

ENDÜSTRİ 5.0 İLE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN SAĞLANMASI: BİR BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Gizem YİĞİT

Konya Teknik Üniversitesi, Türkiye
e228230001003@ktun.edu.tr
https://orcid.org/0009-0004-2183-495x

Orhan ENGİN

Konya Teknik Üniversitesi, Türkiye
oengin@ktun.edu.tr
https://orcid.org/0000-0002-7250-0317

<i>Atıf</i>	YİĞİT, G.; ENGİN, O. (2025).ENDÜSTRİ 5.0 İLE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN SAĞLANMASI: BİR BİBLİYOMETRİK ANALİZ. <i>İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi</i> , 17(1), 23-46.
-------------	---

ÖZ

Günümüz endüstri sektörü, teknolojik gelişmelerin hız kazandığı bir dönemden geçmektedir. Endüstri 4.0'ın ardından ortaya çıkan ve insana odaklanan yeni bir paradigmaya yöneliş, Endüstri 5,0 olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışma, Endüstri 5.0'in sürdürülebilirlik açısından potansiyelini değerlendirmek amacıyla yapılan bir bibliyometrik analiz sunmaktadır. Araştırma, Endüstri 5.0'in temel özelliklerini ve sürdürülebilirlik ile olan ilişkisini anlamak için literatürdeki önemli çalışmaların incelenmesini içermektedir. Literatürdeki akademik makaleleri ve çalışmalarını kapsayan bir bibliyometrik inceleme kullanarak, Endüstri 5.0'in sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Yayımlanan makalelerin sayısal analizi, yayın trendleri, en çok atıf alan çalışmalar ve anahtar kelimelerin incelenmesi üzerine bibliyometrik yöntemleri içermektedir. Endüstri 5.0'in sürdürülebilirlik açısından potansiyel avantajlarına odaklanmaktadır ve bu alanlarda gelecekteki araştırma ve uygulamalara yönelik öneriler sunacaktır. Bu çerçevede, Endüstri 5.0'in iş dünyası ve toplum için nasıl sürdürülebilir bir gelecek sağlayabileceğini anlamak amacıyla önemli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 5.0, Dijitalleşme, Yapay Zekâ, Sürdürülebilirlik, Bibliyometrik Analiz.

ACHIEVING SUSTAINABILITY WITH INDUSTRY 5.0: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

ABSTRACT

The contemporary industrial sector is experiencing a period of rapid technological advancement. Following Industry 4.0, a shift towards a new human-centric paradigm has emerged, known as Industry 5.0. This study presents a bibliometric analysis aimed at evaluating the potential of Industry 5.0 in terms of sustainability.

The study involves examining significant works in literature to understand the fundamental characteristics of Industry 5.0 and its relationship with sustainability. By utilizing a bibliometric review covering academic articles and studies in the literature, it assesses the impacts of Industry 5.0 on sustainability. The bibliometric methods include quantitative analysis of published articles, publication trends, the most cited works, and keyword analysis. It focuses on the potential advantages of Industry 5.0 in terms of sustainability and provides recommendations for future research and applications in these areas. In this context, it aims to make a significant contribution to understanding how Industry 5.0 can provide a sustainable future for the business world and society.

Keywords: *Industry 5.0, Digitalization, Artificial Intelligence, Sustainability, Bibliometric Analysis.*

GİRİŞ

Günümüzdeki hızlı teknolojik gelişmeler, endüstriyel sektörleri dönüştürerek, iş süreçlerini daha akıllı, esnek ve insana odaklı hale getirmiştir. Bu evrim, özellikle Endüstri 4.0 ve sonrasında ortaya çıkan Endüstri 5.0 gibi kavramlarla daha belirgin bir hal almıştır. Endüstri 4.0 paradigması, bilgi ve iletişim teknolojilerine odaklanarak fiziksel cihazlar arasındaki daha büyük bağlantıyı gerektirmiştir (Manzak ve Engin, 2023). Bu durumun olumlu etkilerinden biri, ham madde tüketiminin azalması ve üretim sürelerinin kısalması gibi tüm yönlerde önemli üretkenlik artışıdır. Ancak üretim sistemleri, insanlar ve makineler arasındaki etkileşimden oluşur; son zamanlarda Endüstri 5.0 hakkındaki literatür, üretim sürecinde insan aktörün rolünü yeniden tanımlamaya çalışarak, üretimde iş birliği sürecinde insanın rolüne odaklanmaktadır (Smith, 2023).

Endüstri 5.0, endüstriyel süreçleri insan merkezli bir yaklaşımla ele alırken, güçlü bir şekilde sürdürülebilirlik odaklı bir vizyon sunmaktadır. Geleneksel üretim modellerinden farklı olarak, Endüstri 5.0'ın getirdiği bu insan-merkezli yaklaşım, sadece teknolojik gelişmelere odaklanmanın ötesinde, insan faktörünü vurgulayarak iş süreçlerini daha etik, verimli ve çevre dostu hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, Endüstri 5.0'ın ortaya çıkışı, endüstrinin sürdürülebilirlik konusundaki zorluklara nasıl çözümler sunduğunu anlamak ve gelecekteki endüstriyel dönüşüm süreçlerinde nasıl bir rol oynayabileceğini değerlendirmek, günümüz araştırmacıları ve endüstri profesyonelleri için kritik bir konu haline gelmiştir (Yetkin & Çoşkun, 2021).

Bu çalışma, “Web of Science” veri tabanından alınan bir örnekleme dayanarak, Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlik açısından potansiyelini belirlemeye yönelik bir bibliyometrik analiz içermektedir. Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Yayınlanan makalelerin sayısal analizi, yayın trendleri, en çok atıf alan çalışmalar ve anahtar kelimelerin incelenmesi üzerine bibliyometrik yöntemleri içermektedir. Bu araştırma, literatürde Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini bibliyometrik analiz yöntemi ile değerlendiren ilk çalışmadır.

ENDÜSTRİ 4.0'DAN 5.0'E GEÇİŞ VE DİJİTALLEŞME

Endüstri 1.0, yaklaşık olarak 1800'li yıllarda başlayan ve yüz yıl süren bir süreçtir. Seri üretimin başlangıcı olarak tanımlanan, Endüstri 2.0, üretim hatlarının gelişimi ve parça başı üretim ile devam etmiştir. Endüstri 3.0, 1940'lı yıllarda ilk işlevsel bilgisayar olan Z3'ün tanıtımıyla başlamıştır (Vogt, 2021). Endüstri 4.0 terimi ilk olarak 2011 yılında, Almanya'da Hannover fuarında ortaya çıktı (Lee, 2013; Aydoğmuş ve Engin, 2021). Yeni dijital endüstriyel teknolojiye geçiş olarak bilinen Endüstri 4.0 ile fabrikalardaki üretim daha hızlı, daha esnek ve daha etkin prosesler ile yüksek kaliteli ürünler, düşük maliyetlerle üretilecektir (Sözen & Mescioğlu, 2019). Endüstri 4.0, teknolojiler için kullanılan ortak bir terimdir. Akıllı fabrikalar ve akıllı üretim imkânı sağlar. Endüstri 4.0, hem nesnelere

interneti ve hem de siber fiziksel sistemlerin entegrasyonu ile gerçekleştirilir (Chiu ve ark., 2017). Akıllı fabrika süreçlerinde, akıllı üretim senaryolarında, akıllı üretim ile insan-makine iş birliği ve ürün lojistik yönetiminde, nesnelere interneti, bulut temelli yaklaşımlar ve büyük veri teknolojisi kullanılır (Sarıcan ve Engin, 2024). Endüstri 4.0, teknik, ekonomik ve sosyal sistemlerde büyük bir değişime yol açacaktır. Endüstri 4.0 kavramı, küresel üretim sektöründe ve bütün sanayilerde ayrıca akademik ortamda en popüler kavramlardan biri haline gelmiştir (Bibby ve Dehe, 2018). Ancak, Endüstri 4.0 ile ilgili henüz yeterince araştırma yapılmamıştır. Endüstri 4.0, sadece bir firmanın bireysel olarak uygulayacağı bir süreç değildir. Kuruluşun tedarikçileri ile uygulaması gereken bir paradigmadır. Almanlar tarafından ilk defa telaffuz edilen “Endüstri 4.0” kavramını ülkeler kendi stratejilerine göre yeniden yorumlayıp farklı isimler altında adlandırmışlardır. Bu süreci, Japonlar “Toplum 5.0”; Çinliler “Made in China 2025”; Amerikalılar “Amerika Üretiyor”; Fransızlar “Geleceğin Sanayi Stratejisi”; Güney Koreliler “Akıllı Sanayi Stratejisi” olarak tanımlamışlardır (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018)

Endüstri 4.0, enformatik sistemler ekseninde gerçekleştirilen hamleler ve modern dünya anlayışı ile geliştirilen ürünlerin tamamını kapsayan bir kavramdır. Nesnelere interneti, kablolu veya kablosuz olarak etkileşim halinde olabilen aygıtların veri üretimi sürecindeki rolünü öne çıkarır. Siber fiziksel sistemler, nesnelere interneti, yapay zekâ, büyük veri ve dijitalleşme gibi kavramlar bu dönemde açığa çıkmış, terminolojik olarak anlam kazanmaya başlamış ve çeşitli disiplinler için farklı bakış açılarıyla araştırmaya değer konular haline gelmiştir (Çapcıoğlu & Anık, 2021).

