



TEKNOLOJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK LİTERATÜRÜNÜN BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZİ

Murat URAY¹

¹Anayurt Teknoloji, Ankara, Türkiye

Sorumlu Yazar: muraturay@anayurttknoloji.com

ÖZET: Çalışma, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatürünün mevcut durumunu, gelişim eğilimlerini ve entelektüel yapısını ortaya koymak amacıyla bibliyometrik bir analiz gerçekleştirmektedir. Web of Science Core Collection veri tabanından elde edilen ve 1996–2025 yılları arasında yayımlanan 392 çalışma analiz kapsamına alınmıştır. Çalışmada R programlama dili ve Biblioshiny aracı kullanılarak yıllara göre yayın eğilimleri, en üretken ülkeler, kurumlar ve yazarlar belirlenmiş; ayrıca iş birliği ağları, anahtar kelime dağılımları, tematik haritalar ve üç alanlı grafikler aracılığıyla literatürün kavramsal ve tematik yapısı incelenmiştir. Bulgular, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik araştırmalarının özellikle son on yılda hızlı bir ivme kazandığını, Çin ve ABD gibi ülkelerin yayın sayısında öne çıktığını, ancak Birleşik Krallık ve Malezya gibi ülkelerin uluslararası iş birliğinde daha etkin rol üstlendiğini göstermektedir. Ayrıca, “technology management”, “sustainability”, “innovation” ve “sustainable development” gibi kavramların literatürde merkezi temalar olduğu; blockchain, döngüsel ekonomi ve endüstri 4.0 gibi konuların ise yükselen trendler arasında yer aldığı belirlenmiştir. Çalışma, teknoloji ve sürdürülebilirlik ilişkisine yönelik akademik üretimin disiplinler arası niteliğini vurgulamakta ve gelecekteki araştırmalar için yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Teknoloji Yönetimi, Sürdürülebilirlik, Bibliyometrik Analiz, Biblioshiny, R

ABSTRACT: The study conducts a bibliometric analysis to reveal the current state, development trends, and intellectual structure of the technology management and sustainability literature. 392 studies obtained from the Web of Science Core Collection database and published between 1996 and 2025 were included in the analysis. Using the R programming language and the Biblioshiny tool, the study identified publication trends by year, along with the most productive countries, institutions, and authors. Furthermore, the conceptual and thematic structure of the literature was examined through collaboration networks, keyword distributions, thematic maps, and three-domain graphs. The findings indicate that technology management and sustainability research has gained rapid momentum, particularly in the last decade. Countries such as China and the US are prominent in the number of publications, while countries such as the UK and Malaysia have assumed a more active role in international collaboration. Furthermore, concepts such as "technology management," "sustainability," "innovation," and "sustainable development" are central themes in the literature, while topics such as blockchain, circular economy, and Industry 4.0 are among the emerging trends. The study highlights the interdisciplinary nature of academic production on the relationship between technology and sustainability and provides a guiding framework for future research.

Keywords: Technology Management, Sustainability, Bibliometric Analysis, Biblioshiny, R

1. GİRİŞ

Teknoloji ve sürdürülebilirlik kavramları, günümüzde ekonomik, sosyal ve çevresel gelişmenin kesişim noktasında yer alan en kritik alanlardan biridir. Dijitalleşme, endüstri 4.0, yapay zekâ ve yenilenebilir enerji gibi teknolojik ilerlemeler yalnızca üretim süreçlerini dönüştürmekle

kalmamakta, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada da stratejik bir rol üstlenmektedir. Özellikle Birleşmiş Milletler'in 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları doğrultusunda teknoloji, hem çevresel sorunların azaltılmasında hem de kaynakların verimli kullanımında temel bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Bu bağlamda, teknoloji yönetimi, inovasyon, enerji verimliliği ve yeşil teknolojilerin gelişimi gibi konular son yıllarda akademik araştırmalarda önemli ölçüde ilgi görmüştür. Bununla birlikte, sürdürülebilirlik literatürü de yalnızca çevre bilimleriyle sınırlı kalmamış; işletme, yönetim, mühendislik ve sosyal bilimler alanlarında disiplinler arası bir araştırma alanı haline gelmiştir. Dolayısıyla teknoloji ve sürdürülebilirlik konularını bir arada inceleyen çalışmalar, akademik literatürde giderek artan bir şekilde görünürlük kazanmıştır.

