi ve bilgi yönetimiyle ilgili yapılan bu açıklamalardan sonra bilgi yönetimi süreci açıklanmıştır.

İkinci olarak yapay zekâ kavramı ve gelişimi açıklanmaktadır. Yapay zekânın bilgi yönetimi alanındaki kullanımını anlayabilmek için öncelikli olarak yapay zekâ alt alanları açıklanmış daha sonra yapay zekâ ve bilgi yönetimine ilişkin literatüre yer verilmiştir. İkinci bölümün son kısmında yakınsama kavramının literatürdeki çeşitli tanımları, bu kavramın önemi ve araştırma kapsamında bulunan bilgi yakınsaması ve teknoloji yakınsaması kavramları açıklanmaktadır.

Araştırmanın üçüncü bölümünde araştırma yöntemi ve uygulama adımlarına yer verilmektedir. İlk olarak araştırmada kullanılan ağ analiz yöntemi, bağlantı tahmin yöntemi ve konu modellemeye ilişkin temel kavramlar açıklanmaktadır. Daha sonra araştırmanın uygulama adımları olan veri toplama, veri ön işleme ve veri analizi aşamaları açıklanmaktadır.

Araştırmanın son bölümü olan dördüncü bölümde uygulama sonucunda elde edilen araştırmaya ait bulgular detaylı olarak sunulmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırma kapsamında bulunan bilgi yönetimi, yapay zekâ ve yakınsama konularına ilişkin temel kavramların açıklamalarına ve ilgili literatüre yer verilmiştir.

2.1. Bilgi Yönetimi

2.1.1. Bilgi Kavramı ve Hiyerarşisi

Bilginin birçok tanımı yapılmaktadır. Nonaka'ya (1991) göre “Kesin olan tek şeyin belirsizlik olduğu bir ekonomide sürekli rekabet üstünlüğünün tek güvenilir kaynağı bilgidir.” Davenport vd. (1998)'in tanımına göre bilgi; deneyim, bağlam, yorumlama ve yansıtma ile birleştirilen ve eylemlerde karar verme için uygulanabilen yüksek bir enformasyon biçimidir.

Bilgi kavramını anlayabilmek için öncelikle bilgi hiyerarşisindeki kavramları bilmek gerekmektedir. Veri, enformasyon, bilgi ve bilgelik arasında hiyerarşik bir ilişki vardır. Bilgi hiyerarşisinde, bu ilişkiler dört aşamadan oluşan piramit modeliyle gösterilmektedir (bkz. Şekil 1). Piramidin ilk basamağı birbiriyle bağlantısız ve tek başına bir anlamı olmayan verilerden oluşur. Veriler, nesnelere ve olayların özelliklerini temsil eden sembollerdir. İkinci basamağında verilerin işlenmesi ve düzenlenmesiyle oluşan enformasyon vardır. Veriler belirli ilişkiler çerçevesinde bir araya getirildiğinde anlamlı hale gelerek enformasyona dönüşmektedir. Kim, ne, ne zaman, nerede, kaç gibi sözcüklerle başlayan soruların yanıtlarında enformasyon bulunur. Üçüncü basamakta enformasyonun yorumlanabilir ve uygulanabilir hale dönüştürülmesiyle bilgi oluşur. Son basamakta ise bilgelik yer alır. Bilgelik, değerlerle ilgilenir ve yargıda bulunmayı içerir. Bilgiyi etik veya ahlaki çerçevede içeren bir süreçtir (Ackoff, 1989:3-4; Cooper, 2010: 505).



Şekil 1. Bilgi Hiyerarşisi (Cooper, 2010'dan uyarlanmıştır)

Bhatt (2001) bilginin, deneyim ve uygulama yoluyla öğrenilen bir dizi kural, prosedür ve işlemle birleştirilmiş organize veri kombinasyonu olduğunu savunmaktadır. Veri, enformasyon ve bilgiyi tanımlamak ve bu kavramları birbirleriyle ilişkilendirmek zordur. Bilgi, zihin tarafından yapılan bir anlamlandırma değildir. Bilgi, zihin tarafından anlamlı hale getirilen bir kavramdır. Eğer anlamlandırma yapılmazsa, veri veya enformasyon olarak kalır. Dolayısıyla, enformasyon ve bilgi arasındaki ayırım kullanıcıların bakış açılarına bağlıdır. Sadece harici yollarla veya bir kullanıcının bakış açısıyla veri, enformasyon ve bilgi arasında ayırım yapılabilir (Bhatt, 2001: 69-70).

2.1.2. Bilginin Boyutları

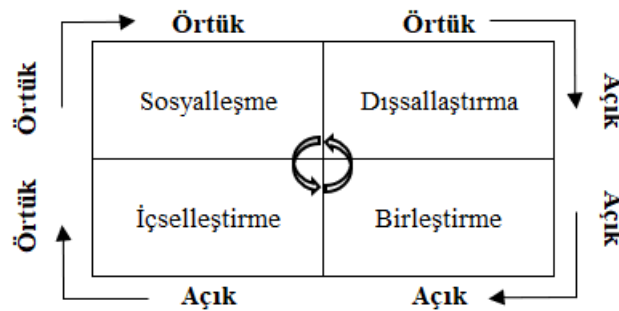
Farklı bilgi türleri arasındaki ayırımın bilgi yönetimi faaliyetlerinin planlanması ve uygulanmasında önemli bir rol oynadığı söylenebilir (Alavi ve Leidner, 2001: 112). Bu nedenle bilgi kavramının ve bilgi boyutlarının anlaşılması önemlidir. Bir olgu olarak tanımlanan bilginin, açık bilgi [explicit knowledge] ve örtük bilgi [tacit knowledge] olarak farklı biçimleri bulunmaktadır.

Örtük bilgi, kişisel deneyim, tutum ve sezgiler gibi zor ifade edilebilen, düşünmeden otomatik olarak yapılan bilinçaltının bilgisidir. Nonaka'ya (1991) göre örtük bilgi kısmen teknik becerilerden oluşmaktadır. Kişiseldir ve kolayca ifade edilemez. Bir satış uzmanının müşterilerle ilişki becerisi, bir pazarlama uzmanının pazar algısıyla yeni ürün fikri oluşturması örnek verilebilir. Bu bağlamda örtük bilgi sahip olunan becerilere ek olarak öznellikten, içgörüden, inançlardan ve sezgilerden oluşmaktadır (Nonaka, 1991: 98-100; Nemati vd., 2002: 145). Kişi ne kadar uzmansa, bilgi o kadar derlenmektedir. Bu tür bilgilerin ortaya çıkarılması zordur. Örtük bilgiyi ortaya çıkarmak ve bir bilgi havuzunda depolamak kuruluşlar açısından çoğu zaman rekabet avantajı oluşturmaktadır. Kurumlarda örtük bilginin ortaya çıkarılması hem bilgi yöneticilerinin karar verme süreçlerinde yardımcı olmakta hem de bilgi yönetimine olumlu etkisi olmaktadır.

Açık bilgi, belgeler, prosedürler, bilgisayar programları veya diğer formlarda resmileştirilerek ve sistematik hale getirilerek doğrudan incelenebilir ve kullanılabilir. Bu nedenle bilgi paylaşılabilir, depolanabilir, iletilebilir ve analiz edilebilir. Açık bilgi, örtük bilgiye kıyasla daha nesnel, rasyonel ve teknik bilgi ile ilgilidir. Hem daha kolay belgelenebilen hem de erişilebilen bilgi türüdür. Açık bilgi, doğrudan kullanıma ve her türlü öğrenme durumuna açık olması nedeniyle kuruluşlar içerisinde son derece önemli

bir rol oynar (Nonaka, 1991: 98; Wiig, 1993: 212; Gupta vd., 2000: 17; Liebowitz, 2001: 1).

Yeni bir bilgi, örtük ve açık bilgi arasındaki etkileşim yoluyla oluşur. Nonaka ve Takeuchi'ye (1995) göre açık ve örtük bilgi arasındaki sosyal etkileşimle bilgi dönüşümü oluşturulmaktadır. Nonaka ve Takeuchi (1995) Sosyalleşme [Socialization], Dışsallaştırma [Externilization], Birleştirme [Combination] ve İçselleştirme [Internalization] aşamalarından oluşan dinamik bir bilgi yaratma modeli oluşturmuşlardır (bkz. Şekil 2).



Şekil 2. Bilgi Dönüşümü (Nonaka ve Takeuchi, 1995'ten uyarlanmıştır)

Bu model bilgi yaratma sürecini döngüsel bir model olarak ele almaktadır. Sosyalleşme, deneyimlerin ve becerilerin gözlem, taklit ve uygulama yoluyla öğrenilerek örtük bilginin bir başkasıyla paylaşılmasıdır. Bu modele Usta-çırak ilişkisi örnek verilebilir. Örtük bilgiden örtük bilgiye geçiştir. Dışsallaştırma, paylaşılan örtük bilginin modeller, kavramlar, metaforlar, hikayeler gibi yardımcı öğeler aracılığıyla açık bilgiye dönüştürme aşamasıdır. Birleştirme adımı, mevcut açık bilgilerin yeni modellerde veya ilişkilerde yeniden sınıflandırılması ve analiz edilmesiyle yeni açık bilginin yaratılmasıdır. İçselleştirme ise, yeni açık bilginin paylaşılıp, kullanıldıkça içselleştirilerek örtük bilgi haline gelmesidir. Modeldeki adımları birbirlerine bağımlı ve iç içe geçmişlerdir. Her bir adım diğer adımlara dayanır ve katkıda bulunur. Sosyalleşme, dışsallaştırma ve birleştirme adımlarıyla elde edilen tecrübeler bilişsel olarak veya teknik bilgi şeklinde içselleştirilir (Alavi ve Leidner, 2001: 116).

Kuruluşların işlerini etkin bir şekilde yerine getirmek için her iki bilgi türünü de entegre etme ihtiyaçları vardır. Bu nedenle kuruluşlar artık örtük bilgiyi kodlanabilen ve dolayısıyla elde edilebilen, saklanabilen, iletilebilen ve kullanılabilen açık bilgiye dönüştürmek için farklı yöntemler oluşturmaya ve geliştirmeye başlamıştır. Bilgi

yönetiminin amacı örtük bilgiyi açık bilgiye dönüştürmek ve etkin bir şekilde yaymaktır (Gupta vd., 2000: 17).

2.1.3. Bilgi Yönetimi Süreci

Bilginin üretilmesi ve üretilen bilginin kullanılması, paylaşılması ve depolanması bilgi yönetimi kavramını ortaya çıkaran temel bileşenleridir. Bilgi yönetiminin teorik kökleri, bilgiyi tanımlamaya ve kavramsallaştırmaya çalışan Platon'un (MÖ 369) belgelenmiş en eski çalışmasından başlayarak bin yıl öncesine dayanmaktadır. On beşinci yüzyılda matbaanın icadı bilgi tabanının korunmasını daha da kolaylaştırarak bilginin yayılmasını teşvik etmiştir. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında kurumların verimliliklerini ve rekabet güçlerini arttırmak istemesiyle geniş çapta tanınmış ve 1990'ların ortalarında akademik araştırmalara girmiştir (Serenko, 2013: 773-777). Bu bağlamda bilgi yönetimi, bir kurumun stratejik yönünü belirlemek ve rekabet avantajlarını geliştirmek için etkili bir kaynak olarak kabul edilen genç bir disiplindir (Gaviria-Marin vd., 2019: 194). Nispeten yeni bir araştırma alanı olmasına rağmen disiplinler arası etkileri ve her tür kuruluş için önemli olması nedeniyle bu alandaki literatür katlanarak artmıştır (Zbucheve ve Vidu, 2018: 696).

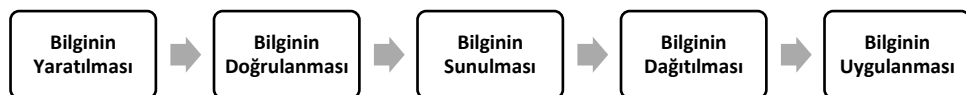
Bilgi Yönetimi, kuruluşların problem çözme, dinamik öğrenme, stratejik planlama ve karar verme gibi faaliyetleri için gerekli olan önemli bilgileri bulmasına, seçmesine, düzenlemesine ve aktarmasına yardımcı olan bir süreçtir (Gupta vd., 2000: 17). Bir organizasyonun soyut varlıklarından değer yaratma süreci olarak da tanımlanmaktadır. Bilginin kurum içinde ve dışında en iyi şekilde nasıl kullanılacağı ile ilgilenir. Bu şekliyle bilgi yönetimi, örgütsel davranış, insan kaynakları yönetimi, yapay zekâ, bilgi teknolojisi ve benzerleri dahil olmak üzere çok sayıda disiplinden çeşitli kavramları birleştirir (Liebowitz, 2001: 1).

Mevcut ve gerekli bilginin tanımlanması ve analizi, kurumsal hedeflerin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşmak için bilgi varlıklarının geliştirilmesi bilgi yönetiminin temel bileşenleridir. Bu bağlamda bilgi yönetimin amacı organizasyona değer katmaktır. Bu nedenle, genellikle açıkça ifade edilenlerden ziyade insanların sahip olduğu, gözlemedikleri ve deneyimlerinden öğrendikleri örtük bilgiyi ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır (Kim, 2002: 52).

Örgütler ve/veya işletmelerin sahip oldukları bilgileri faaliyetlerde ve rekabette etkin bir şekilde kullanmaları için, birtakım beceriler geliştirip bunları korumaya ve

sürdürmeye daha çok dikkat etmeleri gerekmektedir (Yılmaz, 2009: 108). Bu bağlamda bilgi yönetimi, doğru bilgiyi doğru zamanda doğru kişilere ulaştırmaya ve insanların bilgiyi paylaşımlarına ve kurumsal performansı artırmaya çalışacak şekilde eyleme geçirmelerine yardımcı olmaya yönelik bilinçli bir strateji olarak kullanılabilir (O'Del vd., 1999: 208-209).

Bilgi yönetimi, bilginin yakalanması, dağıtılması ve etkin bir şekilde kullanılması için iç içe geçmiş ve aynı anda gerçekleşebilen süreci içermektedir. Literatürde bir bütün olarak aynı faaliyetleri kapsayan fakat farklı adımlardan oluşan bilgi yönetimi süreçleri (Wiig, 1993; Nonaka ve Takeuchi, 1995; Bhatt, 2001; Alavi ve Leidner, 2001) vardır. Bu çalışmada Bhatt (2001)'in yaklaşımı ele alınmaktadır (bkz. Şekil 3). Bhatt (2001)'in belirtmiş olduğu bilgi yönetimi süreci, kuruluşların bilgi varlıklarını etkin bir şekilde yönetmelerine ve bunlardan yararlanmalarına yardımcı olan beş adımlı bir modeldir. Bhatt, bilgi yönetimi sürecini bilgi yaratma [knowledge creation], bilgi doğrulama [knowledge validation], bilgi sunma [knowledge presentation], bilgi dağıtma [knowledge distribution] ve bilgi uygulama [knowledge application] adımlarıyla ifade etmektedir. Genel olarak kuruluşların kolektif bilgi ve uzmanlıklarından en iyi şekilde yararlanmalarına yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Böylece kuruluşların daha iyi sonuçlar elde etmesine ve hızla değişen bir iş ortamında rekabetçi kalmalarına yardımcı olabilir.



Şekil 3. Bilgi Yönetimi Süreci (Bhatt, 2001'den uyarlanmıştır)

(i) Bilginin Yaratılması

Bilginin yaratılması aşaması, kuruluşun örtük ve açık bilgisi dahilinde yeni içerik geliştirmeyi veya mevcut içeriği değiştirmeyi içermektedir. Sosyal süreçlerin yanı sıra bireylerin bilişsel süreçleri aracılığıyla bilgi, örgütsel ortamlarda yaratılır, paylaşılır, güçlendirilir, genişletilir ve gerekçelendirilir (Nonaka, 1994: 16; Kayworth ve Leidner, 2004: 242). Bhatt (2001)'e göre bilginin yeni olarak kabul edilmesi, mevcut sorunları daha verimli ve etkili bir şekilde çözüp çözmediğine veya yeniliklere yol açıp açmadığına bağlıdır. Her durumda kurumların mutlaka sıfırdan yeni bilgi yaratması önerilmemektedir. Taklit, çoğaltma veya ikame yöntemleriyle mevcut bilgi parçaları

yeniden yapılandırılıp birleştirilerek bilgi yaratılabilir. Mevcut bilginin yeniden yapılandırılması ve birleştirilmesi, dış kaynaklardan bilgi edinilmesi yollarıyla da bilgi yaratma gerçekleştirilebilir.

(ii) Bilginin Doğrulanması

Bhatt (2001) bilginin doğrulanması aşamasını, bilgi tabanının mevcut veya potansiyel gerçeklere uyacak şekilde sürekli olarak izlenmesi ve test edilmesine yönelik bir süreç olarak tanımlamaktadır. Bir disiplindeki gelişmeler genellikle yeni bilgi, kural ve teoriler oluşturabilir ve eski kural ve teorilerin bir kısmı geçerliliğini yitirebilir. Bu nedenle, kuruluşlar için alandaki en son bilgilere ayak uydurmak ve modası geçmiş bilgileri atmak için bilgi tabanlarını sürekli olarak gözden geçirmeleri, test etmeleri ve doğrulamaları önemli hale gelmektedir (Bhatt, 2001: 71-72).

(iii) Bilginin Sunulması

Bilginin sunumu, bilginin kurum üyelerine nasıl gösterildiğini ifade etmektedir. Kurumsal bilgi farklı yerlere dağılmış, farklı prosedürlere gömülmüş ve farklı ortamlarda depolanmış olabilir. Bu durumlardan her biri farklı bilgi sunumu araçları gerektirir. Bu farklı sunum araçları yoluyla farklı kaynaklardan gelen bilgi yeniden yapılandırılır, birleştirilir ve entegre edilir (Bhatt, 2001: 72).

(iv) Bilginin Dağıtılması

Örgütsel ortamlarda bilgi yönetiminin önemli bir süreci, bilginin ihtiyaç duyulan ve kullanılabilmesi için aktarılmasıdır (Alavi ve Leidner, 2001: 119). Bhatt (2001)'e göre bilginin örgütsel düzeyde kullanılabilmesi için önce örgüt içinde dağıtılması ve paylaşılması gerekir. Bilgi dağıtım süreci, mevcut iletişim teknolojileri, yönetim teknikleri ve insanlar arasındaki etkileşim yoluyla bilginin kurumsal sınırlar arasında paylaşılmasını sağlamaktadır (Bibikas vd., 2010: 332). E-posta, intranet, bülten tahtası ve haber grubu uygulamaları bilginin kurum genelinde dağılımını destekleyebilir ve kurum üyelerinin bilgiyi çoklu bakış açılarıyla tartışmasına, ele almasına ve yorumlamasına olanak tanıyabilir (Bhatt, 2001: 72).

(v) Bilginin Uygulanması

Bilginin uygulanması genellikle mevcut bilgi kaynaklarının ürünler veya süreçler aracılığıyla kuruluşun değer yaratma sisteminde somutlaştırılmasını ifade eder. Bilginin etkin bir şekilde kullanılması kurum hedeflerine verimli ve etkin bir şekilde ulaşılmasını sağlar. Bilginin uygulanması, kuruluşun faaliyetlerini kullanıma daha uygun hale getirmeyi amaçlamaktadır (Abualoush, 2018: 284).

2.2. Yapay Zekâ

İnsanlığın günlük yaşamını devam ettirebilmesi, çevresini ve olayları algılayabilmesi için kullandığı temel unsur zekâdır. Zekâ kavramı farklı disiplinler tarafından farklı biçimlerde tanımlanmaktadır. Fakat tanımların birçoğu birbiriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir ve birçok ortak özelliği paylaşmaktadır. Zekâ, genel olarak zihinsel süreçlerden destek alarak problem çözme yeteneği olarak tanımlanır. Problem çözümü bazı süreçleri içermektedir. Bu süreçler anlık durumu analiz etme, analiz edilen durumu değerlendirme, değerlendirilen durumun çözüme bağlanması ve çözümün uygulanması olarak tanımlanır (Legg ve Hutter, 2007: 9; Köse, 2022: 13-14).

Problem çözmeyi içeren süreçlerin her birinde öğrenme ve öğrenme sonucunda problemi işleme adımları vardır. Günümüzde teknolojik gelişmelerin hızla artması öğrenilen ve işlenmesi gereken bilginin de miktarını arttırmıştır. Bu durum, yapay zekâ alanının gelişmesine katkı sağlamıştır. Veri miktarının artması bir yandan yapay zekâ için öğrenme olanağı demekken, bir yandan da kullanım alanlarının artması anlamına gelmektedir (Russell ve Norvig, 2010: 1, Köse, 2022: 14). Sonuç olarak yapay zekâ hem iş hayatımızın hem de gündelik hayatın önemli bir parçası haline gelmiştir.

Russell ve Norvig (2010) yapay zekâ sistemlerini dört alanda sınıflandırılan bir çerçevede incelemektedir. Sınıflandırmaları akıl yürütme temelli ve davranış temelli olarak iki boyutta incelemiştir. Akıl yürütme temelli boyut düşünce süreçleri ve muhakeme ile ilgilidir. Bu boyutta “insan gibi düşünme [thinking humanly]” ve “rasyonel düşünme [thinking rationally]” tanımları yer almaktadır. Davranış temelli boyut ise davranışları ele alır. Bu boyutta “insan gibi davranma [acting humanly]” ve “rasyonel davranma [acting rationally]” tanımları yer almaktadır.

Kurzweil (1990) yapay zekâyı “İnsanlar tarafından yerine getirilebilmesi için zekâ gerektiren işleri gerçekleştiren makineler yapımı sanatı” olarak tanımlamıştır. Bu tanım yapay zekânın başarı ölçütünün “insan gibi davranmak” olduğunu öne süren yaklaşımı desteklemektedir. İnsan gibi davranmak yaklaşımı İngiliz matematikçi Alan Turing'in benimsediği yaklaşımdır. Alan Turing tarafından önerilen Turing Testi bir bilgisayar sisteminin basit bir test yoluyla zeki olup olmadığını belirlemeye çalışır. Turing Testi'nde bir insan karşısındakinin makine ya da insan olduğunu bilmeden sorular sorar. Eğer aldığı yanıtlardan hangisinin makine olduğunu anlayamıyorsa sistem yapay zekâyı sahip olarak düşünülebilir. Bugüne kadar en aktif olarak çalışılan yapay zekâ alanı insan gibi davranan sistemler olmuştur. Örnekleri arasında doğal dil işleme, bilgi temsili, otomatik

muhakeme, makine öğrenimi, konuşma tanıma, bilgisayarla görme ve robotik yer almaktadır (Russell ve Norvig, 2010: 2-3).

Yapay zekâ teknolojilerinin bilgi yönetimi alanında birçok uygulaması vardır. Bu uygulamaları anlayabilmek için öncelikle yapay zekânın tarihçesini anlamak önemlidir. Yapay zekâ alanında kabul gören ilk çalışma 1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts (1943) tarafından sunulmuştur. Araştırmacılar merkezi sinir sistemi üzerine yaptıkları araştırmalarda beyindeki nöronların nasıl çalıştığını matematiksel olarak açıklayan bir model önermişlerdir. Bu model her bir nöronun “açık” veya “kapalı” durumda yeterli sayıda komşu nöron tarafından uyarıldığında yanıt olarak "açık" duruma geçtiği bir yapay sinir ağı modelidir. Böylelikle araştırmacılar tarafından ilk yapay sinir ağı hücresinin yapısını oluşturularak yapay sinir ağlarının temeli atılmıştır. Ayrıca yapay zekâyâ ilk büyük katkı da sağlanmıştır (McCulloch ve Pitts, 1943; Negnevitsky, 2011: 5).

Birinci nesil araştırmacılardan bir diğeri ise Claude Shannon'dır. 1950 yılında Shannon (1950), satranç oynayan makineler üzerine bir makale yayınlamıştır. Aynı dönemde İngiliz matematikçi Alan Turing tarafından 1950'de, akıllı makinelerin nasıl oluşturulacağı ve özellikle de zekalarının nasıl test edileceğini anlattığı "Bilgi İşlem Makineleri ve Zekâ [Computing Machinery and Intelligence]" makalesi yayınlanmıştır. Turing Testi günümüzde halen yapay bir sistemin zekasını belirlemek için bir ölçüt olarak kabul edilmektedir (Haenlein ve Kaplan, 2019: 3). Yapay zekâ kavramı olarak ilk defa 1956 yılında Dortmund Konferansı'nda John McCarthy tarafından bir öneri mektubunda dile getirilmiştir (Russell ve Norvig, 2010: 1).

Dartmouth Konferansı'ndan sonra yaklaşık yirmi yıllık bir dönemde yapay zekâ alanında önemli gelişmeler ortaya çıkmıştır. İlk ve en önemli gelişmelerden biri 1964 ve 1966 yılları arasında Joseph Weizenbaum tarafından geliştirilen ELIZA (Weizenbaum, 1966) isimli bilgisayar programıdır. ELIZA, bir insanla konuşmayı simüle edebilen doğal dil işleme aracıdır. Ayrıca Turing Testini geçmeyi deneyebilen ilk programlardan biridir. Bir diğeri ise Newell ve Simon (1961; 1972) tarafından geliştirilen “Genel Problem Çözücü [General Problem Solver]” projesidir. Newell ve Simon, insanların problem çözme yöntemlerini simüle etmek için genel amaçlı bir program geliştirmiştir (Negnevitsky, 2011: 7; Haenlein ve Kaplan, 2019: 3-4).

McCulloch ve Pitts tarafından başlatılan yapay sinir ağları üzerine çalışmalar devam etmiştir. Perseptron [Perceptron]'nun Rosenblatt (1962) tarafından keşfedilmesiyle yapay sinir ağı alanındaki çalışmalar hızlanmıştır. Perseptron, tek

katmanlı eğitilebilen ve tek bir çıkışa sahip olan en basit yapay sinir ağı mimarilerinden biridir. Rosenblatt, öğrenme yöntemlerinin geliştirilerek öğrenme algoritmasının bir perseptronun farklı versiyonlarını tanımlamasıyla Perseptron Yakınsaklık Teoremi [Perceptron Convergence Theorem]'ni kanıtlamıştır (Russell ve Norvig, 2010: 22; Negnevitsky, 2011: 7).