Endüstri 4.0, sadece teknolojik bir evrimi değil, aynı zamanda iş modellerinde ve endüstriyel ilişkilerde de bir değişimi temsil etmektedir. İnsanlar, makineler ve sistemler arasındaki etkileşimi optimize etmeyi amaçlar, böylece endüstriyel süreçler daha adaptif ve müşteri odaklı hale gelmektedir. Bu bağlamda, Endüstri 4.0'ın öne çıkan özellikleri arasında otomasyonun yanı sıra veri paylaşımının ve gerçek zamanlı karar verme yeteneğinin artırılması yer almaktadır (Fraunhofer, 2013). Endüstri 4.0, endüstriyel süreçlerin daha akıllı ve bağlantılı hale gelmesini sağlamakta, böylece işletmeler daha rekabetçi ve sürdürülebilir olabilmektedir. Endüstri 4.0'ın getirdiği dijitalleşme, sadece üretim süreçlerini iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda enerji verimliliği, atık azaltma ve çevresel sürdürülebilirlik gibi sürdürülebilirlik hedeflerini de desteklemektedir (Maddikunta ve ark., 2022). Bu bağlamda, Endüstri 4.0'ın temel prensipleri ve dijitalleşmenin endüstriyel süreçlere olan etkileri, Endüstri 5.0'ın doğuşunu anlamak ve sürdürülebilirlik perspektifinden değerlendirmek için kritik bir arka plan oluşturmaktadır. Bu evrim, endüstriyel sektörleri bir önceki endüstri devriminden miras alınan dijital altyapı ve deneyim üzerine inşa ederek, daha insana odaklı ve sürdürülebilir bir endüstriyel geleceğe doğru yol almamıza olanak tanımaktadır (Elangovan, 2021).

Endüstri 5.0, Almanya'da 2011 yılında ortaya çıkan, Endüstri 4.0'in temellerine dayanan bir geleceğe yönelik projeyi oluşturmaktadır. Endüstri 5.0 kavramı, ülkenin yüksek teknoloji stratejisinin bir unsuru olarak kabul edilmiştir. Aynı zamanda bilim insanları, iş dünyası ve karar vericiler tarafından geniş çapta benimsenmiştir. Endüstri 5.0'in temel hedefi, üretimdeki çalışan sayısını korurken verimliliği artırmak ve enerji verimliliğine sahip bir endüstri için yeşil üretime odaklanmaktır. Bu yaklaşım hem ekonomik hem de ekolojik gereksinimleri daha iyi karşılamayı amaçlamaktadır (Momenta, 2022). Endüstri 4.0'da belirtilen teknoloji merkezli yaklaşımın tam tersine Endüstri 5.0, süreçlerin insan merkezli yönünü daha belirgin bir şekilde vurgulamaktadır. Söz konusu süreçlerde, robotlar, makineler ve insanlar arasındaki iş birliğini artırmak amacıyla otomasyonlar, cihazlar ve sistemler çalışma ortamına entegre edilmektedir. Böylece personel, cihazların ve robotların daha verimli çalışmasını sağlamak için etkin bir rol üstlenmelerine katkı sağlamaktadır. Endüstri 5.0 ile imalat sanayilerinin hedefleri arasında yer alan sıfır atık kavramı mümkün olabilecektir. Zira süreçlerdeki malzeme ve atık yönetimi, üretim maliyetlerini minimum seviyeye düşüreceği için çevresel ve ekonomik açıdan önemli değişimlere yol açabilecektir (Xu ve ark., 2021).

Endüstri 5.0'in temel özellikleri, endüstriyel süreçlerin insan faktörü ile bütünleştirilerek daha etik, esnek ve sürdürülebilir bir üretim ortamı oluşturmayı amaçlamaktadır.

Endüstri 5.0'in temel özellikleri:

- *İnsan-Odağında Üretim*: Endüstri 5.0, üretim süreçlerinde insanın merkezi bir rol oynamasını vurgulamaktadır. Bu, robotlar ve diğer otomasyon teknolojilerinin insanlarla etkileşim içinde çalıştığı bir üretim ortamını içermektedir. İnsan-robot iş birliği, üretim süreçlerini daha esnek ve verimli hale getirmek için önemli bir unsurdur (Xu, 2017).
- *Esnek Üretim Sistemleri*: Endüstri 5.0, üretim süreçlerinin daha esnek ve uyum sağlayabilir olmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Bu, üretim hatlarının kolayca yeniden yapılandırılabilmesini, ürün değişikliklerine hızlı adapte olunabilmesini ve müşteri taleplerine daha dinamik bir şekilde cevap verilebilmesini içermektedir (Haleem ve Javaid, 2019; Engin ve Engin, 2018).
- *Bilgi Paylaşımı ve İletişim*: Endüstri 5.0, tüm üretim süreçlerinde bilgi paylaşımını ve iletişimi teşvik etmektedir. Makineler, sistemler ve çalışanlar arasında etkileşim ve bilgi akışını artırarak, daha entegre ve veri odaklı bir üretim ortamı oluşturmayı amaçlamaktadır (Lee ve ark., 2022).
- *Veri Güvenliği ve Etik*: Endüstri 5.0, endüstriyel verilerin güvenliğine büyük önem vermektedir. Aynı zamanda, bu verilerin etik bir şekilde kullanılması ve işlenmesi gerekliliğini vurgular. Bu, endüstriyel süreçlerde güvenilirlik ve

şeffaflığın sağlanmasına odaklanır (Zengin ve Zengin 2021).

- *Üretimde Kişiselleştirme*: Endüstri 5.0, müşteri taleplerine daha iyi cevap verebilmek adına üretim süreçlerinde kişiselleştirmeye odaklanmaktadır. Bu, özelleştirilmiş ürünlerin daha etkin bir şekilde üretilebilmesini sağlar (Schulze ve ark., 2018).
- *Daha Yeşil ve Sürdürülebilir Üretim*: Endüstri 5.0, çevresel sürdürülebilirliği desteklemek amacıyla enerji verimliliği, atık azaltma ve çevresel etkilerin minimize edilmesi gibi konulara odaklanmaktadır. Bu, endüstriyel süreçlerin daha çevre dostu bir şekilde yönetilmesini hedeflemektedir (European Commission, 2021).

ENDÜSTRİ 5.0 İLE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN SAĞLANMASI

Endüstride sürdürülebilirlik kavramı, ilk kez Sürdürülebilir kalkınma olarak 1987 yılında Birleşmiş Milletler, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından tanımlanmıştır. Bu tanıma göre Sürdürülebilir kalkınma, "Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamayı riske atmadan, bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmıştır (United Nations, 2024). Endüstri 4.0, dijital sürdürülebilirliğe yeni bir yaklaşım getirmiştir. Endüstri 4.0 ile süreçlerdeki malzeme ve atık yönetimi, dijital ortamda, daha etkin olarak yönetilecektir. Kaynak israfları minimum düzeye indirilerek gelecek nesillerin ihtiyaç duyacağı kaynaklar, bugünden tüketilmemiş olacaktır. Üretim maliyetleri minimum seviyeye düşürülerek bugünün ihtiyaçları karşılanmış olacaktır. Akıllı fabrikalar ile üretimin çevre üzerindeki olumsuz etkileri de minimize edilecektir. Endüstri 4.0, ekonomik açıdan önemli değişimlere yol açmıştır. Endüstri 5.0'da imalat süreçlerini, insan faktörü ile bütünleştirilerek, esnek ve sürdürülebilir bir üretim ortamı oluşturmayı amaçlamaktadır. Endüstri 5.0 ile sürdürülebilir kalkınma sürecinde, kaynak verimliliği sağlanacak, akıllı şehirler ve akıllı fabrikalar ile bugünün ihtiyaçları karşılanacaktır. Akıllı teknolojiler, insan davranışıyla ilgili büyük miktarda veriyi izleyip arşivleyecek, kültürel ve doğal miras dijital ortama aktarılacak ve koruma altına alınacaktır. Akıllı teknolojiler, dijital eğitime ve dijital ekonomiye geçişi hızlandıracak

BİBLİYOMETRİK ANALİZ UYGULAMASI

Bilgi, insanlık tarihi süresince önemli bir araç olarak kabul edilmiştir. Bilginin en geçerli biçimi olarak kabul edilen bilimsel çalışmalar sonucunda, insanlık, yüzyıllar önce hayal bile edemeyeceği ilerlemeleri gerçekleştirmiştir (Al, 2014). Bibliyometrik araştırmalar, bir bilim dalıyla ilgili literatürdeki çalışmaların mevcut durumunu, yönelimini ve gelişimini ortaya koyan çalışmaları içermektedir (Üsdiken & Pasadeos, 1993). Bibliyometrik analiz, literatürdeki bilimsel yayınları, atıfları ve bu yayınların diğer araştırmacılar tarafından nasıl kullanıldığını inceleyen bir metodolojidir. Bu yöntem, bir konu veya alandaki akademik bilginin evrimini anlamak, mevcut literatürdeki boşlukları belirlemek

ve gelecekteki araştırmalar için bir çerçeve oluşturmak için kullanılan güçlü bir araştırma aracıdır. Bu bölümde, çalışmanın temel metodolojisi olan bibliyometrik analizin nasıl gerçekleştiğini ve bu analizin neden bu konuda önemli olduğu ayrıntılı bir şekilde sunulacaktır (Kökçam ve ark., 2024; De Nicola, 2009).