Bilimsel bilginin sürekli artan hacmi, araştırmacıların bu alandaki eğilimleri, öncü çalışmaları, etkili yazarları, iş birliklerini ve tematik yönelimleri belirlemesini zorlaştırmaktadır. Bu noktada bibliyometrik analiz yöntemleri, literatürdeki yapısal örüntüleri ortaya çıkarmak, araştırma alanının entelektüel haritasını çizmek ve gelecekteki çalışma gündemlerini belirlemek açısından önemli bir araç sunmaktadır. Bibliyometrik yöntemler, atıf analizleri, anahtar kelime eşleşmeleri, iş birliği ağları ve konu evrim haritaları aracılığıyla alandaki bilgi birikiminin gelişimini nesnel olarak incelemeye imkân tanımaktadır.

Bu çalışmada, teknoloji ve sürdürülebilirlik literatürünün mevcut durumunu ve gelişim dinamiklerini ortaya koymak amacıyla kapsamlı bir bibliyometrik analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, alanın entelektüel yapısını, iş birliği ağlarını ve tematik eğilimlerini sistematik bir şekilde ortaya koyarak hem akademik literatüre katkıda bulunmak hem de politika yapıcılar ve uygulayıcılar için yol gösterici olabilecek bir çerçeve sunmaktır. Çalışmada teknoloji ve sürdürülebilirlik alanındaki literatürü bütüncül bir perspektifle ele alarak, mevcut çalışmaların yalnızca sayısal dağılımını değil, aynı zamanda ağ yapıları ve tematik odaklarını da ortaya koymasındadır. Böylece alanın tarihsel gelişimi, güncel eğilimleri ve gelecekteki araştırma yönelimleri daha açık bir biçimde görünür kılınmaktadır. Ayrıca çalışmanın bulguları hem akademisyenler hem de karar vericiler için teknoloji odaklı sürdürülebilirlik politikalarının şekillendirilmesinde ve yeni araştırma fırsatlarının belirlenmesinde önemli çıkarımlar sunmaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Teknoloji ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, günümüzde akademik literatürde hem teorik hem de pratik açıdan en fazla tartışılan konulardan biridir. Teknoloji, üretim süreçlerinden bilgi yönetimine, enerji kullanımından toplumsal iletişime kadar yaşamın tüm boyutlarını dönüştürme kapasitesine sahipken, sürdürülebilirlik kavramı çevresel, ekonomik ve sosyal dengelerin korunmasını zorunlu kılmaktadır (WCED, 1987; Elkington ve Rowlands, 1999). Özellikle 1987 tarihli Brundtland Raporu, sürdürülebilir kalkınmayı “gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarının karşılanması” olarak tanımlayarak, teknolojinin kalkınma ve çevre arasındaki köprü rolünü tartışmaya açmıştır (WCED, 1987).

Son yıllarda teknoloji, sürdürülebilirliğin yalnızca destekleyici bir unsuru olmaktan çıkarak, sürdürülebilir kalkınmanın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Dijitalleşme, yapay zekâ, Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri ve blockchain gibi teknolojiler, kaynakların daha etkin kullanımını sağlayarak sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sunmaktadır (George vd., 2021; Nambisan vd., 2017). Aynı zamanda yenilenebilir enerji teknolojileri, döngüsel ekonomi

uygulamaları ve yeşil tedarik zincirleri, sürdürülebilir iş modellerinin hayata geçirilmesinde belirleyici faktörler haline gelmiştir (Bocken vd., 2014; Kirchherr vd., 2017).

Teknoloji ve sürdürülebilirlik arasındaki bu etkileşim, farklı disiplinlerden araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Yönetim ve organizasyon literatürü, teknolojiyi daha çok inovasyon ve stratejiyle birlikte ele almakta; sürdürülebilirlik bağlamında “üçlü kar-zarar çizgisi” (triple bottom line) yaklaşımı çevresel, ekonomik ve sosyal boyutların bütünleşik değerlendirilmesini öngörmektedir (Elkington ve Rowlands, 1999; Dyllick ve Hockerts, 2002). Mühendislik ve üretim alanlarında ise enerji verimliliği, kaynak optimizasyonu ve çevresel etki analizi gibi temalar öne çıkmaktadır (Garetti ve Taisch, 2012). Sosyal bilimlerde yapılan araştırmalar ise teknolojinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik toplumsal kabulünü, etik boyutlarını ve küresel eşitsizlikler üzerindeki etkilerini incelemektedir (Stilgoe vd., 2020; Kuhlman ve Farrington, 2010).

