

T.C.
SAMSUN ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ve DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MYAZ468 BÜYÜK VERİ



“Explainable AI(XAI) in Cybersecurity Bibliometric
Analysis(Siber Güvenlik Alanında Açıklanabilir
Yapay Zekâ (XAI) Uygulamalarının Bibliyometrik
Analizi)”

Dr. Öğr. Özgür TONKAL

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI: Büşra ÖZER

NUMARASI : 221118082

SAMSUN

2024

| | |
|--|----|
| BÖLÜM 1: PROJE TANITIMI | 3 |
| 1.1. Amaç | 3 |
| 1.2. Hedef | 3 |
| BÖLÜM 2: GİRİŞ..... | 5 |
| BÖLÜM 3: VERİ TOPLAMA..... | 6 |
| 3.1. Kullanılan Veri Seti | 6 |
| 3.2. VOSviewer Analizlerinde Kullanılan Temel Veri Alanları | 7 |
| BÖLÜM 4: VERİ ANALİZİ..... | 9 |
| BÖLÜM 5: BULGULAR..... | 10 |
| 5.1. Yıllara Göre Yayın Trendi | 10 |
| 5.2. Ortak Yazar Analizi (Co-authorship of Authors)..... | 11 |
| 5.3. Kurumlar Arası Ortak Yazarlık Analizi (Co-authorship of Organizations)..... | 14 |
| 5.4. Ülkeler Arası Ortak Yazarlık Analizi (Co-authorship of Countries) | 17 |
| 5.5. Anahtar Kelime Eşgörüm Analizi (Co-occurrence of Author Keywords)..... | 19 |
| 5.6. Dokümanlar Arası Atıf Analizi (Citation of Documents) | 22 |
| 5.7. Kaynaklar Arası Atıf Analizi (Citation of Sources) | 25 |
| 5.8. Yazarlar Arası Atıf Analizi (Citation of Authors)..... | 28 |
| 5.9. Kurumlar Arası Atıf Analizi (Citation of Organizations) | 30 |
| 5.10. Ülkeler Arası Atıf Analizi (Citation of Countries) | 33 |
| BÖLÜM 6: ÖNERİLER VE SONUÇLAR | 37 |
| BÖLÜM 7: KATKILAR VE İLERİ ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ..... | 38 |
| BÖLÜM 9: KAYNAKLAR..... | 39 |

BÖLÜM 1: PROJE TANITIMI

1.1. Amaç

Bu projenin temel amacı, **Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI)** ve **siber güvenlik** alanlarında gerçekleştirilen akademik çalışmaları bibliyometrik yöntemlerle analiz ederek, alanın bilimsel gelişimini, araştırma dinamiklerini ve eğilimlerini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, farklı yıllarda yayımlanan çalışmaların dağılımı, en etkili yayınlar ve yazarlar, iş birliği ağları, anahtar kelime kümelenmeleri ve literatürdeki tematik evrim gibi unsurlar görselleştirilerek kapsamlı bir veri analizi sunulacaktır.

1.2. Hedef

Bu proje kapsamında, "Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) ve Siber Güvenlik" temalı akademik yayınlar çeşitli bibliyometrik yöntemlerle analiz edilerek alanın yapısal ve tematik özellikleri derinlemesine incelenecektir. Bu doğrultuda, projenin temel hedefleri şunlardır:

- Yıllara Göre Yayın Trendi** analiz edilerek, XAI ve siber güvenlik konularındaki akademik ilginin zaman içindeki artış ve değişim eğilimleri ortaya konacaktır. Bu analiz, araştırma alanının gelişim sürecini ve yükselen dönemlerini sayısal olarak gösterecektir.
- Kaynak Analizi (Dergi/Konferans)** gerçekleştirilerek, en fazla yayın yapılan dergi ve konferanslar belirlenecek; böylece alanın önde gelen yayın mecraları ve bilgi üretim merkezleri tespit edilecektir.
- Yazar Performansı Analizi** ile en çok yayın yapan, en çok atıf alan ve en etkili yazarlar ortaya çıkarılacaktır. Bu analiz, alanın önde gelen araştırmacılarını belirlemek açısından önemlidir.
- Ortak Yazarlık Ağı (Co-authorship Network)** oluşturularak, yazarlar ve kurumlar arasındaki iş birliği ilişkileri haritalanacaktır. Bu analiz, ulusal ve uluslararası düzeydeki bilimsel etkileşimleri ve ağ yapısını görselleştirmeyi amaçlamaktadır.
- Anahtar Kelime Eş-yazarlığı (Co-word Analysis)** aracılığıyla, literatürde sıklıkla birlikte kullanılan kavramlar analiz edilerek araştırma konularının tematik kümelenmeleri ve alandaki temel eğilimler belirlenmeye çalışılacaktır.
- Atıf Analizi (Doğrudan Atıf)** yapılarak en çok atıf alan çalışmalar ve bu çalışmaların alan üzerindeki etkileri değerlendirilecektir.

7. **Eş-atıf Analizi (Co-citation Analysis)** sayesinde, literatürde sıklıkla birlikte atıf alan makale, yazar ve kaynaklar belirlenerek, bilgi yapılarının oluşumu ve akademik kümelenmeler ortaya çıkarılacaktır.
8. Son olarak, tüm bu analizlerin çıktıları çeşitli **görselleştirme teknikleri** (ağ haritaları, yoğunluk grafikleri, tematik evrim şemaları vb.) ile sunularak, karar vericilere, araştırmacılara ve politika yapıcılara alanın mevcut durumu ve potansiyel gelişim yönleri hakkında kapsamlı bilgiler sağlanacaktır.

BÖLÜM 2: GİRİŞ

Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte siber güvenlik tehditlerinin karmaşıklığı da artmıştır. Bu bağlamda, Yapay Zeka (AI) temelli yöntemler, saldırı tespiti, tehdit analizi ve güvenlik açıklarının belirlenmesi gibi birçok kritik alanda etkin çözümler sunmaktadır. Ancak geleneksel yapay zeka modellerinin "kara kutu" yapıları, karar verme süreçlerinin anlaşılmasını zorlaştırmakta ve güvenilirlik sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bu noktada, Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) kavramı devreye girmekte ve sistemlerin karar alma süreçlerini şeffaf hale getirerek güvenliğin artırılmasına katkı sağlamaktadır.

Son yıllarda, XAI tekniklerinin siber güvenlik alanında uygulanmasına yönelik akademik ilgide belirgin bir artış gözlemlenmektedir. Bu çalışmaların hacmi, odaklandıkları konular, hangi kurumlar ve araştırmacılar tarafından üretildikleri gibi unsurlar, alandaki bilimsel gelişimi anlamak açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle, XAI ve siber güvenlik alanlarındaki akademik yayınların sistematik bir şekilde analiz edilmesi, alandaki mevcut eğilimlerin, iş birliklerinin ve araştırma boşluklarının ortaya konulmasına olanak tanımaktadır.

BÖLÜM 3: VERİ TOPLAMA

3.1. Kullanılan Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan bibliyometrik veri seti, Web of Science Core Collection veri tabanı üzerinden gerçekleştirilmiş özel bir sorgu aracılığıyla elde edilmiştir.

Sorgu, hem açıklanabilir yapay zeka (XAI) hem de siber güvenlik alanındaki literatürü kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır. Kullanılan sorgu ifadesi aşağıda sunulmaktadır:

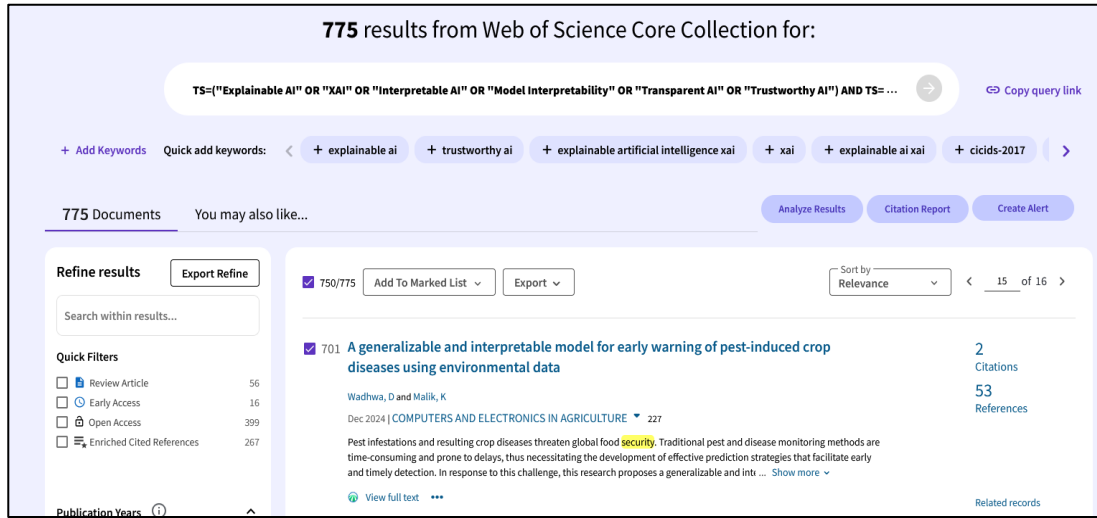
Sorgu:

TS = ("Explainable AI" OR "XAI" OR "Interpretable AI" OR "Model Interpretability" OR "Transparent AI" OR "Trustworthy AI") AND TS = ("security" OR "cybersecurity")

Bu sorgu kapsamında, 1970–2025 yılları arasında yayımlanan akademik çalışmalar taranmış; dergi makaleleri (articles) dikkate alınmıştır. Taramalar sonucunda toplam 775 bilimsel yayına ulaşılmıştır. Şekil 1 elde edilen yayınların hangi atıf indekslerine ait olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda, en yüksek katkı Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) ile Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S) kategorilerinden gelmiştir. Söz konusu verilerin alındığı tarama ekranının görüntüsü ise Şekil 2'de yer almaktadır.

| | | | |
|---|-----|---|---|
| <input type="checkbox"/> Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) | 413 | <input type="checkbox"/> Book Citation Index – Science (BKCI-S) | 7 |
| <input type="checkbox"/> Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S) | 248 | <input type="checkbox"/> Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities (CPCI-SSH) | 3 |
| <input type="checkbox"/> Emerging Sources Citation Index (ESCI) | 100 | <input type="checkbox"/> Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) | 1 |
| <input type="checkbox"/> Social Sciences Citation Index (SSCI) | 22 | | |

Şekil 1. Yayınların Atıf Dizinlerine Göre Dağılımı



Şekil 2. Web of Science Core Collection Sorgu Sonuç Ekranı

Elde edilen veriler, bibliyometrik analizlerin çok yönlü olarak yürütülebilmesi amacıyla iki farklı formatta dışa aktarılmıştır. Bunlardan ilki, Microsoft Excel formatı olup, verilerin ön işleme tabi tutulması ve temel grafiksel analizlerin gerçekleştirilmesi için kullanılmıştır. İkinci format ise, VOSviewer yazılımının gerektirdiği şekilde hazırlanmış Tab Delimited (Sekmeyle Ayrılmış) dosya biçimidir. Bu formatlar sayesinde yayınlar üzerinde yıllara göre eğilim analizi, kaynak (dergi) analizi, yazar performansı, anahtar kelime eş-yazarlığı, eş-atıf gibi çok yönlü bibliyometrik incelemeler gerçekleştirilmiştir.

3.2. VOSviewer Analizlerinde Kullanılan Temel Veri Alanları

Bibliyometrik analizlerde sıklıkla tercih edilen görselleştirme yazılımlarından biri olan VOSviewer, literatürdeki yapısal ilişkileri (ör. işbirliği, atıf, anahtar kelime benzerlikleri) ağ yapıları üzerinden sunma kapasitesiyle öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, Web of Science veri tabanından elde edilen kayıtların belirli alanları, VOSviewer yazılımı tarafından gerçekleştirilecek analizler için kritik önem taşımaktadır. Çalışmamızda kullanılan başlıca alanlar şu şekilde özetlenebilir:

- **Author(s) (Authors / Author Full Names):** Ortak yazarlık (co-authorship) analizlerinde, araştırmacılar arasındaki iş birliklerini görselleştirmek amacıyla kullanılır. VOSviewer bu veriler üzerinden yazar ağlarını oluşturur.
- **Author Keywords ve Keywords Plus:** Anahtar kelime eş-yazarlığı (co-word analysis) analizlerinde kullanılır. Bu alanlar, yayınlarda öne çıkan tematik odakları, kavramsal kümelenmeleri ve trendleri tespit etmeye olanak tanır.
- **Source Title (Dergi Adı):** Kaynak analizi kapsamında, en fazla yayın yapan dergilerin

belirlenmesi ve bu dergiler arasındaki bibliyografik ilişkilerin (co-citation, bibliographic coupling) incelenmesinde kullanılır.