Veri Toplama ve Seçimi:

Bibliyometrik analizin ilk adımı, belirli bir konu veya alanda yapılan yayınları sistematik bir şekilde toplamaktır. Bu aşamada, literatür taraması yapılarak, konuyla ilgili olan en güncel ve ilgili makaleler, dergi yazıları ve konferans bildirileri seçilir. Veri toplama sürecinde, dikkatlice belirlenmiş kriterlere dayanarak yayınların seçilmesi, analizin güvenilirliğini artırır. Verileri elde etmek için “Web of Science” veri tabanında aşağıda yer alan arama dizisi kullanılmıştır: (“Endüstri 5. 0” veya “yapay zekâ” veya “akıllı üretim” veya “büyük veri” veya “nesnelerin interneti” veya “insan-makine birlikteliği” veya “akıllı sürdürülebilirlik”) ve “endüstri 5.0”). Bu diziye göre elde edilen veriler Tablo 1’de özetlenmiştir. Tablo 1, Çalışmada kullanılan metodolojiye ilişkin temel istatistikleri sunmaktadır. Çalışma 2016-2023 yıllarını kapsamaktadır ve 690 adet ilgili belgelere ulaşılmıştır. Araştırmada, 2024 yılı tamamlanmadığı için analiz aşamalarında hariç tutulmuştur.

Tablo 1’de görüleceği gibi 690 belgenin 564 adedi makaledir. Araştırmaların büyük bir kısmı makalelerden oluşmaktadır. Yıllık büyüme oranının, %50,27 ile oldukça büyük bir değer gösterdiği belirlenmiştir. Belge ortalama yaşının 1,61 olması konun oldukça yeni ve üzerinde daha çok araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir. Toplam 2431 yazar araştırmalara katkı sağlamış ve doküman başına ortak yazar sayısının 4,26 olması, çalışmaların çok yazarlı olduğunu göstermektedir.

Bibliyometrik Analiz Parametreleri:

Bibliyometrik analizin temel parametreleri arasında yayın sayısı, atıf sayısı, en çok atıf alan çalışmalar, yazarlar ve kurumlar gibi ölçütler yer alır. Bu parametreler, literatürdeki eğilimleri belirlemeye, etkili çalışmalarını tanımlamaya ve alanın önde gelen figürlerini ve kurumlarını belirlemeye yönelik kapsamlı bir inceleme sağlar.

Analiz Teknikleri:

Analiz sürecinde, bibliyometrik analizde yaygın olarak kullanılan çeşitli istatistiksel ve görselleştirme teknikleri kullanılır. Ağ analizi, “co-citation” analizi, bibliyografik çiftleşme analizi gibi yöntemler, literatürdeki ilişkileri, eğilimleri ve önemli konuları daha iyi anlamak için uygulanır. Bu teknikler, literatürdeki bilgi ağlarını ortaya çıkarmak ve konuyla ilgili temel kavramları belirlemek adına kritik bir rol oynar (Lluch ve ark., 2009).

Tablo 1.
Temel İstatistikler

Açıklama	Sonuçlar
VERİLER HAKKINDA ANA BİLGİLER	
Zaman Aralığı	2016-2023
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar, vb.)	313
Belgeler	690
Yıllık Büyüme Oranı	50,27
Belge Ortalama Yaşı	1,61
Doküman Başına Ortalama Atıf	10,76
Referanslar	37650
BELGE İÇERİĞİ	
Anahtar Kelimeler Plus	993
Yazar Anahtar Kelimeler	2270
YAZARLAR	
Yazarlar	2431
Tek Yazarlı Dokümanların Yazarları	47
ORTAK YAZARLIKLAR	
Tek Yazarlı Dokümanlar	54
Doküman Başına Ortak Yazarlar	4,26
Uluslararası Ortak Yazarlıklar %	43,33
BELGE TÜRLERİ	
Makale	564
Kitap Bölümü	6
Editoryal	17
İnceleme	103

Önemi ve Yararları:

Bibliyometrik analizin önemi, literatürdeki eğilimleri belirlemek, mevcut bilgiyi sentezlemek ve gelecekteki araştırmalar için bir temel oluşturmak üzerinedir. Bu analiz, hangi konuların daha fazla çalışıldığını, hangi araştırma yöntemlerinin tercih edildiğini ve hangi alanlarda boşluklar olduğunu ortaya koyarak, araştırmacılara, akademisyenlere ve endüstri profesyonellerine rehberlik eder. Bibliyometrik analiz, araştırmacılar için bilgi sağlama, literatürdeki gelişmeleri takip etme ve stratejik kararlar alma konularında kapsamlı bir bakış açısı sunar. Bu nedenle, bu yöntem, çalışmanın bağlamını genişletirken aynı zamanda gelecekteki araştırmalara ışık tutan önemli bir araçtır (Godin, 2006).

DEĞERLENDİRME

Çalışmada yer alan örneklem üzerinde tanımlayıcı-performans analizi ve ağ analizi olarak adlandırılan iki ana yöntem kullanılarak bibliyometrik analiz yapılmıştır (Noyons ve ark. 1999).

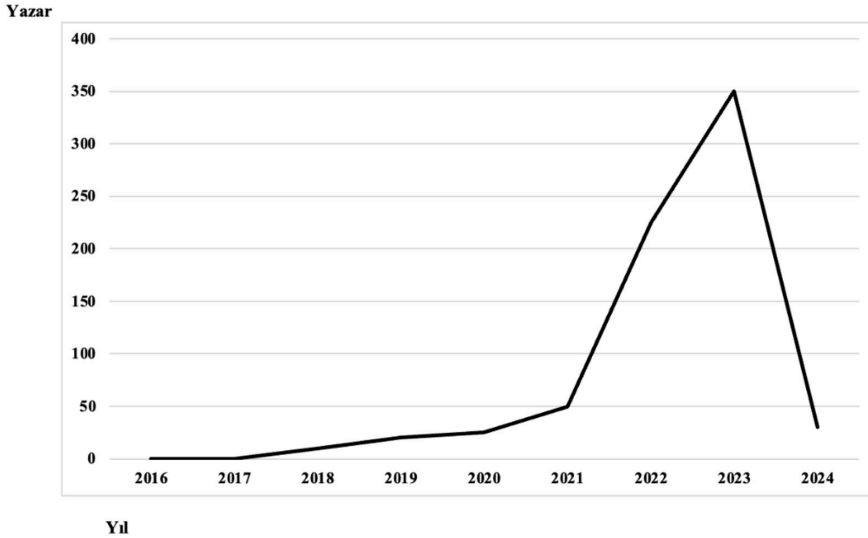
Tanımlayıcı-Performans Analizi

Bilimsel Üretim

Endüstri 5.0 üzerine yapılan bilimsel üretim önemli ölçüde artmıştır, özellikle de 2020'den itibaren. Makale sayısındaki bu hızlı artış, dijitalleşme, Endüstri 4.0 ve Endüstri 5.0 konularında akademik çalışmaları yayınlayan birçok yeni derginin ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, dünya çapındaki Endüstri 5.0'in ve dijital dönüşüm dinamiklerinin artan önemi nedeniyle birçok dergi, bu alanlardaki çalışmaları, yayınlama konusunda daha istekli hale gelmiştir (Ben Youssef &Mejri, 2023). Bilimsel yayınların zamana göre değişimi Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1.

Bilimsel Yayınların Zaman İçindeki Dağılımı



Şekil 1, Endüstri 5.0 alanındaki bilimsel üretimin, 2016'dan 2023'e kadar olan gelişimini göstermektedir. Endüstri 5.0 araştırmasının gelişimi iki aşamada gözlemlenmektedir: birinci aşama 2016 ile 2020 arasında gerçekleşirken, ikinci aşamanın başlangıcı olan 2021 yılından itibaren yıllık makale sayısında çok hızlı bir artış olmuştur. Şekil 1'de görüleceği gibi, 2021, 2022 ve 2023 yılları için sırasıyla, 50, 227 ve 353 adet olmuştur. Endüstri 5.0 ile ilgili yıllık atıflar Tablo 2'de sunulmuştur.