1970'lerde DENDRAL, MYCIN ve PROSPECTOR gibi ilk uzman sistemler geliştirilmiştir. Rosenblatt'ın basit perseptron modelinin popüleritesi azalırken uzman sistemler gelişmeye devam etmiş ve kişisel bilgisayarlarda kullanım için popüler hale gelmiştir (Negnevitsky, 2011). Birçok şirket uzman sistemler, robotlar ve bu amaçlar için özelleşmiş yazılım ve donanımlar geliştirmiştir (Russell ve Norvig, 2010: 24). 1980'lerin ortalarında uzman sistem teknolojisinin uygulanabilirliği konusundaki hayal kırıklığı olmasıyla “yapay zekâ kışı” olarak da tanımlanan dönem yaşanmıştır (Negnevitsky, 2011: 12)

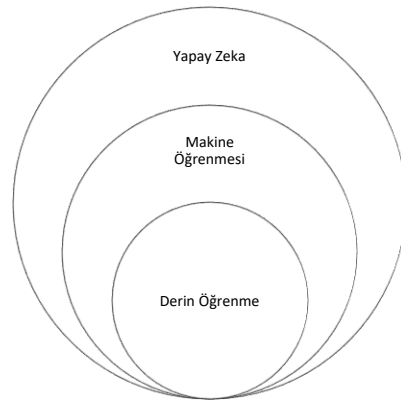
1980'lerin ortalarında ilk olarak 1969 yılında Bryson ve Ho tarafından bulunan geri yayımlı öğrenme algoritması yeniden keşfedilmiştir. Geri yayımlı öğrenme algoritması bilgisayar bilimleri ve psikolojideki pek çok öğrenme problemine uygulanmıştır. Uygulama sonuçları Paralel Dağılmış İşlemci [Parallel Distributed Processing] (Rumelhart ve McClelland, 1986) adlı çalışmada paylaşılmıştır (Russell ve Norvig, 2010: 24).

Yapay sinir ağları, 2015 yılında Google tarafından geliştirilen bir program olan AlphaGo'nun Go masa oyununda dünya şampiyonunu yenmeyi başararak Derin Öğrenme şeklinde bir geri dönüş yapmıştır. Bugün yapay sinir ağları ve Derin Öğrenme yapay zekâ altında çoğu uygulamanın temelini oluşturmaktadır. Bu yöntem görüntü tanıma algoritmalarının, sürücüsüz arabaları besleyen konuşma tanıma algoritmalarının temelini oluşturmaktadır (Haenlein ve Kaplan, 2019: 3-4).

Yapay zekâ sistemlerinin başarımının artmasıyla birlikte sağlık, güvenlik, eğitim, müzik, sanat ve iş uygulamaları gibi pek çok alanda zeki sistemler yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapay zekânın birkaç yıl içerisinde neredeyse tüm sektörlerdeki iş yapma biçimini etkilemesi beklenmektedir. Günümüzde tıbbi teşhis, elektronik ticaret platformları, robot kontrolü ve uzaktan algılama gibi çok çeşitli faaliyetler için kullanılmaktadır. Ayrıca yapay zekâ finans, sağlık, eğitim, ulaşım ve robotik dahil olmak üzere çok sayıda alan ve endüstriyi geliştirmek ve ilerletmek için kullanılmaya devam etmektedir (Grace vd., 2018: 729-734; Kayid, 2020: 2).

2.2.1. Yapay Zekâ Alt Alanları

Yapay zekâ, insan gibi düşünmeye ve eylemlerini taklit etmeye programlanmış makinelerde insan zekasının simülasyonudur. Makine öğrenimi, makinenin verilerden otomatik olarak öğrenmesini, geçmiş deneyimlere dayanarak performansı iyileştirmesini ve tahminlerde bulunmasını sağlayan yapay zekânın bir alt kümesidir. Makine öğrenimi, büyük miktarda veri üzerinde çalışan bir dizi algoritma içerir. Verilerle algoritmaların eğitimi sağlanır. Eğitilen algoritmalarda model oluşturulur ve belirli bir görevi yerine getirir. 1950'lerden bu yana makine öğrenmesi alanına olan ilgi artarak devam etmektedir. Bu çabalar makinelerden daha yüksek beklentilere yol açmaktadır. Derin öğrenme bu beklentiler yönünde ortaya çıkan bir girişimdir. Derin öğrenme, makine öğreniminin bir alt alanı olarak kabul edilmektedir (bkz. Şekil 4) (Shinde ve Snah, 2018: 1; Shahzad, 2022: 103).



Şekil 4. Yapay zekâ alt alanları (Shahzad, 2022'den uyarlamıştır)

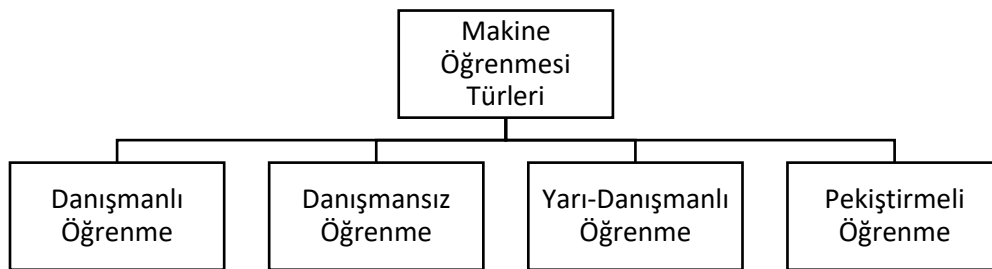
(i) Makine Öğrenmesi

Makine öğrenimi terimi ilk olarak yapay zekâ alanının öncü isimlerinden Arthur Samuel (1959) tarafından ortaya atılmıştır. Makine öğrenimi, insan zekasını taklit edebilen bilgisayar algoritmaları geliştirme teknolojisidir. Makine öğrenmesinin amacı verilerden öğrenmektir. Veri miktarının artmasıyla beraber makine öğrenmesinin başarımı ve makine öğrenmesine olan talep artmaktadır. Günümüzde birçok endüstri makine öğrenmesine yoğun ilgi göstermektedir. Makinelerin açıkça programlanmadan kendi kendilerine öğrenmelerini sağlamak için birçok çalışma yapılmaktadır (Naqa ve Murphy, 2015: 5; Mahesh, 2020: 381).

Makine öğrenmesinin hem mühendislik bilimi hem de sosyal bilim yönleri vardır. Veri yapıları, algoritmalar, olasılık ve istatistik, bilgi ve kontrol teorisi gibi mühendislik

bilimi alanından, psikoloji ve felsefe gibi sosyal bilim alanından gelen fikirlerden yararlanır (Naqa ve Murphy, 2015: 5-7). Yapay zekâ kapsamında makine öğrenmesi, örüntü tanıma, bilgisayarlı görü, konuşma tanıma, doğal dil işleme, robot kontrolü ve diğer uygulamalar için yazılım geliştirmede tercih edilen bir yöntem olmaktadır (Jordan ve Mitchell, 2015: 255). Makine öğrenimin çeşitli uygulama alanları bulunmaktadır. Bilgisayarlı görü alanında nesne tanıma, nesne algılama ve nesne işlemede kullanılmaktadır. Metin sınıflandırma, belge sınıflandırma, tıbbi teşhis ve saldırı tahmini gibi sınıflandırma, analiz ve önerilerden oluşan uygulama alanları bulunmaktadır. Makine öğreniminin uygulandığı bir diğer alan ise doğal dil işleme ve anlamsal analizdir. Anlamsal analiz, paragraflardan, cümlelerden, kelimelerden sözdizimsel yapıları bir bütün olarak yazı düzeyiyle ilişkilendirme sürecidir. Doğal dil işleme, insanların kullandığı doğal dili bilgisayarların anlayabileceği şekilde işlemek için kullanılan bir teknolojidir (Shinde ve Snah, 2018: 2).

Makine öğrenmesi, probleme ve mevcut verilerin durumuna göre Şekil 5'te gösterildiği gibi Danışmanlı Öğrenme, Danışmansız Öğrenme, Yarı Danışmanlı Öğrenme ve Pekiştirmeli Öğrenme olarak dört gruba ayrılmaktadır.



Şekil 5. Makine Öğrenme Türleri

Danışmanlı öğrenme, girdi ve çıktı değişkenleri bilinen etiketli veri kümesi örneklerinden bilinmeyen çıktıyı tahmin etmek için kullanılır. Danışmanlı öğrenmede amaç eğitim setinden bir tür örüntü öğrenip bunları tahmin veya sınıflandırma için test veri setine uygulanmasıdır. Veri kümesi eğitim ve test veri kümesine ayrılır. Danışmanlı makine öğrenimi algoritmaları, eğitim örneğinden oluşan etiketli eğitim verilerinden bir fonksiyon çıkarır. Oluşan model test veri setine uygulanır (Naqa ve Murphy, 2015: 7; Mahesh, 2020: 381). Denetimli makine öğrenimi sınıflandırma ve regresyon algoritmaları olarak sınıflandırılabilir. Sınıflandırma algoritmaları, veri setinde “evet-hayır”, “kadın-erkek” gibi verilerde bulunan kategorileri tahmin eder. Sınıflandırma algoritmaları her bir girdiyi doğru sınıfa atayarak girdi verisi için en uygun sınıfı ortaya çıkarmayı amaçlar. Yapay Sinir Ağları, Karar Ağaçları, Destek Vektör Makineleri, Lojistik Regresyon bazı

sınıflandırma algoritmalarıdır. Regresyon algoritmaları ise girdi ve çıktı değişkenleri arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu regresyon problemlerini çözmek için kullanılır. Regresyon algoritmaları, eğitim veri kümesindeki noktalara uyan en iyi fonksiyonu ortaya çıkarmaya çalışır. Doğrusal Regresyon, Çoklu Doğrusal Regresyon ve Polinom Regresyon bu algoritmalarından bazılarıdır. Danışmanlı öğrenmenin görüntü segmentasyonu, tıbbi teşhis, dolandırıcılık tespiti, spam algılama ve konuşma tanıma gibi uygulamaları vardır (Nassif vd., 2019: 19148).

Danışmansız öğrenme, öğrenme sisteminin önceden var olan herhangi bir etiket olmadan örüntüleri tespit etmesi gerektiğinde gerçekleşir. Denetimsiz öğrenme algoritmaları etiketlenmemiş veri kümesi kullanılarak eğitilir ve herhangi bir denetim olmadan çıktıyı tahmin eder. Danışmansız öğrenme algoritmasının temel amacı sınıflandırılmamış veri kümesini benzerliklere, örüntülere ve farklılıklara göre gruplandırmak veya kategorilere ayırmaktır. Algoritmalar, verilerdeki örüntüleri keşfeder. Yeni veri eklendiğinde verinin sınıfını bulmak için daha önce öğrenilen özellikleri kullanır (Mahesh, 2020: 383; Janiesch, 2021: 687). Danışmansız öğrenme algoritmaları kümeleme, boyut indirgeme ve anomali tespiti olarak üç ana kategoriye ayrılabilir. Kümeleme algoritmaları verileri en fazla benzerliğe sahip veriler bir grupta kalacak ve diğer gruplardaki verilerle daha az benzerliğe sahip olacak veya hiç olmayacak şekilde bir kümede gruplar. K-Ortalama Kümeleme algoritması ve DBSCAN algoritması kümeleme algoritmalarına örnek olarak verilebilir. Boyut indirgeme tekniğinin amacı gereksiz verileri ortadan kaldırmak, depolama ve hesaplama ihtiyaçlarını azaltmak ve yalnızca birkaç özelliği dikkate alarak verilerin görselleştirilmesini basitleştirmektir. Temel Bileşen Analizi en iyi bilinen boyut indirgeme algoritmasıdır. Bir diğer danışmansız öğrenme algoritması da anomali tespit algoritmasıdır. Bu algoritma yeni veri örneğinin anormal olup olmadığını belirlemeye çalışır. Müşterilerin davranışlarına göre gruplandırmak, pazar sepet analizi, Web kullanım madenciliği ve öneri sistemleri danışmansız öğrenme tekniklerinin uygulandığı bazı örneklerdir (Nassif vd., 2019: 19149; Moubayed vd., 2018: 39128-39129).

Yarı danışmanlı öğrenme, verilerin bir kısmının etiketlendiği ve etiketli kısmın etiketsiz kısımdan çıkarım yapmak için kullanıldığı bir makine öğrenmesi yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda, öğrenme algoritmasını eğitmek için hem danışmanlı hem de danışmansız öğrenme teknikleri kullanılır (Naqa ve Murphy, 2015: 7). Başlangıçta, benzer veriler danışmansız bir öğrenme algoritması ile kümelendir ve daha sonra etiketsiz veriler etiketli verilere dönüştürülür. Gerçek hayattaki birçok öğrenme problemi yarı danışmanlı

öğrenme problemi olarak ele alınabilir. Bunun nedeni çok az miktarda etiketli veri ve büyük miktarda etiketsiz veri kullandığı için yarı danışmanlı yöntemin daha az insan müdahalesi gerektirmesidir (Nassif vd., 2019: 19149). Bu yöntem az da olsa etiketli verinin olduğu durumlarda başarımın artması amacıyla kullanılmaktadır (Mahesh, 2020: 384). Kendi Kendini Eğitim [Self-training] ve Düşük Yoğunluklu Ayırma [Low Density Separation] gibi teknikler yarı danışmanlı öğrenme yaklaşımında sıklıkla kullanılmaktadır.

Pekiştirmeli öğrenme modelinde bir yapay zekâ ajanı algılama ve eylem yoluyla çevresine bağlanır. Ajan harekete geçerek, deneyimlerden öğrenerek ve performansını iyileştirerek çevresini otomatik olarak keşfettiği geri bildirim dayalı bir süreç üzerinde çalışır. Ajan, her iyi eylem için ödüllendirilir. Pekiştirmeli öğrenmede, denetimli öğrenme gibi etiketli veriler yoktur. Öğrenme deneyim yoluyla sağlanır. Pekiştirmeli öğrenme ajanının amacı, ödülleri en üst düzeye çıkarmaktır. Bu nedenle en yüksek ödüllü eylemleri keşfetmek için deneme-yanılma yöntemi kullanılır. Alınan karar genellikle sadece anlık ödülü değil sonraki ödülleri de etkiler. Deneme-yanılma ve gecikmeli ödül özellikleri pekiştirmeli öğrenmenin en ayırt edici iki özelliğidir (Moubayed vd., 2018: 39132).

Pekiştirmeli öğrenme, daha yaygın olarak kullanılan danışmanlı öğrenme probleminden farklıdır. En önemli fark, girdi ve çıktı eşlemelerinin olmamasıdır. Bunun yerine yapay zekâ ajanı bir eylem seçtikten sonra ara ödülü ve sonraki durumu öğrenir. Fakat uzun vadeli ödüllerin hangi eylemi gerektirdiğini bilemez. Ajanın en iyi şekilde hareket edebilmesi için olası durumlar, eylemler, geçişler ve ödülleri hakkında deneyim kazanması gerekir (Kaelbling vd., 1996: 239). Pekiştirmeli öğrenme, çalışma şekli gereği oyun teorisi, yöneylem araştırmaları, bilgi teorisi, çok etmenli sistemler gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Dinamik Programlama [Dynamic Programming] ve Monte Carlo Yöntemi en bilinen pekiştirmeli öğrenme algoritmalarıdır.

(ii) Derin Öğrenme

Derin öğrenme, makine öğreniminin bir alt kümesidir. Derin öğrenme teknolojisi, yapay sinir ağı sistemi üzerinde çalışır. Çok sayıda katman ve parametreye sahip bir yapay sinir ağları üzerinde gerçekleştirilen işlemler derin öğrenme başlığı altında incelenmektedir. Bu tür ağlar derin sinir ağları olarak da adlandırılmaktadır. Derin öğrenme büyük veriden bilgi elde etmek için uygundur (Shinde ve Snah, 2018: 3). Derin öğrenme süreci eğitim ve çıkarım aşaması olarak adlandırılan iki aşamada incelenir. Eğitim aşaması, büyük miktarda verinin etiketlenmesini ve eşleşen özelliklerinin belirlenmesini içerirken çıkarım aşaması, önceki bilgileri kullanarak sonuç çıkarma ve

yeni verileri etiketleme ile ilgilenir (Dargan vd., 2020: 1072). Derin Sinir Ağları [Deep Neural Networks], Evrişimsel Sinir Ağları [Convolutional Neural Networks], Derin İnanç Ağları [Deep Belief Networks] ve LSTM [Long Short Term Memory] ağları derin öğrenme teknikleridir.

Derin öğrenme, yapay zekâ alanındaki sorunları çözmeye büyük ilerlemeler kaydetmektedir. Derin öğrenme büyük verideki karmaşık yapıları keşfetmede oldukça başarılıdır. Bu nedenle derin öğrenme algoritmaları birçok farklı uygulama alanında kullanılabilirler. Bu kullanım alanları arasında görüntü ve video tanıma, oyun oynama, robotik ve otonom araçlar sayılabilir. Ayrıca derin öğrenme çeşitli konu sınıflandırması, duygu analizi, soru cevaplama ve dil çevirisi gibi doğal dil işleme alanında başarılı sonuçlar üretmektedir (LeCun vd., 2015: 436).

Derin öğrenme algoritmaları, büyük veri kümelerindeki örüntüleri otomatik olarak keşfederek, bu örüntülerin temsillerini öğrenirler. Bu temsiller, verilerin daha kolay işlenmesini ve anlaşılmasını sağlar. Derin öğrenme algoritmaları, bu temsilleri öğrenmek için genellikle çok katmanlı sinir ağları kullanırlar. Bu algoritmaların başarılı bir şekilde kullanılması için genellikle büyük miktarda veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Derin öğrenme aslında yapay zekâyâ doğru atılmış önemli bir adımdır. Yalnızca yapay zekâ görevleri için uygun olan karmaşık veri temsilleri sağlamakla kalmaz aynı zamanda makineleri insan bilgisinden bağımsız hale getirir (Najafabadi vd., 2015: 21).

2.2.2. Yapay Zekâ ve Bilgi Yönetimi

Yapay zekâ, bilgisayarlar ve makineler için öğrenmeyi mümkün kılan araçlar ve mekanizmalar sunar. Bu araçlar, makinelerin öğrenmesini, yorumlamasını ve görevleri yerine getirmek için bilgiyi kullanmasını sağlar. Ayrıca, bireylerin değerlendirebileceği bilgiyi kullanarak karar verme sürecini geliştirir. Bilgi Yönetimi, bilginin anlaşılmasını kolaylaştırırken yapay zekâ da bilgiyi hayal gücünün ötesinde bir şekilde genişletme, kullanma, yaratma ve keşfetme yeteneği sağlar (Liebowitz, 2001: 1). Bu bağlamda yapay zekânın bilgi yönetimi alanındaki uygulamalarını incelemek önemlidir.

Yirminci yüzyılın ortalarından bu yana yapay zekâ tarihinde yükseliş, durgunluk ve hatta düşüşler olmuştur. 1970'lerde uzman sistemler ve bilgi tabanlı sistemler ortaya çıkmıştır. Klasik olarak adlandırılan ilk bilgi tabanlı sistemlerin (DENDRAL, MYCIN ve PROSPECTOL) ortaya çıkışından bu yana 40 yıldan fazla süre geçmiştir ancak sistemlerin mimarisi çok fazla değişmemiştir. Bu sistemler, belirli bir uzmanlık

alanındaki bilgiyi temsil etmek için kullanılır ve bu bilgi kurallar ve örnekler şeklinde programlanmıştır. Kural tabanlı uzman sistemlerin uygulanmasında birçok zorlukla karşılaşmıştır. Tüm uzmanlıkları kapsamak için çok sayıda kurallı bilgiye ihtiyaç duyulması gibi sınırlamaları bulunmaktadır. Araştırmacılar bu sınırlılıkları aşmak için yapay zekâ teknikleri geliştirmeye başlamışlardır. Durum tabanlı çıkarsama [case-based reasoning], mevcut problemleri çözmek için daha önce çözülen benzer problemlerin çözümlerinden yararlanan bir yapay zekâ yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, özellikle daha önce programlanmamış uzmanlık alanlarına uygun olabilir ve bu nedenle daha esnek bir yaklaşım olarak kabul edilir. 1980'lerden bu yana durum tabanlı çıkarsama daha fazla ilgi çekmektedir (Avdeenko vd., 2016: 197-198).

Anshari vd. (2023)'e göre genel olarak makine öğrenimi, yapay zekâ ve bilgi yönetimi üzerine yapılan araştırmaların geçmişi 1989 yılına kadar uzanmaktadır. Son yıllarda artan İnternet kullanımı ve akıllı mobil cihazların yaygınlaşması, büyük veri olgusu üzerindeki etkiyi artırmıştır. Birçok kuruluşun özellikle karar alma sürecinde değer üretmek için büyük veriden yararlanma konusunda farkındalığı artmıştır. Yapay zekâ teknolojileri alanındaki gelişmeler karar verme süreçlerinin otomasyonunu kolaylaştırmaktadır. Buna ek olarak sürekli geliştirilmekte olan makine öğrenimi algoritmaları, karar verme sürecini daha hassas hale getirmekte ve yüksek doğruluk seviyelerine ulaştırmaktadır (Anshari vd., 2023: 6).

Yapay zekânın bilgi yönetimi alanında kullanımına ilişkin son 30 yılda pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Örneğin, Avdeenko vd. (2016) yapmış olduğu çalışmada çeşitli organizasyon türlerindeki bilgi yönetim sistemlerinde bilginin örtük formdan açık forma ve tersine geçişini kolaylaştıran bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşım yapay zekâ algoritmaları temelinde bilginin bir bilgi temsil modelinden diğerine dönüştürülmesine dayanmaktadır. Bu çalışmada bilginin kural tabanlı modelden durum tabanlı modele dönüştürülmesi için çeşitli yöntemler önerilmektedir.

Anshari vd. (2023) bilgi, makine öğrenmesi, yapay zekâ ve büyük verinin kesişimi üzerine sistematik bir literatür incelemesi yapmıştır. Araştırmacılar makine öğrenmesinin büyük veriden geniş kapsamlı bilgi çıkarmaya olanak sağladığını, insanların bu büyüklükteki verileri makineler olmadan incelemelerinin ve bilgi çıkarmalarının neredeyse imkânsız olduğunu öne sürmüşlerdir. Makine öğrenimi sayesinde oluşturulan bilgi yönetim sistemleri, mevcut genel bilgiyi kullanarak bir bilgi zekâsı platformu haline gelebilir. Bu çalışmanın bulgularına göre bilgi yönetiminde makine öğrenimini kullanan kuruluşlar hızlı karar alma, inovasyonun teşvik edilmesi, yeni bilginin yaratılması,

gelişmiş müşteri hizmetleri, bilgi yönetiminin organizasyonu ve bilginin paylaşılması konularında güçlü ve rekabetçi hale gelmektedir.

Yapay zekâ sistemleri kuruluşlar içerisinde bilginin yaratılmasını, depolanmasını, paylaşılmasını ve uygulanmasını geliştirerek bilgi yönetimi süreçlerini iyileştirme potansiyelini göstermektedir. Jarrahi vd. (2023) bilgi yönetimi süreçlerinde potansiyel yapay zekâ uygulamalarından bahsetmiştir. *Bilgi yaratma süreci* her zaman sıfırdan bilgi yaratılmasını içermemektedir. Mevcut veri setinde daha önce bilinmeyen verilerdeki kalıpları bulmak için yapay zekâ teknikleri kullanılabilir. Kendi kendine öğrenme ve veri analizi yoluyla tahmine dayalı modeller geliştirilerek büyük veriden yeni bilgiler elde edilmesi mümkündür. Yapay zekâ, geçmiş verilere ve müşteri davranışlarına dayalı olarak satış olasılıklarının tahmin edilmesi ve müşteri ilişkileri yönetimi veritabanlarındaki kayıtları içeren veri setlerinden bilinmeyen ve beklenmedik bağlantıları bulmalarına yardımcı olabilir. *Bilgi depolama ve erişim sürecinde* yapay zekâ destekli bilgi yönetim sistemleri açık bilginin toplanması, sınıflandırılması, düzenlenmesi, depolanması ve bilgiye erişim konularında yardımcı olur. Yapay zekâ teknikleriyle e-posta, sohbet ve sosyal medya gibi çoklu içerik ve iletişim kanalları analiz edilip filtrelenerek ihtiyaç duyulan bilgiye kolayca erişilebilir. *Bilgi paylaşımı* sürecinde de yapay zekâ etkili olarak kullanılmaktadır. Yapay zekâ destekli sosyal ağ analizi araçlarını kullanarak zayıf bağları ve ilişkileri teşvik ederek aynı konular üzerinde çalışan insanları birbirine bağlamak mümkündür. Bunun yanında yapay zekâ destekli bilgi paylaşım platformları işbirlikçi zekâyı artırmak ve paylaşılan kurumsal hafızayı işlevsel hale getirmek için de kullanılabilir. Yapay zekâ destekli sohbet robotları ve duygu analizi araçları kullanarak iletişim sistemlerinde geri bildirim ve akran değerlendirmesinin kolaylaştırılması da mümkündür. *Bilgi uygulaması* sürecinde yapay zekâ destekli öneri motorları kullanarak bilgi kaynaklarının aranması ve hazırlanması konusunda yardımcı olunabilir. Yapay zekâ destekli arayüzler aracılığıyla daha insan merkezli ve erişilebilir bilgi uygulamaları sağlanabilir (Jarrahi vd., 2023: 87-99).

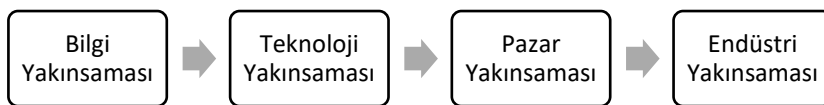
2.3. Yakınsama

Yakınsama, farklı öğelerin birleşerek ortak bir noktada buluşması veya farklı teknolojiler, cihazlar veya endüstrilerin birleşmesi olarak tanımlanır. Bu kavram biyoloji, meteoroloji ve matematikten siyasi ve sosyal bilimlere kadar birçok farklı alanda kullanılmakta ve

her alanda farklı anlamlarla uygulanmaktadır (Curran vd., 2010: 386; Curran ve Leker, 2011: 257).

Yakınsama, bilimsel bilgi, teknoloji, pazar veya endüstride birbirinden ayrı olan en az iki alan arasındaki sınırların bulanıklaşmasıdır. Yakınsama yoluyla önceki alanlar birleşerek yeni bir alan oluşur (Curran ve Leker, 2011: 258). Curran ve Leker (2011) çoğunlukla birbirinin yerine kullanılan yakınsama ve füzyon süreçleri arasındaki farkı ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu kavramları şu şekilde tanımlamıştır; "yakınsama, nesnelerin önceki ve ayrık noktalarından yeni ve ortak bir yere doğru hareket ettiği veya uzandığı bir süreci tanımlar" ve "füzyon, nesnelerin en az birinin aynı yerinde birbirleriyle birleşmeye başladığı bir süreci tanımlar" (Curran ve Leker, 2011: 258). Başka bir ifadeyle yakınsama, iki farklı nesnenin yeni bir alan yaratmak için değişmesi veya birbirleriyle etkileşime girmesi anlamına gelir. Füzyon ise nesnelere birinin diğeriyle aynı alanda birleşmesi anlamına gelir (Curran ve Leker, 2011: 258; Lee vd., 2015: 318). Bu tez çalışmasında, yapay zekâ ve bilgi yönetimi alanları arasındaki sınırların bulanıklaşması olgusu yakınsama olarak adlandırılacaktır.

Yakınsama yeni teknolojilerin ve bilimsel alanların ortaya çıkması ve gelişmesi sürecinde yer alan temel kavramlardan biridir. Bilgi yakınsaması, teknoloji yakınsaması ve endüstri yakınsaması dünya genelinde bilim insanları tarafından tartışılan bazı popüler yakınsama biçimleridir (Chan ve Miyazaki, 2015: 1503). Ayrıca, Hacklin vd. (2010) ile Curran vd. (2010) gibi araştırmacılar, yakınsamanın bir inovasyon süreci olduğunu ve Şekil 6'da gösterildiği gibi birlikte evrimsel ve sıralı bir perspektifte incelenebileceğini belirtmektedirler.