- **Affiliations / Addresses:** Kurumsal iş birliklerinin belirlenmesinde kullanılır. Ortak kurum analiziyle hem ulusal hem de uluslararası düzeyde araştırma iş birlikleri ortaya konur.
- **Cited References:** Atıf tabanlı analizlerin temelini oluşturur. Özellikle eş-atıf (co-citation) ve bibliyografik eşleşme (bibliographic coupling) analizleri bu veriler üzerinden gerçekleştirilir. Bu sayede literatürdeki yapısal ilişkiler ve bilgi kümelenmeleri görselleştirilebilir.
- **Times Cited :** Atıf performansı analizlerinde, literatürde en çok atıf alan çalışmaların belirlenmesi ve etki düzeylerinin değerlendirilmesi için kullanılır.
- **Publication Year:** Zaman serisi analizlerinde, yıllara göre yayın eğilimlerinin belirlenmesi ve bilimsel ilginin zamansal dağılımının ortaya konması açısından önemlidir.
- **DOI (Digital Object Identifier):** Yayınların benzersiz dijital tanımlayıcısıdır. Ağ yapılarında yayın düzeyinde analiz yapılacaksa, kimlik doğrulama açısından fayda sağlar.

Bu alanlar, VOSviewer tarafından ağ temelli analizlerin gerçekleştirilebilmesi için temel veri kaynaklarıdır. Çalışmada kullanılan Tab Delimited File biçimi sayesinde, bu başlıklar yapılandırılmış bir şekilde yazılıma aktarılmış ve farklı analiz türleri (ör. co-authorship, co-word, co-citation) için uygun hale getirilmiştir.

BÖLÜM 4: VERİ ANALİZİ

Bu çalışmada bibliyometrik analizlerin gerçekleştirilmesinde VOSviewer programı tercih edilmiştir. Bu tercihte, programın işlevsellik açısından sunduğu güçlü yönler etkili olmuştur. Literatürdeki gelişmelerin, kavramlar arası ilişkilerin ve yeni araştırma eğilimlerinin ortaya konulmasında araştırmacılara önemli kolaylıklar sunan VOSviewer, aynı zamanda görselleştirme, haritalama ve çok boyutlu analiz imkânları ile veri setlerinin derinlemesine incelenmesine olanak tanımaktadır.

Veri kaynağı olarak Web of Science (WoS) veri tabanı kullanılmıştır. Web of Science, sahip olduğu gelişmiş arama göstergeleri ve kontrol mekanizmaları sayesinde ileri düzey veri analizlerine olanak sağlamakta, bu yönüyle bibliyometrik çalışmalar için güvenilir bir kaynak niteliği taşımaktadır. Ayrıca, yayın etiği açısından yüksek standartlara sahip olması ve farklı disiplinleri kapsayan geniş veri koleksiyonuna erişim sağlaması, bu veri tabanını analizler açısından önemli ve tercih edilir kılmaktadır.

Yapılan taramalar sonucunda elde edilen toplam 775 bilimsel yayın, bu çalışmada bibliyometrik analizlerin gerçekleştirilmesinde veri seti olarak kullanılmıştır. Bu yayınlar üzerinden kavramsal ağlar, iş birlikleri ve literatürdeki eğilimler detaylı biçimde incelenmiştir.

BÖLÜM 5: BULGULAR

Bu başlık altında çalışmada elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

5.1. Yıllara Göre Yayın Trendi

WoS veri tabanında yapılan arama sonucunda bilimsel araştırma alanında yayımlanan 775 makaleye ulaşılmıştır. Erişilen makalelerin yayın yıllarına göre dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

| Yıl | Yayın Sayısı | Yayın Yüzdesi |
|---------------|--------------|---------------|
| 2018 | 5 | %0,65 |
| 2019 | 11 | %1,42 |
| 2020 | 19 | %2,45 |
| 2021 | 50 | %6,45 |
| 2022 | 88 | %11,35 |
| 2023 | 133 | %17,16 |
| 2024 | 331 | %42,71 |
| 2025 | 138 | %17,81 |
| Toplam | 775 | %100 |

Tablo 1. Yayımlanmış Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

Sunulan verilere göre, Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) ve siber güvenlik temalı akademik yayınların yıllara göre dağılımı incelendiğinde, özellikle son üç yıl içerisinde bu alana olan ilginin kayda değer bir şekilde arttığı dikkat çekmektedir. En yüksek yayın sayısına 2024 yılı ev sahipliği yapmaktadır; bu yıl içerisinde yayımlanan 331 makale, toplam yayınların %42,71’ini oluşturarak açık ara öne çıkmaktadır. Bunu, 2025 yılında yayımlanan 138 makale (%17,81) ve 2023 yılında yayımlanan 133 makale (%17,16) takip etmektedir. Yalnızca bu üç yıla ait toplam 602 yayın, tüm veri setinin yaklaşık %77,68’ini kapsamaktadır. Bu durum, çalışmanın odaklandığı alanların son yıllarda araştırmacıların dikkatini daha yoğun biçimde çektiğini ve alandaki bilimsel üretimin önemli ölçüde ivme kazandığını göstermektedir.

Önceki yıllara bakıldığında ise daha sınırlı sayıda yayın olduğu görülmektedir. 2018 yılında yalnızca 5 yayın (%0,65) gerçekleştirilmişken, 2019’da 11 (%1,42) ve 2020’de 19 (%2,45) yayın yapılmıştır. Bu erken dönem verileri, söz konusu araştırma konularının henüz

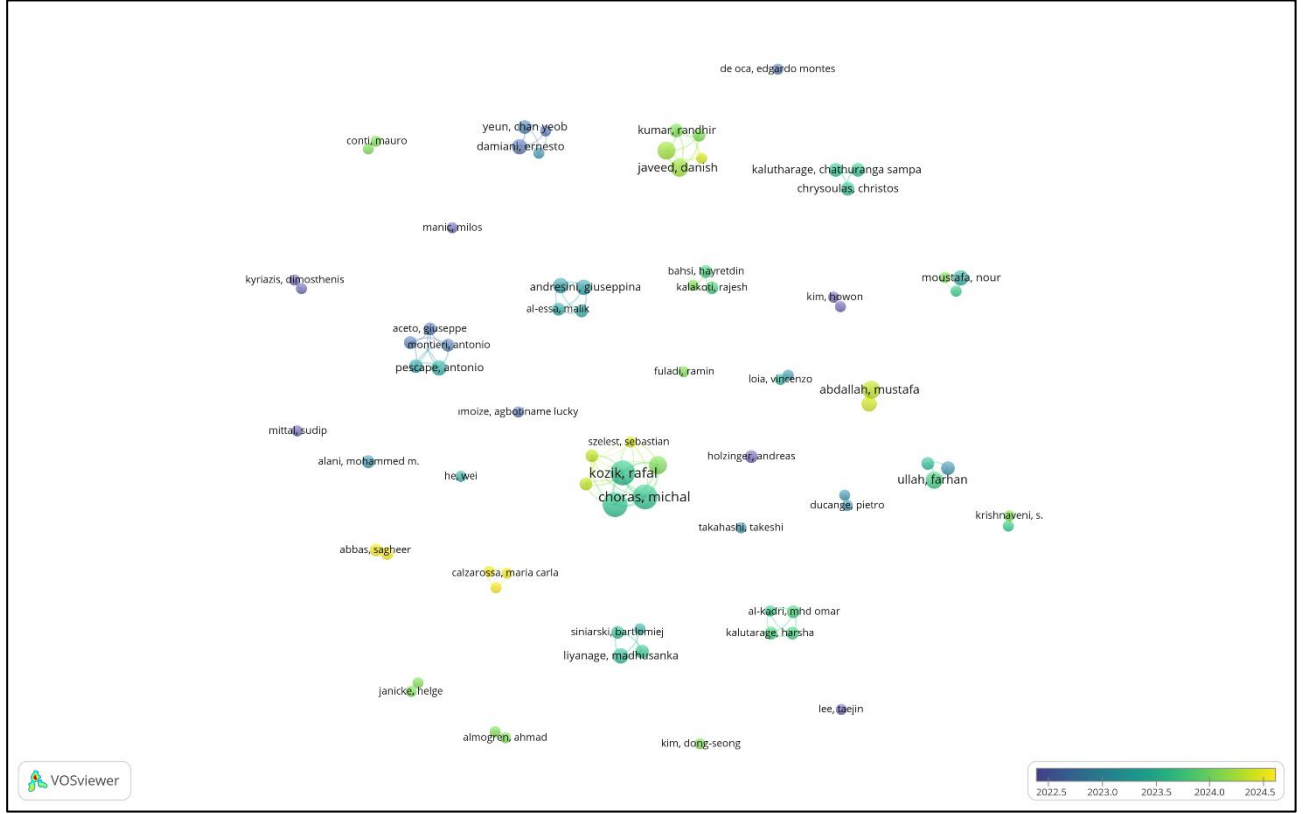
gelişim aşamasında olduğunu ve literatürde yer edinmeye başladığını ortaya koymaktadır. 2021 yılına gelindiğinde yayın sayısı 50'ye (%6,45) yükselmiş, 2022 yılında ise bu sayı 88'e (%11,35) çıkarak istikrarlı bir artış eğilimine girmiştir.

Bu veriler, XAI'nin siber güvenlik alanında giderek artan bir şekilde uygulama bulunduğunu ve bu iki disiplinin kesişim noktasının akademik çevrelerce önemli bir araştırma konusu olarak benimsendiğini göstermektedir. Özellikle 2023 sonrası yaşanan ani sıçrama, muhtemelen hem teknolojik gelişmelerin hız kazanması hem de güvenlik bağlamında yapay zekâya yönelik açıklanabilirlik ihtiyacının artmasıyla ilişkilidir. Bu bağlamda, literatürdeki hızlı artış, hem akademik ilginin hem de pratik uygulama gereksinimlerinin paralel ilerlediğini düşündürmektedir.

5.2. Ortak Yazar Analizi (Co-authorship of Authors)

Yazarların ortak yazarlık analizinde, en fazla bağlantıya ve iş birliğine sahip yazarları belirlemek amacıyla en az 3 yayına ve en az 2 atıfa sahip olma kriterleri uygulanarak bir ağ haritası oluşturulmuştur. Toplam 2.976 yazar arasından bu eşikleri karşılayan 79 yazar analize dahil edilmiştir. Bu yazarlar arasında 90 bağlantı tespit edilmiş, toplam bağlantı gücü (Total Link Strength) ise 358 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, yazarlar arasındaki iş birliği düzeyini ve etkileşim yoğunluğunu ortaya koymaktadır.

Analiz sonucunda, yazarlar 33 farklı kümeye (cluster) ayrılmıştır. Bu kümeler, aynı ya da benzer temalarda ortak çalışmalar yürüten yazar gruplarını temsil etmektedir. Elde edilen bulgular, XAI ve siber güvenlik alanındaki araştırmaların büyük ölçüde ekip çalışmasına dayandığını ve literatürde güçlü bir iş birliği ağı oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 3. Ortak Yazarlık Ağı

Grafiğin merkezinde konumlanan yazarlar, daha fazla bağlantıya ve daha güçlü iş birliklerine sahiptir. Özellikle Michal Choras, Rafal Kozik ve Marek Pawlicki gibi yazarlar, hem düğüm büyüklükleri hem de çok sayıda bağlantıya sahip olmaları nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu yazarların birbirleriyle olan doğrudan bağlantı gücü (15) olarak gözlemlenmiştir. Bu durum, söz konusu kişilerin yalnızca üretken değil, aynı zamanda iş birlikleri açısından merkezi bir konumda yer aldığını göstermektedir.