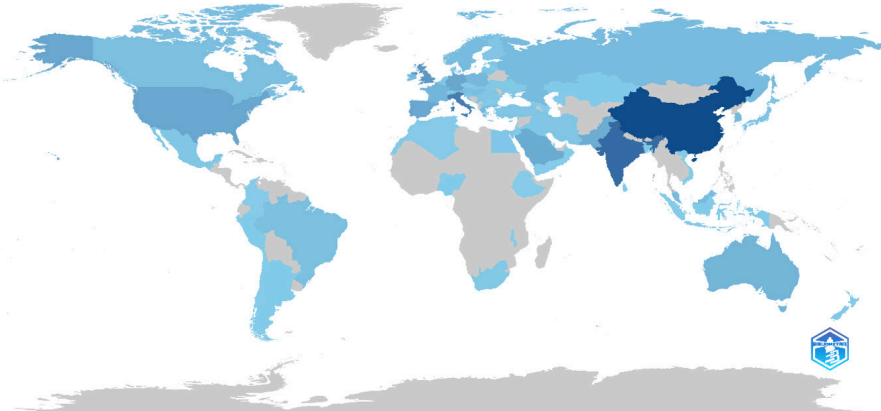
Tablo 2.*Endüstri 5.0 ile İlgili Yıllık Atıflar*

Yıl	Makale Başına Ort. Toplam Atıf Sayısı	Makale Sayısı	Yıl Başına Ort. Toplam Atıf Sayısı	Atıf Yapılan Yıllar
2018	98	2,00	14,00	7
2019	53,45	11,00	8,91	6
2020	35,05	20,00	7,01	5
2016	53	1,00	5,89	9
2021	22,92	50,00	5,73	4
2022	15,05	227,00	5,02	3
2023	3,68	353,00	1,84	2

Atıflar açısından, 2018, en yüksek atıf alan yıl olarak belirlenmiştir. 2016-2020 yılları arasında makale başına atıf sayıları yüksektir, ancak yayın sayısı oldukça düşüktür. 2021 yılından itibaren yayın sayısında ciddi bir artış gözlenmiştir. Ancak, yayın sayısındaki bu artış, makale başına atıf sayısında bir azalmaya neden olmuştur. Bunun nedeni yıllar olsa da (atıf için birkaç yıl geçmesi gerekir) makale sayısındaki büyük artışların atıf sayısına yansımaları beklenirdi. Yansımamasının nedeni, 2021 yılından itibaren yapılan çalışmaların, önceki yıllardaki araştırmalara göre yeni ve güncel bilimsel araştırmaları içermesi olarak izah edilebilir.

İlgili Ülkeler, Dergiler, Yazarlar, Makaleler ve Kurumlar

Bibliyometrik analiz ile elde edilen veriler sonucunda, ülkeler, dergiler, yazarlar, makaleler ve kurumlar hakkında genel bir değerlendirme elde edilmiştir. En çok atıf yapan ülke olarak Çin daha sonra Amerika Birleşik Devletleri ve İtalya sıralaması olarak yer almaktadır. Şekil 2’de ülkelerin bilimsel üretimi sunulmuştur.

Şekil 2.*Ülke Bilimsel Üretimi*

Şekil 2, ülkeler arasındaki bilimsel üretim farklarını net bir şekilde ortaya koymakta ve bölgesel olarak hangi ülkelerin bilimsel araştırmalara daha fazla katkıda bulunduğunu göstermektedir. Haritada renklerin koyuluğu, o ülkenin bilimsel üretim miktarını temsil etmektedir. Daha koyu renkler, daha yüksek bilimsel üretim miktarını, daha açık renkler ise daha düşük bilimsel üretim miktarını göstermektedir. Harita, bilimsel üretimin yoğunlaştığı bölgeler olarak Çin ve ABD en önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemizde, Endüstri 5.0 ile 2016- 2023 yılları arasında gerçekleştirilen bilimsel üretimlerin istenilen düzeyde olmadığı görülmektedir. En çok atıf yapılan ülkeler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3.
En çok atıf yapılan Ülkeler

Ülke	Toplam Atıf Sayısı	Ort. Makale Atıf Sayısı
Çin	1287	15,00
Amerika Birleşik Devletleri	674	28,10
İtalya	636	8,80
Avustralya	533	29,60
Yeni Zelanda	524	131,00
Hindistan	489	8,60
Kore	410	22,80
Almanya	263	9,40
Birleşik Krallık	254	6,20
Kanada	230	20,90

Tablo 3, belirli ülkelerin bilimsel makalelerinin atıf almadaki başarısını ve etkisini gösteriyor. En çok bilimsel üretim gerçekleştiren ülke Çin olduğu için en çok atıf alan ülkede, Çin olmuştur. Fakat Çin'in ortalama makale başına atıf sayısı istenilen düzeyde değildir. Yeni Zelanda, makale başına ortalama atıf sayısının en yüksek olduğu ülkedir. Bu durum Yeni Zelanda da gerçekleştirilen bilimsel çalışmaların çok etkili olduğunu göstermektedir.

Üretken ve Etkili Dergiler

En verimli ilk 10 dergi sıralamasında ilk sırada “*Sustainability*”, en çok atıf alan ilk 10 dergi sıralamasında ise “*Journal of Manufacturing Systems*” dergisi yer almaktadır. En verimli dergi sıralaması Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4.
En Verimli 10 Dergi

Dergi	İndeks			Toplam Atıf Sayısı	Yayın Sayısı	Yayın Başlangıç Yılı
	h	g	m			
<i>Journal of Manufacturing Systems</i>	9	14	2,250	788	14	2021
<i>Sustainability</i>	10	24	1,667	611	40	2019
<i>Journal of Industrial Information Integration</i>	4	6	1,333	442	6	2022
<i>IEEE Transactions on Industrial Informatics</i>	12	17	3,000	348	28	2021
<i>Applied Sciences-Basel</i>	7	16	1,400	274	29	2020
<i>International Journal of Production Research</i>	8	15	4,000	253	22	2023
<i>Journal of the Knowledge Economy</i>	5	7	1,250	246	7	2021
<i>Sensors</i>	9	13	1,800	200	28	2020
<i>Omics-A Journal of Integrative Biology</i>	2	3	0,286	198	3	2018
<i>Information Systems Frontiers</i>	4	10	0,800	189	10	2020

Bu araştırmada, Bibliyometrik analizinin, 2016- 2023 yılları arasında yapılmasına rağmen, Tablo 4’te, en verimli on derginin yayın başlangıç yılının, 2018 olduğu belirlenmiştir. Yayın yapan ve en çok atıf alan ilk 10 dergi Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5.
Yayın Yapan ve En Çok Atıf Alan İlk 10 Dergi

Dergi	İndeks			Toplam Atıf Sayısı	Yayın Başlangıç	
	h	g	m		Sayısı	Yılı
<i>Sustainability</i>	10	24	1,667	611	40	2019
<i>Applied Sciences-Basel</i>	7	16	1,4	274	29	2020
<i>IEEE Transactions on Industrial Informatics</i>	12	17	3	348	28	2021
<i>Sensors</i>	9	13	1,8	200	28	2020
<i>International Journal of Production Research</i>	8	15	4	253	22	2023
<i>Journal of Manufacturing Systems</i>	9	14	2,25	788	14	2021
<i>Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences</i>	3	3	1	20	14	2022
<i>IEEE Access</i>	5	8	1,25	72	13	2021
<i>IFAC Papers on line</i>	3	5	0,5	36	13	2019
<i>Computers&Industrial Engineering</i>	6	10	1,5	120	12	2021

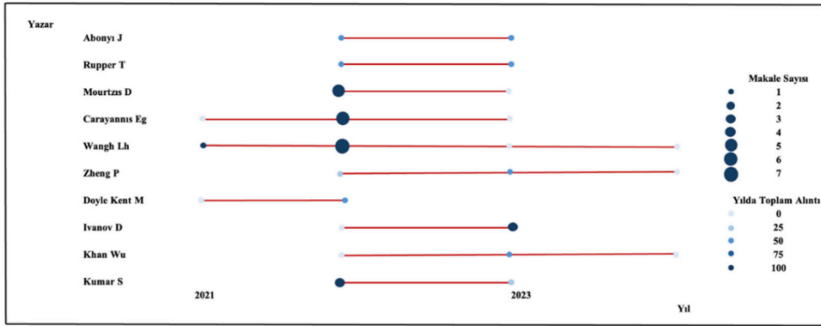
Tablo 5’te görüleceği gibi yayın yapan ve en çok atıf alan ilk on dergi içerisinde, ilk sırada “*Sustainability*” gelmektedir. Yine, Tablo 5’te, ilk yayın başlangıç yılı 2019 olan dergilere rağmen ilk yayın yılı daha geç, yani 2021 yılı olan “*IEEE Transactions on Industrial Informatics*”, h-indeksi en yüksek dergi olarak belirlenmiştir.