Şekil 6. Sıralı endüstriyel yakınsama süreci (Curran ve Leker, 2011'den uyarlanmıştır)

Bilgi yakınsaması, farklı bilimsel disiplinlerin birbirine yaklaşması ve bilgi akışının başlamasıyla gerçekleşir. Bilim alanları arasında mesafe azaldıktan sonra uygulamalı bilim ve teknoloji gelişimi de bu yönde ilerleyerek teknoloji yakınsamasına neden olur. Bu da yeni ürün-pazar kombinasyonları oluşturarak pazar yakınsamasını

tetikleyebilir. Son olarak endüstri yakınsaması, teknolojiler iyice bütünleştiğinde ve daha önce farklı alanlardan gelen uygulamalar yeni uygulama konseptlerinde birleştiğinde ortaya çıkar. Böylece süreç sıralı bir şekilde tamamlanmış olur (Curran ve Leker, 2011: 259; Chan ve Miyazaki, 2015: 1504). Bu tez çalışmasında bilgi ve teknoloji yakınsaması inceleneceği için bu yakınsamalara ait kavramsal çerçeve anlatılacaktır.

2.3.1. Bilgi Yakınsaması

Bilgi yakınsaması, en az iki farklı bilimsel disiplin arasındaki yakınsama sürecini ifade etmektedir (Hacklin vd., 2009: 725). Bilgi yakınsaması ortaya çıkabilecek teknolojilerin erken bir aşamada belirlenmesine yardımcı olabilir. Bundan dolayı bilgi yakınsaması teknoloji yakınsamasının ilk adımı olarak da kabul edilebilmektedir (Zhou vd., 2019). Hacklin vd. (2009) bilgi yakınsaması aşamasını “Bilgi yakınsaması, sektöre özgü bilgiyi izole eden yerleşik sınırların aşınmasına yol açan, daha önce ilişkilendirilmemiş ve farklı bilgi temelleri arasında tesadüfi ortak evrimsel yayılmanın ortaya çıkmasını ifade eder” şeklinde tanımlamaktadır.

İki farklı bilim alanı arasında bilgi akışının olması, bu alanlar arasında bilgi yakınsamasının başladığının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Zhou vd., 2019: 207). Bilim alanlarındaki yakınsamanın potansiyel göstergeleri bilimsel makalelerdeki ortak yazarlıklar, ortak atıflar, dergi konuları ve patent belgelerindeki patent dışı literatüre yapılan atıflardır (Karvonen ve Käss, 2013: 1096).

Xu vd. (2018), bilimsel alanlar arasındaki bilgi yayılımının incelenmesi için yazarlar tarafından oluşturulan anahtar kelimelerin de sıklıkla kullanıldığını belirtmektedir. Anahtar kelimeler belirli kavramları temsil etmek için kullanılan en küçük birimlerdir. Bu nedenle, doğrudan ve açık bir şekilde belirli bir alana ait kavramları temsil ederler. Ayrıca bir anahtar kelimenin farklı alanlarda veya dönemlerde kullanılması taşıdığı bilgiyi ve nasıl yayıldığını göstermektedir. Bu sayede disiplinler arası alan oluşumunun nasıl gerçekleştiği ve hangi faktörlerin bu oluşumu etkilediği daha iyi anlaşılabilir (Xu vd., 2018: 975). Bir diğer çalışmada ise Chan ve Miyazaki (2015) bulut bilişim ve büyük veri arasındaki bilgi yakınsamasını her iki alandaki bilimsel yayınların anahtar kelimelerini inceleyerek ortaya çıkarmışlardır.

Zhou vd. (2019)’un çalışmasında belirtildiği gibi, atıf ağı analizi büyük miktarda veri altında karmaşık bilgi akışını yansıtabilir ve bu, bilgi füzyonu sürecindeki bilgi akışını incelemek için etkili bir araç olabilir. Bu ağ, her bir makalenin diğer makalelere

yaptığı atıfların birleşimiyle oluşur ve bu sayede farklı disiplinlerdeki araştırmaların birbirleriyle olan ilişkileri ve etkileşimleri anlaşılabilir hale gelir. Bu nedenle araştırmacılar bilimsel yayın verilerine dayalı olarak bilimsel bilginin yakınsama sürecini ortaya çıkarmak için makale atıf ağını kullanmışlardır. Atıf ağındaki Kümelemeler kullanılarak bilimsel alanların değişimini gözlemlemişlerdir. Kümeler arasındaki değişimler yakınsama sürecindeki bilimsel bilginin evrimini göstermektedir. Bu çalışma, bilim alanları arasındaki değişimleri ve gelişmeleri anlamak için atıf ağının güçlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Duan ve Guan (2021), bilgi yakınsamasını tahmin etmek için güneş enerjisi alanına uygulamışlardır. Araştırmacılar 2008 yılından 2017 yılına kadar güneş enerjisi literatüründeki anahtar kelimeleri düğüm olarak alarak anahtar kelime ortak oluş ağları oluşturmuşlardır. Daha sonra bilgi yakınsamasının yapısını incelemek için bağlantı tahminini yöntemini uygulamışlardır. Bu yöntemle bilgi yakınsaması tahmin sonuçlarını elde etmişlerdir.

2.3.2. Teknoloji Yakınsaması

Teknoloji yakınsama kavramı ilk olarak Rosenberg (1963) tarafından “iki farklı endüstriyel sektörün ortak bir bilgi ve teknoloji temeli paylaşma süreci” olarak ortaya atılmıştır (Curran ve Leker, 2011: 257; Kim vd., 2019: 26). Hacklin vd. (2009) teknoloji yakınsaması aşamasını “Teknoloji yakınsaması, bilgi yakınsamasının teknolojik yenilik için bir potansiyele dönüşmesini ifade eder ve sektörler arası bilgi yayılımının yeni teknolojik kombinasyonları kolaylaştırmasına izin verir” şeklinde tanımlamaktadır.

Teknoloji yakınsaması genellikle yeni teknoloji alanları yaratmak için birden fazla teknoloji unsurunun bir araya getirilmesi olarak değerlendirilmektedir (Lee vd., 2015: 318). Kim vd. (2019) teknoloji yakınsamasının farklı teknolojilerin dinamik evriminin bir sonucu olarak da görülebileceğini düşünmektedir. Allarakhia ve Walsh (2012)’e göre yakınsama, farklı sektörlerin iş birliği yapmasını ve yenilikçi ürünlerin geliştirilmesini teşvik eder. Bu nedenle, şirketlerin farklı sektörlerdeki gelişmeleri takip etmeleri ve farklı teknolojileri birleştirmeleri gerekmektedir. Bu sayede, yenilikçi ürünler ve hizmetler sunarak rakiplerini geride bırakabilirler.

Teknoloji yakınsaması farklı ölçütlerle anlaşılabilir ve gözlemlenebilir. Bu ölçütler arasında ortak buluşlar, Standart Sanayi Sınıflandırması (SIC) ve Uluslararası Patent Sınıflandırması (IPC) kodlarındaki artan örtüşmeler ve ortak sınıflandırmalar ve

patent atıflarında bulunan bilgi yayımları yer almaktadır. Patentler, belirli bir teknoloji ve mevcut teknoloji eğilimleri üzerine sistematik bir analiz kolaylığı sağlar. Bu nedenle patent verileri genellikle teknoloji yakınsamanın bir göstergesi olarak kullanılır. Patentler teknoloji yakınsamasını izlemenin en kolay yolu olarak kabul edilir (Curran ve Leker, 2010: 388; Karvonen ve Käss, 2013: 1096).

Caviggiol (2016), patent verilerinin kullanımının endüstrilerin dönüşümü ve yeni teknolojik füzyonların ortaya çıkması hakkında yöneticilerin ve politika yapıcıların gelecekteki trendleri öngörmelerine yardımcı olabileceği belirtilmektedir. Ayrıca bu durum işletme stratejilerini geliştirmelerine ve yeni fırsatları keşfetmelerine de olanak tanır.

Lee vd. (2015), mevcutta var olmayan ancak gelecekte ortaya çıkma potansiyeli olan yakınsama ilişkilerini tahmin etmek için 1955 yılından 2011 yılına kadar olan dönemde dosyalanan patent verilerini kullanmışlardır. Patentlerde bulunan tüm IPC kodlarına birliktelik kuralı ve bağlantı tahminini yönetimlerini birlikte uygulayarak teknoloji yakınsamasını tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre sağlık alanının yakınsamanın merkezinde olduğunu göstermektedir.

Jeong vd. (2015) yapmış olduğu çalışmada, 1996-2010 yılları arasında KIPO patent ofisinde bulunan patent verilerini kullanarak teknoloji yakınsamasının durumunu araştırmışlardır. Ayrıca araştırmacılar ağ analizi kullanarak teknoloji yakınsamasının meydana geldiği teknoloji kombinasyonlarını tespit etmiş ve zaman içinde ağın değişimini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre teknoloji yakınsaması 2000'lerin başında yayılmaya başlamıştır ve istikrarlı bir şekilde büyümektedir. 2010 yılında yeni teknolojik inovasyonun %30'undan fazlası teknoloji yakınsamasından kaynaklanmaktadır. Gelecekte teknoloji yakınsamasının daha belirgin trend olacağı ve hükümetlerin, firmaların ve Ar-Ge kuruluşlarının teknoloji yakınsamasını teşvik etmeye yönelik girişimlerinin artacağını düşünmektedirler.

Kim vd. (2019), patent verilerini kullanarak basılı elektronik teknolojisindeki çekirdek teknolojilerin zaman içinde farklı ağ yapılarıyla nasıl geliştiğini ve teknolojik gelişimin farklı aşamalarında hangi çekirdek teknolojilerin yakınsama olgusunda önemli olduğunu araştırmışlardır. Bu çalışmada, temel teknolojiler beş kategoriye (cihaz, mürekkep, alt katman, devre ve kontrol) ayrılmış ve bu temel teknolojilerin birbiriyle nasıl etkileşimde bulunduğu incelenmiştir. Çalışma, basılı elektronik teknolojisi için kontrol teknolojisinin kilit bir rol oynadığını göstermektedir. Bu çalışmanın sonuçları farklı teknolojiler arasında yakınsama olgusunun olduğunu göstermektedir. Ancak

Çekirdek teknolojilerin veya bağlayıcı teknolojilerin zaman içinde değiştiği de gözlemlenmiştir. Bu araştırma, çekirdek teknolojilerin ve farklı teknolojiler arasındaki etkileşimlerin incelenerek teknoloji yakınsamasının nasıl gerçekleştiğinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE UYGULAMA

Bu bölümde araştırmada kullanılacak yöntemlere ilişkin temel bilgilere ve araştırmanın uygulama adımlarına yer almaktadır.

3.1. Araştırmada Kullanılacak Yöntemlere İlişkin Temel Bilgiler

3.1.1. Ağ Analizi

Ağlar, varlıkların birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren yapılardır. Ağda varlıklar düğüm, varlıklar arası ilişkiler ise bağlantı olarak adlandırılır. İnsanlar arasındaki tanıdıklık ilişkisi, web siteleri arasındaki bağlantılar, proteinler arasındaki ilişkiler ağlara örnek olarak gösterilebilir. Ağ kavramı pek çok alandaki ilişkileri ve bu ilişkiler üzerinden olay ve olguları anlamak için kullanılmaktadır. Her bir alanda düğümlerle sembolize edilen varlıklar ve bağlantılarla sembolize edilen ilişkiler farklı olabilir. Örneğin finansal ağlar bankalar arasındaki varlık transfer ilişkilerini göstermek için kullanılabilir. Bu durumda ağdaki düğümler bankaları, düğümler arasındaki bağlantılar ise bankalar arasındaki varlık transferlerini sembolize etmek için kullanılır. Bilimsel alanların yapısının incelenmesi için oluşturulan kelime ya da yazar ortak oluş ağlarında ise düğümler makalelerin anahtar kelime ya da yazar bilgisini sembolize etmek için kullanılırken bağlantılar iki farklı kelime ya da yazarın aynı makalede birlikte bulunmasını temsil etmek için kullanılmaktadır (Özçınar, 2015: 44).

Günümüzde birçok gerçek dünya uygulamasından elde edilen veriler birbirine bağlı nesnelere oluşan bir ağ olarak temsil edilmektedir (Tabassum vd., 2018: 1). Bilgi çağının gelişi, gerçek dünya ağlarının temel özelliklerine olan ilginin artmasına neden olmuştur. Gelişen teknoloji ve artan hesaplama gücü sayesinde büyük veri setlerinin depolanması ve incelenmesi kolaylaşmıştır. Bu durum bilgiye ulaşmak için büyük ağlardan elde edilen verilerin sıklıkla kullanılmasına olanak sağlamıştır (Van Der Hofstad, 2009: 1).

Ağ araştırmaları, bir ağda insanların nasıl öğrendiklerini, fikir oluşturduklarını ve haber topladıklarını ya da hastalığın yayılması gibi konularda ağların özelliklerini anlamayı ve analiz etmeyi amaçlamaktadır. Son yıllarda, karmaşık ağların incelenmesi bilim dünyasında giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Bu tür ağlara örnek olarak telekomünikasyon ağları, sosyal etkileşim yoluyla birbirine bağlanmış insan toplulukları,

bilgisayarlar aracılığıyla veri bağlantılarıyla birbirine bağlanmış olan İnternet, bilim insanlarının birliktelik ve atıf ağları gibi örnekler verilebilir (Van Der Hofstad, 2009: 1; Newman, 2010: 2).

Ağ analizi, aktörler arasındaki ilişkilerin yapısal özelliklerini, bu yapıların nasıl oluştuğunu, nasıl işlediğini, nasıl değiştiğini inceleyen farklı disiplinler tarafından sıklıkla kullanılan bir analiz yöntemidir (Butts, 2008: 13). Ağ analizi yöntem ve teknikleri, aktörler arasındaki etkileşim örüntülerini keşfetmek amacıyla tasarlanmıştır. Dolayısıyla, ağ analizinin odak noktası aktörler arasında kurulan ilişkilerdir (Al-Taie ve Kadry, 2017: 11; Tabassum vd., 2018: 2).

Ağ analizi alanı büyümektedir ve sürekli olarak yeni yöntemler ve yaklaşımlar geliştirilmektedir (Butts, 2008: 13). Ağ analizi, birçok istatistiksel ölçüt kullanarak etkili, prestijli ve merkezi aktörleri belirlemek için kullanılır. Bu analiz, bağlantı analizi algoritmaları kullanarak merkezlerin ve otoritelerin belirlenmesine de olanak sağlar. Ayrıca, topluluk tespiti teknikleri kullanarak toplulukların keşfedilmesine ve bilginin ağda nasıl yayıldığının tespit edilmesine yardımcı olur (Tabassum vd., 2018: 18).

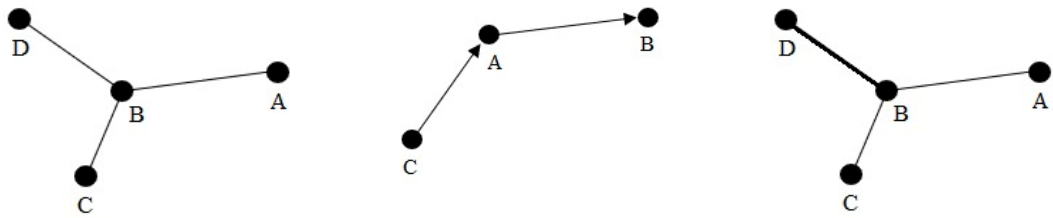
Ağ analizi, birçok alanda bilim adamları ve araştırmacılar tarafından başarıyla kullanılmaktadır. Bilgisayar bilimleri, ekonomi, antropoloji, biyoloji gibi birçok farklı disiplinde kullanılan ağ analizi, sağlık alanında hastalığın yayılmasının araştırılmasında, siber suçların tespitinde, iş trendlerinin tahmin edilmesinde, duygu analizinin etkisinin incelenmesinde kullanılmaktadır. Ağ analizi, bu alanlarda önemli bir rol oynamaktadır (Al-Taie ve Kadry, 2017: 74-75; Tabassum vd., 2018: 3-4).

3.1.1.1. Çizge Kuramı

Ağlar, matematiksel olarak çizge (graf) olarak temsil edilebilir. Ağların çizge olarak kavramsallaştırması ağdaki düğüm ve bağlantıların daha kolay anlaşılmasını sağlamaktadır. Bir $G(V, E)$ çizgesi, V köşeler kümesi (düğümler veya noktalar) ve E kenarlar kümesinden (bağlantılar veya çizgiler) oluşur (Borgatti vd., 2018: 21-22).

Çizge teorisinde düğümler arasındaki ilişkiyi temsil etmek için farklı çizge türleri bulunmaktadır. Şekil 7’de bazı çizge türleri gösterilmektedir. Çizgeler bağlantı şekline göre yönlü veya yönsüz olarak sınıflandırılabilir. Bir kenar, u ve v ’nin doğrudan bağlantılı olduğunu gösteren sırasız bir $\{u, v\} \in E$ çiftidir. Yönsüz bir ağda u doğrudan v ’ye bağlıysa, v de doğrudan u ’ya bağlıdır. Yönsüz ağlar, yönün mantıksal olarak her zaman karşılıklı olması gereken ilişkiler için kullanılır. Örnek olarak 'birlikte görüldü'

veya 'akrabadır' gibi ilişkilerin bulunduğu ağlar verilebilir. Yönlü ağlarda ise (u, v) kenarı mevcut olduğunda, ters kenarın (v, u) mevcut olması gerekmez. Yönlü ağlarda bağlantılar oklar gibidir ve yönleri vardır. Örneğin, düğümlerin web sayfalarını temsil ettiği ağda, (u, v) bağlantısında u web sayfasının v web sayfasına bir bağlantıya sahip olduğunu gösterir. Bu nedenle bu ağ yönlü bir ağdır (Van Der Hofstad, 2009: 2; Borgatti vd., 2018: 21-22). Bir diğer sınıflandırma ise bağlantıların ağırlıklılarına göre yapılır. Ağırlıklı çizge, bağlantılarında gerçek sayısal değerlerin bulunduğu çizgelerdir. Bu gerçek sayısal değerler, bağlantı maliyeti, uzunluk, kapasite, benzerlik, mesafe veya başka bir kavramı temsil edebilir (Al-Taie ve Kadry, 2017: 53).



a) Yönsüz Çizge

b) Yönlü Çizge

c) Yönsüz ve Ağırlıklı Çizge

Şekil 7. Çizge Türleri

Düğüm arasındaki ilişkiler matematiksel olarak komşuluk matrisiyle gösterilir. Bir A çizgesinin komşuluk matrisinde eğer i ve j Denklem 1 'deki gibi tanımlanabilir. Yönsüz çizgelerde her $\{i, j\} \in E$ bağlantısı için $\{j, i\} \in E$ olduğu için komşuluk matrisi simetriktir.

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } i \text{ ve } j \text{ düğümleri arasında bağlantı varsa} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases} \quad (1)$$

3.1.1.2. Ağ Analizinde Kullanılan Temel Kavramlar

3.1.1.2.1. Yoğunluk

Yoğunluk, bir ağın genel bağlantılılık düzeyinin göstergesidir. Eğer bir ağda her düğüm diğer düğümlere doğrudan bağlıysa tam ağ olarak tanımlanır. Bir ağın yoğunluğu, aynı sayıda düğüme sahip tam bir ağda bağlantı sayısının düğüm sayısına bölünmesi olarak tanımlanır (Otte ve Rousseau, 2002: 442). Yoğunluk değerleri sıfır ile bir arasında değişir. Yoğunluk değeri Denklem 2 ile hesaplanabilmektedir.

$$D(G) = \frac{2m}{n(n-1)} \quad (2)$$

Burada D yoğunluğu, G çizgeyi, m bağlantı sayısını, n düğüm sayısını göstermektedir.

3.1.1.2.2. Kümeleme Katsayısı

Kümeleme katsayısı, düğümlerin bir ağda ne kadar yoğun alt ağlar oluşturma eğiliminde olduklarının bir ölçüsüdür. Kümeleme katsayısı 0 ile 1 arasında değer alır. Sosyal ağlar için bu ölçüt tek bir kişinin iki arkadaşının aynı zamanda arkadaş olma olasılığı olarak yorumlanabilir (Al-Taie ve Kadry, 2017: 21-22). Yerel (düğüm) kümeleme katsayısı Denklem 3'teki gibi hesaplanır:

$$C_i = \frac{2T(i)}{K_i(k_i-1)} \quad (3)$$

Burada C kümeleme katsayısı, $T(i)$ i düğümüne sahip üçgenlerinin sayısı, $K_i(k_i-1)$ i düğümünün komşularındaki olası maksimum bağlantı sayısını göstermektedir.

Yüksek C değeri, ağın bir küme oluşturmak için yerel olarak iyi bağlandığı anlamına gelir. Ortalama kümeleme katsayısı, tüm düğümler için hesaplanan kümeleme katsayısının ortalamasını ifade eder.

3.1.1.2.3. Derece Merkeziliği

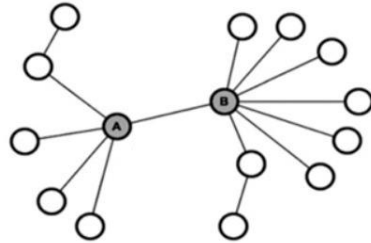
Derece merkeziliği, bir ağdaki düğümlerin ne kadar çok kenara sahip olduğunu ölçerek bir düğümün merkezi olma derecesini belirleyen bir merkezilik ölçütüdür. Bir düğümün derecesi, o düğüme bağlı olan kenarların sayısıdır. Derece merkeziliği basit bir merkezilik ölçüsü olmasına rağmen sosyal ağlarda etki, bilgiye daha fazla erişim veya daha fazla prestije sahip olmak gibi önemli faktörleri açıklamak için yararlı bir ölçüttür (Newman, 2010: 169). Örneğin, bir arkadaşlık ağındaki derece merkeziliği bir düğümün sahip olduğu arkadaş sayısını ifade eder. Yüksek dereceli düğümler ağda oldukça görünürdür ve genellikle önemli olarak kabul edilir (Borgatti vd., 2018: 177-178).

Derece merkeziliği Denklem 4 ile hesaplanabilmektedir.

$$d_i = \sum_j x_{ij} \quad (4)$$

Burada d_i i düğümünün derece merkeziliği, x_{ij} i ve j düğümleri arasında bağlantı var ise 1, bağlantı yok ise 0 göstermektedir.

Şekil 8’de A düğümü ve B düğümünün konumu gösterilmektedir. A düğümünün derece merkeziliği 5 iken B düğümünün derece merkeziliği 8’dir.



Şekil 8. Düğümlerin Derece Merkeziliği (Al-Taie ve Kadry, 2017’den uyarlanmıştır)

3.1.1.2.4. Arasındalık Merkeziliği

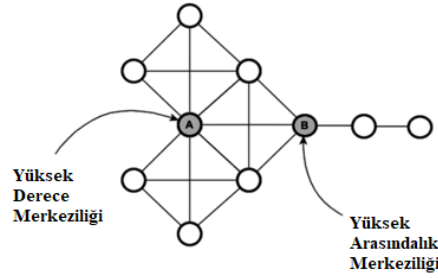
Arasındalık merkeziliği (Freeman, 1979), belirli bir düğümün farklı düğüm çiftleri arasındaki en kısa yolda ne sıklıkta bulunduğu bir ölçütüdür. Başka bir deyişle belirli bir odak düğüm için bu odak düğüm dışındaki her bir düğüm çifti için, birinden diğerine giden en kısa yolların (jeodezik mesafe) ne kadarının odak düğümünden geçtiği hesaplanır. Bu hesaplamalar tüm çiftler için toplanır ve ağdaki her düğüm için tek bir değer elde edilir. j düğümünün arasındalık merkeziliği Denklem 5’te gösterilen formül ile hesaplanır (Borgatti vd., 2018: 185).

$$b_j = \sum_{i < k} \frac{g_{ijk}}{g_{ik}} \quad (5)$$

Burada g_{ijk} , i ve k 'yı j üzerinden bağlayan en kısa yolların sayısı, g_{ik} , i ve k 'yı bağlayan toplam en kısa yol sayısını göstermektedir.

Yüksek arasındalık merkeziliğine sahip düğümler, diğer düğümler arasındaki bilgi geçişini kontrol etme gücüne sahiptirler. Bu sayede yer aldıkları ağ içinde önemli roller oynayabilirler. Bunun yanı sıra, en yüksek arasındalık merkeziliğine sahip düğümler ağdan çıkarıldığında diğer düğümler arasındaki iletişim büyük ölçüde bozulabilir ve ağın işlevselliği azalabilir (Newman, 2010: 186). Şekil 9’a göre A düğümü, ağın birçok düğümüyle bağlantılı olduğu için yüksek derece merkeziliği değerine sahiptir. B düğümü ise ağın iki farklı bölümünü birbirine bağladığı için yüksek arasındalık değerine sahiptir.

Grafiğin sağ bölümündeki ve sol bölümündeki düğümler arasındaki iletişimler B düğümünden geçmektedir (Al-Taie ve Kadry, 2017: 23).



Şekil 9. Düğümlerin Arasındalık Merkeziliği (Al-Taie ve Kadry, 2017: 12)

3.1.1.2.5. Ortak Oluş Ağları

Ortak oluş ağları farklı aktörlerin birlikte yer aldığı olayların bu aktörlerin birbirleriyle ilişkisini tanımladığı ağlardır. Ortak oluş ağlarında iki aktörün bir olay ya da durumda birlikte bulunma sayısı benzerliklerinin bir ölçütü olarak kabul edilir ve aktörler arasındaki bağlantının ağırlığı ortak oluş sayısı ile ifade edilir.

(i) *Anahtar Kelime Ortak Oluş Ağı*

Anahtar kelime ortak oluş ağı, bir veri kümesindeki çalışmalarda yer alan yazarlar tarafından belirlenen anahtar kelimelerden oluşur. Bu anahtar kelimeler, bir yayın içinde birlikte kullanıldıklarında aralarında bağlantı kurarlar ve bu bağlantılar, ağın düğümleri arasındaki ilişkiyi ifade eder (Choudhury ve Uddin, 2016). Anahtar kelime çiftini oluşturan kelimelerin farklı bilimsel alanları temsil ediyor olması, anahtar kelimelerin temsil ettiği bilimsel alanlar arasında bilgi akışının gerçekleştiği biçiminde yorumlanabilir. Anahtar kelime ortak oluş ağları bilimsel yayınlarda çeşitli bilimsel kavramlar arasındaki ilişkileri incelemek için sıklıkla kullanılmaktadır (Choudhury ve Uddin, 2016).

Anahtar kelimelerden oluşan ağdaki düğümler kümesi $V = \{v_1, v_2, \dots, v_i\}$ şeklinde gösterilmektedir. Ağın matematiksel ifadesi Denklem 6'da gösterilen K komşuluk matrisi olarak tanımlanabilir. K matrisinin her bir elemanı, V kümesindeki tüm anahtar sözcükler arasındaki ortak oluş sayısını gösterir (Duan ve Guan, 2021).