Zaman boyutuna bakıldığında, grafikteki sarı ve açık yeşil tonlu düğümler 2023 ve sonrası dönemlerde daha aktif olan yazarları temsil etmektedir. Bu yazarlar arasında Mustafa Abdallah(8 yayın), Farhan Ullah(7 yayın), Prabhat Kumar(8 yayın) ve Danish Javeed(8 yayın) gibi isimler öne çıkmakta; bu durum güncel literatürdeki eğilimlerin kimler tarafından yönlendirildiğini göstermektedir.

| Yazar | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| Michal Choras | 15 | 73 |
| Rafal Kozik | 15 | 73 |
| Marek Pawlicki | 15 | 73 |
| Aleksandra Pawlicka | 8 | 25 |
| Prabhat Kumar | 8 | 51 |
| Danish Javeed | 8 | 43 |
| Mustafa Abdallah | 8 | 60 |
| Farhan Ullah | 7 | 104 |
| Antonio Pescape | 6 | 36 |
| Giuseppina Andresini | 6 | 65 |

Tablo 2. En Çok Yayın Yapan Ortak Yazarlar

Bu tabloda, ortak yazarlık ağı kapsamında en çok yayına sahip ilk 10 yazar listelenmiştir. Michal Choras, Rafal Kozik ve Marek Pawlicki, 15'er yayımla listenin başında yer almakta ve iş birlikli çalışmalar açısından yüksek üretkenlik göstermektedir. Bu üç yazar, hem birbirleriyle hem de diğer yazarlarla kurdukları bağlantılarla ağın merkezinde konumlanmaktadır. Ayrıca, Farhan Ullah 7 yayımla bu yazarları takip etmekte ve dikkat çekici şekilde 104 atıf alarak hem üretken hem de etkili bir profil sergilemektedir. Yayın sayısı açısından güçlü olan bu yazarlar, ağı yapısal bütünlüğünde önemli rol oynamaktadır.

| Yazar | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Andreas Holzinger | 4 | 542 |
| Nour Moustafa | 6 | 297 |
| Marwa Keshk | 3 | 132 |
| Ernesto Damiani | 6 | 124 |
| Gautam Srivastava | 5 | 123 |
| Chan Yeob Yeun | 5 | 120 |
| Dimosthenis Kyriazis | 3 | 112 |
| Spyros Theodoropoulos | 3 | 112 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Farhan Ullah | 7 | 104 |
| Howon Kim | 3 | 100 |

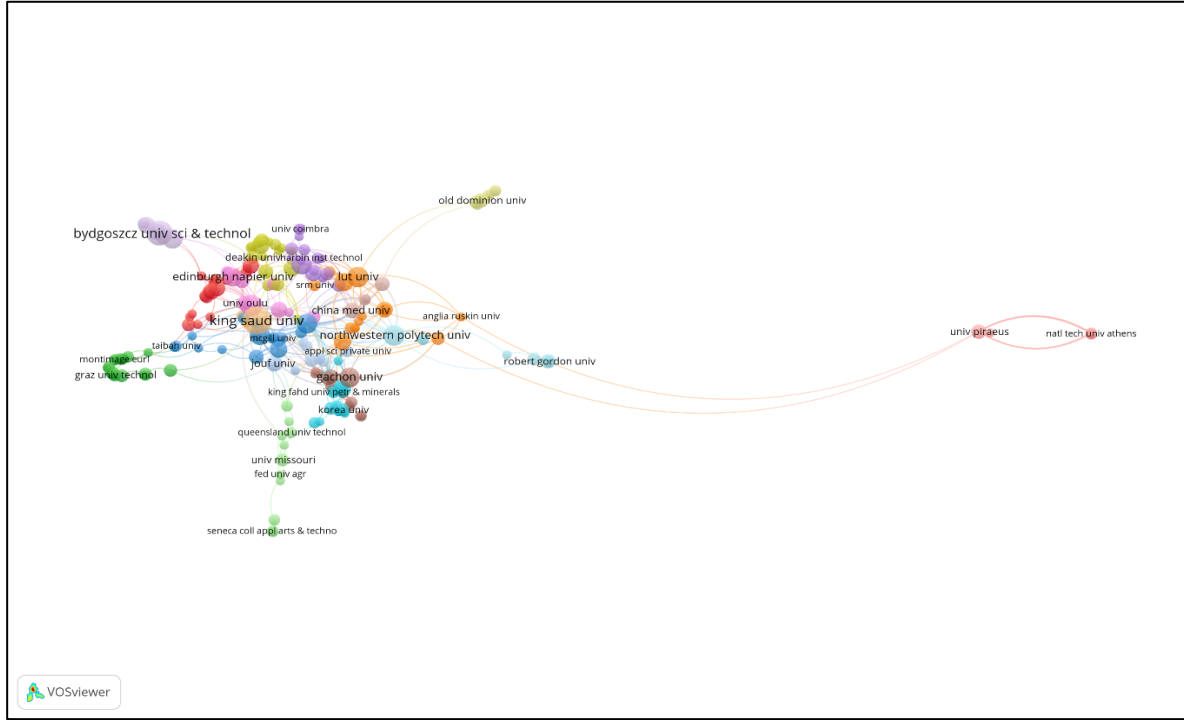
Tablo 3. En Çok Atıf Alan Ortak Yazarlar

Bu tabloda, yayın sayısından bağımsız olarak en fazla atıf alan ortak yazarlar gösterilmektedir. Andreas Holzinger, sadece 4 yayına sahip olmasına rağmen 542 atıf ile açık ara en yüksek etkiye sahip yazardır. Bu durum, yazarın çalışmalarının literatürde ne kadar yaygın referans verildiğini ve etki gücünün yüksekliğini ortaya koymaktadır. Nour Moustafa ve Marwa Keshk gibi isimler de görece az sayıda yayına rağmen yüksek atıf sayılarıyla dikkat çekmektedir. Bu tablo, ağ içinde konumdan bağımsız olarak bazı yazarların bilimsel görünürlüğünün çok daha geniş olduğunu göstermektedir. Ayrıca, her iki tabloda da yer alan Farhan Ullah, hem yüksek yayın sayısı hem de atıf sayısı ile dengeleyici ve etkili bir yazar profili çizmektedir.

5.3. Kurumlar Arası Ortak Yazarlık Analizi (Co-authorship of Organizations)

Kurumlar arası ortak yazarlık analizinde, en fazla bağlantıya ve iş birliğine sahip kurumları belirlemek amacıyla en az 2 yayına ve en az 2 atıfa sahip olma kriterleri uygulanarak bir ağ haritası oluşturulmuştur. Toplam 1.320 kurum arasından bu eşikleri karşılayan 291 kurum analize dahil edilmiştir. Ancak bu kurumların tümü ağ içinde birbirine bağlı olmadığından, analiz yalnızca bağlantılı olan en büyük alt ağ, yani 220 kurum üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu kurumlar arasında 564 bağlantı tespit edilmiş, toplam bağlantı gücü (Total Link Strength) ise 754 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, kurumlar arasında kurulan bilimsel iş birliğinin yaygınlığını ve etkileşim düzeyini göstermektedir.

Analiz sonucunda kurumlar 17 farklı kümeye (cluster) ayrılmıştır. Bu kümeler, aynı bölgeden gelen, aynı projelerde yer alan ya da benzer temalarda araştırmalar yürüten kurumsal grupları temsil etmektedir. Elde edilen bulgular, açıklanabilir yapay zeka ve siber güvenlik alanlarında gerçekleştirilen çalışmaların kurumlar arası çok yönlü iş birliklerine dayandığını ve akademik üretimin gelişmiş bir ağ yapısı içerisinde şekillendiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Kurumlar Arası İş Birliğini Gösteren Ortak Yazar Ağları

Grafik verileri incelendiğinde, King Saud University'nin ağ içindeki merkezi konumunu yalnızca yüksek bağlantı sayısıyla değil, aynı zamanda kurduğu güçlü iş birlikleriyle de sürdürdüğü görülmektedir. Örneğin, Gachon University ile olan bağlantı gücü 3 olarak belirlenmiştir. Bu değer, iki kurum arasında birden fazla ortak yayının bulunduğunu ve iş birliklerinin süreklilik taşıyan yapıda olduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde, King Saud University ile Northwestern Polytechnical University arasındaki bağlantı gücü 2 olup, bu kurumlar arasında gerçekleştirilen akademik iş birliğinin düzenli fakat daha sınırlı bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ilişki, farklı kümeler arasında köprü kurma işlevi açısından önemlidir.

Ayrıca, University of Warsaw ile Bydgoszcz University of Science and Technology arasındaki bağlantı gücü 7 gibi yüksek bir değere sahiptir. Bu durum, söz konusu iki kurumun birlikte çok sayıda yayın gerçekleştirdiğini ve aralarındaki akademik etkileşimin yoğun ve istikrarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağ, aynı zamanda ilgili kümelerdeki bilgi akışının merkezinde yer alan önemli bir iş birliği örneğidir.

| Kurum | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|--|--------------|-------------|
| King Saud University | 19 | 372 |
| Bydgoszcz University of Science and Technology | 15 | 29 |
| University College Dublin | 11 | 145 |
| Northwestern Polytechnical University | 10 | 116 |
| LUT University | 10 | 52 |
| Lebanese American University | 9 | 204 |
| Gachon University | 9 | 23 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----|
| Khalifa University | 9 | 211 |
| University of Warsaw | 9 | 57 |
| Chinese Academy of Sciences | 9 | 277 |

Tablo 4. Kurumlar Arası Ortak Yazarlık Analizine Göre En Fazla Yayın Yapan İlk 10 Kurum

Bu tabloda, ortak yazarlık analizine göre en fazla yayın yapan ilk 10 kurum listelenmiştir. King Saud University 19 yayın ile ilk sırada yer almakta ve bu yayınlara karşılık 372 atıf alarak hem üretkenlik hem de etki bakımından öne çıkmaktadır. Bydgoszcz University of Science and Technology 15 yayınlı listede ikinci sırada yer alsa da yalnızca 29 atıf alması, yayınlarının sınırlı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşın Lebanese American University ve Khalifa University gibi kurumlar görece daha az sayıda yayına rağmen yüksek atıf oranlarıyla dikkat çekmektedir. Bu tablo, kurumlar arasında yayın üretimi açısından oldukça çeşitli bir dağılım olduğunu ve üretkenliğin etkiyle her zaman doğrudan orantılı olmadığını ortaya koymaktadır.

| Kurum | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| Medical University of Graz | 4 | 542 |
| King Saud University | 19 | 372 |
| Sejong University | 2 | 348 |
| FPT University | 2 | 345 |
| Chinese Academy of Sciences | 9 | 277 |
| Khalifa University | 9 | 211 |
| Johns Hopkins University | 3 | 207 |
| Lebanese American University | 9 | 204 |
| Imperial College London | 3 | 203 |
| Pennsylvania State University | 2 | 199 |

Tablo 5. Kurumlar Arası Ortak Yazarlık Analizine Göre En Fazla Atıf Alan İlk 10 Kurum

Bu tabloda, atıf sayısına göre en etkili kurumlar sıralanmıştır. Medical University of Graz, yalnızca 4 yayınlı 542 atıf alarak yüksek akademik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Sejong University ve FPT University, yalnızca 2 yayınlı sırasıyla 348 ve 345 atıf alarak literatürde dikkat çeken katkılar sunmuştur. Bu durum, yayın sayısının az olmasına rağmen bazı kurumların nitelik açısından oldukça yüksek etkiye sahip çalışmalar üretebildiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca listede yer alan Johns Hopkins University, Imperial College London ve Chinese

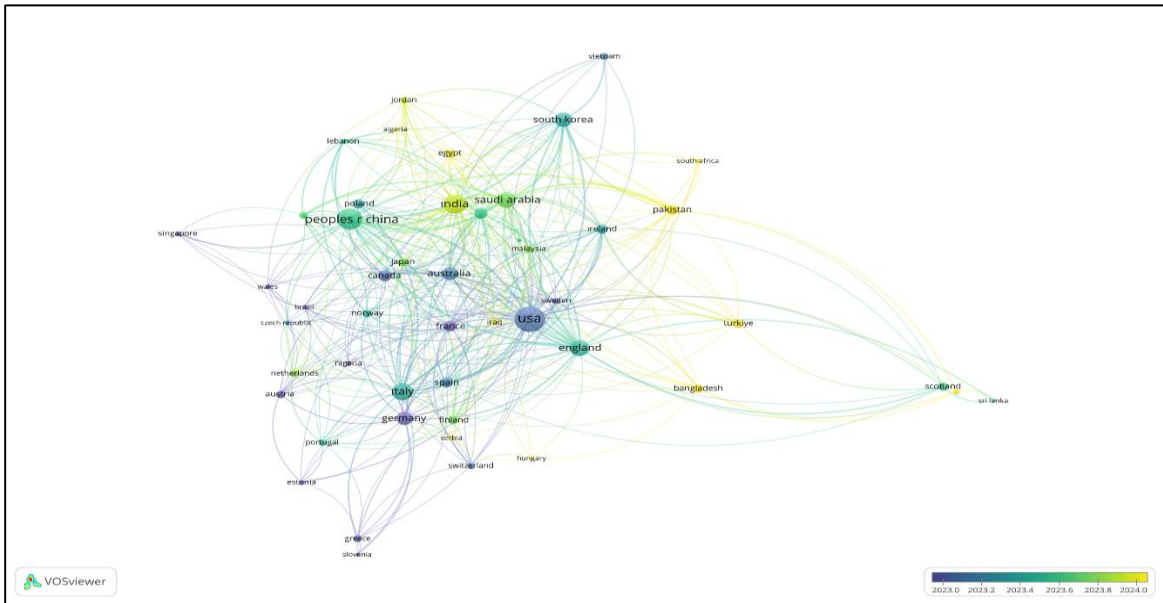
Academy of Sciences gibi dünya çapında tanınmış kurumlar, bu alandaki çalışmaların küresel ölçekteki akademik ilgisini de yansıtmaktadır.