En Üretken ve Etkili Yazarlar

Zamanla yazarların üretkenliği açısından değişim, Şekil 3’te verilmiştir. Şekil 3’te Wang LH en çok atıf alan yazar olarak yer almaktadır.

Şekil 3.

Zaman İçinde Yazar Üretkenliği



Şekil 3, yazarların yıllara göre makale üretkenliklerini ve bu makalelerin akademik toplulukta aldığı yankıyı görselleştirerek, araştırma faaliyetlerinin zaman içerisindeki seyrini anlamak için önemli bir araç sunmaktadır.

En yüksek atıf alan yazarlar, Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6.

En çok Atıf Alan Yazarlar

Yazarlar	İndeks			Yayın		Başlangıç Yılı
	<i>h</i>	<i>g</i>	<i>m</i>	Toplam Atıf Sayısı	Sayısı	
Wang LH	6	7	1,5	680	7	2021
Lu YQ	2	2	0,5	466	2	2021
Xu X	2	2	0,5	466	2	2021
Dev K	3	4	1	375	4	2022
Nahavandi S	2	2	0,333	356	2	2019
Deepa N	1	1	0,333	354	1	2022
Gadekallu TR	1	1	0,333	354	1	2022
Liyanage M	1	1	0,333	354	1	2022
Maddikunta PKR	1	1	0,333	354	1	2022
Pham QV	1	1	0,333	354	1	2022

Tablo 6, akademik dünyada yazarların yayın sayısı, atıf sayısı ve atıf yoğunluğu gibi önemli performans göstergelerini detaylı bir şekilde analiz etmek için kullanılmaktadır. Wang LH en yüksek toplam atıf sayısına ve en yüksek *m*-indeks değerine sahip, bu da *h*-indeksinin yıllık olarak hızlı bir şekilde arttığını göstermektedir. Lu YQ ve Xu X, benzer atıf ve yayın sayısına sahip ve *h*-indekslerini yılda ortalama 0,5 artıran yazarlardır. Diğer yazarlar daha düşük *h*-indeks ve *g*-indeks değerlerine sahip olup, tek veya birkaç yayınları olmasına rağmen yüksek atıf sayılarına ulaşmışlardır. Ancak bu yazarların *m*-indeks değerleri düşük, yani *h*-indekslerinin yıllık artışı yavaş anlamına gelmektedir.

En Etkili Makaleler

En çok atıf alan 25 makale sıralaması Tablo 7’de sunulmuştur. Tablo 7’e göre “Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications” makalesi ilk sırada yer almaktadır.

Tablo 7

En Çok Atıf Alan 25 Makale

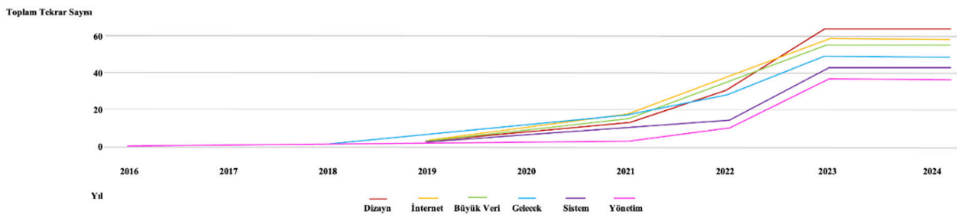
<i>Makale</i>	<i>Toplam Atıf Sayısı</i>	<i>Yıllık Ort. Atıf Sayısı</i>	<i>Normalleştirilmiş Atıf Sayısı</i>
Maddikunta Pkr, 2022, J Ind Inf Integr	354	118,00	23,52
Xu X, 2021, J Manuf Syst	351	87,85	15,31
Nahavandi S, 2019, Sustainability-Basel	353	58,83	6,60
Choi Tm, 2022, Prod Oper Manag	140	46,67	9,30
Ivanov D, 2023, Int J Prod Res	89	44,50	24,20
Lu Yq, 2022, J Manuf Syst	115	38,33	7,64
Javed Ar, 2022, Cities	114	38,00	7,57
Yin S, 2022, J Clean Prod	106	35,33	7,04
Leng Jw, 2022, J Manuf Syst	100	33,33	6,64
Longo F, 2020, Appl Sci-Basel	151	30,20	4,31
Hassoun A, 2023, Crit Rev Food Sci	59	29,50	16,05
Pillai Sg, 2021, Int J Hosp Manag	114	28,50	4,97
Özdemir V, 2018, Omics	196	28,00	2,00
Zambon I, 2019, Processes	156	26,00	2,92
Huang Sh, 2022, J Manuf Syst	77	25,67	5,12
Ivanov D, 2022, Transport Res E-Log	74	24,67	4,92
Carayannis Eg, 2022, J Knowl Econ	71	23,67	4,72
Akundi A, 2022, Appl Syst Innov	64	21,33	4,25
Al-Qaness Maa, 2023, Ieee T Ind Inform	42	21,00	11,42
Bednar Pm, 2020, Inform Syst Front	103	20,60	2,94
Bhat Sa, 2022, Agriculture-Basel	61	20,33	4,05
Mourtzis D, 2022, Energies	60	20,00	3,99

Mourtzis D, 2022, Energies	60	20,00	3,99
Xu Ld, 2022, Inform Syst Front	59	19,67	3,92
Adel A, 2022, J Cloud Comput-Adv S	56	18,67	3,72
Aslam F, 2020, Information	90	18,00	2,57

Şekil 4, kelimelerin ne sıklıkta kullanıldığının zaman içindeki değişimini anlamak için yapılan çalışmayı ifade etmektedir.

Şekil 4.

Kelimelerin Kullanım Sıklığı



Şekil 4'te görüleceği gibi, daha önceden belirlenen, makale sayısında 2021 yılından itibaren gerçekleşen hızlı artışlar, kelime kullanım sıklığını da artırmıştır.

Ağ Analizi

Görselleştirme, çalışma birliktelikleri, yazar anahtar kelime eşzamanlılıkları ve bibliyografik bağlantı ağları açısından karmaşık ve büyük bibliyografik ağları incelemek için tanınmış bir araçtır (Lluch & Velasco, 2009).

Düğümler (Noktalar): Her bir düğüm, bir yazarı temsil eder.

Renkler: Benzer renkteki düğümler, birlikte çalışan yazar gruplarını veya kümelerini temsil eder. Bu gruplar, ortak çalışmalar veya araştırma alanları açısından birbirine yakın olan yazarları gösterir.

Bağlantılar (Kenarlar): Yazarlar arasındaki iş birliğini temsil eder. Bir yazar ile bir başka yazar arasında bağlantı varsa, bu yazarların birlikte çalıştığı anlamına gelir.

Düğümlerin Büyüklüğü: Yazarların iş birliği yoğunluğunu veya merkezietini gösterebilir. Büyük düğümler genellikle daha fazla iş birliği yapan veya merkezi konumda bulunan yazarları temsil eder.

Bu çalışmada ağ analizi, Endüstri 5.0'daki temel kümeleri belirlemek amacıyla "VOSviewer" yazılımı ve "R studio" kullanılarak gerçekleştirilmiştir, temel olarak kavramsal yapıya odaklanılmaktadır.

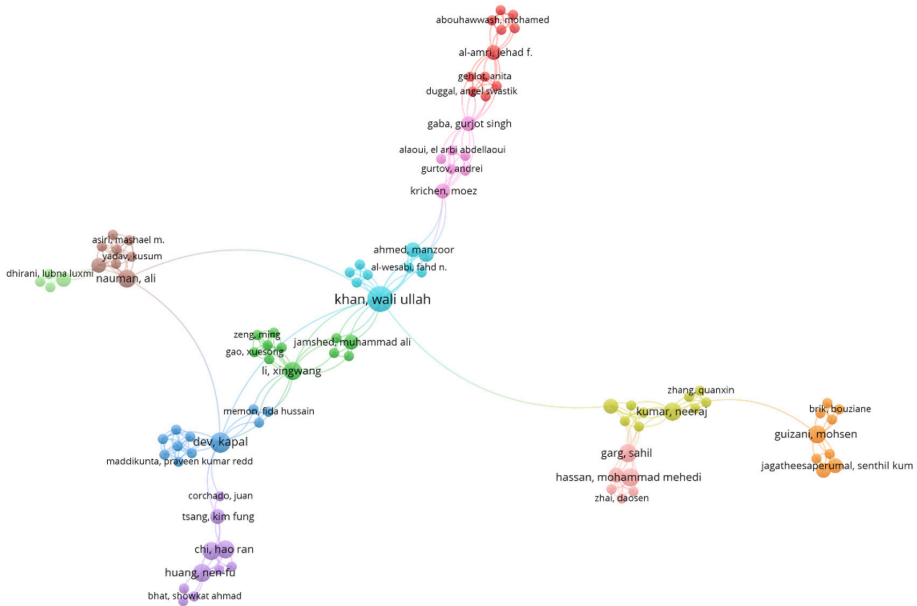
Ortak Yazar Analizi

Ortak Yazar Analizi, yazarlar arasındaki iş birliğini anlamak ve bilimsel iş birliği ağlarını analiz etmek için etkili bir yöntem sunmaktadır. Ortak yazar analizi Şekil 5'te sunulmuştur. Şekil 5'te görüleceği gibi yazar, Khan Wali Ullah görselin merkezinde yer alan ve pek çok yazarla bağlantısı olan anahtar bir kişidir. Farklı gruplarla bağlantılar kurmuş, diğer bir deyişle farklı araştırma grupları veya yazar kümeleri arasında iş birliğini sağlamıştır. Bu yazarın diğer birçok bilim insanı ile ortak çalışmaları olduğu anlaşılmaktadır.