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & \dots & k_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k_{i1} & \dots & k_{ij} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$k_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{eğer kelime } i \text{ ve kelime } j \text{ aynı anda birlikte bulunmuyorsa} \\ m, & \text{eğer kelime } i \text{ ve kelime } j \text{ aynı anda } m \text{ yayında bulunuyorsa} \end{cases}$$

(ii) **Patent IPC Ortak Oluş Ağı**

Patentler, teknolojilerin yasal olarak korunmasına yöneliktir. Bu nedenle patentlerin sınıflandırılması teknolojilere veya belirli teknolojileri kullanan ürünlere dayanmaktadır. Bu sınıflandırmalar genellikle belirli patent sınıflandırmalarının sistematikliğini takip eder (Schmoch, 2008: 2). WIPO tarafından oluşturulan IPC çoğu patent ofisi tarafından evrensel ve resmi olarak temsili bir taksonomi olarak kullanılmaktadır (Jeong vd., 2015: 847). Sınıflandırma kodları, patentin oluşturulmasına yardımcı olan disiplin bilgisini temsil edebilir. Bir patentte iki IPC kodu bulunması bu patentin IPC kodlarının temsil ettiği iki disiplinden bilgi içerdiği anlamına gelmektedir (Feng vd., 2020: 3).

Bir patent ağı, IPC kodları olarak adlandırılan bir dizi düğüm ve bu düğümler arasındaki bağlantılar olarak tanımlanır. Bu ağ, ağırlıklı bir ağ olarak adlandırılır. Aynı patentte birden fazla IPC kodunun bulunması bu IPC kodları arasında bir ilişki olduğunu gösterir. İki farklı IPC kodunun birlikte bulunduğu patent sayısı arttıkça bu IPC kodlarının temsil ettiği teknoloji alanları arasında yakınsama yaşandığı öne sürülebilir (Jung vd., 2021: 5). IPC kodlarının ortak oluş ilişkileri kullanılarak incelenen teknoloji alanlarındaki patentler için IPC ortak oluş ağı oluşturulabilir (He vd., 2022: 5).

Her patentin IPC kodları ayrı bir satır vektörü oluşturur ve birden fazla patentin IPC kodları iki boyutlu bir dizi oluşturur. Her bir satır vektörünün bilgilerine dayanarak komşuluk matrisi oluşturulabilir (He vd., 2022: 5). Denklem 7’de gösterilen K komşuluk matrisinde k_{ij} elemanı, IPC_i ve IPC_j kodlarının bir patentte aynı anda görünme sayısını temsil eder.

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & \cdots & k_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k_{i1} & \cdots & k_{ij} \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$k_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{eğer } IPC_i \text{ ve } IPC_j \text{ aynı anda birlikte bulunmuyorsa} \\ m, & \text{eğer } IPC_i \text{ ve } IPC_j \text{ aynı anda } m \text{ patentte bulunuyorsa} \end{cases}$$

3.1.1.2.6. Topluluk Tespiti

Sosyal ağlar topluluk yapısı gösterme eğilimindedirler. Bu özellik genellikle bir ağda bağlantı dağılımının hem küresel hem de yerel heterojenliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu nedenle genellikle ağın topluluk olarak adlandırılan belirli bölgelerinde yüksek yoğunlukta bağlantılar ve bu bölgeler arasında düşük yoğunlukta bağlantılar bulunur. Bu topluluklar modüller veya kümeler olarak da tanımlanır (Fortunato, 2010: 77; Tabassum vd., 2018: 18). Toplulukların belirlenmesi ağın nasıl organize edildiği hakkında fikir verebilir (Fortunato ve Hric, 2016: 2).

Kümeler veya modüller olarak da adlandırılan topluluklar, ortak özellikleri paylaşan ve/veya ağ içerisinde benzer rollerde bulunan düğüm gruplarıdır (Fortunato, 2010: 77). Topluluk yapısının kesin bir matematiksel tanımı olmasa da Girvan ve Newman (2004) tarafından önerilen modülerlik metriği, bir ağdaki topluluk yapısını ölçmek için en çok kullanılan ve en iyi bilinen fonksiyonlardan biridir (Que vd., 2015: 28).

Literatürde topluluk tespiti için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerinden biri Blondel vd. (2008) tarafından önerilen Louvain yöntemidir. Bu algoritma, hızlı yakınsama özellikleri, yüksek modülerlik ve nispeten yüksek çıktı kalitesi nedeniyle birçok uygulama alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Louvain yöntemi iteratiftir ve birden fazla aşamadan oluşur. Her aşama, yakınsama sağlanana kadar bir dizi iterasyon için çalışır. Başlangıçta, her bir düğüm ayrı bir topluluğa atanır. Her iterasyonda belirli bir v düğümü için, v 'nin komşu topluluklarının her birine taşınmasıyla sonuçlanacak modülerlik kazancı hesaplanır. Bu kazancın maksimum değeri pozitifse, v mevcut topluluğundan o topluluğa taşınır. Aşama, birbirini takip eden iki iterasyon arasındaki modülerlik kazancı kullanıcı tarafından belirlenen bir eşiğin altına düşene kadar devam eder. Topluluklar kararlı hale geldiğinde algoritma durur. Louvain algoritması tipik olarak çok hızlı bir şekilde yakınsar ve toplulukları sadece birkaç yinelemede belirleyebilir (Que vd., 2015: 28; Ghosh vd., 2018: 885-887).

3.1.2. Bağlantı Tahmini

Ağlar dinamik bir yapıya sahiptir. Ağın yapısında yeni etkileşimlerin ortaya çıkması ağın yapısının hızlı bir biçimde değişmesine neden olur. Bu bağlamda ağın zaman geçtikçe nasıl değişeceğini tahmin edebilmek önemlidir. Bağlantı tahmini bu durumu ele alır ve

değişen bir ağdaki bir sonraki dönemde ortaya çıkabilecek olan bağlantıları tahmin etmeyi amaçlar (Liben-Nowell ve Kleinberg, 2003: 1019).

Bağlantı tahmini birçok alanda uygulanmaktadır. İçerik ve arkadaşlık öneri sistemlerinde (Jalili vd., 2017; Schafer vd., 2007; Wu vd., 2013), biyoloji alanında protein-protein etkileşim ağında yer alan protein çiftleri arasındaki oluşabilecek etkileşimleri bulmak için (Iakovidou vd., 2010; Lei ve Ruan, 2013; Qi vd., 2006), hiperlink bağlantı tahmininde (Zhang vd., 2018), ortak yazarlık ağlarında gelecekte işbirliği içerisinde olacak yazarların tahmin edilmesinde (Pavlov ve Ichise, 2007; Wohlfarth ve Ichise, 2008), suç ve saldırı ağlarında suç eylemlerinin tahmininde (Desmarais ve Cranmer, 2013; Xu ve Chen, 2008), daha iyi pazarlama planları elde etmek için pazar ağlarında (Richardson vande Domingos, 2002), potansiyel ticaret ağlarının tahmininde (Guan vd., 2016) kullanılmaktadır.

Her düğümün bir varlığı temsil ettiği ve her bağlantının bağlı varlık çifti arasındaki etkileşimi temsil ettiği t zamanında yönsüz bir ağın anlık görüntüsü alındığında, bağlantı tahmin problemi mevcut anlık görüntüdeki veya $t + \Delta$ zamanındaki bağlantıların çıkarılması olarak tanımlanabilir (Martinez vd., 2016).

Matematiksel olarak ifade edilirse, düğüm ve bağlantıların $G(V, E)$ şeklinde belirtildiği yönsüz bir ağda V düğümler kümesini ve E bağlantılar kümesini temsil etmektedir. U evrensel kümesi ise $\frac{|V| \cdot (|V| - 1)}{2}$ tüm bağlantıları içerir. Burada $|V|$, V kümesindeki eleman sayısını göstermektedir. Var olmayan bağlantılar kümesi $U - E$ olarak ifade edilir. Bu kümedeki bazı bağlantılar o anda var olmayan fakat gelecekte ortaya çıkabilecek bağlantılardır. Bu tür bağlantıları bulmak için bağlantı tahmini yöntemleri kullanılır (Lu ve Zhou, 2011). Bağlantı tahmini yöntemleri benzerlik tabanlı yaklaşımlar, olasılıksal yaklaşımlar ve grafik tabanlı yaklaşımlar olarak sınıflandırılabilir.

3.1.2.1. Benzerlik Tabanlı Yöntemler

Benzerlik tabanlı yöntemler, her bir x - y çifti için bir ağdaki konumlarından yola çıkılarak yapısal benzerlik değerinin $S(x, y)$ hesaplandığı temel bağlantı tahmin yöntemleri olarak tanımlanabilir. Bu yaklaşımda, veri kümesinde aralarında ortak oluş ilişkisi bulunmayan düğüm çiftlerine ($U - E$) benzerliklerine göre skorlar verilir. Ağın çeşitli yapısal özellikleri kullanılarak her bağlantı çifti için benzerlik ölçüleri hesaplanır (Kumar vd., 2020: 2). Ağ topolojisine dayalı yapısal benzerlik ölçütleri, bağlantı tahmin modellerinin temel yapısını temsil eder. Bu ölçütler Yerel Benzerlik Ölçütleri (Local Similarity

Indices), Global Benzerlik Ölçütleri (Global Similarity Indices) ve Yarı-Yerel Benzerlik Ölçütleri (Quasi-Local Similarity Indices) olarak gruplandırılabilir (Kumar vd., 2020: 4).

Bu tez çalışmasında yerel benzerlik ölçütleri kullanılmıştır. Yerel benzerlik ölçütleri genel olarak ortak komşular ve düğüm derecesi bilgileri kullanılarak hesaplanmaktadır.

1. Ortak Komşular İndeksi (Common Neighbor Index)

Ortak komşular, x ve y düğümlerinin ortak komşularının sayısını ifade etmektedir (Newman, 2001). Ortak Komşular indeksine göre iki düğüm arasında ne kadar fazla ortak komşu var ise bu iki düğümün gelecekte bağlanma olasılığı o kadar yüksektir. Ortak Komşular indeksi Denklem 8 ile verilmiştir.

$$CN = |\Gamma(x) \cap \Gamma(y)| \quad (8)$$

Denklem 8'e göre burada $\Gamma(x)$, ağda x düğümünün komşularını ve $\Gamma(y)$, y düğümünün komşularını göstermektedir.

2. JACCARD İndeksi

JACCARD indeksi, ortak oluş ağındaki düğüm çiftlerinin ortak komşu sayısının çiftin toplam komşu sayısına oranı olarak tanımlanabilir (Duan ve Guan, 2021). Bir başka anlatımla JACCARD indeksi ortak komşular indeksinin normalleştirilmiş biçimidir. JACCARD indeksinin (Jaccard, 1901) matematiksel ifadesi Denklem 9'da gösterilmiştir.

$$JACCARD = \frac{|\Gamma(x) \cap \Gamma(y)|}{|\Gamma(x) \cup \Gamma(y)|} \quad (9)$$

3. Adamic Adar İndeksi

Adamic Adar benzerlik ölçütü, düğüm çiftinin ortak komşularını ve ortak komşuların komşularının sayısı göz önüne alınarak hesaplanır. Bu benzerlik ölçütüne göre düğüm çiftinin ortak komşu sayısı yüksek, bu komşuların komşularının sayısı az ise bu düğüm çiftinin gelecekte bağlantı kurma olasılığı yüksektir (Güneş vd., 2016: 154). İki düğüm arasındaki Adamic-Adar benzerliği (Adamic ve Adar, 2003) Denklem 10'da tanımlanmıştır.

$$AA = \sum_{z \in \Gamma(x) \cap \Gamma(y)} \frac{1}{\log(|\Gamma(z)|)} \quad (10)$$

Denklem 10'a göre burada z , $\Gamma(x)$ ve $\Gamma(y)$ ' nin ortak komşusunu göstermektedir. z düğümünün kaç düğümle bağlantısının olduğu kısacası z düğümünün derecesi, x ve y düğümlerinin bağlantı oluşturma olasılığının hesaplanmasında dikkate alınır.

4. Kaynak Paylaştırma İndeksi (Resource Allocation Index)

Kaynak paylaşırma indeksi, ağda doğrudan bağlantısı olmayan düğüm çiftleri arasındaki bağlantıları ortak komşuları üzerinden hesaplar. Aralarında doğrudan bağlantı olmamasına rağmen bu düğüm çiftleri ortak komşular üzerinden iletim sağlar. Aralarındaki benzerlik birbirlerinden aldıkları kaynaklara göre hesaplanır (Zhou vd., 2009: 627-628). Kaynak Paylaştırma indeksi, Adamic Adar indeksiyle oldukça benzerdir. İki benzerlik ölçütü arasındaki tek fark Adamic Adar indeksinde derecenin logaritması paydada yer alırken Kaynak Paylaştırma indeksinde paydada doğrudan derece yer alır.

Kaynak Paylaştırma indeksi benzerlik ölçütü Denklem 11'de tanımlanmıştır. k_z , $\Gamma(x)$ ve $\Gamma(y)$ 'nin ortak komşusu olan z düğümünün komşularının sayısını göstermektedir.

$$RA = \sum_{z \in |\Gamma(x) \cap \Gamma(y)|} \frac{1}{k_z} \quad (11)$$

5. Tercihli Bağlantı İndeksi (Preferential Attachment Index)

Tercihli bağlantı indeksine göre bir ağda bir düğümün yüksek dereceli düğümlerle bağlantı kurma olasılığı daha yüksektir. Tercihli Bağlantı İndeksi (Barabasi ve Albert, 1999) Denklem 12'de tanımlanmıştır:

$$PA = k_x k_y \quad (12)$$

Denklem 12'e göre burada k_x , x düğümünün derecesini k_y , y düğümünün derecesini göstermektedir.

3.1.2.2. Bağlantı Tahmin Yöntemleri Başarım Değerlendirme Ölçütleri

Bağlantı tahmini yöntemlerinin başarım değerlendirme ölçütleri Hata Matrisi'ne [Confusion Matrix] dayanmaktadır. Makine öğrenmesi alanında, özellikle de danışmanlı

öğrenme algoritmalarının başarımını değerlendirmede hata matrisi sıklıkla kullanılmaktadır. Hata tablosunda algoritmanın başarımı hedef değere ilişkin gerçek ve tahmin edilen değerlerin karşılaştırılması ile gösterilir.

		Var Olan Durum	
		Pozitif Durumlar	Negatif Durumlar
Tahmin	Pozitif	Doğru Pozitif (DP)	Yanlış Pozitif (YP)
	Negatif	Yanlış Negatif (YN)	Doğru Negatif (DN)

Şekil 10. Hata Matrisi

Şekil 10'da yer alan hata matrisine dayanarak oluşturulan başarım değerlendirme ölçütleri Denklem [13 – 17] ile tanımlanmaktadır (Manning, 2008: 155).

$$\text{Doğru Pozitif Oran / Recall / Duyarlılık (Sensitivity)} = \frac{DP}{DP + YN} \quad (13)$$

$$\text{Yanlış Pozitif Oran} = \frac{YP}{YP + DN} \quad (14)$$

$$\text{Doğru Pozitif Oran / Seçicilik (Specificity)} = \frac{DN}{DN + YP} \quad (15)$$

$$\text{Kesinlik (Precision)} = \frac{DP}{DY + YP} \quad (16)$$

$$\text{Doğruluk (Accuracy)} = \frac{DP + DN}{DP + DN + YN + YP} \quad (17)$$

Denklemlere göre burada DP bağlantı tahmin edilmiş ve gerçekte bağlantı var olduğunu, DN bağlantı tahmin edilmemiş ve gerçekte bağlantının olmadığını, YP bağlantı tahmin edilmiş fakat gerçekte bağlantı olmadığı, YN bağlantı tahmin edilmemiş fakat gerçekte bağlantı olduğunu göstermektedir.

Bağlantı tahmin yöntemlerinin doğruluğunu test etmek için mevcutta var olan bağlantılar (E) eğitim seti (ET) ve test seti (EP) olarak rastgele iki bölüme ayrılır. Eğitim seti ve test seti ortak elemanlar içeremez. Matematiksel olarak ifade etmek gerekirse eğitim seti ve test seti birleşimi mevcut bağlantılar kümesini ($ET \cup EP = E$), eğitim seti ve test seti kesişimi ($ET \cap EP = \emptyset$) boş kümeyi ifade eder. Rastgele alt örnekleme

doğrulaması yönteminin avantajı, eğitim bölme oranının yineleme sayısına bağlı olmamasıdır (Lü ve Zhou, 2011: 3).

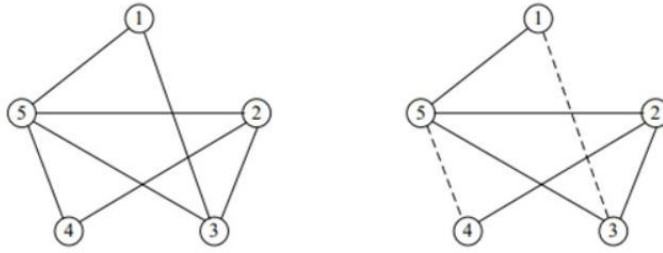
Bu çalışmada bağlantı tahmin yöntemlerinin başarılarını değerlendirmek için ROC eğrisinin altında kalan alan (Area Under the ROC Curve) değerlendirme ölçütü kullanılmıştır.

ROC eğrisi (Hanley ve McNeil, 1982), Y eksenindeki doğru pozitif oran / duyarlılık ile X eksenindeki yanlış pozitif oran (1-Seçicilik) arasındaki grafikdir. ROC eğrisinin altındaki alan, eğrinin altındaki tüm yamukları toplayan yamuk kuralı (trapezoidal rule) kullanılarak hesaplanan 0 ile 1 arasında tek noktalı özet istatistiktir (Kumar vd., 2020: 22). AUC değeri, test setinde rastgele seçilen bir bağlantının skor değerinin, rastgele seçilen var olmayan bağlantının skor değerinden büyük olma olasılığı olarak tanımlanabilir. Test setinde rastgele seçilen bir bağlantının skor değeri, rastgele seçilen var olmayan bağlantının skor değerinden büyükse 1 puan, iki taraf eşit ise 0,5 eklenir (Lu ve Zhou, 2011: 4). AUC değeri, Denklem 18’de yer alan formüle göre hesaplanmaktadır:

$$AUC = \frac{n' + 0.5n''}{n} \quad (18)$$

Denklem 18’e göre burada n' , test kümesindeki bağlantıların benzerlik değerinin var olmayan bağlantının benzerlik değerinden kaç kez daha büyük olduğunu, n'' test kümesindeki bağlantıların benzerlik değerinin var olmayan benzerlik değerine kaç kez eşit olduğunu ve n toplam karşılaştırma sayısını göstermektedir.

Şekil 11’deki grafikte beş düğüm, yedi mevcut bağlantı ve üç mevcut olmayan bağlantı ((1, 2), (1, 4), (3, 4)) bulunmaktadır. Algoritmanın doğruluğunu test etmek için var olan bazı bağlantılar test bağlantısı olarak seçilir. Örneğin, sağdaki grafikte kısa çizgilerle gösterilen (1, 3) ve (4, 5) bağlantıları test bağlantısı olarak seçilir. Bir algoritma, gözlemlenmeyen tüm bağlantıların puanlarını $S_{12} = 0.4$, $S_{13} = 0.5$, $S_{14} = 0.6$, $S_{34} = 0.5$ ve $S_{45} = 0.6$ olarak verildiği varsayılırsa AUC’yi hesaplamak için bir test bağlantısının ve var olmayan bir bağlantının puanlarının karşılaştırılması gerekir. Toplam altı çift vardır: $S_{13} > S_{12}$, $S_{13} < S_{14}$, $S_{13} = S_{34}$, $S_{45} > S_{12}$, $S_{45} = S_{14}$ ve $S_{45} > S_{34}$ Dolayısıyla, AUC değeri $(3 \times 1 + 2 \times 0.5) / 6 \approx 0.67$ ’ye eşittir (Kumar, 2020: 5).



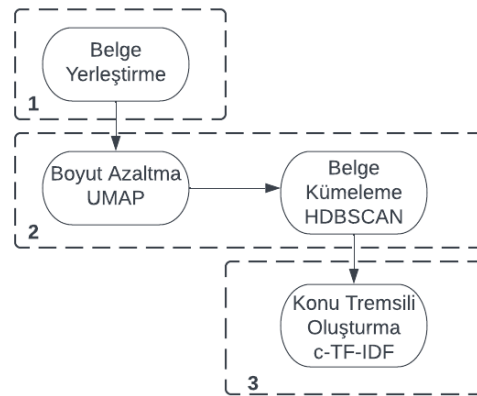
Şekil 11. AUC Değeri Hesaplama Örneği (Kumar, 2020'den uyarlanmıştır)

3.1.3. Konu Modelleme

Konu modelleme, belgelerdeki kelime kullanım kalıplarını keşfetmek ve benzer kalıpları paylaşan belgeleri bir araya getirmek için kullanılan bir yöntemdir (Alghamdi ve Alfalqi, 2015: 147). Konu modelleme algoritmaları, orijinal metinlerdeki kelimeleri analiz ederek metinlerdeki temaları, bu temaların birbirleriyle olan bağlantılarını ve zaman içinde bu bağlantıların nasıl değiştiklerini ortaya koymaya çalışan istatistiksel yöntemlerdir. Bu yöntem, belgelerin etiketlenmesine veya açıklanmasına ihtiyaç duymadan orijinal metinlerin analizinden konuları ortaya çıkarır. Konu modelleme, elektronik arşivleri insan açıklamasıyla mümkün olmayacak bir ölçekte düzenlememizi ve özetlememizi sağlar (Blei, 2012: 77).

Literatürde Gizli Anlam Analizi [Latent Semantic Analysis] (Deerwester vd., 1990), Olasılıksak Gizli Anlam Analizi [Probabilistic Latent Semantic Analysis] (Hofmann, 1999), Gizli Dirichlet Ayrımı [Latent Dirichlet Allocation] (Blei vd., 2003) gibi çeşitli konu modelleme yöntemleri bulunmaktadır. Gizli Dirichlet Ayrımı gibi geleneksel modeller, bir belgeyi kelime torbası [bag-of-words] olarak ele alır ve her belgeyi gizli konuların bir karışımı olarak modellerler. Ancak bu modellerin kısıtlılıkları vardır. Öncelikle, kelime torbası gösterimleri kelimeler arasındaki anlamsal ilişkileri göz ardı etmektedir. Bu nedenle belgelerin doğru bir şekilde temsil edilmesi zorlaşmaktadır (Grootendorst, 2022: 1). Konu sayısının başlangıçta belirlenmesinin gerekmesi bu yöntemlerin bir diğer kısıtlılığı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kısıtları gidermek için Angelov (2020), Top2Vec konu modelleme yöntemini önermiştir. Bu yöntemde konu sayısının baştan belirlenmesine gerek duyulmamaktadır. Ayrıca bu yöntemde kelime torbası yaklaşımı yerine belgeleri temsil etmek için BERT gibi gömme modellerinden yararlanılmaktadır. Bir top2vec modeli olan BERTopic (Grootendorst, 2020) algoritması konu modellemesi görevlerinde başarılı sonuçlar üretmektedir (Jeon vd., 2023: 3).

BERTopic yöntemi, belge gömme [document embeddings], belge kümeleme [document clustering] ve konu temsili oluşturma [topic representation] olmak üzere üç aşamada çalışır (bkz. Şekil 12). İlk aşamada belgeler vektörlere gömülerek anlamsal olarak karşılaştırılabilir temsiller oluşturulur. Bu amaçla, Sentence-BERT (SBERT) (Reimers ve Gurevych, 2019) kullanılır. SBERT, önceden eğitilmiş dil modellerini kullanarak belgeleri yerleştirme temsillerine dönüştürür. (Grootendorst, 2022: 2). İkinci aşamada yerleştirme boyutunu azaltmak için Düzgün Manifold Yaklaşım ve Projeksiyonu (UMAP) kullanılır. Yine bu aşamada anlamsal olarak benzer kümeleri oluşturmak için HDBSCAN kümeleme algoritması kullanılır. HDBSCAN ilgisiz belgelerin herhangi bir kümeye atanmasını önler (Jeon vd., 2023: 3). Son aşama konu temsillerinin oluşturulmasıdır. Konu temsilleri, her kümedeki belgelere dayalı olarak her kümeye bir konu atanacak şekilde modellenir. Bunu yapmak için BERTopic, sınıf tabanlı TF-IDF (c-TF-IDF) adı verilen bir prosedür kullanır. Bu prosedür, her bir belge kümesi için konu-kelime dağılımlarının oluşmasını sağlar ve her bir kümeye bir konu atama imkânı verir (Grootendorst, 2022: 2).

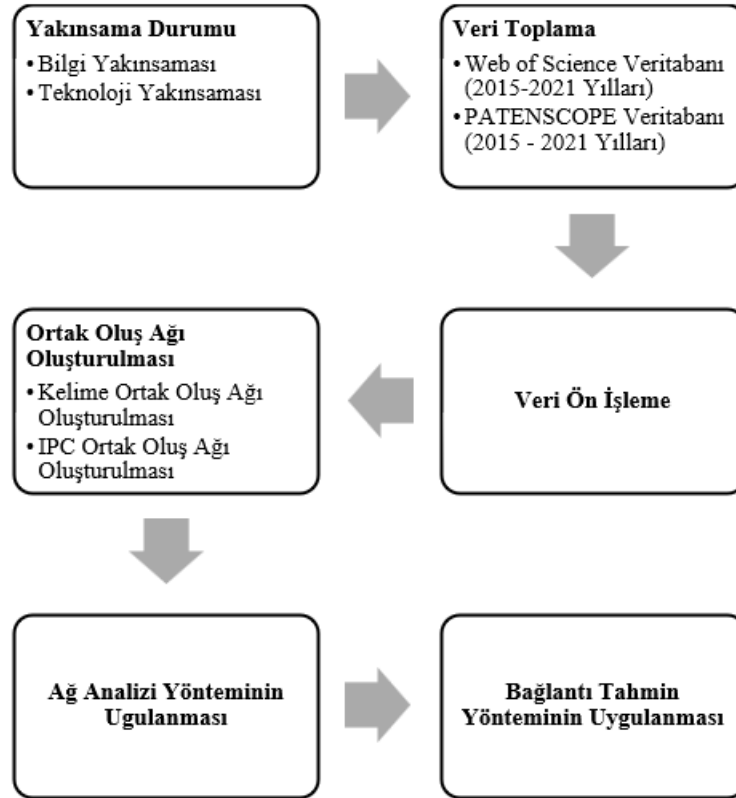


Şekil 12. BERTopic konu modelleme aşamaları (Grootendorst, 2020'den uyarlanmıştır)

3.2. Araştırmanın Uygulanması

Bu tez çalışmasında bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasındaki bilgi ve teknoloji yakınsaması incelenecektir. Araştırma verileri, 2015 – 2021 yılları arasında bilimsel yayınların yer aldığı WoS ve patent verilerinin tutulduğu Patentscope veritabanlarından elde edilmektedir. İki alanın yakınsamasını incelemek için ortak oluş ağları oluşturulacaktır. Bilgi yakınsaması için anahtar kelime ortak oluş ağı, teknoloji yakınsaması için IPC ortak oluş ağı oluşturulacaktır. Ortak oluş ağlarındaki olası

bağlantılar bağlantı tahmin yöntemiyle analiz edilecektir. Bağlantı tahmin yöntemiyle anahtar kelimeler ve teknolojik alanlar ön görülmektedir. Ön görülen teknolojik alanların temaları konu modelleme yöntemiyle belirlenecektir. Araştırma uygulama adımları Şekil 13'te gösterilmektedir.