5.4. Ülkeler Arası Ortak Yazarlık Analizi (Co-authorship of Countries)

Ülkeler arası ortak yazarlık analizinde, en fazla bağlantıya ve bilimsel iş birliğine sahip ülkeleri belirlemek amacıyla en az 3 yayına ve en az 2 atıfa sahip olma kriterleri uygulanarak bir ağ haritası oluşturulmuştur. Toplam 84 ülke arasından bu eşikleri karşılayan 50 ülke analize dahil edilmiştir. Ancak bu ülkelerin tümü ağ içinde birbirine bağlı olmadığından, analiz yalnızca bağlantılı olan en büyük alt ağ, yani 49 ülke üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu ülkeler arasında 396 bağlantı tespit edilmiş, toplam bağlantı gücü (Total Link Strength) ise 884 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ülkeler arasında kurulan bilimsel iş birliğinin yaygınlığını ve etkileşim düzeyini açıkça ortaya koymaktadır.

Analiz sonucunda ülkeler 8 farklı kümeye (cluster) ayrılmıştır. Bu kümeler, coğrafi yakınlık, ortak araştırma konsorsiyumları ya da benzer tematik odaklarda çalışan ülke gruplarını temsil etmektedir. Özellikle ağın merkezinde konumlanan bazı ülkelerin hem çok sayıda ülkeyle bağlantı kurduğu hem de farklı kümeler arasında bilgi köprüsü işlevi gördüğü gözlemlenmektedir.

Elde edilen bulgular, açıklanabilir yapay zeka ve siber güvenlik alanlarında yürütülen akademik çalışmaların, uluslararası düzeyde iş birliklerine dayandığını ve literatürdeki üretimin giderek küresel ölçekte bütünleşmiş bir ağ yapısı içerisinde gerçekleştiğini göstermektedir.



Şekil 5. Ülkeler Arası Ortak Yazarlık İş Birliği Ağı

Toplam bağlantı gücü en yüksek değere sahip ülkeler ise sırasıyla 132 ile ABD ve Çin Halk Cumhuriyeti, 123 ile Suudi Arabistan ve 112 ile Hindistan olarak öne çıkmaktadır.

VOSviewer tarafından oluşturulan ülkeler arası ortak yazarlık ağı grafiğinde, ülkeler arasında kurulan bilimsel iş birliklerinin düzeyi bağlantı gücü (Total Link Strength) değeriyle ifade edilmektedir. Bu değer, iki ülke arasında gerçekleştirilen ortak yayınların sayısı ve bu yayınların birlikte oluşturduğu iş birliği yoğunluğu temel alınarak hesaplanır. Bağlantı gücü ne kadar yüksekse, iki ülkenin literatürde birlikte üretim yapma oranı o kadar yüksektir.

Grafik üzerinden elde edilen verilere göre, ABD (USA) ile Çin arasındaki bağlantı gücü 9 olarak belirlenmiştir. Bu durum, iki ülke arasında hatırı sayılır düzeyde ortak yayının mevcut olduğunu göstermektedir. ABD'nin Hindistan ile bağlantı gücü 9, İngiltere (England) ile 7, İtalya ile 8 ve Güney Kore ile 6 olarak ölçülmüştür. Bu sayılar, ABD'nin yalnızca birden fazla bölgeyle değil, aynı zamanda farklı araştırma merkezleriyle güçlü iş birlikleri kurduğuna işaret etmektedir.

Çin (People's Republic of China), bağlantı güçleri açısından oldukça yüksek değerlere sahiptir. Özellikle Hindistan (13), İngiltere (11), Suudi Arabistan (12) ve Güney Kore (7) ile olan bağlantıları, Çin'in çok yönlü ve bölgesel sınırların ötesinde etkili iş birlikleri yürüttüğünü göstermektedir. Çin'in hem Asya hem Avrupa hem de Orta Doğu'daki akademik çevrelerle sıkı ilişkiler geliştirdiği görülmektedir.

Bağlantı gücü verileri, ülkeler arasındaki iş birliğinin yalnızca var olup olmadığını değil, aynı zamanda yoğunluğunu, sürdürülebilirliğini ve kapsamını da yansıtır. Örneğin, ABD-Çin (14) ,ve Çin-Hindistan (13) gibi yüksek bağlantı gücüne sahip ülke çiftleri, açıklanabilir yapay zeka ve siber güvenlik alanındaki araştırmaların yüksek hacimli ortak üretimlerle desteklendiğini göstermektedir. Bu ilişkiler, aynı zamanda bilgi ve teknoloji paylaşımı açısından da stratejik ortaklıkların sürdüğüne işaret etmektedir.

| Ülke | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|-----------------|--------------|-------------|
| ABD | 161 | 2616 |
| Çin Halk Cum. | 110 | 995 |
| Hindistan | 95 | 730 |
| İtalya | 75 | 789 |
| Suudi Arabistan | 67 | 680 |
| İngiltere | 64 | 776 |
| Güney Kore | 53 | 894 |
| Almanya | 47 | 413 |
| Avustralya | 46 | 653 |
| Kanada | 36 | 748 |

Tablo 6. Ülkeler Arası Ortak Yazarlık Analizine Göre En Fazla Yayın Yapan İlk 10 Ülke

Bu tabloda, ortak yazarlık analizine göre en fazla yayın gerçekleştiren ilk 10 ülke listelenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD), 161 yayın ile açık ara en üretken ülke konumundadır. Onu sırasıyla Çin Halk Cumhuriyeti (110 yayın) ve Hindistan (95 yayın) takip etmektedir. Avrupa'dan İtalya, İngiltere ve Almanya gibi ülkeler de listede yer alarak bu alanlardaki akademik üretime önemli katkılarda bulunduklarını göstermektedir. Yayın sayıları, ülkelerin açıklanabilir yapay zeka ve siber güvenlik alanlarına olan araştırma ilgisinin düzeyini yansıtmakta; aynı zamanda uluslararası iş birliği potansiyelini de ortaya koymaktadır.

| Ülke | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|-----------------|--------------|-------------|
| ABD | 161 | 2616 |
| Çin Halk Cum. | 110 | 995 |
| Güney Kore | 53 | 894 |
| İtalya | 75 | 789 |
| İngiltere | 64 | 776 |
| Kanada | 36 | 748 |
| Hindistan | 95 | 730 |
| Suudi Arabistan | 67 | 680 |
| Fransa | 29 | 670 |
| Avustralya | 46 | 653 |

Tablo 7. Ülkeler Arası Ortak Yazarlık Analizine Göre En Fazla Atıf Alan İlk 10 Ülke

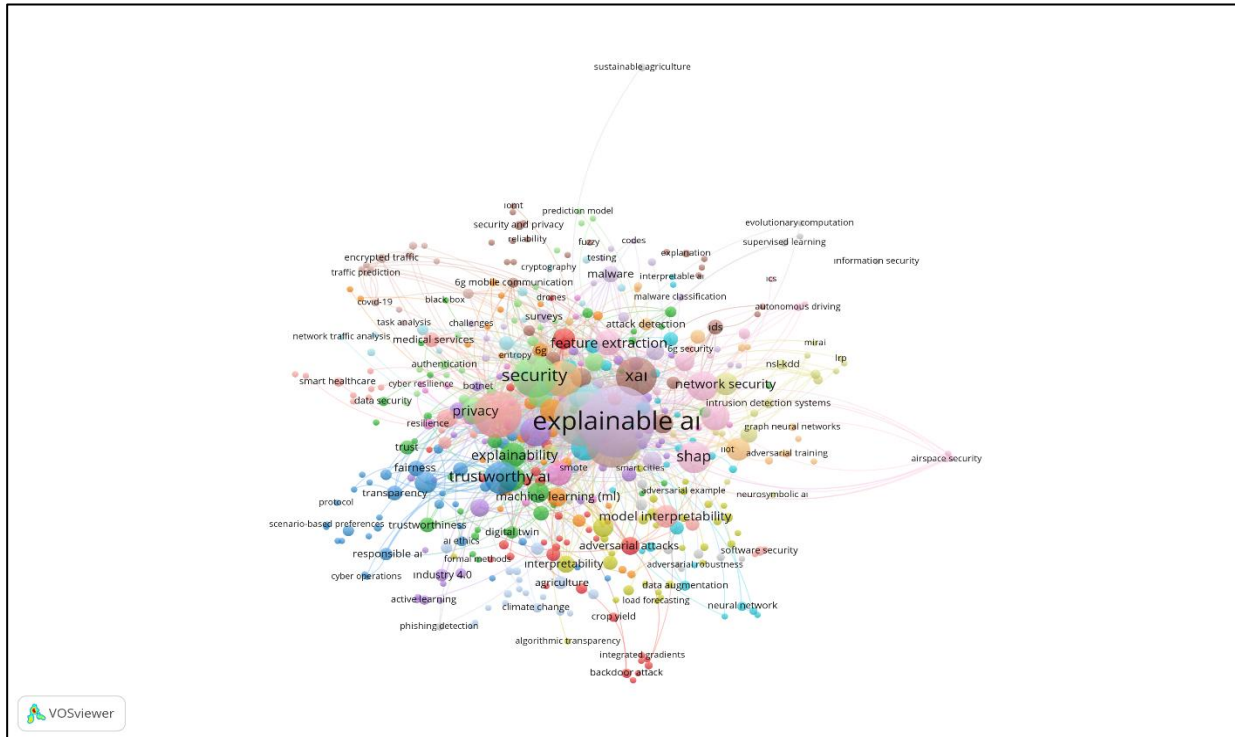
Bu tabloda, ülkelerin yayınlarının aldığı toplam atıf sayısına göre sıralandığı ilk 10 ülke yer almaktadır. ABD, yalnızca en çok yayın yapan ülke olmakla kalmayıp, 2616 atıf ile en yüksek etki gücüne de sahiptir. Çin, Güney Kore, İtalya ve İngiltere, yüksek atıf sayılarıyla literatürde önemli görünürlüğe sahip ülkelerdir. Özellikle Güney Kore, 53 yayınlı 894 atıf alarak yayın başına yüksek ortalama ile dikkat çekmektedir. Listede ayrıca Fransa gibi yayın sayısı nispeten az olan ülkelerin yüksek atıf sayısı ile yer alması, nitelikli yayın üretiminin etkisini göstermektedir. Atıf sayıları, ülkelerin sadece üretkenlik değil, aynı zamanda bilimsel katkı kalitesi açısından da değerlendirildiğini ortaya koymaktadır.

5.5. Anahtar Kelime Eşgörüm Analizi (Co-occurrence of Author Keywords)

Anahtar kelime eşgörüm analizinde, açıklanabilir yapay zeka ve siber güvenlik temalarında

literatürde en sık birlikte kullanılan kavramları belirlemek amacıyla en az 2 kez geçen yazar anahtar kelimeleri dikkate alınarak bir ağ haritası oluşturulmuştur. Toplam 2.256 anahtar kelime arasından bu eşiği karşılayan 460 anahtar kelime analize dahil edilmiştir. Her bir anahtar kelimenin diğer kelimelerle olan ilişkisi değerlendirilmiş ve toplamda 5.222 bağlantı tespit edilmiştir. Bu bağlantıların toplam gücü (Total Link Strength) ise 8.058 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, kavramlar arasında kurulan tematik ilişkilerin yoğunluğunu ve literatürdeki kavramsal bütünlüğü göstermektedir.