Bu tür analizler, bilimsel topluluklarda kimlerin birlikte çalıştığını ve iş birliği ağlarının nasıl oluştuğunu anlamak için önemlidir. Merkezdeki yazarlar, genellikle daha fazla iş birliği yapmış ve bilimsel ağlarda önemli bir yer tutan kişilerdir. Benzer renkteki kümeler, genellikle aynı veya benzer araştırma alanlarında çalışan yazarları temsil eder. Bu, belirli bir konudaki uzmanlık alanlarını belirlemek için kullanılabilir.

Şekil 5.

Ortak Yazar Analizi



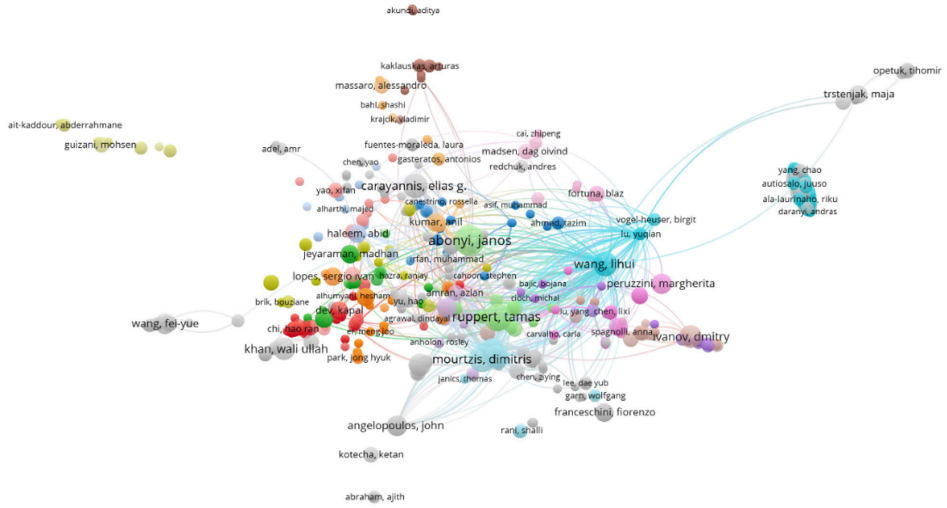
Yazar Atıf Analizi

Yazar Atıf Analizi, belirli bir araştırma alanında en etkili yazarları, iş birliği ağlarını ve atıf dinamiklerini anlamak için oldukça açıklayıcı bir analiz türüdür. Yazar atıf analizi Şekil 6'da sunulmuştur. Şekil 6'da görüldüğü gibi merkezde yer alan ve büyük düğümlerle temsil edilen yazarlar "Abonyi, Janos", "Carayannis, Elias G.", "Rupert, Tamas", "Wang, Lihui" bu alandaki en fazla atıf alan ve

dolayısıyla en etkili yazarlar olmaktadır. Merkezdeki yazarlar arasında yoğun bağlantılar mevcut, bu da bu yazarların birbirlerine sıkça atıfta bulunduğunu veya ortak çalışmalara imza attığını göstermektedir. Analizin sol üst köşesinde ve sağ üst köşesinde yer alan daha izole düğümler "Guizani, Mohsen", "Trstenjak, Maja" ana kümeden daha bağımsız çalışan veya daha az atıf alan yazarları temsil etmektedir.

Şekil 6.

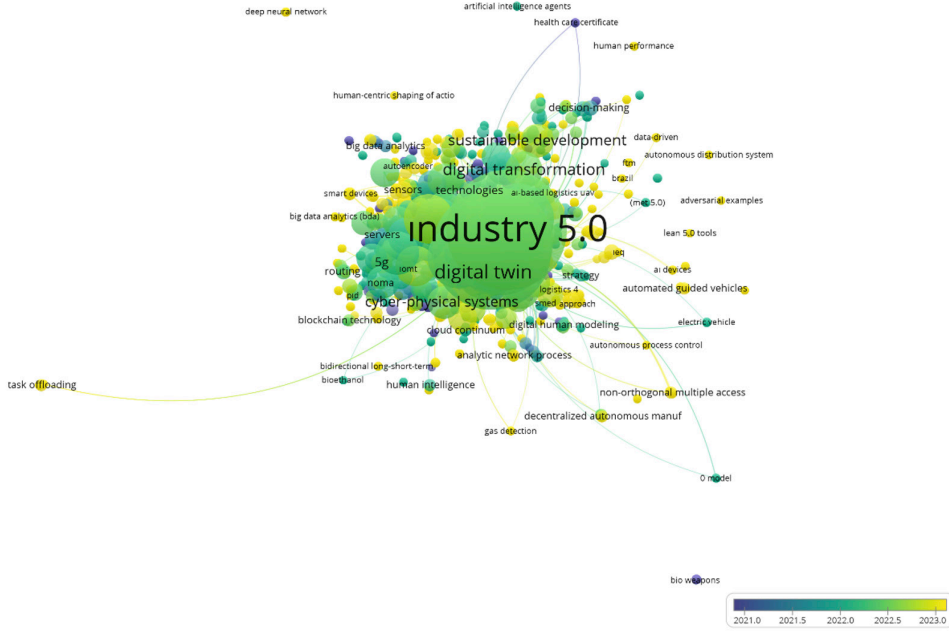
Yazar Atıf Analizi



Anahtar Sözcük Analizi

Anahtar sözcük analizi, akademik literatürdeki trendleri ve belirli konular arasındaki ilişkiyi anlamak için kullanılmaktadır. Anahtar kelimelerin büyüklüğü, sıklığını; aralarındaki çizgilerin yoğunluğu ise bağlantılarının gücünü temsil etmektedir. Anahtar sözcük analizi, Şekil 7'de sunulmuştur. Şekil 7'de görüldüğü gibi en büyük ve en merkezi kelimeler "industry 5.0", "digital twin", "cyber-physical systems" ve "digital transformation". Bu kelimeler, analiz edilen makalelerde en sık kullanılan anahtar kelimeler ve birbirleriyle en fazla ilişkili olan konular olarak yer almaktadır. "Sustainable, development, big data, sensors, human-centric" gibi kelimeler de öne çıkmaktadır. Bu kelimeler, merkezi temalarla doğrudan ilişkili ve bu konular etrafında birçok çalışma yapılmıştır. Şekil 7, renk skalası 2021'den 2023'e kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu, belirli anahtar kelimelerin hangi yıllarda daha fazla kullanıldığını göstermektedir. Renklerin yoğunluğu, zaman içindeki trendleri görselleştirmektedir.