Bu çerçevede teknoloji, sürdürülebilirliği destekleyen beş temel mekanizma üzerinden değerlendirilebilir: verimlilik artışı, dematerializasyon (madde kullanımının azaltılması), döngüsel ekonomi uygulamaları, sürdürülebilir inovasyon ve iş birliği ağlarının geliştirilmesi (Geissdoerfer vd., 2017; Florek-Paszkowska ve Ujwary-Gil, 2025). Ancak bu mekanizmaların yanında, teknolojinin olumsuz dışsallıkları da göz ardı edilmemelidir. Artan enerji tüketimi, elektronik atık, dijital eşitsizlik ve güvenlik açıkları, teknolojinin sürdürülebilirlik bağlamında çelişkili bir rol oynayabileceğini göstermektedir (Hilty ve Aebischer, 2014; Unruh, 2000).

Sonuç olarak teknoloji ve sürdürülebilirlik, yalnızca birbirini destekleyen değil, aynı zamanda karşılıklı etkileşim ve gerilim içinde gelişen iki kavramdır. Bu nedenle kavramsal çerçeve, teknolojinin sürdürülebilir kalkınmaya sağladığı fırsatların yanı sıra ortaya çıkardığı riskleri de içermelidir. Literatürde giderek güçlenen görüş, teknolojinin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kaçınılmaz bir araç olduğu, ancak bu aracın etkinliğinin sosyal, ekonomik ve çevresel bağlamlarda ne ölçüde yönetildiğine bağlı olarak değiştiğidir (Porter ve Van der Linde, 1995; George vd., 2021). Bu tartışmalar, gelecekteki araştırmalara hem teorik hem de uygulamalı düzeyde geniş bir alan açmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan veri seti, Web of Science Core Collection veri tabanından elde edilmiştir. Veri toplama sürecinde, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik konularını kapsayacak şekilde belirlenen anahtar kelimeler kullanılmıştır. Bu kapsamda arama sırasında “and” mantıksal bağlacından yararlanılarak, çalışma başlıklarında “technology management” ve “sustainable*” ifadelerinin birlikte yer aldığı çalışmalar seçilmiştir. Kullanılan sustainable ifadesi, kök arama tekniği sayesinde sürdürülebilirlik kavramının farklı türevlerini (örneğin sustainability, sustainable development vb.) kapsayacak biçimde tasarlanmıştır. Böylelikle ilgili alanda yayımlanmış tüm çalışmalara mümkün olduğunca geniş ölçekte ulaşılması hedeflenmiştir.

Ayrıca veri setinin kapsamı belirli sınırlandırmalara tabi tutulmuştur. Aramanın kapsamını daraltmak amacıyla, yalnızca 1996–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalar dikkate alınmıştır. Bunun yanı sıra, çalışmanın güvenilirliği ve güncelliğini sağlamak amacıyla yalnızca belirli dizinlerde taranan makaleler veri setine dahil edilmiştir. Bu yöntemle teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik ekseninde üretilmiş akademik çalışmaların bütüncül bir görünümü elde edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik konularına ilişkin literatürü analiz etmek amacıyla bibliyometrik yöntem kullanılmıştır. Bibliyometri, belirli bir alandaki akademik üretkenliği, iş birliklerini, tematik eğilimleri ve kavramsal yapıları ortaya koymaya yönelik nicel bir yöntem olarak tanımlanmaktadır (Aria ve Cuccurullo, 2017). Bu yöntem, araştırma alanının gelişim dinamiklerini nesnel biçimde değerlendirmek ve gelecek çalışmalar için yönlendirici bir çerçeve oluşturmak açısından önemli bir analitik araçtır (Donthu vd., 2021).

Veri seti daha önce de bahsedildiği üzere, Web of Science Core Collection veri tabanından elde edilmiştir. Arama sürecinde “technology management” ve “sustainable*” anahtar kelimeleri kullanılmış, böylece teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik konularında yayınlanan çalışmalara ulaşılması hedeflenmiştir. Uygulanan sınırlamalara göre 1996–2025 yılları arasında yayımlanan ve ilgili dizinlerde taranan makaleler seçilmiştir. Bu kapsamda toplam 392 çalışma analize dahil edilmiştir.