Şekil 13. Araştırmanın Uygulama Adımları

3.2.1. Veri Toplama

Bu çalışmada bilgi yakınsaması analizi için WoS veritabanı, teknoloji yakınsaması analizi için Patentscope veritabanı kullanılmaktadır. Ek 1'de belirtilen arama sorgusu kullanılarak 2015-2021 yılları arasında Web of Science Core Collection'da taranan yapay zekâ ve bilgi yönetimi ile ilgili alanyazına ulaşılmıştır. Arama sorgusu oluşturulurken alanyazın incelenmiştir. Yapay zekâ alanyazını elde etmek için Liu vd. (2021)'nin oluşturduğu arama prosedüründen, bilgi yönetimi alanyazını elde etmek için ise Gaviria-Marin vd. (2019) ve Akhavan vd. (2016)'nın oluşturduğu arama prosedürlerinden yararlanılmıştır. Social Sciences Citation Index (SSCI) ve Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) veri tabanları aramaya dahil edilerek toplam 3,416 adet yayına erişilmiştir. Benzer şekilde Ek1'de yer alan arama sorgusu kullanılarak Patentscope veritabanında 2015-2021 yılları arasında yer alan 2,163 patent verisine erişilmiştir.

3.2.2. Veri Ön İşleme

WoS'tan elde edilen yazar anahtar kelimeler üzerinde çoğul isimlerin tekil hale getirilmesi ve aynı kelimelerin farklı gösterimlerinin standartlaştırılması gibi veri temizleme işlemleri yapılmıştır. Örnek olarak Artificial neural networks → artificial neural network, svm → support vector machine, artificial neural networks (ann) → artificial neural network olarak değiştirilmiştir. Su ve Lee (2010), yazarlar tarafından belirlenen anahtar kelimelerin öznel olduğunu ve farklı kavramlar içerdiğini düşünmektedir. Bundan dolayı benzer anlama sahip olan anahtar kelimeler değiştirilmemiştir.

Patentscope veritabanından elde edilen patent veri seti incelenerek birden fazla IPC koduna sahip olan patent verileri analize dahil edilmiştir. Diğer patent verileri veri setinden çıkarılmıştır.

3.2.3. Veri Analizi

3.2.3.1. Ortak Oluş Ağlarının Oluşturulması

Alanyazına ait yazar anahtar kelimeler alanın ana konusunu ve alandaki değişim eğilimini ortaya çıkarmaktadır (Duan ve Guan, 2021: 3751). Yazarlar tarafından yayınlara dahil edilen anahtar kelimelerin analizi popüler olan konuları ve akademisyenlerin alandaki odak noktalarını araştırmak için önemli bir araçtır (Pai vd., 2022: 7051). Bu nedenle bilgi yakınsamasını incelemek için alanyazındaki anahtar kelimeler kullanılmıştır. Choudhury ve Uddin (2016), veri setinde sadece bir kez yer alan anahtar kelimelerin ilgili alanlardaki araştırmacıların dikkatini çekme konusunda başarısız olduğunu kabul etmektedir. Bu nedenle bu anahtar kelimelerin gelecekteki bağlantıların tahminini önemli ölçüde etkilemeyeceği düşüncesiyle yalnızca birden fazla yayında yer alan anahtar kelimeler analize dahil edilecektir.

Bilgi yakınsama sürecini analiz etmek için 2015 ve 2021 yılları arasında her yıla ait anahtar kelime ortak oluş ağları oluşturulur. Teknoloji yakınsama sürecini analiz etmek için patent verileri 2015-2017, 2018-2019 ve 2020-2021 yılları olacak şekilde üç periyoda ayrılır. Her bir patent verisinde bulunan IPC kodları ikili kombinasyonlar haline getirilerek bağlantı listelerinden IPC ortak oluş ağları oluşturulur.

3.2.3.2. Ortak Oluş Ağlarında Ağ Analizi Ölçütlerinin Hesaplanması

Ortak oluş ağlarında zaman içerisinde popüler konu ve ana konu durumunda olan anahtar kelimeleri ve IPC kodlarını belirlemek için ağ analizi ölçütleri hesaplanacaktır. Ağ bazında ağ yoğunluğu, ortalama ağırlıklı derece merkeziliği ve ortalama kümeleme katsayısı ölçütleri hesaplanır. Düğüm bazında ise ağırlıklı derece merkeziliği ve arasındalık merkeziliği ölçütleri hesaplanır. Duan ve Guan (2021) ve Feng ve Law (2021) çalışmalarında da belirttiği gibi yüksek derece merkeziliğine sahip düğümler (anahtar kelimeler – IPC kodları) popüler konu olarak tanımlanır. Yüksek arasındalık merkeziliğine sahip düğümler ana konu olarak tanımlanır.

3.2.3.3. Bağlantı Tahmin Yönteminin Uygulanması

Bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasındaki potansiyel bilgi ve teknoloji yakınsama alanlarının öngörülmesi için bağlantı tahmin yöntemi uygulanacaktır. 2015 ve 2021 yılları arasında her bir yıl için oluşturulan anahtar kelime ortak oluş ağlarında Ortak Komşular, Adamic Adar, JACCARD, Tercihli Bağlantı ve Kaynak Paylaşırma bağlantı tahmin indeksleri hesaplanır. Benzer şekilde Periyot 1 (2015-2017), Periyot 2 (2018-2019) ve Periyot 3'e (2020-2021) ait IPC ortak oluş ağlarında Ortak Komşular, Adamic Adar, JACCARD, Tercihli Bağlantı ve Kaynak Paylaşırma bağlantı tahmin indeksleri hesaplanır. Bu indekslere göre oluşturulan yakınsama modellerinden en doğru tahmin sonucunu veren indeksi bulmak için AUC başarımlar değerlendirme ölçütü hesaplanır. Yüksek AUC değerine sahip indeks seçilerek bağlantı tahmin yöntemi uygulanır.

3.2.3.4. Bilgi Yakınsaması ve Teknoloji Yakınsaması Tahmin Ağlarının Oluşturulması ve Analizi

Seçilen bağlantı tahmin indeksi anahtar kelime ortak oluş ağına uygulanarak bağlantı tahmini yapılır. Bağlantı tahmin sonucunda *bilgi yakınsaması tahmin ağı* oluşturulur. Bilgi yakınsaması tahmin ağına topluluk tespiti yapılarak yakınsama gösteren alt alanlar belirlenir.

Seçilen bağlantı tahmini indeksi IPC ortak oluş ağına uygulanarak bağlantı tahmini yapılır. Bağlantı tahmini sonucunda *teknoloji yakınsaması tahmin ağı* oluşturulur. Bu teknoloji yakınsaması tahmin ağına topluluk tespiti yapılarak topluluklar tespit edilir. Tespit edilen toplulukları daha iyi anlayabilmek için her bir topluluğa konu modelleme yapılarak alt alanlar belirlenir.

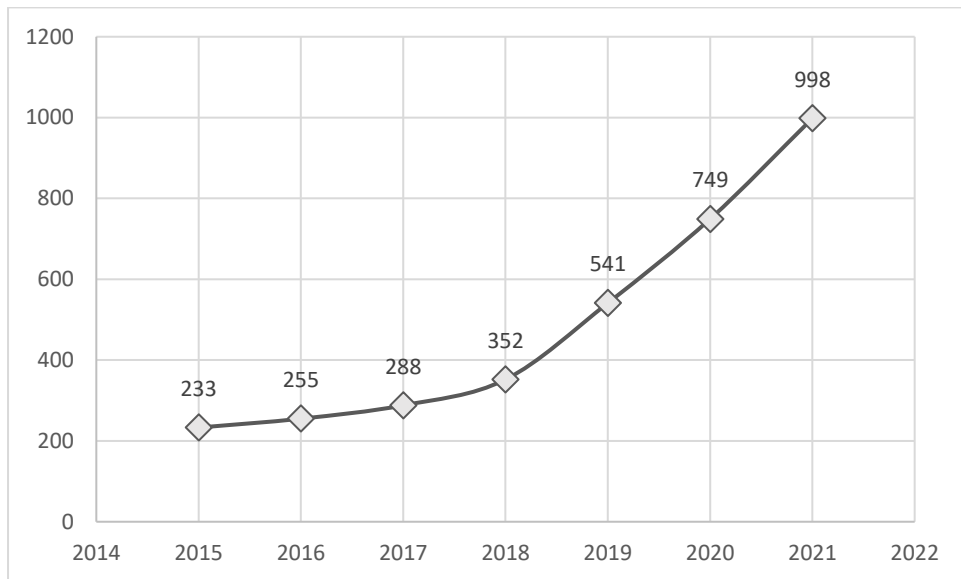
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde öncelikle yayın ve patent verileri ile ilgili tanımlayıcı istatistiklere yer verilecektir. Daha sonra anahtar kelime ve IPC ortak oluşu ağında gerçekleştirilen ağ analizi sonuçları paylaşılacaktır. Ayrıca, bağlantı tahmini yöntemiyle öngörülen bağlantıların gerçek bağlantılarla karşılaştırılmasına ilişkin bulgular aktarılacaktır. Son olarak, elde edilen sonuçlar doğrultusunda ön görülen bilgi ve teknoloji yakınsaması temaları hakkında bilgi verilecektir.

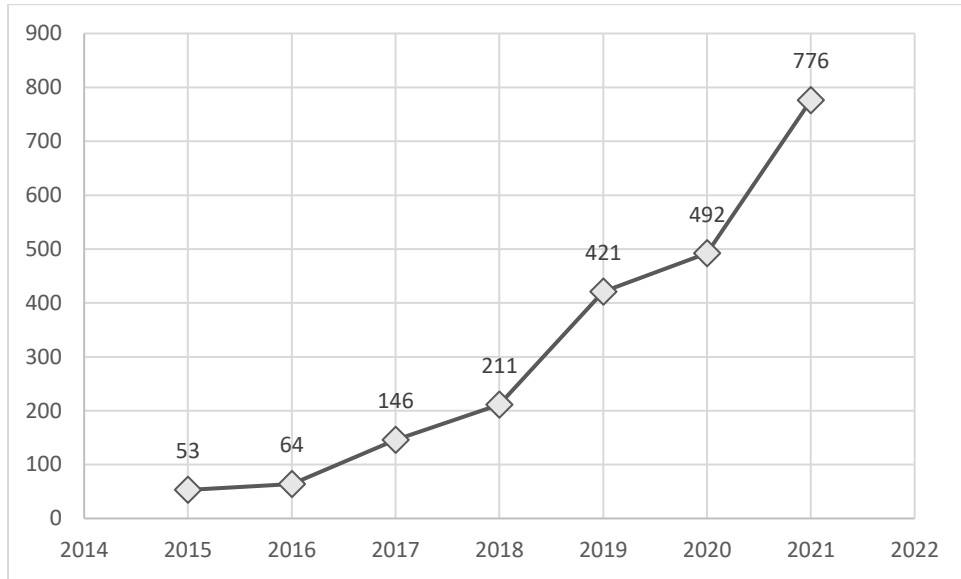
4.1. Tanımlayıcı İstatistikler

WoS veritabanında yapılan arama sonucuna göre bilgi yönetimi ve yapay zekâ ile ilgili yayın sayıları Şekil 14'te verilmiştir. 2015 yılından 2018 yılına kadar yayın sayılarında önemli bir artış yaşanmamıştır. 2018 ile 2021 yılları arasında alandaki yayın sayısı hızla artarak 352'den 998'e çıkmıştır.



Şekil 14. 2015-2021 Yılları Arasındaki Yayın Sayısı

Şekil 15'de Patentscope veritabanında 2015-2021 yılları arasında yer alan patent sayıları verilmiştir. Patent sayılarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde, bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanlarını kapsayan patent sayısının 2018 yılından sonra önemli bir artış gösterdiği görülmektedir.



Şekil 15. 2015-2021 Yılları Arasındaki Patent Sayısı

Bilgi yönetimi ve yapay zekânın birlikte çalışıldığı bilimsel çalışmaların ülkelere göre dağılımı incelendiğinde en fazla yayına sayısına sahip ülke Çin'dir (n=1,212, %35). Bunu ABD (n=684, %20) ve İngiltere (n=211, %6) takip etmektedir. İlk 10 ülkeye ait yayın sayıları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Ünelere Göre Yayın Sayısı

Ülke	Yayın Sayısı	Yüzde
Çin	1,212	35.48%
ABD	684	20.02%
İngiltere	211	6.18%
Avustralya	189	5.53%
İspanya	186	5.45%
Hindistan	167	4.89%
Almanya	154	4.51%
İtalya	148	4.33%
Kanada	141	4.13%
Güney Kore	134	3.92%

Çalışmaya dahil edilen patentlerin ülkelere göre dağılımı incelendiğinde, yayın sayılarının ülkelere göre dağılımına benzer şekilde ilk sırada Çin'in (n=1,519, %75) ve ikinci sırada ABD'nin (n=277, %13) yer aldığı görülmektedir. İlk 10 ülkeye ait patent sayıları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Ülkelere Göre Patent Sayısı

Ülke	Patent Sayısı	Yüzde
Çin	1519	75.76%
ABD	277	13.82%
Hindistan	60	2.99%
Güney Kora	59	2.94%
Avustralya	24	1.20%
Kanada	18	0.90%
Japonya	15	0.75%
Rusya	12	0.60%
Malezya	5	0.25%
İngiltere	5	0.25%

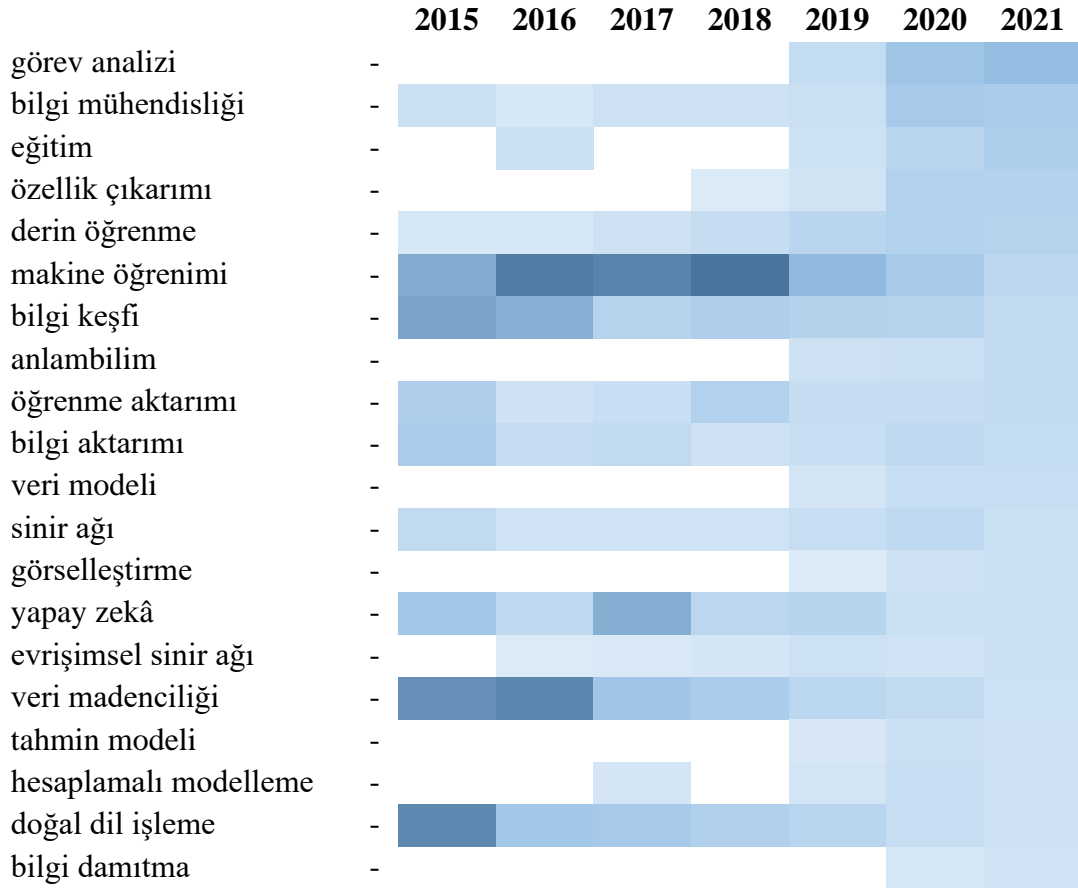
4.2. Anahtar Kelime Ortak Oluş Ağının Analizine İlişkin Bulgular

Anahtar kelime ortak oluş ağlarının genel yapısal özelliklerini analiz etmek için ağ yoğunluğu, ortalama ağırlıklı derece merkeziliği ve ortalama kümeleme katsayısı ağ ölçütleri hesaplanmıştır. Her bir yıl için oluşturulan kelime ortak oluş ağlarının düğüm ve bağlantı sayıları ile hesaplanan ağ ölçütlerinin değerleri Tablo 3'te gösterilmektedir. 2015 yılında 78 düğüm ve 205 bağlantıdan oluşan ağın yoğunluğu 0.068, ortalama kümeleme katsayısı 0.452'dir. 2016 yılında 98 düğüm ve 265 bağlantıdan oluşarak ağın yoğunluğu 0.065, ortalama kümeleme katsayısı 0.440'tır. Zamanla düğüm ve bağlantı sayısının artarak 2021 yılında 568 düğüm, 5938 bağlantıdan oluşarak ağ yoğunluğu 0.037'e düşerken ortalama kümeleme katsayısı 0.612'ye yükselmiştir. Ağ yoğunluğu, zamanla düğüm ve bağlantı sayısının artmasıyla düşmektedir. Ortalama kümeleme katsayıları ise yükselmektedir. Ağ yoğunluğunun düşük olmasına rağmen kümeleme katsayısının yüksek olması ağların kümelenebilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Anahtar Kelime Ortak Oluş Ağı Genel Ağ Ölçütleri

Yıl	Düğüm Sayısı	Bağlantı Sayısı	Ağ Yoğunluğu	Ortalama Kümeleme Katsayısı
2015	78	205	0.068	0.452
2016	91	265	0.065	0.440
2017	117	395	0.058	0.489
2018	137	445	0.048	0.506
2019	230	1109	0.042	0.530
2020	394	3242	0.042	0.581
2021	568	5938	0.037	0.612

Tablo 4’te 2015 – 2021 yılları arasında en yüksek derece merkeziliğine sahip ilk yirmi anahtar kelime gösterilmektedir. Her yılda anahtar kelimelerin derece merkeziliği değerleri renk çubuğuyla gösterilmiştir. *Görev analizi*, son üç yılda ortaya çıkan ve diğer anahtar kelimelerle en fazla bağlantıya sahip olan anahtar kelimedir. *Bilgi mühendisliği, derin öğrenme, bilgi keşfi, öğrenme aktarımı, bilgi aktarımı, sinir ağı, yapay zekâ ve doğal dil işleme* anahtar kelimeleri her zaman diliminde farklı derece merkeziliği değerleriyle yer almaktadır. *Makine öğrenimi* ve *veri madenciliği* anahtar kelimeleri 2015-2018 yılları arasında diğer anahtar kelimelerle daha fazla bağlantıya sahipken son üç yılda derece merkeziliği değeri düşmüştür. *Anlam bilimi, veri modeli, görselleştirme, tahmin modeli, hesaplamalı modelleme* ve *bilgi damıtma* son dönemlerde ortaya çıkan anahtar kelimelerdir.

Tablo 4. Yüksek Derece Merkeziliğine Sahip İlk Yirmi Anahtar Kelime

Not: Anahtar kelimelerin İngilizce orijinalleri Ek-2’de yer almaktadır.

Tablo 5’te arasındalık merkeziliği değerleri en yüksek olan ilk yirmi anahtar kelime verilmiştir. *Makine öğrenimi*, anahtar kelimesi tüm zamanlarda yüksek arasındalık merkeziliği değerine sahiptir. Bu anahtar kelime ağıdaki diğer anahtar kelimeler arasında bağlantı noktası olarak görülmektedir. İkinci olarak son zamanlarda ortaya çıkan ve derece merkeziliği değeri en yüksek olan *görev analizi* anahtar kelimesi yüksek arasındalık merkeziliğine sahiptir. Derece merkeziliğinin gösterildiği Tablo 4’te de belirtildiği gibi *bilgi mühendisliği*, *yapay zekâ*, *bilgi keşfi*, *öğrenme aktarımı*, *bilgi aktarımı* ve *doğal dil işleme* anahtar kelimeleri tüm zamanlarda popülerliğini korumuş ve farklı arasındalık merkeziliği değerlerini almıştır.

Tablo 5. Yüksek Arasındalık Merkeziliğine Sahip İlk Yirmi Anahtar Kelime

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
makine öğrenimi	-	-	-	-	-	-	-
görev analizi	-	-	-	-	-	-	-
derin öğrenme	-	-	-	-	-	-	-
bilgi mühendisliği	-	-	-	-	-	-	-
yapay zekâ	-	-	-	-	-	-	-
eğitim	-	-	-	-	-	-	-
özellik çıkarımı	-	-	-	-	-	-	-
bilgi keşfi	-	-	-	-	-	-	-
bilgi aktarımı	-	-	-	-	-	-	-
öğrenme aktarımı	-	-	-	-	-	-	-
doğal dil işleme	-	-	-	-	-	-	-
veri modeli	-	-	-	-	-	-	-
sinir ağı	-	-	-	-	-	-	-
veri madenciliği	-	-	-	-	-	-	-
bilgi tabanlı sistem	-	-	-	-	-	-	-
anlam bilimi	-	-	-	-	-	-	-
büyük veri	-	-	-	-	-	-	-
hesaplamalı modelleme	-	-	-	-	-	-	-
evrimsel sinir ağı	-	-	-	-	-	-	-
bilgi tabanı	-	-	-	-	-	-	-

Not: Anahtar kelimelerin İngilizce orijinalleri Ek-2’de yer almaktadır.

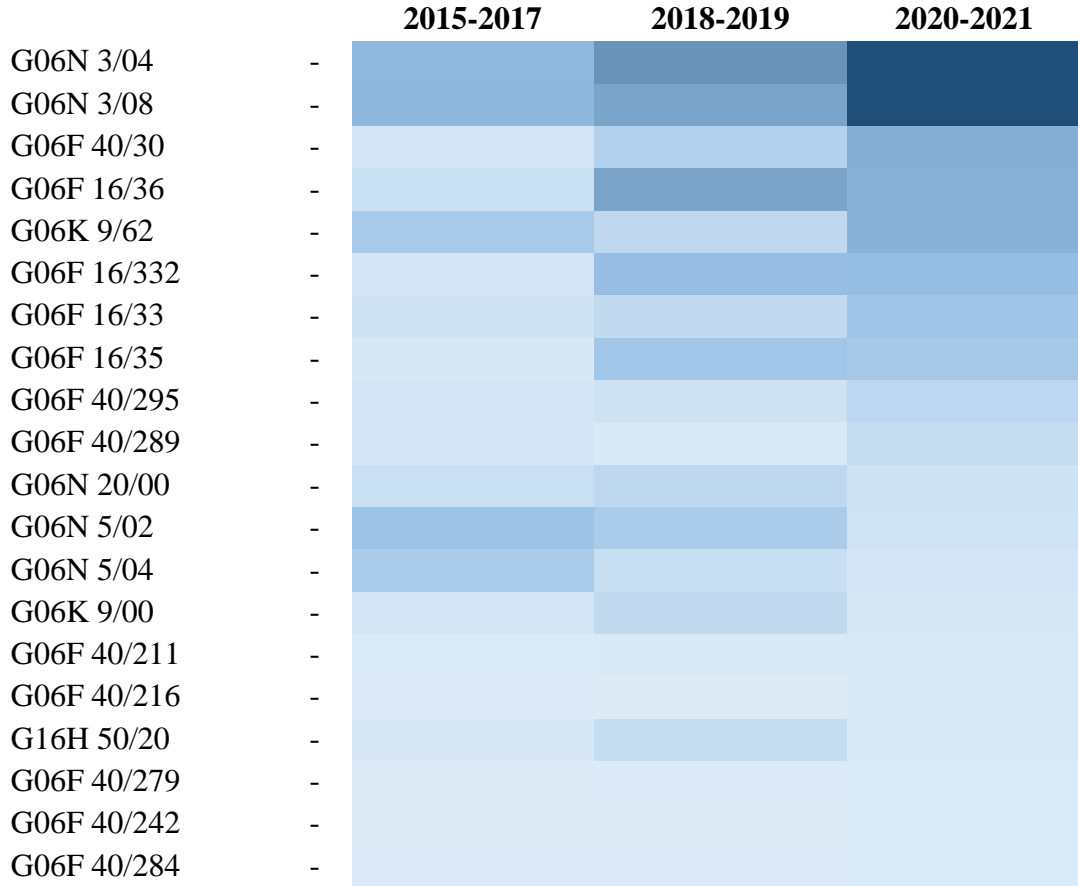
4.3. IPC Ortak Oluş Ağının Analizine İlişkin Bulgular

IPC ortak oluş ağlarının genel yapısal özelliklerini analiz etmek için ağ yoğunluğu, ortalama ağırlıklı derece merkeziliği ve ortalama kümeleme katsayısı ağ ölçütleri hesaplanmıştır. Her periyot için oluşturulan IPC ortak oluş ağlarının düğüm ve bağlantı sayıları ile hesaplanan ağ ölçütlerinin değerleri Tablo 6’da gösterilmektedir. Periyot 1’de IPC ortak oluş ağının düğüm sayısı 188, bağlantı sayısı 523, ağ yoğunluğu 0.030 ve ortalama Kümeleme katsayısı 0.775’tir. Periyot 2’de düğüm sayısı 355, bağlantı sayısı 1709, ağ yoğunluğu 0.027 ve ortalama kümeleme katsayısı 0.775’tir. Periyot 3’te ise ağın düğüm sayısı 634, bağlantı sayısı 3969 olmuştur. Ağ yoğunluğu değeri 0.20’e düşerken, ortalama kümeleme katsayısı 0.798’e yükselmiştir. Bu ağların ağ yoğunlukları, zamanla düğüm ve bağlantı sayısının artmasıyla düşmektedir. Ortalama kümeleme katsayıları ise yükselmektedir. Ağ yoğunluğunun düşük olmasına rağmen kümeleme katsayısının yüksek olması ağların kümelenebilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 6. IPC Ortak Ortak Oluş Ağı Genel Ağ Ölçütleri

Yıl	Düğüm	Bağlantı	Ağ	Ortalama
	Sayısı	Sayısı	Yoğunluğu	Kümeleme Katsayısı
Periyot 1	188	523	0.030	0.775
Periyot 2	355	1709	0.027	0.775
Periyot 3	634	3969	0.020	0.798

Tablo 7’de periyotlar arasında en yüksek derece merkeziliğine sahip ilk IPC kodu gösterilmektedir. Her periyota ait IPC kodlarının derece merkeziliği değerleri renk çubuğuyla gösterilmiştir. *G06N 3/04* her bir periyotta en yüksek derece merkeziliği değerine sahip IPC kodudur. *G06N 3/08* ve *G06F 40/30* IPC kodlarının derece merkeziliği zamanla artış göstermektedir.