Analiz sonucunda, anahtar kelimeler 21 farklı kümeye (cluster) ayrılmıştır. Her bir küme, literatürde birlikte ele alınan konu gruplarını temsil etmektedir. Elde edilen bulgular, açıklanabilir yapay zeka ve siber güvenlik alanındaki araştırmaların çok boyutlu olduğunu ve hem kuramsal hem de uygulamalı düzeyde yoğun kavramsal etkileşimlerin mevcut olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bu eşgörünüm yapısı, literatürdeki araştırma eğilimlerinin ve disiplinler arası kavram birlikteliklerinin anlaşılması açısından güçlü bir temel sunmaktadır.



Şekil 6. Yazar Anahtar Kelimelerinin Birlikte Görünme (Co-occurrence) Ağı

Grafikte, yazarlar tarafından kullanılan anahtar kelimelerin birlikte görüldüğü yapılar ve kavramsal ilişkileri görselleştirilmiştir. En merkezde yer alan ve en büyük düğümlerle temsil edilen “explainable AI”, açıklanabilir yapay zekâ literatürünün en sık kullanılan ve diğer kavramlarla en yoğun bağlantıya sahip anahtar kelimesi olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar kelimeler arasındaki bağlantı gücü, iki kavramın literatürde kaç kez birlikte geçtiğini gösterir. “Explainable AI” ile diğer önemli terimler arasındaki bağlantı güçleri, bu kavramların alanla ne kadar ilişkili olduğunu da ortaya koymaktadır:

- **Machine learning – 52:** “Explainable AI” kavramı, en çok machine learning ile birlikte kullanılmaktadır. Bu durum, açıklanabilirlik ihtiyacının özellikle makine öğrenimi modelleri üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir.
- **Cybersecurity – 47:** İkinci en güçlü ilişki, “cybersecurity” ile kurulmuştur. Bu, XAI’nin güvenlik sistemlerinde kararların açıklanabilirliğini artırmak için yaygın olarak kullanıldığını yansıtmaktadır.
- **Deep learning – 36:** Derin öğrenme algoritmaları “black box” yapıda olduğundan, açıklanabilirliğe duyulan ihtiyaç daha fazladır. Bu da explainable AI ve deep learning arasındaki güçlü bağlantıyı açıklamaktadır.
- **SHAP – 17:** SHAP, makine öğrenmesi modellerini açıklamak için kullanılan tekniklerden biridir. Bu bağlantı, teknik düzeyde bir açıklama aracının, XAI literatüründe önemli bir yer tuttuğunu ortaya koymaktadır.
- **Feature extraction – 15:** Özellik çıkarımı, makine öğrenmesinin temel adımlarından biridir. Bu kavramın explainable AI ile birlikte kullanılması, modelin hangi girdilere dayandığının açıklanmasında öne çıktığını göstermektedir.

En yüksek toplam bağlantı gücüne sahip anahtar kelimeler sırasıyla 907 ile "explainable AI", 604 ile "machine learning" ve 580 ile "artificial intelligence" olarak tespit edilmiştir. Bu veriler, "explainable AI", "machine learning" ve "artificial intelligence" gibi anahtar kelimelerin bilimsel literatürde merkezi bir rol oynadığını ve diğer konularla güçlü bağlantılar kurduğunu göstermektedir. Ayrıca, "cybersecurity" ve "security" gibi anahtar kelimelerin de önemli bir etkileşim ağına sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Grafikteki renkli kümeler, tematik grupları temsil etmektedir. Örneğin, mavi ve yeşil kümeler daha çok etik, güvenilirlik ve şeffaflık gibi konulara odaklanırken; turuncu ve mor tonlu kümeler saldırı tespiti, ağ güvenliği ve teknik açıklama yöntemleri ile ilişkilidir. Bu yapılar, açıklanabilir yapay zekâ alanındaki çok boyutlu araştırma yönelimlerini açıkça ortaya koymaktadır.

| Anahtar Kelime | Frekans | Anahtar Kelime | Toplam Bağlantı Gücü |
|-------------------------|---------|-------------------------|----------------------|
| explainable ai | 228 | explainable ai | 907 |
| machine learning | 139 | machine learning | 604 |
| deep learning | 110 | artificial intelligence | 580 |
| artificial intelligence | 98 | deep learning | 510 |
| cybersecurity | 88 | security | 492 |

| | | | |
|---|----|--------------------|-----|
| security | 80 | cybersecurity | 402 |
| xai | 70 | xai | 309 |
| explainable attificial intelligence (xai) | 57 | Feature extraction | 247 |
| trustworthy ai | 49 | Internet of things | 233 |
| shap | 47 | shap | 228 |

Tablo 8. Yazar Anahtar Kelimelerinin Ortak Görünme (Co-occurrence) Frekansları ve Bağlantı Güçleri En Fazla Olan ilk 10 Anahtar Kelime

Yazarlar tarafından kullanılan anahtar kelimelerin hem kaç yayında geçtiği (frekans) hem de diğer kelimelerle olan ilişkilerinin gücü (toplam bağlantı gücü) gösterilmektedir. En çok kullanılan kelime “explainable AI” olup, 228 yayında yer almış ve 907 bağlantı gücüne ulaşmıştır. Bu sonuç, hem en yaygın kullanılan hem de diğer kavramlarla en çok ilişkili terim olduğunu göstermektedir.

Özellikle bu kelimenin hem teknik hem uygulamalı alanlarla güçlü bağlar kurduğu söylenebilir.

“Machine learning” ve “deep learning” de sırasıyla 139 ve 110 kez kullanılmış; toplam bağlantı güçleri ise 604 ve 510 olmuştur. Bu, bu kavramların açıklanabilir yapay zekâ çalışmalarının temel bileşenleri olduğunu göstermektedir. “Cybersecurity” ve “security” gibi güvenlik temelli anahtar kelimeler, daha az sayıda yayında geçmesine rağmen 400’ün üzerinde bağlantı gücüyle dikkat çekmektedir. Bu da güvenlik konularının farklı kavramlarla yoğun şekilde birlikte anıldığını gösterir.

Daha teknik anahtar kelimelerden “SHAP”, “feature extraction” ve “Internet of Things”, frekans açısından daha geride olsa da toplam bağlantı gücü yüksek olan kavramlar arasında yer almaktadır. Bu, bu kelimelerin az sayıda yayında geçse de çok sayıda farklı konuyla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, tablo hem hangi kavramların daha sık kullanıldığını hem de literatürde hangi kavramların merkezde olduğunu göstermektedir. Bazı kelimeler sık geçerken az kavramla ilişkilirken, bazıları az geçmesine rağmen geniş bir kavramsal bağ kurmaktadır.

5.6. Dokümanlar Arası Atıf Analizi (Citation of Documents)

Dokümanlar arası atıf analizinde, en fazla etkileşime ve karşılıklı atıf ilişkisine sahip çalışmaların belirlenebilmesi amacıyla en az 2 atıf almış belgeler dikkate alınarak bir atıf ağı haritası oluşturulmuştur. Toplam 775 belge arasından bu eşiği karşılayan 390 belge analize dahil edilmiştir. Ancak bu belgelerin tümü birbirine bağlı bir yapı oluşturmadığından, analiz yalnızca bağlantılı olan en büyük alt ağ, yani 158 belge üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bu belgeler arasında 310 doğrudan atıf bağlantısı tespit edilmiş, belge grupları ise 22 farklı

Analiz sonuçları, açıklanabilir yapay zekâ (XAI) ve siber güvenlik literatüründe belirli yayınların diğerlerine yön verici nitelikte olduğunu, yani bilimsel etki açısından merkezî konumda yer aldığını ortaya koymaktadır. Bu yapı, literatürdeki temel çalışmaların hem yoğun biçimde atıf aldığını hem de diğer yayınlarla kavramsal bağ kurarak bilgi yayılımına katkı sağladığını göstermektedir.



Bağlantı sayıları dikkate alındığında, Gunning (2019) ve Capuano (2022) çalışmaları, her biri 27 bağlantı ile ağıın en merkezi ve en fazla etkileşimde bulunan yayınlarıdır. Bu iki yayın, yalnızca yüksek sayıda atıf almakla kalmayıp aynı zamanda ağıdaki diğer birçok yayınla doğrudan bağlantı kurarak bilgi akışının merkezinde yer almaktadır.

Bu iki çalışmayı, Zhang (2022a) adlı yayın 18 bağlantı ile izlemekte; onu Guo (2018) ve Houda (2022) isimli çalışmalar 17 bağlantı ile takip etmektedir. Ayrıca Oseni (2023) çalışması da 16 bağlantı ile ağ içinde dikkat çeken bir diğer yayındır. Bu yayınlar, yalnızca bağlantı sayılarıyla değil, aynı zamanda farklı kümelerle kurdukları ilişkiler sayesinde hem metodolojik hem de uygulamalı düzeyde literatürde geniş yankı bulmuş ve atıf ağı yapısında önemli konumlara ulaşmıştır.

Kuppa (2021), Moosavi (2024) ve Eren (2024) gibi yayınlar ise 14–15 bağlantı ile ağ içinde aktif rol üstlenmekte; özellikle uygulama örnekleri, veri kümeleri veya yöntem katkıları açısından sıkça atıf almış dokümanlar olarak öne çıkmaktadır.

Grafikte kümelenmeler, yayınların odaklandığı tematik alanlara göre oluşmuş olup, örneğin:

- Yeşil küme (Gunning 2019 etrafı), XAI'nin kuramsal çerçevesini temsil ederken,
- Sarı kümeler (Guo 2018), güvenlik ve saldırı tespiti uygulamalarına işaret etmektedir.
- Merkezdeki mavi-kırmızı tonlu yoğun küme, çok yönlü etkileşime açık güncel uygulamalara odaklanmaktadır.

| İlk Yazar | Yayın Yılı | Yayın Yeri(Kaynak) | Atıf |
|------------|------------|---|------|
| gunning | 2019 | AI Magazine | 820 |
| minh | 2022 | Artificial Intelligence Review | 345 |
| hossain | 2020 | IEEE Network | 207 |
| o'sullivan | 2019 | International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery | 201 |
| guo | 2018 | Proceedings of the 2018 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (CCS '18) | 189 |
| holzinger | 2018 | Machine Learning and Knowledge Extraction, CD-MAKE 2018 | 150 |
| holzinger | 2021 | Machine Learning and Knowledge Extraction, CD-MAKE 2021 | 147 |
| mikalef | 2022 | European Journal of Information Systems | 135 |
| mahbooba | 2021 | Complexity | 132 |
| wolanin | 2020 | Environmental Research Letters | 119 |

Tablo 9. Dokümanlar Arası Atıf Analizine Göre En Fazla Atıf Alan İlk 10 Yayın

Tablo, dokümanlar arası atıf analizine göre en yüksek atıf alan 10 yayını göstermektedir. Bu yayınlar, açıklanabilir yapay zekâ (XAI), bilgisayar güvenliği, tıbbi robotik ve bilgi sistemleri gibi çok çeşitli alanları kapsamakta ve literatürde referans alınan temel kaynakları temsil etmektedir.

Gunning (2019) tarafından AI Magazine'de yayımlanan çalışma, 820 atıf ile açık ara en fazla atıf alan doküman olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, DARPA'nın Explainable AI (XAI) programına dair temel bir kaynak niteliğindedir ve XAI literatürünün şekillenmesinde önemli rol oynamıştır.

Ardından gelen Minh (2022) ve Hossain (2020) çalışmaları sırasıyla 345 ve 207 atıf ile önemli katkılar sunmaktadır. Minh'in Artificial Intelligence Review dergisinde yayımlanan XAI'nin güncel

gelişmelerini derinlemesine ele alırken; Hossain'ın IEEE Network'teki makalesi, açıklanabilirlik ve ağ güvenliği kesişimindeki uygulamalara odaklanmaktadır.

O'Sullivan (2019), tıbbi robotik üzerine odaklanan ve International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery'de yayımlanan çalışmasıyla 201 atıf almış; bu, XAI'nin sağlık teknolojilerine entegrasyonunun önemini göstermektedir.

Ayrıca:

- Guo (2018), ACM CCS '18 konferansındaki bildirisiyle 189 atıf alarak güvenlik alanında yüksek etkili yayınlar arasında yer almaktadır.
- Holzinger'in hem CD-MAKE 2018 (150 atıf) hem de CD-MAKE 2021 (147 atıf) kapsamındaki çalışmaları, XAI'nin veri madenciliği ve bilgi çıkarımı süreçlerindeki teorik ve teknik yönlerini derinlemesine işlemektedir.