Şekil 7. Anahtar Sözcük Analizi

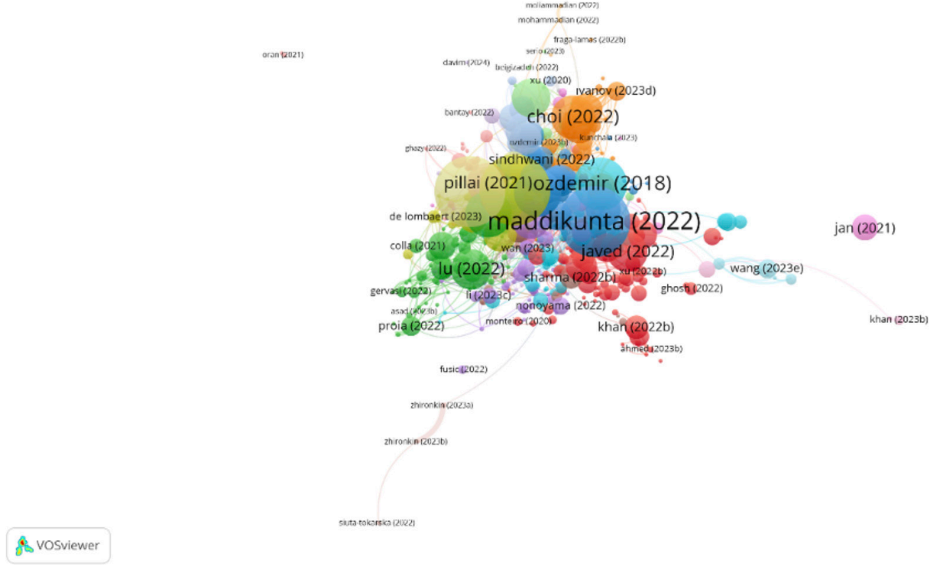


Metinlerin Bibliyografik Eşleşme Analizi

Metinlerin bibliyografik eşleşme analizi, belirli bir araştırma alanındaki önemli çalışmaların ve yazarların belirlenmesine, bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin anlaşılmasına ve araştırma trendlerinin izlenmesine yardımcı olmaktadır. Metinlerin bibliyografik eşleşme analizi, Şekil 8’de sunulmuştur. Şekil 8’de görüleceği gibi en merkezi yazarlar olarak "Maddikunta ve ark. (2022)", "Pillai ve ark. (2021)", "Özdemir ve Hekim (2018)", "Liu ve ark. (2022)" ve "Choi ve ark. (2022)" gibi isimler yer almaktadır. Bu yazarlar, analiz edilen makalelerde en fazla atıf alan ve en çok ilişkilendirilen kişilerdir. Grafik, farklı renklerde kümeler göstermektedir. Bu kümeler, belirli yazarların veya çalışmaların birbirleriyle daha sık atıf aldığını ve bu nedenle belirli temalar veya konular etrafında gruplaştığını göstermektedir. Daha kalın ve yoğun çizgiler, daha güçlü ilişkilere işaret etmektedir. Maddikunta ve ark. (2022) ile diğer merkezi yazarlar arasında güçlü bağlantılar bulunmaktadır, bu da bu yazarın çalışmalarının geniş bir etki alanına sahip olduğunu göstermektedir. Grafiğin kenarında yer alan yazarlar, merkezi yazarlarla daha az bağlantıya sahip olan veya daha az atıf alan çalışmaları temsil etmektedir. Yazar isimlerinin yanında yer alan sayılar, çalışmaların yayımlandığı yılları göstermektedir. Bu da analiz edilen makalelerin zaman içindeki dağılımını anlamaya yardımcı olmaktadır.

Şekil 8.

Metinlerin Bibliyografik Eşleşme Analizi



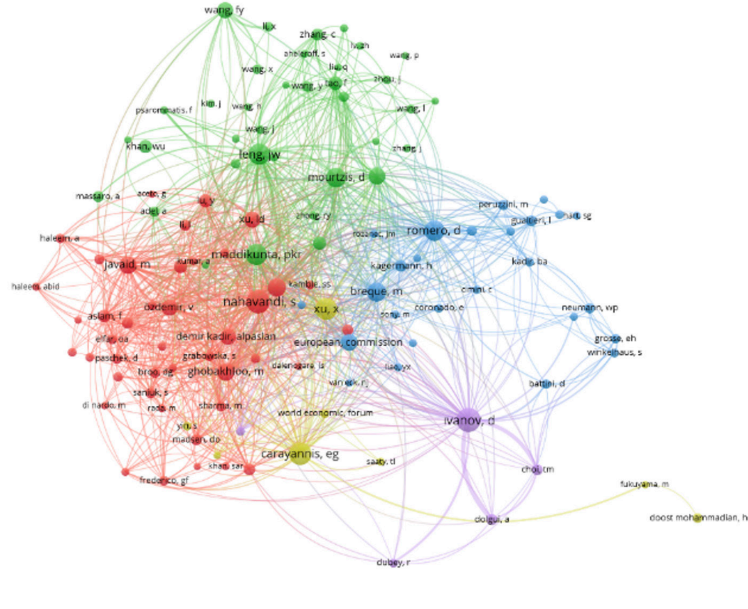
Yazarların Eş Atıf Analizi

Yazarların eş atıf analizi, belirli bir araştırma alanındaki önemli yazarları ve çalışmaların nasıl ilişkilendirildiğini anlamak için kullanılmaktadır. Eş atıf analizi, araştırma trendlerini ve akademik iş birliği ağlarını ortaya çıkarır, böylece araştırmacılar önemli çalışmaları ve iş birliklerini daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Yazarların eş atıf analizi Şekil 9'da sunulmuştur. Şekil 9'da görüleceği gibi grafik, farklı renklerde kümelenmiş yazarları göstermektedir. Her renk, belirli yazar gruplarını ve bunların birlikte atıf aldıklarını gösterir. En büyük ve en merkezi yazarlar, analiz edilen makalelerde en sık atıf alan ve diğer yazarlarla en fazla ilişkilendirilen kişileri oluşturmaktadır. Kırmızı küme: "Maddikunta, PKR", "Nahavandi, S", "Ozdemir, V", "Javed, A" gibi yazarları içerir. Bu yazarlar arasında yoğun bir ilişki bulunmaktadır. Yeşil küme: "Leng, J", "Mourtzis, D", "Wang, P" gibi yazarları içermektedir. Mavi küme: "Romero, D", "Ivanov, D", "Bregue, M" gibi yazarları içermektedir. Diğer renklerdeki kümeler, daha küçük ve daha az ilişkili yazar gruplarını temsil etmektedir. Yazarlar arasındaki çizgiler, bu yazarların birlikte atıf aldıklarını gösterir. Daha kalın ve yoğun çizgiler, daha güçlü ilişkilere işaret etmektedir. Örneğin, kırmızı kümelenmedeki yazarlar arasında birçok yoğun çizgi bulunmakta, bu da bu yazarların birbirleriyle sıkça ilişkilendirildiğini göstermektedir. Merkezi yazarlar, diğer yazarlarla daha fazla bağlantıya sahiptir ve grafiğin ortasında yer almaktadır. Örneğin, "Maddikunta, PKR" merkezi bir konumda olup birçok yazarla ilişkili hale gelmektedir. Kenarlardaki yazarlar, merkezi yazarlarla daha az bağlantıya

sahip olan veya daha az atıf alan çalışmaları temsil etmektedir. Örneğin, "Doost Mohammadian, H" gibi yazarlar kenarda yer almakta ve merkezi kümelerle daha az bağlantılıdır. Grafikteki bağlantıların yoğunluğu, yazarlar arasındaki iş birliğinin veya atıf ilişkilerinin ne kadar güçlü olduğunu göstermektedir. Kümeler arasındaki yoğun bağlantılar, belirli konuların veya araştırma alanlarının ne kadar iç içe geçtiğini ve yazarlar arasındaki iş birliğini yansıtmaktadır.

Şekil 9.

Yazarların Eş Atıf Analizi



SONUÇ

Bu araştırma, Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlikle ilişkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Yapılan çalışma, 2011'li yılların başlarından itibaren Endüstri 4.0 konseptinin sürdürülebilirlik bağlamında giderek artan bir ilgi gördüğünü ortaya koymaktadır. Araştırma, bu konudaki literatürdeki ana eğilimleri, en çok atıf alan makaleleri, önemli yazarları ve anahtar kavramları belirlemek için bibliyometrik analiz yöntemlerini kullanmıştır. Analiz sonuçları, Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlik odaklı araştırmalarda önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Konuyla ilgili yapılan çalışmaların sayısındaki artış, 2020 yılından itibaren belirgin bir şekilde gözlenmiştir. En çok atıf alan makaleler ve önemli yazarlar, Endüstri 5.0 ile sürdürülebilirlik arasındaki bağlantıyı daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır. Sonuçlar, dört temel bulguya işaret etmektedir. Endüstri 5.0 konusundaki literatür, 2022'den itibaren belirgin bir ivme kazanmıştır.

Araştırmamızda, Endüstri 5.0'ı bir kavram olarak geliştirmek ve bu alandaki etkenleri ve bileşenleri belirlemek açısından, 2020 yılını belirleyici bir dönem olarak tanımladık. İkinci olarak, Çoğu makalenin Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve İtalya'dan geldiğini belirtmek önemlidir. Bu ülkelerin her biri, ekonomilerini daha sürdürülebilir bir yol üzerinde değiştirmenin gerekliliğini kabul etmektedir. Bu nedenle, iş güvenliğini korumak için sürdürülebilirlik ve teknoloji kullanımına daha fazla odaklanan yeni bir kalkınma paradigmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, yayımlanan makale sayıları, Endüstri 5.0 gibi daha ileri konulara yönelik bilimsel araştırma faaliyetlerinin canlılığını yansıtmaktadır. Üçüncü olarak, Endüstri 5.0 alanında en sık yayın yapan ve en çok atıf alan dergiler sıralamasında “*Journal of Manufacturing Systems*” ve “*Sustainability*” yer almaktadır. Dördüncü olarak, literatür incelemesi, Endüstri 4.0 ve ilişkili teknolojilerle, sürdürülebilir kalkınma arasındaki bağlantıları açıkça göstermektedir. Ancak, ücretler, çalışma koşulları, iş memnuniyeti ve istihdam gibi iş sonuçlarına dair konular daha az vurgulanmıştır. Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçiş, insan odaklı teknolojilere doğru bir hareket olarak tanımlanabilir, bu da iş gücü reaksiyonu ve teknoloji ile iş gücü tamamlayıcılığı gibi konuların daha fazla önem kazanmasına yol açmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma, Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlik alanındaki bilimsel araştırmalara katkı sağlamak ve gelecekteki çalışmalara rehberlik etmek amacıyla yapılmıştır. Bu alandaki literatürdeki boşlukları doldurmak ve daha fazla araştırma yapmak isteyen akademisyenlere yönelik bir temel oluşturmayı hedeflemektedir. Araştırma sonucunda, ülkemizde, Endüstri 5.0 ve Sürdürülebilirlik ile ilgili yapılan çalışmaların istenilen düzeyde olmadığı, daha fazla nitelikli çalışmaların yapılması ve bu konuda dünyada etkili bilim insanlarının yetiştirilmesi gerektiği önerilmektedir.