Tablo 7. Yüksek Derece Merkeziliğine Sahip İlk Yirmi IPC Kodu

Not: IPC kodlarının açıklamaları Ek-3’te yer almaktadır.

Tablo 8’de arasındalık merkeziliği değerleri en yüksek olan ilk 20 IPC kodu verilmiştir. *G06N 3/08* IPC kodunun zamanla arasındalık merkeziliği artış göstererek son periyotta en yüksek arasındalık merkeziliği değerine sahiptir. *G06N 20/00* ilk periyotta en yüksek arasındalık merkeziliğine sahipken zamanla arasındalık merkeziliği azalmıştır.

Derece merkeziliğinin gösterildiği Tablo 7’de olduğu gibi *G06N 3/04*, *G06K 9/62* ve *G06F 40/30* IPC kodları tüm periyotlarda popülerliğini korumuş ve farklı arasındalık merkeziliği değerlerini almıştır.

Tablo 8. Yüksek Arasındalık Merkezliğine Sahip İlk Yirmi IPC Kodu

		2015-2017	2018-2019	2020-2021
G06N 3/08	-			
G06N 20/00	-			
G06N 3/04	-			
G06K 9/62	-			
G06N 5/02	-			
G06F 16/36	-			
G06F 40/30	-			
G06K 9/00	-			
G06N 5/04	-			
G16H 50/20	-			
G06F 16/332	-			
H04L 12/24	-			
H04L 29/08	-			
G10L 15/26	-			
G06Q 10/06	-			
G10L 15/22	-			
G16B 40/00	-			
G06F 30/20	-			
H04L 29/06	-			
G06F 40/35	-			

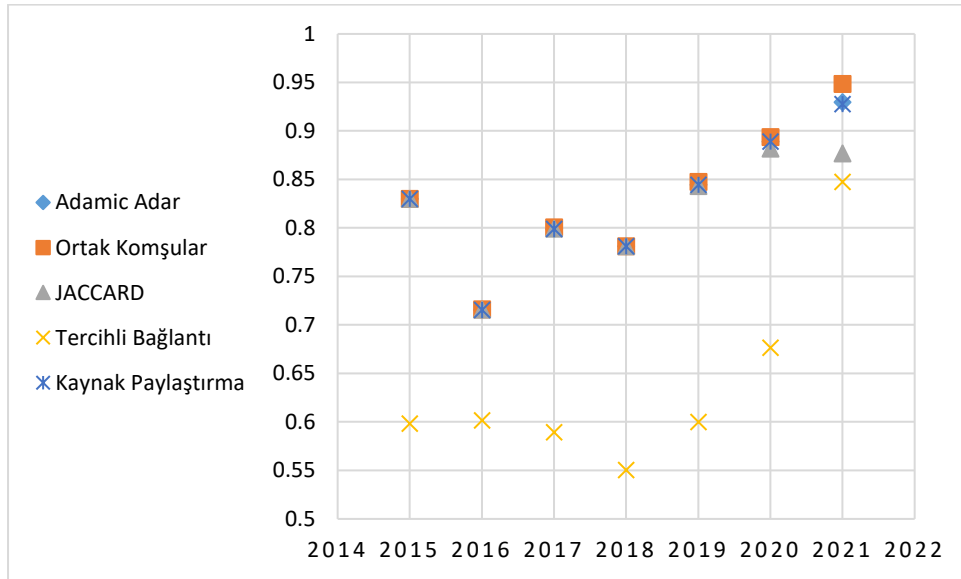
Not: IPC kodlarının açıklamaları Ek-3’te yer almaktadır.

4.4. Bağlantı Tahmin İndekslerinin Değerlendirilmesi ve Seçilmesi

Bilgi yakınsaması sürecini analiz etmek için 2015 ve 2021 yılları arasında her bir yıl için oluşturulan anahtar kelime ortak oluş ağlarında Ortak Komşular, Adamic Adar, JACCARD, Tercihli Bağlantı ve Kaynak Paylaştırma bağlantı tahmin indeksleri hesaplanmıştır. Teknoloji yakınsama sürecini analiz etmek için Periyot 1 (2015-2017), Periyot 2 (2018-2019) ve Periyot 3’e (2020-2021) ait IPC ortak oluş ağlarında Ortak Komşular, Adamic Adar, JACCARD, Tercihli Bağlantı ve Kaynak Paylaştırma bağlantı tahmin indeksleri hesaplanmıştır.

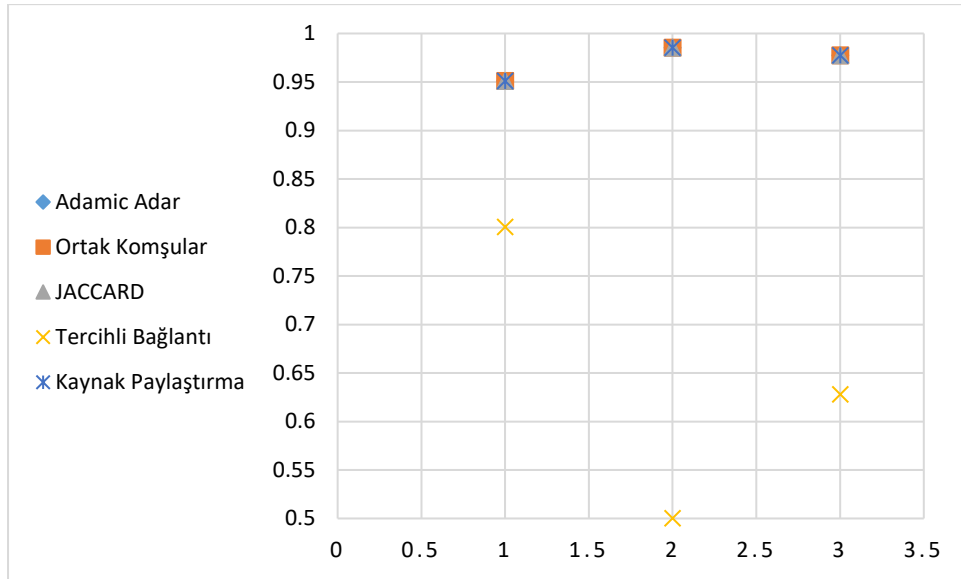
Bu indekslere göre oluşturulan bilgi yakınsama ve teknoloji yakınsama modellerinden en doğru tahmin sonucunu veren indeksi bulmak için AUC başarımlarını değerlendirme ölçütü kullanılmıştır. İlk olarak anahtar kelime ortak oluş ağı ve IPC ortak oluş ağı %80 eğitim ve %20 test seti olarak ayrılmıştır. AUC değerleri hesaplanmıştır.

Şekil 16’da bilgi yakınsaması analizinde 2015’ten 2021 yılına kadar olan her bir yıl için bağlantı tahmin modellerinin AUC başarımları değerleri gösterilmektedir.



Şekil 16. Bilgi Yakınsaması Bağlantı Tahmini Yöntemlerinin AUC Değerleri

Şekil 17’de teknoloji yakınsaması analizinde 2015’ten 2021 yılına kadar oluşturulan üç periyoda ait bağlantı tahmin modellerinin AUC başarımları değerleri gösterilmektedir. AUC sonuçlarına göre bağlantı tahmin modellerinin bu çalışma kapsamında oluşturulan anahtar kelime orta oluş ağlarında ve IPC ortak oluş ağlarında bağlantı tahmin başarımları karşılaştırılmıştır. AUC analizi sonuçları incelendiğinde en düşük doğruluk değerinin Tercihli Bağlantı indeksi tarafından üretildiği görülmektedir. Tercihli Bağlantı indeksi çoğu ağda en kötü performansı göstermektedir. Zhou vd. (2009), Lü ve Zhou (2011) ve Kumar vd (2020)’nin çalışmalarında belirttiği gibi Tercihli Bağlantı İndeksi yalnızca düğümlerin derecelerine göre hesaplandığı için hesaplama süresinin az olması ve diğer indekslere göre daha az bilgi gerektirdiğinden bağlantı tahmininde kullanılmaktadır. Adamic Adar, Ortak Komşular, JACCARD ve Kaynak Paylaştırma indekslerinin doğruluk değerleri birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir. AUC analizi sonuçları göz önüne alınarak, Bilgi Yönetimi ve Yapay zekâ alanları arasındaki bilgi yakınsaması ve teknoloji yakınsamasını analiz etmek için en yüksek doğruluk değerine sahip Ortak Komşular indeksi seçilmiştir.



Şekil 17. Teknoloji Yakınsaması Bağlantı Tahmini Yöntemlerinin AUC Değerleri

4.5. Öngörülen Bağlantıların Gerçek Bağlantılarla Karşılaştırılması

Ortak Komşular indeksine göre her yıla ait anahtar kelime ortak oluşu ağında bağlantı tahmini yapılmıştır. Mevcutta bağlantılı olmayan gelecekte bağlantı kurma ihtimali olan anahtar kelime bağlantılarının Ortak Komşular benzerlik skorları hesaplanmıştır. Öngörülen anahtar kelime bağlantılarını gerçek bağlantılarla karşılaştırmak için her yıl en yüksek ilk beş benzerlik skoruna sahip anahtar kelime bağlantıları seçilmiştir. Öngörülen bağlantıların gerçekleşmiş bağlantılarla karşılaştırılması Tablo 9’da gösterilmiştir. Açık yeşil, o yılda gelecekte bağlantılı olma ihtimali olan anahtar kelime çiftlerini temsil eder. Koyu yeşil ise tahmin edilen anahtar kelimelerin ilgili yılda bağlantılı olduğunu göstermektedir.

2015 yılı verileriyle yapılan bağlantı tahmin modelinde *veri madenciliği-bilgi aktarımı*, *veri madenciliği-bilgi yönetimi*, *öğrenme aktarımı-bilgi keşfi*, *doğal dil işleme-bilgi mühendisliği* ve *makine öğrenimi-bilgi tabanı* gelecekte bağlantı kurma ihtimali olan anahtar kelime çiftleri olarak öngörülmüştür. Bu öngörü sonucuna göre *veri madenciliği-bilgi aktarımı* anahtar kelime bağlantısı 2020 ve 2021 yıllarında bilimsel yayınlarda birlikte bulunmuştur. Bir diğer tahmin sonucuna göre *veri madenciliği-bilgi yönetimi* anahtar kelime bağlantısı sadece 2018 yılında yayınlarda birlikte bulunmuştur. 2015 yılı verisiyle öngörülen *veri madenciliği-bilgi aktarımı* bağlantısı 2016 yılı verisiyle yapılan bağlantı tahmin sonucunda da gelecekte bağlantı kurması beklenmektedir.

Tabloya bakıldığında öngörülen anahtar kelime bağlantılarının bir sonraki yıllarda en az bir kere gerçekleştiğini göstermektedir. Ayrıca 2020 yılı verisiyle yapılan bağlantı

tahmininde öngörülen ilk beş anahtar kelime bağlantısı 2021 yılında gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 9. Öngörülen Anahtar Kelime Bağlantılarının Gerçek Anahtar Kelime Bağlantılarıyla Karşılaştırılması

Öngörülen Anahtar Kelime Bağlantıları	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
veri madenciliği - bilgi aktarımı							
veri madenciliği - bilgi yönetimi							
öğrenme aktarımı - bilgi keşfi							
doğal dil işleme - bilgi mühendisliği							
makine öğrenimi - bilgi tabanı							
veri madenciliği - bilgi aktarımı							
sınıflandırma - bilgi keşfi							
denetimsiz öğrenme - bilgi edinimi							
eğitim - bilgi keşfi							
makine öğrenimi - formel kavram analizi							
makine öğrenimi - bilgi yönetimi							
veri madenciliği - bilgi yönetimi							
makine öğrenimi - bilgi tabanı							
karar ağacı - bilgi keşfi							
metin madenciliği - bilgi yönetimi							
veri madenciliği - bilgi edinimi							
doğal dil işleme - bilgi yönetimi							
bulanık mantık - bilgi keşfi							
yapay zekâ - bilgi tabanı							
yapay zekâ - bilgi edinimi							
veri bilimi - bilgi keşfi							
derin öğrenme - bilgi edinimi							
veri madenciliği - bilgi edinimi							
bilgi temsili - bilgi keşfi							
büyük veri - bilgi mühendisliği							
sınıflandırma - bilgi mühendisliği							
tahmin modeli - bilgi aktarımı							
büyük veri - bilgi mühendisliği							
derin sinir ağı - bilgi aktarımı							
doğal dil işleme - bilgi yönetimi							

Not: Anahtar kelimelerin İngilizce orijinaleri Ek-2’de yer almaktadır.

Patent verilerinde gelecekte bağlantı kurma ihtimali olan teknoloji alanlarını bulmak için IPC ortak oluş ağlarında Ortak Komşular bağlantı tahmin indeksi skorları hesaplanmıştır. Her periyotta en yüksek skora sahip ilk beş teknoloji alanı Tablo 10’da gösterilmiştir. Açık yeşil, ilgili periyotta gelecekte bağlantılı olma ihtimali olan teknoloji alanlarını temsil eder. Koyu yeşil ise tahmin edilen teknoloji alanlarının ilgili periyotta bağlantılı olduğunu göstermektedir.

Periyot 1’de gelecekte bağlantılı olması tahmin edilen *G06N 7/00-G06F 17/30* ve *G06T 7/11-G06F 17/30* IPC kodu bağlantıları Periyot 2 ve Periyot 3 dönemlerinde patentlerde birlikte yer almıştır. *G06K 9/00-G06F 17/30* IPC bağlantı çifti ise sadece Periyot 3’te birlikte patentlerde bulunmaktadır. Periyot 2’de IPC ortak oluşuğında yapılan bağlantı tahmini sonucunda öngörülen IPC kod bağlantılarından *G06N 5/02-G06F 16/33* bağlantısı hariç diğer bağlantılar Periyot 3’te patent belgelerinde yer almaktadır.

Tablo 10. Öngörülen IPC Bağlantılarının Gerçek IPC Bağlantılarıyla Karşılaştırılması

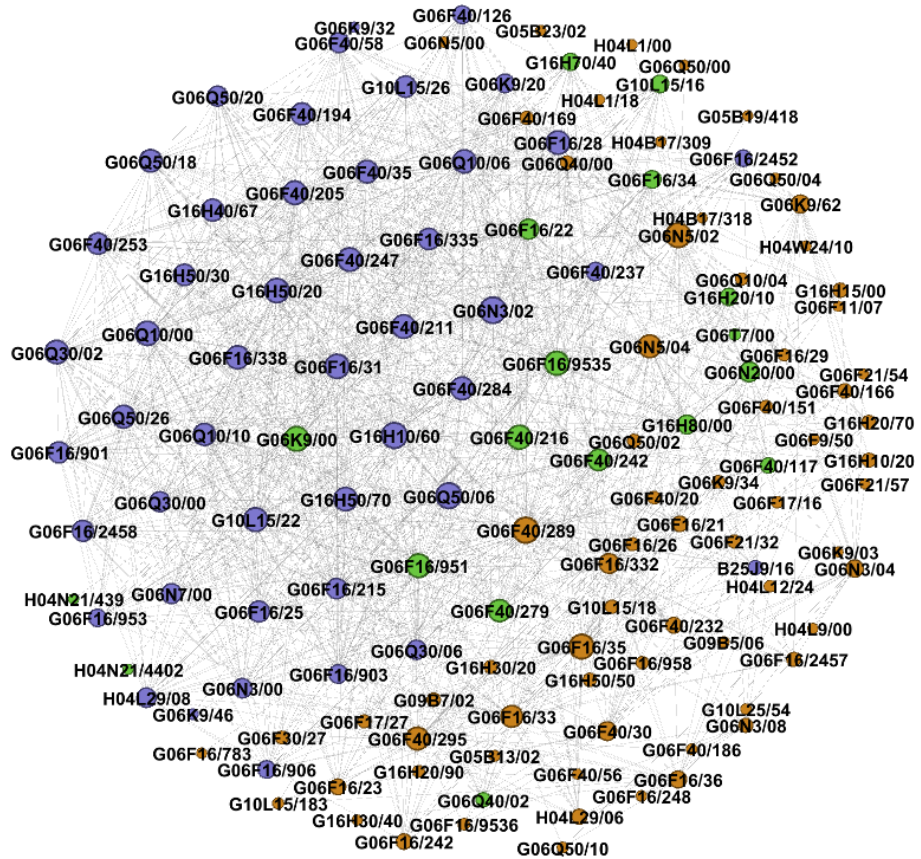
Öngörülen IPC Bağlantıları	Periyot 1 (2015-2017)	Periyot 2 (2018-2019)	Periyot 3 (2020-2021)
G06N 7/00-G06F 17/30			
G06T 7/11-G06F 17/30			
G06K 9/00-G06F 17/30			
G06Q 50/20-G06N 99/00			
G06Q 50/20-G06N 3/08			
G06N 20/00-G06F 17/30			
G06N 5/02-G06F 16/33			
G06K 9/62-G06F 17/30			
G06Q 10/04-G06N 20/00			
G06Q 50/20-G06F 17/27			

4.6. Öngörülen Bilgi Yakınsaması Alt Alanları

2021 yılı verilerine göre oluşturulan anahtar kelime ortak oluşuğında bağlantı tahmin analizi uygulanmıştır. Bağlantı tahmin yöntemi sonucunda bilgi yakınsaması ağı oluşturulmuştur. Bu ağ, bilgi yakınsaması tahmin ağı olarak isimlendirilmiştir. Bilgi yakınsaması tahmin ağında topluluk tespiti yapmak için Louvain Algoritması uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucunda bilgi yakınsaması tahmin ağında yedi topluluk oluştuğuna tespit edilmiştir. Bilgi yakınsaması tahmin ağı görseli Şekil 18’de gösterilmektedir. Analiz sonucunda oluşan topluluklarından ilki “*bilgi keşfi, bilgi mühendisliği, bilgi damıtma, görüntü sınıflandırma, görsel soru cevaplama, video soru cevaplama, Covid-19*” anahtar kelimelerinden oluşmaktadır. İkinci topluluk “*tahmin modeli, makine öğrenimi, öğrenen sistemler, biliş, etki alanı uyarlaması, ontoloji, hata teşhisi*” anahtar kelimelerinden oluşmaktadır. Üçüncü topluluk “*veri madenciliği, evrimsel sinir ağı, optimizasyon, temsil öğrenme, grafik sinir ağı*” anahtar kelimelerinden oluşmaktadır. Dördüncü topluluk “*hesaplamalı modelleme, bilgi tabanlı sistem, doğal dil işleme, bilgi aktarımı, uyarlamalı modeller, çoklu görev öğrenimi,*

4.7. Öngörülen Teknoloji Yakınsaması Alt Alanları

Periyot 3 (2020-2021) IPC ortak oluş ağına bağlantı tahmin yöntemi uygulanarak elde edilen tahmin ağı bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasındaki teknoloji yakınsamasını göstermektedir. Gelecekte yakınsama göstermesi beklenen bu teknoloji alanlarının olası bağlantıları topluluk tespiti ve konu modelleme yöntemleriyle analiz edilmiştir. İlk olarak teknoloji yakınsaması tahmin ağındaki toplulukları tespit etmek için Louvain Algoritması uygulanmıştır. Bu algoritmanın uygulanması sonucunda ağda üç topluluk oluştuğu gözlemlenmiştir. Teknoloji yakınsaması tahmin ağı görseli Şekil 19'da gösterilmektedir. Toplulukların temalarının belirlenebilmesi için her bir toplulukta Kümeleme katsayısı en yüksek olan ilk on IPC kodu seçilmiştir. Seçilen IPC kodlarının yer aldığı patentlerin özet bilgileri elde edilmiştir. Bu özet verilerine BERTopic algoritması uygulanarak konu modelleme analizi yapılmıştır. Böylelikle öngörülen teknolojik alanlarla ilgili temalar belirlenmiş ve bu temalarda en sık kullanılan kelimeler sunulmuştur.



Şekil 19. Teknoloji Yakınsaması Tahmin Ağı

Konu modelleme analizi sonucuna göre her toplulukta üç konu belirlenmiştir. Bu konulardaki patent sayıları ve en sık kullanılan kelimeler Tablo 11’de verilmiştir. Topluluk 1’de yer alan Konu 1 en fazla patent belgesini içermektedir ve “bilgi, veri, enformasyon, yöntem, kullanıcı, göre, icat, hedef, taban, graf” kelimelerinden oluşmaktadır. Topluluk 2’de yer alan Konu 1 ise 44 patent belgesiyle bu toplulukta en fazla patent belgesini içeren konudur. Konu 1 “bilgi, veri, yöntem, bilgi tabanı, temel, soru, enformasyon, çizge, cevap, tabanlı” kelimelerinden oluşmaktadır. Topluluk 3’te bulunan Konu 1 ise “bilgi, yöntem, veri, enformasyon, göre, varlık, icat, tabanlı, metin, model” kelimelerinden oluşmaktadır. Bu konu altında 71 patent belgesi yer almaktadır.

Tablo 11. Konu Patent sayısı ve Sık Kullanılan Kelimeler

Topluluk	Konu	Patent Sayısı	Kelimeler
T 1	Konu 1	70	bilgi, veri, enformasyon, yöntem, kullanıcı, göre, icat, hedef, taban, graf
	Konu 2	62	metin, varlık, yöntem, çıkarma, enformasyon, bilgi, model, veri, tabanlı, belge
	Konu 3	52	sağlık, enformasyon, veri, bilgi, görüntü, hasta, teşhis, ilaç, yöntem, tabanlı
T 2	Konu 1	44	bilgi, veri, yöntem, bilgi tabanı, temel, soru, enformasyon, graf, cevap, tabanlı
	Konu 2	40	veri, yöntem, model, bilgi, kontrol, tabanlı, ağ, özellik, hata, bilgi tabanı
	Konu 3	12	son, bilgi, öğrenme, üst, bilişsel, ağ, veri, bulut, zeka, son sunum
T 3	Konu 1	71	bilgi, yöntem, veri, enformasyon, göre, varlık, icat, tabanlı, metin, model
	Konu 2	33	soru, cevap, kullanıcı, hizmet, bilgi, modül, taban, bilgi tabanı, yöntem, diyalog
	Konu 3	24	öğrenme, bilgi, zeka, yapay zekâ, birim, yapay, kullanıcı, öğretme, eğitim, enformasyon

Not: Sık kullanılan kelimelerin İngilizce orijinaleri Ek-4’te yer almaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, bilimsel yayın ve patent verilerine ağ analizi, bağlantı tahmini ve konu modelleme yöntemleri uygulanarak bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanları arasındaki bilgi ve teknoloji yakınsaması incelenmiştir. Bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanlarının ilişkilerini incelemek için ağ analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu alanların bilgi yakınsamasını öngörmek için yazar anahtar kelime ortak oluşu ağı ve teknoloji yakınsamasını öngörmek için IPC kodu ortak oluşu ağı kullanılarak bağlantı tahmini yapılmıştır.

Bilgi yönetimi ve yapay zekâ arasındaki bilgi yakınsaması ve teknoloji yakınsaması, her iki alanı içeren bilimsel yayınlar ve patentler kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Her iki alana karşılık gelen anahtar kelimeleri içeren arama sorgusu WoS ve Patentscope veritabanında uygulanmıştır. 2015-2021 yılları arasında yayın ve patent elde edilmiştir. Elde edilen yayınların sayısının zamana göre değişimi incelendiğinde 2018 yılından sonra alanda gerçekleştirilen çalışmaların sayısının hızlı bir artış gösterdiği görülmektedir. Ancak WoS tarafından taranan dergi sayısı yıllara göre artmaktadır. Bu durumun bir sonucu olarak pek çok alanda çalışma sayıları da yıllara göre artış göstermektedir. Yayın sayılarındaki artış ile alana gösterilen ilgi arasında ilişki kurulurken bu durum göz önüne alınmalıdır. Elde edilen patent sayılarının zamana göre değişimi incelendiğinde ise 2018 yılından sonra patent sayısında artış olduğu görülmektedir.

Bilimsel yayın ve patentlerin ülkelere göre dağılımı incelendiğinde en çok yayının ve patentin Çin tarafından üretildiği görülmektedir. Çin'de gerçekleştirilen araştırmalar bu alandaki yayınların %35'ini, ülke kısmı Çin olarak belirtilmiş patentlerin toplam patentlerin %75'ini oluşturduğu görülmektedir. Hem yayın hem de patent sayısı bakımından ikinci sırada ABD (%20 yayın, %13 patent) yer almaktadır. WIPO (2019) raporuna göre yapay zekâ alanından en fazla patent başvurusu yapan ülkeler Çin ve ABD'dir. Yine bu rapora göre 2013 yılından 2016 yılına kadar yapay zekâ alanında gerçekleştirilen patent başvurularının yüzde 20'den fazlası Çin'e ait kuruluşlar tarafından yapıldığı belirtilmektedir.

2015 yılından 2021 yılına kadar yedi yıllık zaman diliminde yapılan ağ analizi alanların yakınsama sürecinde anahtar kelimelerin ve IPC kodlarının değişimini, alanın popüler konularını ve ana konularını vermektedir. Yüksek derece merkeziliğine sahip anahtar kelimeler ve IPC kodları alanın popüler konularını yansıtmaktadır. Popüler konu

terimi, ağ analizi alanındaki en yoğun bağlantıları temsil eder ve sıklıkla araştırmaların odağında yer alırlar. Yüksek arasındalık merkeziliğine sahip anahtar kelimeler ve IPC kodları alanın ana konularını yansıtmaktadır. Ana konu terimi, ağ analizi alanındaki en önemli bağlantı noktalarını temsil eder ve genellikle disiplinin temel konularına işaret ederler. Bu anahtar kelimelerin ve IPC kodlarının belirlenmesi araştırmacıların bilgi ve teknoloji yakınsamasında alanların değişimini anlamalarına yardımcı olmaktadır.

Anahtar kelime ortak oluş ağında merkezilik ölçütleri incelendiğinde yedi yıllık zaman diliminde popülerliğini koruyan yazar anahtar kelimeler *bilgi mühendisliği, derin öğrenme, makine öğrenimi* ve *bilgi keşfi* olmuştur. 2019 yılından itibaren ortaya çıkan ve derece merkeziliği en yüksek anahtar kelime *görev analizdir*. Bu anahtar kelime bilimsel yayınlarda diğer anahtar kelimelerle daha fazla birlikte yer almıştır. Bu nedenle görev analizi son üç yıldır araştırmacılar tarafından çalışılan en popüler konu olarak kabul edilebilir. 2015-2018 yılları arasında *makine öğrenimi* anahtar kelimesi diğer anahtar kelimelerle daha fazla bağlantıya sahipken sonraki yıllarda bağlantı sayısı düşüş göstermektedir. Fakat *makine öğrenimi* anahtar kelimesinin arasındalık merkeziliği değerine bakıldığında tüm yıllarda en yüksek değere sahiptir. Bu durum *makine öğrenimi* anahtar kelimesinin bilgi yakınsaması sürecinde ana konu olduğunu gösterir. Makine öğrenmesi, bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanlarının araştırmaların merkezinde yer almaktadır.