Verilerin işlenmesi ve analizi için R programlama dili kullanılmıştır (R Core Team, 2016). Özellikle bibliyometrik analizler için geliştirilmiş olan Bibliometrix paketi ve onun kullanıcı dostu arayüzü olan Biblioshiny aracından yararlanılmıştır (Aria ve Cuccurullo, 2017). Bu yazılım, bibliyometrik verilerin sistematik olarak işlenmesine, farklı türde analizlerin yapılmasına ve görselleştirmelerin üretilmesine olanak sağlamaktadır (Fahamsyah vd., 2023; Ghorbani, 2024).

Çalışmada yapılan analizler kapsamında, öncelikle yayınların yıllara göre dağılımı, en üretken ülkeler, kurumlar ve yazarlar belirlenmiştir. Bunun yanında iş birliği ağları, anahtar kelime eşleşmeleri, tematik haritalar ve üç alanlı grafikler (three-field plots) gibi çeşitli görselleştirme teknikleri kullanılarak alanın entelektüel yapısı ve tematik yönelimleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, literatürdeki genel eğilimleri yansıtmakla kalmayıp, aynı zamanda teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik konularında gelecekteki araştırma gündemlerini şekillendirecek önemli ipuçları sunmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma kapsamında elde edilen bibliyometrik veriler, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatürünün gelişimsel dinamiklerini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Veri setine ilişkin temel bilgiler incelendiğinde, 1996–2025 yılları arasındaki 30 yıla yakın dönemde toplam 392 belgenin yayımlandığı ve bu belgelerin 270 farklı kaynağa (dergi, kitap, konferans bildirileri vb.) dağıldığı görülmektedir. Ortalama belge yaşının 7,97 olması, alandaki yayınların görece güncel olduğunu, özellikle son on yıl içerisinde bu konunun daha fazla ilgi gördüğünü göstermektedir. Ayrıca %12,31’lik yıllık büyüme oranı, alanın dinamik bir şekilde gelişmekte olduğunu ve her geçen yıl artan sayıda çalışmanın literatüre katkı sağladığını işaret etmektedir. Belge başına ortalama 16,98 atıf olması ise bu yayınların yalnızca niceliksel değil, aynı zamanda niteliksel açıdan da belirli bir akademik etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Belge içerikleri değerlendirildiğinde, yazarların kendi belirlediği anahtar kelimelerin (1432) “plus keywords” olarak bilinen ek anahtar kelimelerden (755) daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, araştırmacıların konuları farklı kavramsal çerçevelerle tanımlama eğiliminde olduklarını ve sürdürülebilirlik ile teknoloji yönetimi arasındaki ilişkiyi çeşitlendirilmiş kavramlarla ifade ettiklerini göstermektedir. Bu çeşitlilik, alanın disiplinlerarası doğasının da bir yansımasıdır.

Yazar profili incelendiğinde, toplam 1171 yazarın çalışmalara katkı sağladığı ve yalnızca 54 dokümanın tek yazarlı olduğu görülmektedir. Bu durum, alanın yüksek düzeyde iş birliği gerektiren bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Ortalama doküman başına 3,27 yazar bulunması, akademik üretimde ortak çalışmaların baskın olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca %21,43 oranında uluslararası ortak yazarlık bulunması, araştırma alanının küresel düzeyde iş birliğiyle şekillendiğini, farklı ülkelerden araştırmacıların bu alanda bilgi üretimine katkı sağladığını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatürü giderek artan bir ilgiye sahiptir ve bu ilgi hem yayın sayısındaki istikrarlı büyüme hem de atıf oranlarıyla teyit edilmektedir. Araştırmacıların yoğun iş birliği içinde çalışmaları, konunun çok disiplinli ve uluslararası karakterini güçlendirmektedir. Anahtar kelime çeşitliliği ise alandaki kavramsal zenginliği ve farklı bakış açılarını yansıtarak, teknoloji ve sürdürülebilirliğin yalnızca teknik değil aynı zamanda sosyal, ekonomik ve yönetsel boyutlarda da ele alındığını göstermektedir.