“Endüstri 5.0 ile Sürdürülebilirliğin Sağlanması: Bir Bibliyometrik Analiz” başlıklı bu çalışma, Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlik bağlamındaki rolünü anlamak için önemli bir adımdır. Bu bağlamda, gelecek araştırmacılara rehberlik edebilecek potansiyel konular ve yöntemler; Derinlemesine İnceleme, Sektörel Uygulamalar, Teknolojik İnovasyonlar, Toplumsal Etkiler olarak yer almaktadır. Bu önerilere dayalı olarak, gelecekteki araştırmacıları, Endüstri 5.0 ve Sürdürülebilirlik arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılması ve bu alanda daha derinlemesine bilgi sağlanması için çeşitli alanlarda çalışmaya teşvik etmekteyiz.

KAYNAKÇA

- Al, U. (2014). Türkiye'nin bilimsel yayın politikası: Atıf dizinlerine dayalı bibliyometrik bir yaklaşım. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Bilgi ve Belge Yönetimi Anabilim Dalı, [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ankara.
- Aydoğmuş, U.; Engin, O. (2021). Endüstri 4.0 Sürecinde Ağırlama Sektörüne Yönelik Uygulamaların İncelemesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(3), 851 - 874. DOI: 10.17932/IAU.IAUSBD.2021.021/iausbd_v13i3013
- Ben Youssef, A., & Mejri, I. (2023). Linking digital technologies to sustainability through industry 5.0: A bibliometric analysis. *Sustainability*, 15(9), 7465.
- Bibby, L., Dehe, B. (2018). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. *Production Planning & Control*, 29:12, 1030-1043.
- Chiu, Y. C., Cheng, F. T., Huang H.C. (2017). Developing a factory-wide intelligent predictive maintenance system based on Industry 4.0. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 40.7. 562-571.
- Choi, T. M., Kumar, S., Yue, X., & Chan, H. L. (2022). Disruptive technologies and operations management in the Industry 4.0 era and beyond. *Production and Operations Management*, 31(1), 9-31.
- Çapcıoğlu, İ., & Anık, H. (2021). Sanayi devrimi'nden endüstri 4.0'a: dijitalleşme ve dijital dünyada dinin statüsü. *Tevilat*, 2(1), 27-43.
- De Nicola, B., (2009). Bibliometrics and citation analysis: from the Science citation index to cybermetrics. *Scarecrow Press*. 417. ISBN 0810867133.
- Elangovan, U. (2021). Industry 5.0: The future of the industrial economy. USA: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003190677>
- Engin, O. & Engin, B. (2018). Hybrid flow shop with multiprocessor task scheduling based on earliness and tardiness penalties, *Journal of Enterprise Information Management*, 31 (6), 925-936. <https://doi.org/10.1108/JEIM-04-2017-0051>
- European Commission (2021). Industry 5.0. Erişim adresi: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1/#>
- Fraunhofer, IAO, (2013). Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0. Fraunhofer IAO. Erişim adresi: https://www.busol.de/Fraunhofer-IAO-Studie_Produktionsarbeit_der_Zukunft-Industrie_4_0.pdf
- Godin, B. (2006). On the origins of bibliometrics. *Scientometrics*, 68(1), 109-133.

- Haleem, A., and Javaid, M. (2019). “Additive manufacturing applications in industry 4.0: a review”. *Journal of Industrial Integration and Management*. 4(04). 1930001.
- Kökçam, A.H., Erden, C., Demir, A.S., Kurnaz, T.F. (2024) Bibliometric analysis of artificial intelligence techniques for predicting soil liquefaction: insights and MCDM evaluation. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06630-0>
- Lee, J. (2013). “Industry 4.0 in Big Data Environment.” *German Harting Magazine* 1. 8–10.
- Lee, C.C., Qim, Shuai, Li, Y. (2022). Does industrial robot application promote green technology innovation in the manufacturing industry? *Technological Forecasting and Social Change*. 183. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121893>
- Lluch, J., O., Velasco, E., Lopez, M., Haba, J. (2009). Coauthorship and citation networks in Spanish history of science research. *Scientometrics*, 80 (2), 373383.
- Liu, S., Sun, Y., Zheng, P., Lu, Y., & Bao, J. (2022). Establishing a reliable mechanism model of the digital twin machining system: An adaptive evaluation network approach. *Journal of Manufacturing Systems*, 62, 390-401.
- Maddikunta, P. K. R., Pham, Q. V., Prabadevi, B., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., ... & Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of industrial information integration*, 26, 100257.
- Manzak, R., Engin, O. (2023). Akıllı fabrikalarda çizelgeleme yöntemlerinin analizi, *Verimlilik Dergisi*, 57(4), 761-774. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1136778>
- Momenta (2022) Digital Delivered, “Industry 5.0 Purpose-Driven Technology Adoption for People and the Planet”. Erişim adresi: <https://www.momenta.one/hubfs/Resources/Reports-and-Surveys/MomentaIndustry%205.0-Report-2022.pdf>
- Noyons, E.C.M.; Moed, H.F.; Luwel, M. (1999), Combining mapping and citation analysis for evaluative bibliometric purposes: A bibliometric study. *J. Am. Soc. Inf. Sci.*, 50, 115–131.
- Pillai, S. G., Haldorai, K., Seo, W. S., & Kim, W. G. (2021). COVID-19 and hospitality 5.0: Redefining hospitality operations. *International Journal of Hospitality Management*, 94, 102869.
- Özdemir, V., & Hekim, N. (2018). Birth of industry 5.0: Making sense of big data with artificial intelligence, “the internet of things” and next-generation technology policy. *Omics: a journal of integrative biology*, 22(1), 65-76.

Sarıcan, B., & Engin, O. (2024). Makine Çizelgeleme Problemlerinin Çözümünde Pekiştirmeli Öğrenme Etkisinin Analizi. *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 116-140. <https://doi.org/10.46740/alku.1390397>

Schulze, U., M. Aanestad, M. Mähring, C. Østerlund, and K. Riemer (2018). Living with Monsters? Social Implications of Algorithmic Phenomena, Hybrid Agency, and the Performativity of Technology, Proceedings of IFIP WG 8.2 Working Conference on the Interaction of Information Systems and the Organization. San Francisco. CA. USA. December 11–12.2018.

Smith, J. (2023). A Metamodel for Designing Assessment Models to Support Transition of Production Systems Towards Industry 5.0. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(3), 45-60.

Sözen, M., & Mescioğlu, T. (2019), Endüstri 4.0'ın itici güçlerinin Türkiye ve Çin üzerindeki etkileri. *International Journal of Social Inquiry*, 12/1, 287-315.

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. 2018. *Türkiye'nin Sanayi Devrimi, Dijital Türkiye, Yol Haritası* https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023_Dijital-Turkiye-Yol-Haritasi.pdf. Son erişim tarihi: 17 Aralık 2024.

Üsdiken, B., & Pasadeos, Y. (1993). Türkiye'de örgütler ve yönetim yazını. *Amme İdaresi Dergisi*, 26(2), 73-93

Xu, X. (2017). Machine tool 4.0 for the new era of manufacturing. *Int J Adv Manuf Technol* 92, 1893–1900. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0300-7>

Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser B. (2021). “Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception”. *Journal of Manufacturing Systems*. 61, 530-535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>

Vogt, J. (2021). Where is the human got to go? Artificial intelligence, machine learning, big data, digitalisation, and human–robot interaction in Industry 4.0 and 5.0. *AI & SOCIETY*. 36. 1083–1087.

United Nations (2024), Academic impact, sustainability, <https://www.un.org/en/academic-impact/sustainability>

Yetkin, E. G., & Coşkun, K. (2021). Endüstri 5.0 (Toplum 5.0) ve Mimarlık. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 347-353.

Zengin, A.Y., Zengin, R. B. (2021). Sosyal 5.0 ve Pazarlama 5.0 Kapsamında Yeşil Pazarlama Anlayışı. Duvar Yayınları. İzmir.