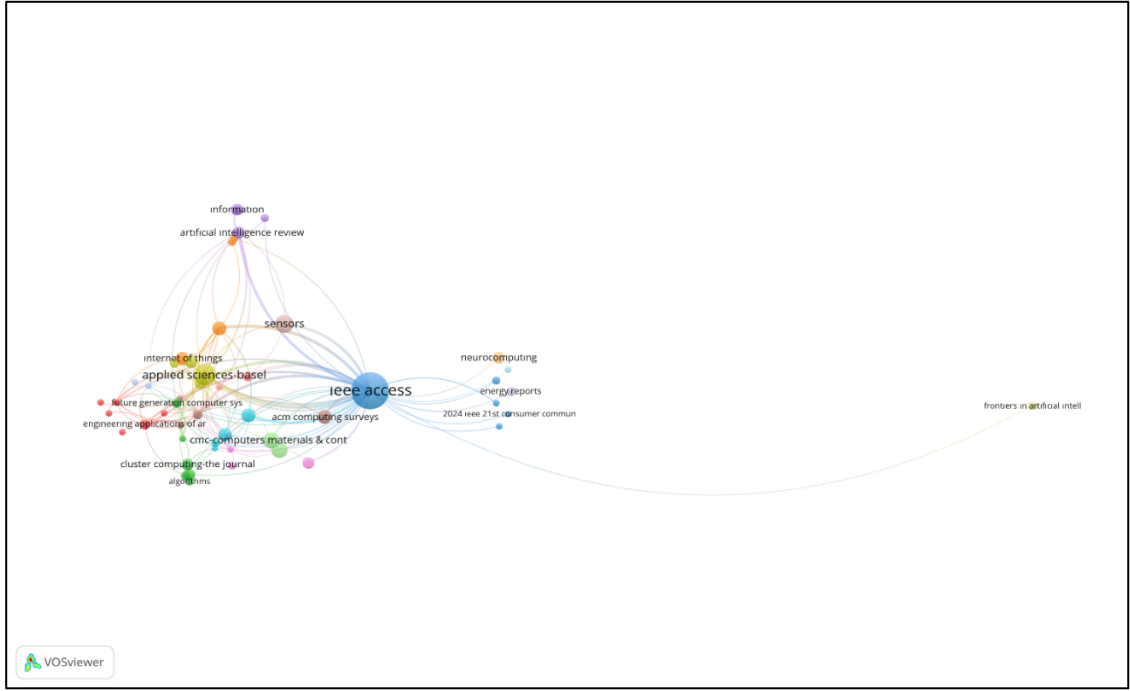
Tablonun son sıralarında yer alan ancak hâlâ yüksek atıf sayısına sahip olan Mikaleff (2022) (European Journal of Information Systems, 135 atıf), Mahbooba (2021) (Complexity, 132 atıf), ve Wolanin (2020) (Environmental Research Letters, 119 atıf) gibi çalışmalar, XAI'nin sadece teknik değil, sistem, organizasyon ve çevre gibi farklı bağlamlarda da önemli katkılar sunduğunu göstermektedir.

5.7. Kaynaklar Arası Atıf Analizi (Citation of Sources)

Kaynaklar arası atıf analizinde, en fazla etkileşime sahip yayın kaynaklarını (dergi, konferans, vb.) belirlemek amacıyla en az 2 yayına ve en az 2 atıfa sahip olma kriterleri uygulanarak bir atıf ağı haritası oluşturulmuştur. Toplam 445 kaynak arasından bu eşikleri karşılayan 80 kaynak analize dahil edilmiştir. Ancak bu kaynakların tamamı ağ içinde doğrudan bağlantılı olmadığından, analiz yalnızca bağlantılı olan en büyük alt ağ, yani 54 kaynak üzerinden yürütülmüştür.

Bu kaynaklar arasında 143 bağlantı tespit edilmiş, toplam bağlantı gücü (Total Link Strength) ise 258 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, yayın kaynakları arasında kurulan atıf ilişkilerinin yoğunluğunu ve dergiler ya da konferanslar arasında oluşan bilgi alışverişinin yapısal niteliğini göstermektedir.

Analiz sonucunda kaynaklar 17 farklı kümeye (cluster) ayrılmıştır. Bu kümeler, aynı alanlarda yayın yapan, benzer konulara odaklanan ya da belirli tematik etkileşimler içerisinde bulunan yayın kaynaklarını temsil etmektedir. Elde edilen bulgular, açıklanabilir yapay zeka ve siber güvenlik temalarında yapılan akademik üretimin yalnızca içerik düzeyinde değil, aynı zamanda kaynak düzeyinde de çok yönlü, disiplinler arası bir ağ yapısı içerisinde geliştiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 8. Kaynaklar Arası Atıf Analizi Ağı

Grafikte, farklı bilimsel dergiler (kaynaklar) arasındaki atıf ilişkileri görselleştirilmiştir. Her bir düğüm bir kaynak dergiyi, çizgiler ise bu kaynaklar arasındaki karşılıklı atıf bağlantılarını temsil etmektedir. Düğüm büyüklüğü, o dergide yayımlanan belge sayısına; bağlantı kalınlığı ise iki kaynak arasındaki bağlantı gücüne işaret eder.

Ağın merkezinde yer alan IEEE Access, hem çok sayıda yayımla katkı sağlamış hem de diğer dergilerle yoğun ilişki kurmuş en merkezi kaynak olarak öne çıkmaktadır. Farklı kümelerle kurduğu etkileşim, bu derginin disiplinler arası yayın yapısını ve XAI gibi konularda çok sayıda atıf ilişkisi içinde olduğunu göstermektedir.

Bağlantı gücü açısından bakıldığında:

- IEEE Access ile Applied Sciences – Basel arasında 14 bağlantı gücü bulunması, iki derginin benzer temalarda sıkça karşılıklı atıf ilişkisi içinde olduğunu göstermektedir.
- IEEE Internet of Things Journal ile IEEE Access arasında 10 bağlantı, özellikle IoT ve açıklanabilir yapay zeka kesişiminde bilgi aktarımı olduğunu gösterir.
- IEEE Open Journal of the Communications Society ile de 10 bağlantı gücü tespit edilmiştir; bu durum, iletişim teknolojileriyle ilişkili XAI çalışmalarının ortak yayınlandığı dergiler arasında güçlü bağ olduğunu gösterir.
- Electronics dergisiyle olan 9 bağlantı gücü, IEEE Access'in mühendislik ve uygulamalı alanlarla olan güçlü ilişkisini ortaya koymaktadır.
- Sensors ve Artificial Intelligence Review dergileriyle olan 8'er bağlantı, hem uygulama odaklı hem de kuramsal literatürle etkileşimi göstermektedir.
- Son olarak, IEEE Transactions on Information Forensics and Security ile IEEE Access

arasındaki 8 bağlantı gücü, veri güvenliği ve forensics temalarının XAI ile birlikte çalışıldığını işaret etmektedir.

Bu veriler genel olarak IEEE Access'in yalnızca yayın hacmiyle değil, aynı zamanda ağ içindeki ilişki yoğunluğu ile de literatürde önemli bir köprü görevi gördüğünü göstermektedir.

| Kaynak | Yayın Sayısı | Atıf |
|--|--------------|------|
| IEEE Access | 60 | 734 |
| Artificial Intelligence Review | 7 | 357 |
| Sensors | 15 | 226 |
| IEEE Network | 2 | 222 |
| Applied Sciences – Basel | 20 | 218 |
| IEEE Internet of Things Journal | 9 | 216 |
| IEEE Open Journal of the Communications Society | 7 | 156 |
| Cluster Computing – The Journal of Networks, Software Tools and Applications | 6 | 142 |
| Complexity | 2 | 135 |
| 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) | 3 | 115 |

Tablo 10. Kaynaklar Arası Atıf Analizine Göre En Fazla Atıf Alan İlk 10 Kaynak

Yapılan kaynaklar arası atıf analizine göre en fazla atıf alan ilk 10 yayın kaynağını göstermektedir. Bu tablo, açıklanabilir yapay zekâ ve siber güvenlik odaklı literatürde hangi dergilerin ve yayın platformlarının öne çıktığını ortaya koymaktadır.

Listenin başında yer alan IEEE Access, analiz kapsamındaki 60 yayın ile yalnızca en çok belge içeren kaynak olmakla kalmamış, aynı zamanda 734 atıf ile en çok referans gösterilen dergi olmuştur. Bu, derginin alanın merkezinde yer aldığını ve yayımladığı çalışmaların literatürde oldukça geniş bir karşılık bulduğunu göstermektedir.

İkinci sırada yer alan Artificial Intelligence Review, sadece 7 yayınla 357 atıf alarak dikkat çekici bir başarıya ulaşmıştır. Bu durum, dergide yayımlanan çalışmaların az sayıda olmasına rağmen yüksek etki gücüne sahip olduğunu ve genellikle derleme ya da teorik temelli makaleler içerdiğini göstermektedir.

Sensors, IEEE Network, Applied Sciences – Basel ve IEEE Internet of Things Journal gibi dergiler de yüksek atıf sayılarıyla dikkat çekmektedir. Bu kaynakların XAI, IoT, güvenlik ve uygulama temelli araştırmalarla ilişkili oldukları göz önünde bulundurulduğunda, uygulamalı mühendislik çalışmalarının literatürde geniş yankı uyandırdığı söylenebilir.

IEEE Open Journal of the Communications Society ile Cluster Computing – The Journal of Networks, Software Tools and Applications, ağ güvenliği ve iletişim altyapıları gibi teknik konulara odaklanan yayınlarıyla öne çıkmaktadır. Her ikisi de 140'ın üzerinde atıf alarak alana kayda değer katkı sunmuştur.

Son olarak, Complexity ve 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) kaynaklarının da 100'ün üzerinde atıf aldığı görülmektedir. Bu durum, XAI ve güvenlik araştırmalarında karmaşık sistemlerin ve yapay sinir ağlarının ön plana çıktığını ve konferans bildirilerinin de etkili bir rol oynadığını göstermektedir.

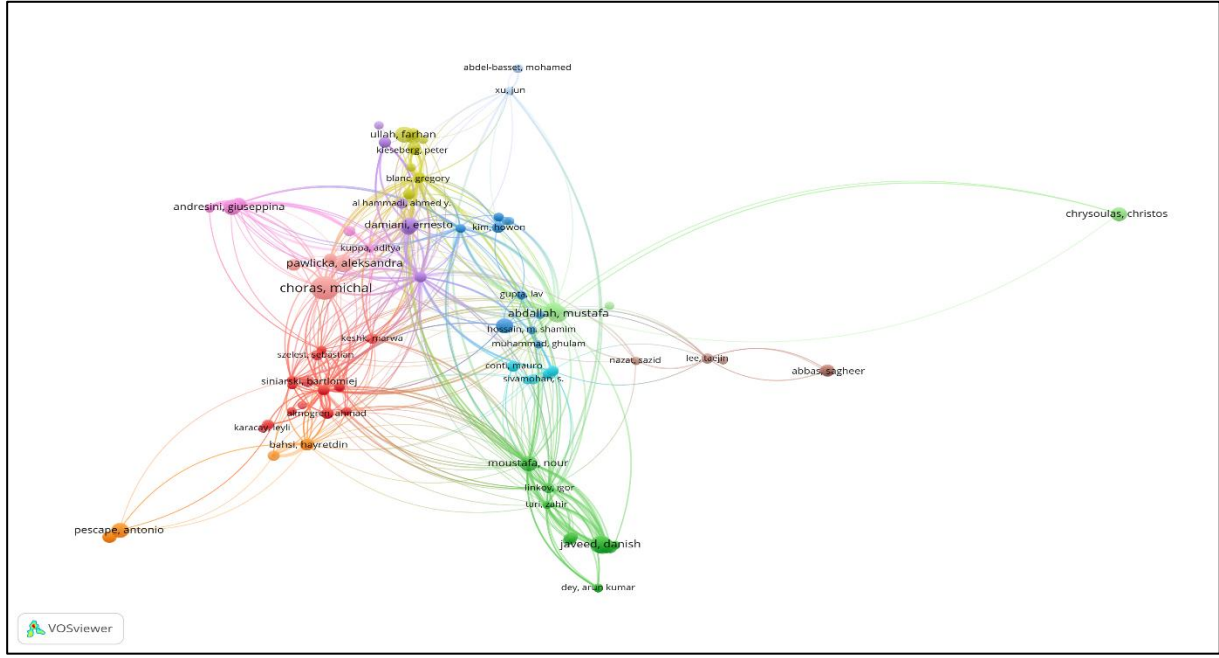
5.8. Yazarlar Arası Atıf Analizi (Citation of Authors)

Yazarlar arası atıf analizinde, en fazla etkileşim ve akademik görünürlüğe sahip araştırmacıları belirlemek amacıyla en az 2 yayına ve en az 2 atıfa sahip olma kriterleri uygulanarak bir atıf ağı haritası oluşturulmuştur. Toplam 2.976 yazar arasından bu eşikleri karşılayan 243 yazar analize dahil edilmiştir. Ancak bu yazarların tamamı ağ içinde doğrudan bağlantılı olmadığından, analiz yalnızca bağlantılı olan en büyük alt ağ, yani 154 yazar üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bu yazarlar arasında 1.208 bağlantı tespit edilmiş olup, toplam bağlantı gücü (Total Link Strength) 1.612 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, yazarların birbirleriyle olan atıf temelli etkileşimlerinin yoğunluğunu göstermekte; literatürde bilgi akışının hangi araştırmacılar etrafında şekillendiğine dair önemli bir gösterge sunmaktadır.