Patent IPC ortak oluş ağları Periyot 1 (2015-2017), Periyot 2 (2018-2019) ve Periyot 3 (2020-2021) olarak incelendiğinde *sinir ağı mimarisi* ve *sinir ağı öğrenme yöntemleri* popüler teknoloji alanları olarak ortaya çıkmaktadır. *Makine öğrenimi, veritabanında yapılandırılmamış veya ham metin verilerinin alınması, kuruluşlarda zaman yönetimi, proje yönetimi veya bilgisayar kullanarak üretim planlama, bakım faaliyetlerinin planlanması* ve *doğal dil işleme* konuları ana teknoloji alanları olarak Periyot 1’de ortaya çıkmıştır. Zamanla bu teknoloji alanları değişim göstererek Periyot 2 ve Periyot 3’e bakıldığında *sinir ağı öğrenme yöntemleri* ve *makine öğrenimi* ana teknoloji alanı olarak tespit edilmektedir.

Bu çalışmada öngörülen bilgi yakınsaması ve teknoloji yakınsaması modelleri bağlantı tahmin yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda öngörülen bilgi yakınsaması modeli yedi alt alanda (topluluk) incelenmektedir. En büyük toplulukların ilkine göre birinci alt alandaki anahtar kelimeler, anlam bilimi, bilgi grafikleri, sınıflandırma, sinir ağları, nesnelere interneti, yüz tanıma ve analitik modeller gibi konulara odaklanmaktadır. Bu alt alan, bilgi yönetimi açısından verilerin daha

anlamalı hale getirilmesi ve kullanılmasıdır. Bu bağlamda bilgi grafiği kavramı varlıklar arasındaki ilişkileri ve anlamlı bağlantıları belirleyen ağ yapılarının oluşturulmasını ifade eder. Bilgi grafiği teknolojisi, veri odaklı karar verme sürecini geliştirerek bilgi yönetiminde büyük bir rol oynamaktadır. Bilgi grafiği teknolojisi, bir şirketin tüm verilerini tek bir platformda toplayarak, veri odaklı karar verme sürecini kolaylaştırabilir. Bu sayede şirketler verilerini daha etkili bir şekilde yönetebilir ve iş süreçlerini iyileştirebilir. Nesnelerin İnterneti ve yüz tanıma teknolojisi kullanılarak güvenlik sistemleri otomatikleştirilerek tehlikeli durumlar tespit edilebilir ve bu sayede önlemler alınabilir. Semantik teknolojileri kullanarak farklı veri kaynaklarından gelen verilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesi ve anlamlı hale getirilmesi, bilginin daha verimli bir şekilde yönetilmesine yardımcı olmaktadır. Şirketin ürünlerinin satış verileri, müşteri geri bildirimleri ve ürün özellikleri gibi farklı verilerin birleştirilmesi verilerin daha anlamlı hale gelmesini sağlar ve bu da şirketin pazarlama stratejilerini daha etkili bir şekilde planlamasına yardımcı olur. Semantik teknolojileri kullanarak verilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesi, verilerin daha fazla kullanılabilir hale getirilmesine ve daha iyi kararlar alınmasına katkı sağlar. Bu da bilgi yönetimi açısından verilerin daha etkili bir şekilde kullanılmasını ve iş süreçlerinin iyileştirilmesini sağlar.

İkinci alt alan bilgi aktarımı, bilgi tabanlı sistemler ve doğal dil işleme gibi konulara odaklanmaktadır. Bu alt alanın teması bilginin bir alandan diğerine veya bir modelden diğerine transfer edilmesi ile ilgilidir. Bir problem alanındaki bilgiyi benzer bir problem alanına aktararak ve öğrenme sürecini hızlandırarak yeni çözümler üretilebilir. Bu yaklaşım, bilgi yönetimi açısından bilginin verimli ve etkili bir şekilde paylaşılmasına, yeniden kullanılmasına ve yeniden kullanılabilirliğine olanak tanır. Ayrıca, doğal dil işleme ve üretici çekişmeli ağlar gibi teknikler, yüksek kaliteli metin ve diğer doğal dil verilerinin analizi ve üretimi için kullanılabilir.

Üçüncü alt alan, büyük veri setleri üzerinde derin öğrenme modelleri kullanarak öğrenme performansını artırmak, görev analizleri yaparak daha iyi sonuçlar elde etmek ve en son teknolojileri kullanarak daha verimli eğitim yöntemleri geliştirmektir. Destek vektör makineleri gibi öğrenme algoritmaları da dahil olmak üzere bir dizi makine öğrenmesi aracını kullanarak verilerden anlamlı bilgi çıkarılır. Bilgi tabanı, bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanlarında sıkça kullanılan bir kavramdır ve bir organizasyonun veya bir sistem tarafından kullanılan bilgilerin yapılandırılmış bir şekilde depolandığı bir veritabanını ifade eder. Altıncı alt alan, bu depolanmış bilgilerin derin öğrenme modelleri tarafından kullanılması ve bu modellerin daha iyi sonuçlar vermesine yardımcı olmak için

eğitim amaçlı kullanılmasıdır. Bu bağlamda altıncı alt alan, derin öğrenme modellerinin ve makine öğrenmesi algoritmalarının daha iyi sonuçlar vermesi için bilgi tabanlarının kullanımını vurgulamaktadır. Derin öğrenme modelleri, tıbbi verilerin anlamlı hale getirilmesinde kullanılabilir. Bu modeller, hastaların sağlık durumlarını analiz ederek hastalıkların erken teşhisini ve tedavisini kolaylaştırabilir. Ayrıca, derin öğrenme modelleri, bilgi tabanı içindeki bilgilerin daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir. Örneğin, bir organizasyonun bir konuda çok sayıda belgesi olabilir. Derin öğrenme algoritmaları, belgelerdeki önemli kelimeleri ve konuları belirleyebilir ve bu bilgileri kullanarak belgeleri yapılandırabilir ve kategorize edebilir. Bu sayede, belgeler arasındaki bağlantılar ve ilişkiler daha net bir şekilde ortaya çıkarılabilir.

Dördüncü alt alana ait anahtar kelimeler, özellikle karar verme sistemleri ve veri güvenliği konularına yoğunlaşır. Ayrıca veri setleri üzerinde analiz yapmak, veri modelleri oluşturmak ve bu modelleri optimize etmek için kullanılan teknikler de bu kümeye dahildir. Bu alt alana ait anahtar kelimelerin özellikle güvenlik sistemleri, bilgi yönetimi ve büyük veri yönetimi gibi alanlarda uygulamaları yaygındır. Bu topluluğa bakarak özellikle yapay zekâ alanında karar verme mekanizmaları ve veri modelleri için yapılan çalışmaların vurgulandığını söyleyebiliriz. Örneğin, veri modelleri üzerinde yapılan çalışmalar, veri analitiği ve yapay zekâ sistemlerinin performansını artırmak ve daha doğru sonuçlar elde etmek için tasarlanan algoritmaları içerir. Karar verme mekanizmaları da, veri modelleri ile birlikte çalışarak, yapay zekâ sistemlerinin verileri işlemlerini ve sonuçlarını daha güvenilir bir şekilde sunmasını sağlar.

Beşinci alt alanda bulunan anahtar kelimelerin çoğu bilgisayarlı görü teknolojileri ve bilgi mühendisliği konularıyla ilgilidir. Bu temanın görüntü ve video soru-cevap sistemleri ile ilgili olduğu söylenebilir. Bu sistemler, makinenin bir görüntü veya videonun içeriğini anlaması ve doğal dil sorularına doğru cevaplar vermesi üzerine çalışır. Covid-19 gibi hızla yayılan bir hastalık ile ilgili olarak video ve görüntüleri kullanarak doğru teşhis koymak gibi uygulamalarda bu teknolojiler önemli bir rol oynayabilir.

Altınca alt alandaki anahtar kelimeler temel olarak makine öğrenmesi, tahmine dayalı modelleme, bilişsel sistemler ve ontoloji gibi konuları içermektedir. Ontoloji, bir bilgi yönetimi alanı olarak bir konu veya domain hakkında bilgiyi yapılandırma, kategorize etme ve anlamlandırma yöntemlerini içermektedir. Ontoloji, bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanlarında sıklıkla kullanılan bir araçtır. Sağlık alanında hasta kayıtlarının daha etkin bir şekilde yönetilmesi, hastalık teşhisinde veya ilaçların yan etkilerinin tahmininde kullanılmaktadır. E-ticaret sitelerinde kullanıcıların önceki alışverişleri,

beğenileri ve arama geçmişleri dikkate alınarak öneri sistemleri geliştirilmektedir. Bu öneri sistemleri ontolojik yapılar kullanarak ürünlerin özelliklerini ve kullanıcıların tercihlerini bir araya getirerek kullanıcılara özel ürün önerileri sunabilir.

Yedinci alt alan ise veri madenciliği ve sinir ağları konularını kapsar. Veri madenciliği, büyük veri setlerinden anlamlı bilgiler elde etme sürecidir ve özellikle işletmelerdeki karar verme süreçlerinde yaygın olarak kullanılır. Finans sektöründe veri madenciliği teknikleri kullanarak müşterilerin kredi geçmişi ve ödeme davranışları gibi bilgilerin analizi yapılabilir. Bu sayede risk yönetimi ve kredi onay süreçleri daha etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir. Ayrıca derin öğrenme teknikleri kullanılarak büyük veri kümeleri analiz edilerek risk yönetimi ve portföy optimizasyonu gibi konularda kararlar alınabilir.

Yapılan analizler sonucunda bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanlarının teknoloji yakınsaması üç alt alanda olmak üzere incelenebilir. Bu alt alanlardan ilki bilgi grafiği kullanılarak sağlık alanında ilaç ve tedavi öneri sistemleridir. Birçok sağlık uygulaması, bilgi yönetimi ve yapay zekâ teknolojilerinin birleşiminden yararlanarak hasta sağlığına daha iyi hizmet etmek için çalışmaktadır. Bu uygulamalar, veri madenciliği, yapay zekâ, makine öğrenmesi ve bilgi yönetimi tekniklerini kullanarak, hastalık tanısı ve tedavi önerileri için daha doğru ve güncel bilgiler sağlayabilirler. Örneğin, bir ilaç öneri sistemi, hasta verilerini (örneğin hastanın yaş, kilo, tıbbi geçmişi ve semptomları) toplayarak elde ettiği bu bilgileri bir veri tabanına kaydeder ve bilgi grafiği oluşturulur. Bu grafikte farklı verilerin birbiriyle nasıl bağlı olduğu gösterilir. Örnek olarak belirli bir semptomun hangi tıbbi durumlarla ilişkili olduğunu belirlemek için bilgi grafiği kullanılabilir. Son olarak, ilaç öneri sistemi, hangi ilaçların önerileceğini belirler ve hasta için en uygun tedavi planını sunar. Bu plan, hastanın kişisel verilerine göre özelleştirilebilir.

İkinci alt alan bilgi grafiği kullanılarak donanımsal sistemlerin yönetilmesi ve hata öngörülmesidir. Donanım sistemleri, fabrikalarda ve diğer endüstriyel ortamlarda büyük önem taşır. Bu sistemlerin düzgün bir şekilde yönetilmesi, üretkenliği ve verimliliği artırabilir ve aynı zamanda hataların ve arızaların önlenmesine yardımcı olabilir. Bu bağlamda, bilgi yönetimi ve yapay zekâ teknolojileri, donanım sistemlerinin yönetimi ve hata öngörülmesi için kullanılabilir. Örneğin, sensör verilerinin toplanması, makine öğrenmesi ve diğer veri analizi teknikleri kullanılarak, donanım sistemlerindeki arızalar ve hatalar önceden tespit edilebilir. Bu sayede, sistemlerin düzgün bir şekilde çalışması sağlanarak, arızaların önlenmesi ve üretkenliğin artırılması mümkün olabilir.

Son alt alan ise zeki soru cevap sistemleri ve eğitim sistemleridir. Bilgi yönetimi ve yapay zekâ teknolojileri, zeki soru-cevap sistemlerinin ve eğitim uygulamalarının geliştirilmesi için de kullanılabilir. Burada doğal dil işleme, büyük dil modellerinin kullanımı zeki soru cevap sistemleri ve eğitim sistemlerini daha etkili ve verimli hale getirebilir. Büyük dil modelleri, geniş bir veri kümesi üzerinde eğitildikleri için genel dil anlama yetenekleri ve bilgi erişimi sağlarlar, bu da daha iyi bir soru-cevap deneyimi ve kişiselleştirilmiş eğitim sunumu sağlayabilir. Örneğin, chatGPT gibi büyük dil modelleri, geniş bir dil bilgisi ve metin anlama kapasitesine sahiptir. Eğitim sistemlerinde büyük dil modelleri, öğrencilere bireyselleştirilmiş öğrenme materyalleri sunmak için kullanılabilir. Bu modeller, öğrencilerin öğrenme düzeyini ve ihtiyaçlarını analiz edebilir, daha sonra öğrenciye uygun içerikler ve ödevler önerebilir. Örneğin, bir dil öğrenme platformunda, büyük bir dil modeli, öğrencinin seviyesini değerlendirerek özelleştirilmiş dil pratikleri ve kelime öğrenme önerileri sunabilir. Büyük dil modelleri ayrıca eğitim materyallerini otomatik olarak üretebilme yetenekleri sayesinde eğitimcileri destekleyebilir. Öğretmenler, büyük dil modellerini kullanarak öğrenciler için test soruları, ödevler veya öğrenme materyalleri oluşturabilirler.

Bu çalışmada günümüzün hızla değişen bilgi ve teknoloji ortamında bilgi yönetimi ve yapay zekâ alanlarının yakınsama süreci ve bu süreç sonucunda ortaya çıkması olası araştırma ve teknoloji geliştirme alanları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bilgi yönetimi sürecinde verilerin anlamlı hale getirilmesi, doğru analiz edilmesi, uygun şekilde depolanması ve bu verilerden faydalı bilgilerin elde edilmesi kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda yapay zekâ teknolojileri bilgi yönetimi sürecinde organizasyonlar ve bireyler tarafından verimli ve etkili bir şekilde kullanılabilir. Derin öğrenme, makine öğrenmesi, doğal dil işleme, Nesnelerin İnterneti, bilgi grafikleri ve diğer teknolojiler bu süreçte kullanılan araçlar arasında yer almaktadır.

Öngörülen bilgi yakınsaması sonuçlarına göre araştırmacılar çalışma alanlarına ait veya ilgili oldukları alanlara ait anahtar kelimelere bakarak öngörülen bilgi yakınsamasını inceleyebilir ve bu öngörü etrafında mevcut araştırmalarını genişletebilir. Yakınsama göstermesi beklenen teknoloji alanlarının belirlenmesi işletmelerin rekabet avantajı elde etmesine yardımcı olabilecek yeni fikirler ve stratejiler sağlayabilir.

Bu çalışmada bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. İlk olarak, bu çalışmada kullanılan veriler sadece WoS ve Patentscope veritabanlarından elde edilmiştir. Bu nedenle, diğer veri kaynaklarından elde edilen verilerin analizi bulguları daha bütüncül görülmesini sağlayabilir. İkinci olarak çalışma kapsamında sadece İngilizce veriler analiz edilmiştir.

Farklı dillerdeki verilerin analize dahil edilmesi farklı sonuçlar verebilir. Son olarak bu çalışmanın yaklaşımı farklı teknikler veya farklı bağlantı tahmin indeksleri kullanılarak daha da geliştirilebilir. Örneğin, bu çalışmada benzerlik tabanlı indeksler kullanılarak bağlantı tahmini yapılmıştır. Farklı indeksler kullanılarak bağlantı tahmini yapılması farklı yakınsama sonuçları öngörülebilir. Bu çalışmada, anahtar kelime ortak oluş ağlarında çoğunlukla kullanıldığı gibi yazar tarafından belirlenen anahtar kelimeler kullanılmıştır. Dolayısıyla bu araştırma yazar anahtar kelimelerinin makaleyi betimlediği varsayımında bulunmaktadır. Yazar anahtar kelimeleri yerine yapay zeka temelli yöntemlerle anahtar kelime çıkarma işlemi uygulanarak bu kelimeler kullanılabilir. Anahtar kelime çıkarma yöntemi ile elde edilen verilerle gelecekte benzer çalışmaların yapılması, hem iki yöntemin karşılaştırılmasında hem de daha nesnel bir yolla oluşturulmuş veri kümesi üzerinden bağlantı tahmini yapılmasına olanak sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Abualoush, S., Bataineh, K., & Alrowwad, A. A. (2018). The role of knowledge management process and intellectual capital as intermediary variables between knowledge management infrastructure and organization performance. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 13, 279-309.
- Ackoff, R. L. (1989). From data to wisdom. *Journal of applied systems analysis*, 16(1), 3-9.
- Adamic, L. A., & Adar, E. (2003). Friends and neighbors on the web. *Social networks*, 25(3), 211-230.
- Akhavan, P., Ebrahim, N. A., Fetрати, M. A., & Pezeshkan, A. (2016). Major trends in knowledge management research: a bibliometric study. *Scientometrics*, 107(3), 1249-1264.
- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 107-136.
- Alghamdi, R., & Alfalqi, K. (2015). A survey of topic modeling in text mining. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.(IJACSA)*, 6(1).
- Allarakhia, M., & Walsh, S. (2012). Analyzing and organizing nanotechnology development: Application of the institutional analysis development framework to nanotechnology consortia. *Technovation*, 32(3-4), 216-226.
- Al-Taie, M. Z., and Kadry, S. (2017). *Python for Graph and Network Analysis*, Cham: Springer International Publishing.
- Angelov, D. (2020). Top2vec: Distributed representations of topics. *arXiv preprint arXiv:2008.09470*.
- Anshari, M., Syafrudin, M., Tan, A., Fitriyani, N. L., & Alas, Y. (2023). Optimisation of Knowledge Management (KM) with Machine Learning (ML) Enabled. *Information*, 14(1), 35.
- Avdeenko, T. V., Makarova, E. S., & Klavsuts, I. L. (2016, October). Artificial intelligence support of knowledge transformation in knowledge management systems. In *2016 13th*

International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE) (Vol. 3, pp. 195-201). IEEE.

- Barabási, A. L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *science*, 286(5439), 509-512.
- Begler, A., & Gavrilova, T. (2018). *Artificial intelligence methods for knowledge management systems* (No. 15106).
- Bhatt, G. D. (2001). Knowledge management in organizations: examining the interaction between technologies, techniques, and people. *Journal of knowledge management*.
- Bibikas, D., Paraskakis, I., Psychogios, A. G., & Vasconcelos, A. C. (2010). Emerging enterprise social software knowledge management environments: Current practices and future challenges. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 7(3-4), 328-343.
- Blei, D. M. (2012). Probabilistic topic models. *Communications of the ACM*, 55(4), 77-84.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*, 3(Jan), 993-1022.
- Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*, 2008(10), P10008.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing social networks*. Sage.
- Butts, C. T. (2008). Social network analysis: A methodological introduction. *Asian Journal of Social Psychology*, 11(1), 13-41.
- Caviggioli, F. (2016). Technology fusion: Identification and analysis of the drivers of technology convergence using patent data. *Technovation*, 55, 22-32.
- Chan, S. K., & Miyazaki, K. (2015, August). Knowledge convergence between cloud computing and big data and analysis of emerging technological opportunities in Malaysia. In *2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* (pp. 1501-1512). IEEE.

- Choudhury, N., & Uddin, S. (2016). Time-aware link prediction to explore network effects on temporal knowledge evolution. *Scientometrics*, *108*(2), 745-776.
- Cooper, P. (2010). Data, information and knowledge. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, *11*(12), 505-506.
- Curran, C. S., & Leker, J. (2011). Patent indicators for monitoring convergence—examples from NFF and ICT. *Technological Forecasting and Social Change*, *78*(2), 256-273.
- Curran, C. S., Bröring, S., & Leker, J. (2010). Anticipating converging industries using publicly available data. *Technological Forecasting and Social Change*, *77*(3), 385-395.
- Dargan, S., Kumar, M., Ayyagari, M. R., & Kumar, G. (2020). A survey of deep learning and its applications: a new paradigm to machine learning. *Archives of Computational Methods in Engineering*, *27*, 1071-1092.
- Davenport, T. H., De Long, D. W., & Beers, M. C. (1998). Successful knowledge management projects. *MIT Sloan management review*, *39*(2), 43.
- Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., & Harshman, R. (1990). Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American society for information science*, *41*(6), 391-407.
- Desmarais, B. A., & Cranmer, S. J. (2013). Forecasting the locational dynamics of transnational terrorism: A network analytic approach. *Security Informatics*, *2*(1), 1-12.
- Devadas, T. J., & Ganesan, R. (2012). Intelligent Agent-Based Knowledge Management and Knowledge Discovery. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, *3*(2).
- Duan, Y., & Guan, Q. (2021). Predicting potential knowledge convergence of solar energy: bibliometric analysis based on link prediction model. *Scientometrics*, *126*(5), 3749-3773.
- El Naqa, I., & Murphy, M. J. (2015). *What is machine learning?* (pp. 3-11). Springer International Publishing.

- Feng, S., & Law, N. (2021). Mapping Artificial Intelligence in Education Research: a Network-based Keyword Analysis. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(2), 277-303.
- Feng, S., An, H., Li, H., Qi, Y., Wang, Z., Guan, Q., ... & Qi, Y. (2020). The technology convergence of electric vehicles: Exploring promising and potential technology convergence relationships and topics. *Journal of Cleaner Production*, 260, 120992.
- Fortunato, S. (2010). Community detection in graphs. *Physics reports*, 486(3-5), 75-174.
- Fortunato, S., & Hric, D. (2016). Community detection in networks: A user guide. *Physics reports*, 659, 1-44.
- Freeman, W. J. (1979). Nonlinear dynamics of paleocortex manifested in the olfactory EEG. *Biological Cybernetics*, 35(1), 21-37.
- Gaviria-Marin, M., Merigó, J. M., & Baier-Fuentes, H. (2019). Knowledge management: A global examination based on bibliometric analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 140, 194-220.
- Ghosh, S., Halappanavar, M., Tumeo, A., Kalyanaraman, A., Lu, H., Chavarria-Miranda, D., ... & Gebremedhin, A. (2018, May). Distributed louvain algorithm for graph community detection. In *2018 IEEE international parallel and distributed processing symposium (IPDPS)* (pp. 885-895). IEEE
- Grace, K., Salvatier, J., Dafoe, A., Zhang, B., & Evans, O. (2018). Viewpoint: when will ai exceed human performance. *EvidencefromaExperts. JArtifIntellRes*62, 729-754.
- Grootendorst, M. (2020). BERTopic: Leveraging BERT and c-TF-IDF to Create Easily Interpretable Topics. Zenodo. doi:10.5281/zenodo.4381785.
- Grootendorst, M. (2022). BERTopic: Neural topic modeling with a class-based TF-IDF procedure. *arXiv preprint arXiv:2203.05794*
- Guan, Q., An, H., Gao, X., Huang, S., & Li, H. (2016). Estimating potential trade links in the international crude oil trade: A link prediction approach. *Energy*, 102, 406-415.

- Gulavani, S. S., & Joshi, M. (2011). Knowledge Management using Artificial Intelligence Techniques. In *Proceedings of the 5th National Conference; INDIACom-2011. Computing for Nation Development, March* (pp. 10-11).
- Gupta, B., Iyer, L. S., & Aronson, J. E. (2000). Knowledge management: practices and challenges. *Industrial management & data systems*.
- Güneş, İ., Gündüz-Öğüdücü, Ş., & Çataltepe, Z. (2016). Link prediction using time series of neighborhood-based node similarity scores. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 30(1), 147-180.
- Hacklin, F., Marxt, C., & Fahrni, F. (2009). Coevolutionary cycles of convergence: An extrapolation from the ICT industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(6), 723-736.
- Hacklin, F., Marxt, C., & Fahrni, F. (2010). An evolutionary perspective on convergence: inducing a stage model of inter-industry innovation. *International Journal of Technology Management*, 49(1-3), 220-249
- 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.
- Hanley, J. A., & McNeil, B. J. (1982). The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143(1), 29-36.
- He, C., Shi, F., & Tan, R. (2022). A synthetical analysis method of measuring technology convergence. *Expert Systems with Applications*, 118262.
- Hofmann, T. (1999, August). Probabilistic latent semantic indexing. In *Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval* (pp. 50-57).
- Houari, N., & Far, B. H. (2004, August). Application of intelligent agent technology for knowledge management integration. In *Proceedings of the Third IEEE International Conference on Cognitive Informatics, 2004*. (pp. 240-249). IEEE.
- Iakovidou, N., Symeonidis, P., & Manolopoulos, Y. (2010, November). Multiway spectral clustering link prediction in protein-protein interaction networks. In *Proceedings of the*

10th IEEE International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine (pp. 1-4). IEEE.

J Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence A Modern Approach Third Edition...*

Jaccard, P. (1901). Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bull Soc Vaudoise Sci Nat*, 37, 547-579.

Jalili, M., Orouskhani, Y., Asgari, M., Alipourfard, N., & Perc, M. (2017). Link prediction in multiplex online social networks. *Royal Society open science*, 4(2), 160863.

Jallow, H., Renukappa, S., & Suresh, S. (2020, December). Knowledge management and artificial intelligence (AI). In *ECKM 2020 21st European Conference on Knowledge Management* (p. 363). Academic Conferences International Limited.

Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3), 685-695.

Jarrahi, M. H., Askay, D., Eshraghi, A., & Smith, P. (2023). Artificial intelligence and knowledge management: A partnership between human and AI. *Business Horizons*, 66(1), 87-99.

Jeon, E., Yoon, N., & Sohn, S. Y. (2023). Exploring new digital therapeutics technologies for psychiatric disorders using BERTopic and PatentSBERTa. *Technological Forecasting and Social Change*, 186, 122130.

Jeong, S., Kim, J. C., & Choi, J. Y. (2015). Technology convergence: What developmental stage are we in?. *Scientometrics*, 104, 841-871.

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.

Jung, S., Kim, K., & Lee, C. (2021). The nature of ICT in technology convergence: A knowledge-based network analysis. *Plos one*, 16(7), e0254424.

Kaelbling, L. P., Littman, M. L., & Moore, A. W. (1996). Reinforcement learning: A survey. *Journal of artificial intelligence research*, 4, 237-285.

Karvonen, M., & Kässi, T. (2013). Patent citations as a tool for analysing the early stages of convergence. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), 1094-1107.