Analiz sonucunda yazarlar 12 farklı kümeye (cluster) ayrılmıştır. Bu kümeler, genellikle aynı tematik alanda çalışan ya da benzer araştırma konularına odaklanan yazar gruplarını temsil etmektedir. Küme yapıları, XAI (Açıklanabilir Yapay Zekâ) ve siber güvenlik gibi disiplinler arası alanlarda çalışan akademisyenlerin bilgi üretiminde belirli merkezlerde toplandığını ve belirli kümeler arasında güçlü ilişkiler kurulduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgular, açıklanabilir yapay zekâ ve ilgili teknolojiler üzerine yapılan akademik çalışmaların yalnızca yüksek atıf sayısına değil, aynı zamanda yazarlar arası yoğun etkileşimli ve iş birliğine dayalı bir yapı içinde geliştiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 9. Yazarlar Arası Atıf Analizi Ağı

Bu görselleştirmede, Nour Moustafa ağı en merkezî konumundaki yazardır. 110 toplam bağlantı gücü ile yalnızca en çok ilişki kuran yazar değil, aynı zamanda diğer kümelerle en yoğun etkileşime sahip yazarlardan biridir. Moustafa'nın özellikle Danish Javeed ile olan bağlantı gücü 6 olup, bu etkileşim onların ortak çalışma veya birbirini sıkça referans gösteren paralel çalışmaları olduğunu göstermektedir.

İkinci sırada yer alan Mustafa Abdallah, 77 toplam bağlantı gücü ile ağ içinde yüksek etkileşimde bulunan bir diğer önemli yazardır. Üçüncü sırada ise Osvaldo Arreche, 73 bağlantı gücü ile ağı şekillendiren güçlü figürlerden biri olarak konumlanmaktadır. Bu üç yazar, ağın kavramsal bütünlüğünü oluşturan ana eksenleri temsil etmektedir.

Grafikte dikkat çeken bir diğer bağlantı, Giuseppina Andresini ile Aditya Kuppa arasında olup, bu iki yazar arasında 4 bağlantı gücü mevcuttur. Bu, sınırlı ama hedeflenmiş bir iş birliği ya da referans ilişkisini yansıtır. Benzer şekilde Rajesh Kalakoti ile Sven Nomm arasında 6 birimlik bağlantı gücü, tematik yakınlık ya da ortaklaşa yazılan çalışmaların göstergesidir.

Genel olarak ağda yoğunlaşmış kümeler, ortak çalışma alanları ya da konusal birliktelikler etrafında şekillenmiştir. Örneğin, yeşil küme daha çok siber güvenlik ve ağ temelli uygulamalara odaklanırken, kırmızı ve pembe tonlu kümeler kuramsal ya da XAI'nin açıklanabilirlik boyutuna yönelmiş yazarlardan oluşmaktadır.

| Yazar | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|-------------------|--------------|-------------|
| Andreas Holzinger | 4 | 542 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Ghulam Muhammad | 2 | 300 |
| Nour Moustafa | 6 | 297 |
| M. Shamim Hossain | 2 | 240 |
| Peter Kieseberg | 2 | 194 |
| A. Min Tjoa | 2 | 194 |
| Edgar Weippl | 2 | 194 |
| Jun Xu | 2 | 192 |
| Zahir Tari | 2 | 148 |
| Patrick Mikalef | 2 | 136 |

Tablo 11. Yazarlar Arası Atıf Analizine Göre En Fazla Atıf Alan İlk 10 Yazar

Yapılan atıf analizine göre en fazla atıf alan ilk 10 yazar listelenmiştir. Bu tablo, literatürde açıklanabilir yapay zekâ (XAI), siber güvenlik ve ilgili disiplinlerde en çok referans gösterilen ve bilimsel etkisi yüksek olan araştırmacıları ortaya koymaktadır.

Listenin başında yer alan Andreas Holzinger, yalnızca 4 yayınlı 542 atıf olarak açık ara en etkili yazar konumundadır. Holzinger'in, XAI alanındaki öncü çalışmalarıyla alanın kuramsal çerçevesini şekillendirdiği ve yüksek düzeyde atıf aldığı görülmektedir.

Onu Ghulam Muhammad (2 yayınlı, 300 atıf) ve Nour Moustafa (6 yayınlı, 297 atıf) takip etmektedir. Bu iki yazar, özellikle siber güvenlik ve makine öğrenmesi tabanlı tehdit tespiti konularında önemli katkılar sunmuş ve literatürde yoğun biçimde referans gösterilmiştir.

M. Shamim Hossain, Peter Kieseberg, A. Min Tjoa, Edgar Weippl ve Jun Xu gibi yazarlar da 190'ın üzerinde atıf olarak hem üretkenlikleri hem de bilimsel etki düzeyleri açısından dikkat çekmektedir. Bu yazarlar, genellikle disiplinler arası çalışmalar yaparak hem bilgisayar mühendisliği hem de güvenlik uygulamaları alanlarında görünürlük kazanmışlardır.

Listenin son sıralarında yer alan Zahir Tari ve Patrick Mikalef, sırasıyla güvenli sistem mimarileri ve iş analitiği gibi alanlarda katkı sunmuş; her biri 130'un üzerinde atıf olarak bilimsel etkilerini ortaya koymuşlardır.

5.9. Kurumlar Arası Atıf Analizi (Citation of Organizations)

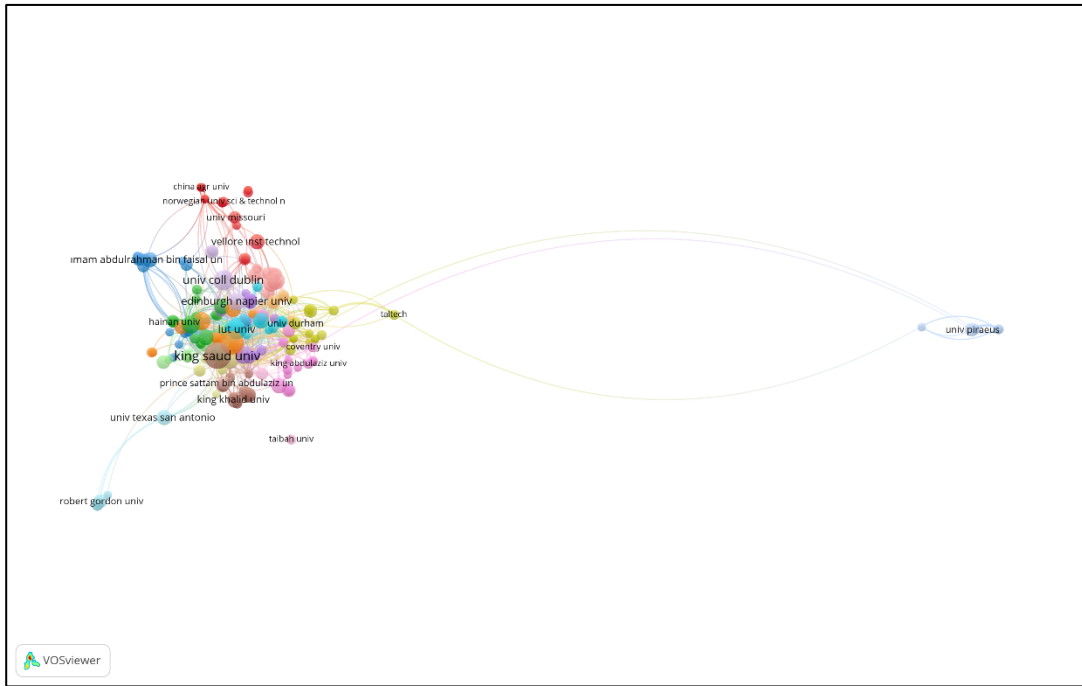
Kurumlar arası atıf analizinde, en fazla bilimsel etkileşime ve görünürlüğe sahip araştırma kurumlarını belirlemek amacıyla en az 2 yayına ve en az 2 atıfa sahip olma kriterleri uygulanarak bir atıf ağı haritası oluşturulmuştur. Toplam 1.320 kurum arasından bu eşikleri karşılayan 291 kurum

analize dahil edilmiştir. Ancak bu kurumların tamamı ağ yapısı içinde birbirine doğrudan bağlı olmadığından, analiz yalnızca bağlantılı olan en büyük alt ağ, yani 216 kurum üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bu kurumlar arasında 1.218 bağlantı tespit edilmiş olup, toplam bağlantı gücü (Total Link Strength) 1.456 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, kurumlar arasında kurulan atıf temelli ilişkilerin yoğunluğunu ve bilimsel etkileşim düzeyini göstermektedir.

Analiz sonucunda kurumlar 18 farklı kümeye (cluster) ayrılmıştır. Bu kümeler; aynı projelerde yer alan ya da benzer araştırma temalarına odaklanan kurumları temsil etmektedir. Küme yapıları, bilimsel üretimin belirli merkezlerde yoğunlaştığını ve bazı kurumların araştırma alanlarında yönlendirici rol üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, açıklanabilir yapay zekâ ve siber güvenlik gibi disiplinler arası alanlarda gerçekleştirilen çalışmaların kurumsal düzeyde de güçlü ve çok yönlü iş birliklerine dayandığını göstermektedir. Bu yapı, akademik ağın sadece bireysel araştırmacılar değil, kurumlar üzerinden de sürdürülebilir bilgi paylaşımı ve etkileşim içinde geliştiğini kanıtlamaktadır.



Şekil 10. Kurumlar Arası Atıf Analizi Ağı

Şekilde yer alan ağ haritası, kurumların birbirine ne düzeyde atıf yaptığına ve hangi kurumların akademik iş birliklerinde merkezî bir konumda bulunduğuna dair görsel bir analiz sunmaktadır. Her bir düğüm (node) bir kurumu, düğümler arası çizgiler ise atıf ilişkilerini temsil etmektedir. Düğüm büyüklüğü kurumun toplam atıf bağlantı gücünü, çizgi kalınlığı ise iki kurum arasındaki etkileşim yoğunluğunu göstermektedir.

Grafikte öne çıkan üç kurum, ağın en güçlü bağlantı yapılarına sahip olan kurumlardır:

- Khalifa University, toplam 77 bağlantı gücü ile en yüksek etkileşimli kurumdur. Gerek bölgesel gerekse uluslararası düzeyde atıf ilişkileri ile ağıın merkezinde konumlanmaktadır.
- University College Dublin, 73 bağlantı gücü ile ikinci sırada yer almakta ve farklı coğrafyalardaki kurumlarla geniş çaplı bilimsel bağlar kurmaktadır.
- US Army, 65 bağlantı gücü ile özellikle savunma ve güvenlik odaklı yapay zekâ uygulamalarında etkili bir akademik üretim ve iş birliği ağı göstermektedir.

Ayrıca belirli kurum çiftleri arasında dikkat çeken birebir bağlantı ilişkileri de mevcuttur:

- Northeastern University ile RMIT University arasında 5 birimlik bağlantı gücü vardır. Bu, özellikle teknoloji ve mühendislik temelli disiplinlerde sıkı atıf ilişkilerini göstermektedir.
- University of Bari Aldo Moro ile University College Dublin arasında 4 birimlik bir bağlantı gücü mevcuttur. Aynı kurumun King's College London ile de 5 birimlik bir ilişkisi vardır; bu, kurumun Avrupa'daki üniversitelerle yoğun iş birliği yürüttüğünü gösterir.
- Northern Arizona University ile TalTech (Tallinn University of Technology) arasında da 4 bağlantı gücü tespit edilmiştir; bu etkileşim, genellikle uygulamalı yapay zekâ ve siber güvenlik çalışmaları etrafında gelişmektedir.

Ağıın sağ ucunda tekil olarak konumlanan University of Piraeus, sınırlı sayıda bağlantıya sahip olmasına rağmen, diğer kümelere ulaşan uzun hatlar ile dikkat çekmekte ve potansiyel olarak köprü rolü üstlenmektedir.

| Kurum | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| Medical University of Graz | 4 | 542 |
| King Saud University | 19 | 372 |
| Sejong University | 2 | 348 |
| FPT University | 2 | 345 |
| Chinese Academy of Sciences | 9 | 277 |
| Khalifa University | 9 | 211 |
| Johns Hopkins University | 3 | 207 |
| Lebanese American University | 9 | 204 |
| Imperial College London | 3 | 203 |
| Pennsylvania State University | 2 | 199 |

Tablo 12. Kurumlar Arası Atıf Analizine Göre En Fazla Atıf Alan İlk 10 Kurum

Tabloda yer alan veriler, kurumlar arası atıf analizine göre literatürde en fazla etki yaratan ilk 10 kurumu göstermektedir. Bu analiz, açıklanabilir yapay zekâ (XAI), siber güvenlik ve ilgili disiplinlerdeki bilimsel üretimin kurumsal dağılımını ve atıf yoğunluğunu ortaya koymaktadır.

Listenin zirvesinde yer alan Medical University of Graz, yalnızca 4 yayın ile toplam 542 atıf alarak, çalışmalarını yüksek düzeyde referans gösterilen ve literatürde belirleyici rol üstlenen bir kurum konumundadır. Bu durum, kurumun az sayıda fakat oldukça etkili yayınlar ürettiğini göstermektedir.

King Saud University, 19 yayın ile 372 atıf alarak hem yayın hacmi hem de atıf açısından yüksek katkı sağlamıştır. Bu, üniversitenin özellikle yapay zekâ uygulamaları ve güvenlik konularında aktif ve üretken bir araştırma merkezi olduğunu göstermektedir.

Sejong University ve FPT University, sadece 2'şer yayın ile sırasıyla 348 ve 345 atıf alarak oldukça dikkat çekici bir başarı göstermiştir. Bu iki kurumun yayımladığı az sayıda çalışmanın yüksek etki yaratması, özellikle belirli odaklı konularda yoğun akademik ilgi çektiğini ortaya koymaktadır.

Chinese Academy of Sciences, 9 yayınlı 277 atıf alarak Asya kıtasındaki yüksek profilli araştırma kurumları arasında yerini alırken, Khalifa University (211 atıf), Johns Hopkins University (207 atıf), Lebanese American University (204 atıf) ve Imperial College London (203 atıf) gibi prestijli kurumlar da listedeki yerleriyle dikkat çekmektedir. Listenin sonunda yer alan Pennsylvania State University, yalnızca 2 yayın ile 199 atıf alarak yüksek etki yaratan az sayıda yayınıyla öne çıkmaktadır.

5.10. Ülkeler Arası Atıf Analizi (Citation of Countries)

Ülkeler arası atıf analizinde, açıklanabilir yapay zekâ (XAI), siber güvenlik ve ilgili disiplinlerdeki akademik etkisi yüksek ülkeleri belirlemek amacıyla en az 2 yayına ve en az 2 atıfa sahip olma kriterleri uygulanarak bir atıf ağı haritası oluşturulmuştur. Toplam 84 ülke arasından bu eşikleri karşılayan 60 ülke analize dahil edilmiştir. Ancak tüm ülkeler ağ içinde birbirine doğrudan bağlı olmadığından, analiz yalnızca bağlantılı olan en büyük alt ağ, yani 53 ülke üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bu ülkeler arasında toplam 480 bağlantı tespit edilmiş olup, toplam bağlantı gücü (Total Link Strength) 1.538 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ülkeler arasındaki bilimsel etkileşim düzeyini ve karşılıklı bilgi paylaşımını nicel olarak ortaya koymaktadır.

Analiz sonucunda ülkeler 10 farklı kümeye (cluster) ayrılmıştır. Bu kümeler, coğrafi yakınlık, ortak projeler, benzer ekonomik düzeydeki araştırma yapıları veya tematik araştırma odaklarına göre kümelenmiş ülkeler gruplarını temsil etmektedir. Özellikle Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika merkezli araştırma ağlarının belirgin kümeler oluşturduğu görülmektedir.

Elde edilen bulgular, açıklanabilir yapay zekâ ve siber güvenlik alanındaki çalışmaların, yalnızca bireysel ya da kurumsal düzeyde değil, aynı zamanda ülkeler arası güçlü akademik iş birliklerine dayandığını göstermektedir. Bu etkileşim ağı, araştırma çıktılarının sadece ülke içinde değil, küresel ölçekte şekillendiğini ve bilgi üretiminin disiplinler arası olduğu kadar coğrafyalar arası da bir yapı içinde geliştiğini ortaya koymaktadır.

Şekil 11. Ülkeler Arası Atıf Analizi Ağı

Grafikte en güçlü bağlantı yapısına sahip ülke, açık ara farkla Amerika Birleşik Devletleri (USA)'dir. Toplam bağlantı gücü 448 olan ABD, hem yayın üretimi hem de uluslararası atıf alımı açısından ağın merkezinde yer almakta ve çok sayıda ülke ile sıkı bilimsel ilişki içinde bulunmaktadır.

Grafikte ayrıca ABD'nin birçok ülke ile güçlü ilişkileri olduğu görülmektedir:

- İtalya – ABD arasında 29 bağlantı gücü,
- Avustralya – ABD arasında 22 bağlantı gücü,
- İngiltere – ABD ve Birleşik Arap Emirlikleri – ABD arasında ise 20’şer bağlantı gücü tespit edilmiştir.

Bu bağlantılar, ABD’nin hem Avrupa hem de Asya ve Orta Doğu merkezli ülkelerle disiplinler arası araştırmalarda yoğun iş birliği yürüttüğünü göstermektedir.

Ağın yapısı, bu ülkeler etrafında kümelenmiş gruplar oluşturmakta; coğrafi yakınlık kadar tematik ortaklıkların da iş birliği yapısında etkili olduğu anlaşılmaktadır. Hindistan, Çin ve ABD gibi ülkelerin merkezi konumları, araştırmaların hem yüksek hacimli hem de uluslararası etkileşimli yürütüldüğünü ortaya koymaktadır.

| Ülke | Yayın Sayısı | Atıf Sayısı |
|-----------------|--------------|-------------|
| ABD | 161 | 2616 |
| Çin Halk Cum. | 110 | 995 |
| Güney Kore | 53 | 894 |
| İtalya | 75 | 789 |
| İngiltere | 64 | 776 |
| Kanada | 36 | 748 |
| Hindistan | 95 | 730 |
| Suudi Arabistan | 67 | 680 |
| Fransa | 29 | 670 |
| Avustralya | 46 | 653 |

Tablo 13. Ülkeler Arası Atıf Analizine Göre En Fazla Atıf Alan İlk 10 Ülke

Açıklanabilir yapay zekâ (XAI), siber güvenlik ve ilgili alanlarda en fazla atıf alan ilk 10 ülkeyi göstermektedir. Bu tablo, bilimsel etkinin sadece bireysel ya da kurumsal düzeyde değil, ülkeler düzeyinde de belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Listenin başında yer alan Amerika Birleşik Devletleri (ABD), 161 yayın ve 2.616 atıf ile hem en üretken hem de en etkili ülke konumundadır. Bu, ABD'nin güçlü araştırma altyapısına ve uluslararası iş birliklerine sahip olduğunu göstermektedir.

İkinci sıradaki Çin, 110 yayın ve 995 atıf ile yüksek üretkenlik göstermiştir. Ancak atıf sayısının yayın sayısına oranla daha düşük olması, etki düzeyinde çeşitlilik olduğunu göstermektedir.

Güney Kore, 53 yayın ile 894 atıf alarak yüksek etki yaratmıştır. Yayın başına düşen atıf açısından en önde gelen ülkelerden biridir. Benzer şekilde İtalya, İngiltere, Kanada ve Hindistan da

hem yayın sayısı hem de atıf sayısıyla öne çıkan ülkelerdir.

Suudi Arabistan, Fransa ve Avustralya ise yayın sayıları daha düşük olmasına rağmen yüksek atıf almalarıyla dikkat çekmektedir. Bu, bu ülkelerde yapılan çalışmaların daha odaklı ve etkili olduğunu göstermektedir.

BÖLÜM 6: ÖNERİLER VE SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) ve siber güvenlik alanındaki akademik yayınlar bibliyometrik yöntemlerle kapsamlı şekilde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bu alanların son yıllarda hızlı bir şekilde geliştiğini ve araştırmacılar arasında büyük bir ilgi gördüğünü ortaya koymaktadır. Özellikle 2023 ve sonrasında yaşanan yayın patlaması, teknolojik gelişmelerle birlikte açıklanabilirliğe duyulan ihtiyacın arttığını göstermektedir.

Yapılan analizler sonucunda, Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Hindistan gibi ülkelerin hem yayın üretimi hem de uluslararası iş birlikleri açısından öne çıktığı görülmektedir. Aynı zamanda Michal Choras, Rafal Kozik gibi yazarların literatürde merkezi bir rol oynadığı ve King Saud University gibi kurumların yüksek üretkenlik ve etki seviyesine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmanın temel önerileri şunlardır:

1. XAI ve siber güvenlik alanlarında disiplinler arası çalışmalara daha fazla yer verilmelidir. Özellikle etik, güvenilirlik, kullanıcı gizliliği gibi konular farklı bilim dallarının ortak katkısıyla daha etkili çözümler sunabilir.
2. Uluslararası iş birlikleri teşvik edilmelidir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerle yapılan ortak çalışmalar, bilgi paylaşımını artırarak literatürde daha dengeli bir dağılım oluşturabilir.
3. Yayınlar arasındaki bağlantılar artırılmalı, açık veri ve açık erişim teşvik edilmelidir. Böylece bilgi daha hızlı yayılır ve daha fazla araştırmacı tarafından kullanılabilir.
4. Açıklanabilirliğe dair yeni metrikler ve standartlar geliştirilmeli, uygulamalara yönelik rehberler oluşturulmalıdır. Bu sayede, XAI modellerinin siber güvenlik sistemlerine entegrasyonu daha sistematik şekilde yapılabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, XAI ve siber güvenlik alanlarında yapılan çalışmaların mevcut durumunu ortaya koyarak hem akademik hem de sektörel paydaşlar için yol gösterici olmayı amaçlamaktadır.

BÖLÜM 7: KATKILAR VE İLERİ ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

Proje, Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) ile siber güvenlik alanlarının kesişiminde yer alan bilimsel çalışmaları sistematik bir şekilde analiz ederek, alanın mevcut durumunu ortaya koymaktadır. Çalışmanın en önemli katkıları şunlardır:

- Literatürde yer alan 775 yayının yıllara, ülkelere, kurumlara, yazarlara ve anahtar kelimelere göre detaylı bibliyometrik analizinin gerçekleştirilmesi,
- XAI ve siber güvenlik konularında akademik üretimin hangi odak noktalarına yoğunlaştığının görselleştirilmesi,
- VOSviewer aracılığıyla güçlü iş birliklerinin, tematik kümelenmelerin ve kavramsal ilişkilerin haritalandırılması.

İleri çalışmalar için aşağıdaki yöntemler önerilmektedir:

1. Metin madenciliği (text mining) ve doğal dil işleme (NLP) teknikleriyle içerik analizi yapılabilir. Böylece yalnızca bibliyometrik değil, içeriksel bağlamda da temalar ve kavramsal değişim izlenebilir.
2. Zaman serisi modelleme ile alanın gelişim eğilimleri projekte edilebilir ve gelecekteki yayın öngörülleri yapılabilir.
3. Makine öğrenmesi tabanlı kümeleme yöntemleriyle yazar, kurum ve ülke seviyesinde otomatik grup tanımlamaları yapılabilir.
4. Sosyal ağ analizi (SNA) araçlarıyla daha detaylı merkeziyet, etki ve bilgi yayılım ölçümleri gerçekleştirilebilir.

Bu bağlamda, elde edilen bulgular ilerleyen dönemlerde daha ileri düzey analiz teknikleriyle zenginleştirilebilir ve alandaki bilgi üretimi daha etkin izlenebilir hale getirilebilir.

BÖLÜM 9: KAYNAKLAR

Clarivate Analytics. (2024). *Web of Science Core Collection*.

<https://www.webofscience.com/>