- Kayid, A. (2020). The role of Artificial Intelligence in future technology. *Department of Computer Science*.
- Kayworth, T., & Leidner, D. (2004). Organizational culture as a knowledge resource. *Handbook on Knowledge Management 1: Knowledge Matters*, 235-252.
- Kianto, A., Hussinki, H., & Vanhala, M. (2018). The impact of knowledge management on the market performance of companies. In *Knowledge management in the sharing economy* (pp. 189-207). Springer, Cham.
- Kim, J., Kim, S., & Lee, C. (2019). Anticipating technological convergence: Link prediction using Wikipedia hyperlinks. *Technovation*, 79, 25-34.
- Kim, S. (2002). The roles of knowledge professionals for knowledge management. *IFLA publications*, 102, 50-55.
- Köse, U. (2022). *Yapay Zekâ Felsefesi. İstanbul: Doğu Kitabevi*.
- Kumar, A., Singh, S. S., Singh, K., & Biswas, B. (2020). Link prediction techniques, applications, and performance: A survey. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 553, 124289.
- Kurzweil, R., Richter, R., Kurzweil, R., & Schneider, M. L. (1990). *The age of intelligent machines* (Vol. 580). Cambridge: MIT press.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.
- Lee, W. S., Han, E. J., & Sohn, S. Y. (2015). Predicting the pattern of technology convergence using big-data technology on large-scale triadic patents. *Technological Forecasting and Social Change*, 100, 317-329.
- Legg, S., & Hutter, M. (2007). A collection of definitions of intelligence. *Frontiers in Artificial Intelligence and applications*, 157, 17.
- Lei, C., & Ruan, J. (2013). A novel link prediction algorithm for reconstructing protein–protein interaction networks by topological similarity. *Bioinformatics*, 29(3), 355-364.

- Lei, Z., & Wang, L. (2020). Construction of organisational system of enterprise knowledge management networking module based on artificial intelligence. *Knowledge Management Research & Practice*, 1-13.
- Liben-Nowell, D., & Kleinberg, J. (2003, November). The link prediction problem for social networks. In *Proceedings of the twelfth international conference on Information and knowledge management* (pp. 556-559).
- Liebowitz, J. (2001). Knowledge management and its link to artificial intelligence. *Expert systems with applications*, 20(1), 1-6.
- Liu, N., Shapira, P., & Yue, X. (2021). Tracking developments in artificial intelligence research: Constructing and applying a new search strategy. *Scientometrics*, 126(4), 3153-3192.
- Lü, L., & Zhou, T. (2011). Link prediction in complex networks: A survey. *Physica A: statistical mechanics and its applications*, 390(6), 1150-1170.
- Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR).[Internet]*, 9, 381-386.
- Manning, C. D. (2008). *Introduction to information retrieval*. Syngress Publishing,.
- Mark E.J. Newman, *Networks:An Introduction*, OXFORD University Press, 1. Basım, New York,
- Martínez, V., Berzal, F., & Cubero, J. C. (2016). A survey of link prediction in complex networks. *ACM computing surveys (CSUR)*, 49(4), 1-33.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5, 115-133.
- Moubayed, A., Injadat, M., Nassif, A. B., Lutfiyya, H., & Shami, A. (2018). E-learning: Challenges and research opportunities using machine learning & data analytics. *IEEE Access*, 6, 39117-39138.
- Najafabadi, M. M., Villanustre, F., Khoshgoftaar, T. M., Seliya, N., Wald, R., & Muharemagic, E. (2015). Deep learning applications and challenges in big data analytics. *Journal of big data*, 2(1), 1-21.

- Nassif, A. B., Shahin, I., Attili, I., Azzeh, M., & Shaalan, K. (2019). Speech recognition using deep neural networks: A systematic review. *IEEE access*, 7, 19143-19165.
- Negnevitsky, M. (2011). *Artificial intelligence: a guide to intelligent systems*. Pearson education.
- Nemati, H. R., Steiger, D. M., Iyer, L. S., & Herschel, R. T. (2002). Knowledge warehouse: an architectural integration of knowledge management, decision support, artificial intelligence and data warehousing. *Decision Support Systems*, 33(2), 143-161.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1961). Computer Simulation of Human Thinking: A theory of problem solving expressed as a computer program permits simulation of thinking processes. *Science*, 134(3495), 2011-2017.
- Newman, M. E. (2001). Clustering and preferential attachment in growing networks. *Physical review E*, 64(2), 025102.
- Newman, M. E., & Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Physical review E*, 69(2), 026113.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization science*, 5(1), 14-37.
- Nonaka, I. ve Takeuchi, H. (1995), *The Knowledge Creating Company*, Oxford University Press, New York, NY
- Nonaka, Ikujiro (1991) "The knowledge creating company". *Harvard Business Review* 69 (6): 96–104.
- O'Dell, C., Wiig, K., & Odem, P. (1999). Benchmarking unveils emerging knowledge management strategies. *Benchmarking: An international journal*, 6(3), 202-211
- Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of information Science*, 28(6), 441-453.
- Özçınar, H. (2015). Mapping teacher education domain: A document co-citation analysis from 1992 to 2012. *Teaching and Teacher Education*, 47, 42-61.
- Pai, R. Y., Shetty, A., Shetty, A. D., Bhandary, R., Shetty, J., Nayak, S., ... & D'souza, K. J. (2022). Integrating artificial intelligence for knowledge management systems—synergy

- among people and technology: a systematic review of the evidence. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 1-23.
- Pavlov, M., & Ichise, R. (2007). Finding experts by link prediction in co-authorship networks. *FEWS*, 290, 42-55.
- Qi, Y., Bar-Joseph, Z., & Klein-Seetharaman, J. (2006). Evaluation of different biological data and computational classification methods for use in protein interaction prediction. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 63(3), 490-500.
- Que, X., Checconi, F., Petrini, F., & Gunnels, J. A. (2015, May). Scalable community detection with the louvain algorithm. In *2015 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium* (pp. 28-37). IEEE.
- Reimers, N., & Gurevych, I. (2019). Sentence-bert: Sentence embeddings using siamese bert-networks. *arXiv preprint arXiv:1908.10084*.
- Richardson, M., & Domingos, P. (2002, July). Mining knowledge-sharing sites for viral marketing. In *Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (pp. 61-70).
- Rosenberg, N. (1963). Technological change in the machine tool industry, 1840–1910. *The journal of economic history*, 23(4), 414-443.
- Rosenblatt, F. (1961). *Principles of neurodynamics. perceptrons and the theory of brain mechanisms*. Cornell Aeronautical Lab Inc Buffalo NY.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1986). On learning the past tenses of English verbs.
- Samuel, A. L. (1959). Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM Journal of research and development*, 3(3), 210-229.
- Sanzogni, L., Guzman, G., & Busch, P. (2017). Artificial intelligence and knowledge management: questioning the tacit dimension. *Prometheus*, 35(1), 37-56.
- Schafer, J. B., Frankowski, D., Herlocker, J., & Sen, S. (2007). Collaborative filtering recommender systems. In *The adaptive web* (pp. 291-324). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Schmoch, U. (2008). Concept of a technology classification for country comparisons. *Final report to the world intellectual property organisation (wipo), WIPO*.
- Serenko, A. (2013). Meta-analysis of scientometric research of knowledge management: discovering the identity of the discipline. *Journal of Knowledge Management*, 773- 812
- Shahzad, U. (2022). A comparative analysis of artificial neural network and support vector machine for online transient stability prediction considering uncertainties. *Australian Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 19(2), 101-116.
- Shannon, C. E. (1950). XXII. Programming a computer for playing chess. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41(314), 256-275.
- Shinde, P. P., & Shah, S. (2018, August). A review of machine learning and deep learning applications. In *2018 Fourth international conference on computing communication control and automation (ICCCUBEA)* (pp. 1-6). IEEE.
- Simon, H. A., & Newell, A. (1971). Human problem solving: The state of the theory in 1970. *American psychologist*, 26(2), 145.
- Sohrabi, B., Vanani, I. R., Jalali, S. M. J., & Abedin, E. (2019). Evaluation of research trends in knowledge management: a hybrid analysis through burst detection and text clustering. *Journal of Information & Knowledge Management*, 18(04), 1950043.
- Su, H. N., & Lee, P. C. (2010). Mapping knowledge structure by keyword co-occurrence: a first look at journal papers in Technology Foresight. *Scientometrics*, 85(1), 65-79.
- Tabassum, S., Pereira, F. S., Fernandes, S., & Gama, J. (2018). Social network analysis: An overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 8(5), e1256.
- Van Der Hofstad, R. (2009). Random graphs and complex networks. Available on <http://www.win.tue.nl/rhofstad/NotesRGCN.pdf>, 11, 60.
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36-45.

- WIPO. (2019). WIPO technology trends 2019: Artificial intelligence. *Geneva: World Intellectual Property Organization.*
- Wiig, K. M. (1993). *Knowledge management foundations: thinking about thinking-how people and organizations represent, create, and use knowledge.* Schema Press, Limited.
- Wohlfarth, T., & Ichise, R. (2008, November). Semantic and event-based approach for link prediction. In *International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management* (pp. 50-61). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wu, S., Sun, J., & Tang, J. (2013, February). Patent partner recommendation in enterprise social networks. In *Proceedings of the sixth ACM international conference on Web search and data mining* (pp. 43-52)
- Xu, J., & Chen, H. (2008). The topology of dark networks. *Communications of the ACM*, 51(10), 58-65.
- Xu, J., Bu, Y., Ding, Y., Yang, S., Zhang, H., Yu, C., & Sun, L. (2018). Understanding the formation of interdisciplinary research from the perspective of keyword evolution: a case study on joint attention. *Scientometrics*, 117(2), 973-995.
- Yılmaz, M. (2009). Enformasyon ve Bilgi Kavramları Bağlamında Enformasyon Yönetimi ve Bilgi Yönetimi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 49(1), 95-118.
- Zbucheá, A., & Vıdu, C. (2018). Knowledge management in the digital era. *Challenging the Status Quo in Management and Economics*, 696.
- Zhang, M., Cui, Z., Jiang, S., & Chen, Y. (2018, April). Beyond link prediction: Predicting hyperlinks in adjacency space. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 32, No. 1).
- Zhou, T., Lu, L., & Zhang, Y. C. (2009). Predicting missing links via local information. *The European Physical Journal B*, 71(4), 623-630.
- Zhou, Y., Dong, F., Kong, D., & Liu, Y. (2019). Unfolding the convergence process of scientific knowledge for the early identification of emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 205-220.

EKLER

Ek 1. Arama Sorgusu

(TS=(“Artificial Intelligen*” or “Neural Net*” or “Machine* Learning” or “Expert System\$” or “Natural Language Processing” or “Deep Learning” or “Reinforcement Learning” or “Learning Algorithm\$” or “supervised Learning” or “Intelligent Agent*” or “Transfer Learning” or “Gradient Boosting” or “Adversarial Learning” or “Feature Learning” or “Generative Adversarial Net*” or “Representation Learning” or “Multiagent Learning” or “Multi-agent Learning” or “Reservoir Computing” or “Co-training” or “Pac Learning” or “Probabl* Approximate* Correct Learning” or “Extreme Learning Machine*” or “Ensemble Learning” or “Machine* Intelligen*” or “Neuro fuzzy” or Neurofuzzy or “Lazy Learning” or “Multi* instance Learning” or “Multiinstance Learning” or “Multi* task Learning” or “Multitask Learning” or “Computation* Intelligen*” or “Neural Model*” or “Multi* label Learning” or “Multilabel Learning” or “Similarity Learning” or “Statistical Relation* Learning” or “Support* Vector* Regression” or “Manifold Regularization” or “Decision Forest*” or “Generalization Error*” or “Transductive Learning” or Neurorobotic* or “Neuro-robotic*” or “Inductive Logic Programming” or “Natural Language Understanding” or Adaboost* or “Adaptive Boosting” or “Incremental Learning” or “Random Forest*” or “Metric Learning” or “Neural Gas” or “Grammatical Inference” or “Support* Vector* Machine*” or “Multi* label Classification” or “Multilabel Classification” or “Conditional Random Field*” or “Multi* class Classification” or “Multiclass Classification” or “Mixture Of Expert*” or “Concept* Drift” or “Genetic Programming” or “String Kernel*” or “Learning To Rank*” or “Machine-learned Ranking” or “Boosting Algorithm\$” or “Robot* Learning” or “Relevance Vector* Machine*” or Connectionis* or “Multi* Kernel\$ Learning” or “Multikernel\$ Learning” or “Graph Learning” or “Naive bayes* Classifi*” or “Rule-based System\$” or “Classification Algorithm*” or “Graph* Kernel*” or “Rule* induction” or “Manifold Learning” or “Label Propagation” or “Hypergraph* Learning” or “One class Classifi*” or “Intelligent Algorithm*”)) AND TS=(“knowledge manage*” or “organization* knowledge*” or “knowledge acquisiti*” or “knowledge creati*” or “knowledge integrati*” or “knowledge transfer*” or “knowledge shar*” or “knowledge diffus*” or “knowledge spill*” or “knowledge use*” or “knowledge applicat*” or “knowledge discovery” or “tacit knowledge” or “explicit knowledge” or “knowledge retrieval” or “knowledge acquisition” or

“knowledge elicitation” or “knowledge capture” or “knowledge engineering” or “knowledge organizing” or “knowledge process” or “knowledge audit” or “knowledge base” or “knowledge methods” or “knowledge productivity” or “knowledge quality” or “knowledge foresight” or “knowledge repository” or “knowledge worker” or “knowledge active forgetting” or “knowledge asset” or “knowledge culture” or “knowledge society” or “knowledge market” or “knowledge broker” or “knowledge based organization” or “knowledge performance” or “knowledge education” or “knowledge network” or “knowledge strategy” or “knowledge map” or “knowledge model” or “knowledge based system”)

Ek 2. Tezde Kullanılan Anahtar Kelimelerin İngilizce Orijinalleri

analitik model	analytical model
anlam bilimi	semantics
bilgi aktarımı	knowledge transfer
bilgi damıtma	knowledge distillation
bilgi edinimi	knowledge acquisition
bilgi grafiği	knowledge graph
bilgi keşfi	knowledge discovery
bilgi mühendisliği	knowledge engineering
bilgi tabanı	knowledge base
bilgi tabanlı sistem	knowledge based system
bilgi temsili	knowledge representation
bilgi yönetimi	knowledge management
bilgisayar mimarisi	computer architecture
biliş	cognition
bulanık mantık	fuzzy logic
büyük veri	big data
çoklu görev öğrenimi	multi-task learning
covid-19	covid-19
denetimsiz öğrenme	unsupervised learning
derin öğrenme	deep learning
derin sinir ağı	deep neural network
destek vektör makinesi	support vector machine
doğal dil işleme	natural language processing
eğitim	training
etki alanı uyarlaması	domain adaptation
evrimsel sinir ağı	convolutional neural network
formel kavram analizi	formal concept analysis
görev analizi	task analysis
görsel soru cevaplama	visual question answering
görselleştirme	visualization
görüntü sınıflandırma	image classification
görüntü tanıma	image recognition
grafik sinir ağı	graph neural network
hata teşhisi	fault diagnosis
hesaplamalı modelleme	computational modeling
karar ağacı	decision tree
karar verme	decision making
korelasyon	correlation
lisanslar	licenses
makine öğrenimi	machine learning
metin madenciliği	text mining
nesnelerin interneti	internet of things
öğrenen sistemler	learning systems
öğrenme aktarımı	transfer learning
ontoloji	ontology
optimizasyon	optimization
özellik çıkarımı	feature extraction

pekiştirmeli öğrenme	reinforcement learning
sağlamlık	robustness
sınıflandırma	classification
sinir ağı	neural network
tahmin modeli	predictive model
temsil öğrenme	representation learning
üretici	generators
üretici çekişmeli ağ	generative adversarial network
uyarlamalı model	adaptation model
veri bilimi	data science
veri madenciliği	data mining
veri modeli	data model
video soru cevaplama	video question answering
yapay zekâ	artificial intelligence
yüz tanıma	face recognition

Ek 3. IPC Kodlarının Açıklaması

IPC Kod	Açıklama	Açıklama (İngilizce Orijinalleri)	Ana IPC Kod	Ana IPC Kod Açıklama	Ana IPC Kod Açıklama (İngilizce Orijinalleri)
G06F 16/33	Sorgulama	Querying	G06F 16/00	Bilgi erişimi; Bunun için veri tabanı yapıları; Bunun için dosya sistemi yapılar	Information retrieval; Database structures therefor; File system structures therefor
G06F 16/332	Sorgu formülasyonu	Query formulation	G06F 16/00	Bilgi erişimi; Bunun için veri tabanı yapıları; Bunun için dosya sistemi yapılar	Information retrieval; Database structures therefor; File system structures therefor
G06F 16/35	Kümeleme; Sınıflandırma	Clustering; Classification	G06F 16/00	Bilgi erişimi; Bunun için veri tabanı yapıları; Bunun için dosya sistemi yapılar	Information retrieval; Database structures therefor; File system structures therefor
G06F 16/36	Anlamsal araçların oluşturulması, örn. ontoloji veya eşanlamlılar	Creation of semantic tools, e.g. ontology or thesauri	G06F 16/00	Bilgi erişimi; Bunun için veri tabanı yapıları; Bunun için dosya sistemi yapılar	Information retrieval; Database structures therefor; File system structures therefor
G06F 17/27	Otomatik analiz, örn. ayrıştırma, imla düzeltme (G06F 40/20-G06F 40/35'e aktarılmıştır)	Automatic analysis, e.g. parsing, orthograph correction (transferred to G06F 40/20-G06F 40/35)	G06F 17/00	Belirli işlevler için özel olarak uyarlanmış dijital bilgisayar veya veri işleme ekipmanı veya yöntemleri (bilgi erişimi, veri tabanı yapıları veya bunlar için dosya sistemi yapıları G06F 16/00)	Digital computing or data processing equipment or methods, specially adapted for specific functions (information retrieval, database structures or file system structures therefor G06F 16/00)

G06F 17/30	Bilgi erişimi; Bunun için veri tabanı yapıları (G06F 16/00'e aktarılmıştır)	Information retrieval; Database structures therefor (transferred to G06F 16/00)	G06F 17/00	Belirli işlevler için özel olarak uyarlanmış dijital bilgisayar veya veri işleme ekipmanı veya yöntemleri (bilgi erişimi, veri tabanı yapıları veya bunlar için dosya sistemi yapıları G06F 16/00)	Digital computing or data processing equipment or methods, specially adapted for specific functions (information retrieval, database structures or file system structures therefor G06F 16/00)
G06F 30/20	Tasarım optimizasyonu, doğrulama veya simülasyon	Design optimisation, verification or simulation	G06F 30/00	Bilgisayar destekli tasarım	Computer-aided design
G06F 40/20	Doğal dil işleme	Natural language analysis	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06F 40/211	Sözdizimsel ayrıştırma, örn. bağlamdan bağımsız gramer veya birleştirme gramerlerine dayalı	Syntactic parsing, e.g. based on context-free grammar [CFG] or unification grammars	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06F 40/216	İstatistiksel yöntemlerin kullanılması	Using statistical methods	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06F 40/242	Sözlükler	Dictionaries	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06F 40/279	Metinsel varlıkların tanınması	Recognition of textual entities	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06F 40/284	Sözcüksel analiz, örn. tokenizasyon veya eşdizimlilik	Lexical analysis, e.g. tokenisation or collocates	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data

G06F 40/289	İfade analizi, örn. sonlu durum teknikleri veya yığınlama	Phrasal analysis, e.g. finite state techniques or chunking	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06F 40/295	Adlandırılmış varlık tanıma	Named entity recognition	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06F 40/30	Anlamsal analiz	Semantic analysis	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06F 40/35	Söylem veya diyalog temsili	Discourse or dialogue representation	G06F 40/00	Doğal dil verilerini işleme	Handling natural language data
G06K 9/00	Örüntüleri tanımaya yönelik yöntemler veya düzenlemeler	Methods or arrangements for recognising patterns	G06K 9/00	Örüntüleri tanımaya yönelik yöntemler veya düzenlemeler	Methods or arrangements for recognising patterns
G06K 9/62	Elektronik araçlar kullanılarak örüntü tanıma yöntemleri veya düzenlemeleri	Methods or arrangements for pattern recognition using electronic means	G06K 9/00	Örüntüleri tanımaya yönelik yöntemler veya düzenlemeler	Methods or arrangements for recognising patterns
G06N 20/00	Makine öğrenimi	Machine learning	G06N 20/00	Makine öğrenimi	Machine learning
G06N 3/04	Mimari, örn. ara bağlantı topolojisi	Architecture, e.g. interconnection topology	G06N 3/00	Biyolojik modellere dayalı hesaplama düzenlemeleri	Computing arrangements based on biological models
G06N 3/08	Öğrenme yöntemleri	Learning methods	G06N 3/00	Biyolojik modellere dayalı hesaplama düzenlemeleri	Computing arrangements based on biological models
G06N 5/02	Bilgi temsili	Knowledge representation	G06N 5/00	Bilgi tabanlı modeller kullanarak hesaplama düzenlemeleri	Computing arrangements using knowledge-based models
G06N 5/04	Çıkarım yöntemleri veya cihazları	Inference methods or devices	G06N 5/00	Bilgi tabanlı modeller kullanarak hesaplama düzenlemeleri	Computing arrangements using knowledge-based models

G06N 7/00	Belirli matematiksel modellere dayalı hesaplama düzenlemeleri	Computing arrangements based on specific mathematical models	G06N 7/00	Belirli matematiksel modellere dayalı hesaplama düzenlemeleri	Computing arrangements based on specific mathematical models
G06N 99/00	Kuantum bilgisayarlar, yani kuantum-mekanik olaylara dayalı bilgisayar sistemleri	Quantum computers, i.e. computer systems based on quantum-mechanical phenomena	G06N 99/00	Kuantum bilgisayarlar, yani kuantum-mekanik olaylara dayalı bilgisayar sistemleri	Quantum computers, i.e. computer systems based on quantum-mechanical phenomena
G06Q 10/04	Tahmin veya optimizasyon, örneğin doğrusal programlama, "gezgin satıcı problemi" veya "stok kesme problemi"	Forecasting or optimisation, e.g. linear programming, "travelling salesman problem" or "cutting stock problem"	G06Q 10/00	Yönetim	Administration; Management
G06Q 10/06	Kaynaklar, iş akışları, insan veya proje yönetimi; İşletme veya organizasyon planlaması; Kurumsal veya organizasyon modellemesi	Resources, workflows, human or project management, e.g. organising, planning, scheduling or allocating time, human or machine resources; Enterprise planning; Organisational models	G06Q 10/00	Yönetim	Administration; Management
G06Q 50/20	Eğitim	Education	G06Q 50/00	Kamu hizmetleri veya turizm gibi belirli iş sektörleri için özel olarak uyarlanmış sistemler veya yöntemler	Systems or methods specially adapted for specific business sectors, e.g. utilities or tourism

G06T 7/11	Bölge tabanlı segmentasyon	Region-based segmentation	G06T 7/00	Görüntü analizi	Image analysis
G10L 15/22	Bir konuşma tanıma işlemi sırasında kullanılan prosedürler, örn. insan-makine diyalogu	Procedures used during a speech recognition process, e.g. man-machine dialog	G10L 15/00	Konuşma tanıma	Speech recognition
G10L 15/26	Konuşmayı metne dönüştüren sistemler	Speech to text systems	G10L 15/00	Konuşma tanıma	Speech recognition
G16B 40/00	Biyoistatistik için özel olarak uyarlanmış BİT; biyoenformatikle ilgili makine öğrenimi veya veri madenciliği için özel olarak uyarlanmış BİT, örneğin bilgi keşfi veya örüntü bulma	ICT specially adapted for biostatistics; ICT specially adapted for bioinformatics-related machine learning or data mining, e.g. knowledge discovery or pattern finding	G16B 40/00	Biyoistatistik için özel olarak uyarlanmış BİT; biyoenformatikle ilgili makine öğrenimi veya veri madenciliği için özel olarak uyarlanmış BİT, örneğin bilgi keşfi veya örüntü bulma	ICT specially adapted for biostatistics; ICT specially adapted for bioinformatics-related machine learning or data mining, e.g. knowledge discovery or pattern finding
G16H 50/20	Bilgisayar destekli teşhis için, örn. tıbbi uzman sistemlere dayalı	For computer-aided diagnosis, e.g. based on medical expert systems	G16H 50/20	Tıbbi teşhis, tıbbi simülasyon veya tıbbi veri madenciliği için özel olarak uyarlanmış BİT; salgın hastalıkların veya pandemilerin tespiti, izlenmesi veya modellenmesi için özel olarak uyarlanmış BİT	ICT specially adapted for medical diagnosis, medical simulation or medical data mining; ICT specially adapted for detecting, monitoring or modelling epidemics or pandemics

H04L 12/24	Veri anahtarlama ağlarının, örn. paket anahtarlama ağlarının bakımı, idaresi veya yönetimi için düzenlemeler (H04L 41/00'e aktarılmıştır)	transferred to H04L 41/00 Arrangements for maintenance, administration or management of data switching networks, e.g. of packet switching networks	H04L 12/00	Veri anahtarlama ağları	Data switching networks
H04L 29/06	Ağ güvenlik protokolleri (H04L 9/40'a aktarılmıştır)	transferred to H04L 9/40 Network security protocols	H04L 29/00	Uygulama yükünden bağımsız olan ve bu alt sınıfın diğer gruplarında öngörülmemeyen ağ düzenlemeleri, protokoller veya hizmetler (H04L 69/00 'a aktarılmıştır)	transferred to H04L 69/00 Network arrangements, protocols or services independent of the application payload and not provided for in the other groups of this subclass
H04L 29/08	Hizmetler veya uygulamalar için destek (H04L 65/40'a aktarılmıştır)	transferred to H04L 65/40 Support for services or applications	H04L 29/00	Uygulama yükünden bağımsız olan ve bu alt sınıfın diğer gruplarında öngörülmemeyen ağ düzenlemeleri, protokoller veya hizmetler (H04L 69/00 'a aktarılmıştır)	transferred to H04L 69/00 Network arrangements, protocols or services independent of the application payload and not provided for in the other groups of this subclass

Ek 4. Konu Modelleme Sık Kullanılan Kelimelerin İngilizce- Türkçe Karşılıkları

knowledge, data, information, method, user, according, invention, target, base, graph	bilgi, veri, enformasyon, yöntem, kullanıcı, göre, icat, hedef, taban, graf
text, entity, method, extraction, information, knowledge, model, data, based, document	metin, varlık, yöntem, çıkarma, enformasyon, bilgi, model, veri, tabanlı, belge
medical, information, data, knowledge, image, patient, diagnosis, drug, method, based	sağlık, enformasyon, veri, bilgi, görüntü, hasta, teşhis, ilaç, yöntem, tabanlı
knowledge, data, method, knowledge base, base, question, information, graph, answer, based	bilgi, veri, yöntem, bilgi tabanı, temel, soru, enformasyon, graf, cevap, tabanlı
data, method, model, knowledge, control, based, network, feature, fault, knowledge base	veri, yöntem, model, bilgi, kontrol, tabanlı, ağ, özellik, hata, bilgi tabanı
end, knowledge, learning, chief, cognitive, network, data, cloud, intelligence, end presentation	son, bilgi, öğrenme, üst, bilişsel, ağ, veri, bulut, zeka, son sunum
knowledge, method, data, information, according, entity, invention, based, text, model	bilgi, yöntem, veri, enformasyon, göre, varlık, icat, tabanlı, metin, model
question, answer, user, service, knowledge, module, base, knowledge base, method, dialogue	soru, cevap, kullanıcı, hizmet, bilgi, modül, taban, bilgi tabanı, yöntem, diyalog
learning, knowledge, intelligence, artificial intelligence, unit, artificial, user, teaching, education, information	öğrenme, bilgi, zeka, yapay zekâ, birim, yapay, kullanıcı, öğretme, eğitim, enformasyon