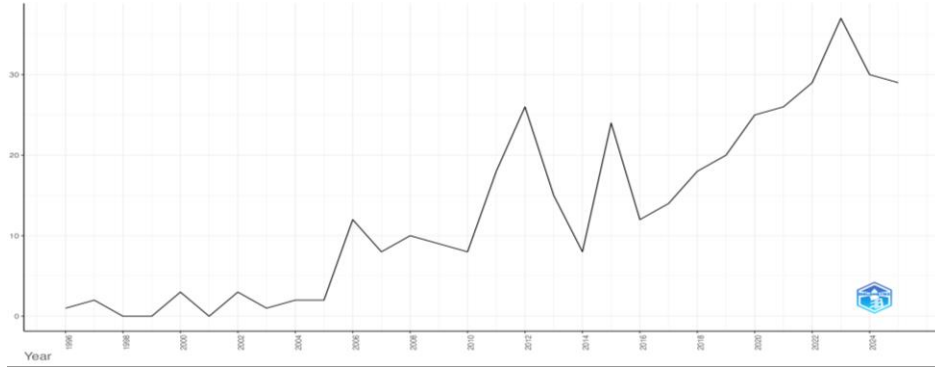
Tablo1. Veri Seti Hakkındaki Temel Bilgiler

TANIM	SONUÇLAR
Veri Seti Hakkında Temel Bilgiler	
Zaman Aralığı	1996:2025
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar, vb.)	270
Belgeler	392
Belge Ortalama Yaşı	7,97
Yıllık Büyüme Oranı %	12,31
Doküman Başına Ortalama Alıntı	16,98
Belge İçeriği	
Anahtar Kelimeler Artı (Kimlik)	755
Yazarın Anahtar Kelimeleri (DE)	1432
Yazarlar	
Yazarlar	1171
Tek Yazarlı Dokümanların Yazarları	54
Yazarlar İşbirliği	
Tek Yazarlı Dokümanlar	54
Doküman Başına Ortak Yazarlar	3,27
Uluslararası Ortak Yazarlık Oranı %	21,43

Şekil 1 incelendiğinde, 1996–2005 yılları arasında teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik konularına ilişkin yayınların oldukça sınırlı olduğu ve bazı yıllarda hiç yayın yapılmadığı görülmektedir. Bu durum, söz konusu dönemde alanın akademik literatürde henüz yeni yeni tartışılmaya başlandığını göstermektedir. 2006–2010 yılları arasında çalışma sayısında kademeli bir artış yaşanmış ve özellikle 2008–2010 döneminde yayınların çift hanelere ulaştığı anlaşılmaktadır. 2011–2015 döneminde ise belirgin dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Örneğin 2012 yılında ciddi bir artış yaşanmış, ancak takip eden yıllarda yayın sayısı düşüş göstermiştir. Bu dalgalanmaların, dönemin küresel gündemindeki gelişmelere, özellikle Rio+20 Konferansı ve yeşil ekonomi politikalarına paralel olarak ortaya çıktığı düşünülebilir.

2016'dan itibaren çalışma sayısında yeniden yükseliş eğilimi başlamış ve 2018 sonrasında artış ivme kazanmıştır. Bu dönem, dijital dönüşüm, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve yeşil teknoloji politikalarının küresel ölçekte yoğun biçimde tartışıldığı yıllara denk gelmektedir. 2021–2023 döneminde yayın sayısının en yüksek seviyeye ulaştığı, özellikle 2023 yılında zirve

yaptığı görülmektedir. Bu eğilim, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik konularının akademik çevrelerde stratejik bir önem kazandığını ve disiplinler arası bir araştırma alanı haline geldiğini göstermektedir. 2024 ve 2025 yıllarında ise yayın sayısında bir miktar düşüş olduğu dikkat çekmektedir. Ancak bu düşüş, 2025 yılına ait verilerin henüz tamamlanmamış olmasından kaynaklanabileceği için kesin bir eğilim olarak yorumlanmamalıdır. Genel olarak yıllara göre çalışma sayıları değerlendirildiğinde, şekil teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatürüne yönelik akademik ilginin özellikle son on yılda güçlü bir şekilde arttığını, alanın gelişen bir araştırma eksenine haline geldiğini ve gelecekte de önemini koruyacağını ortaya koymaktadır.

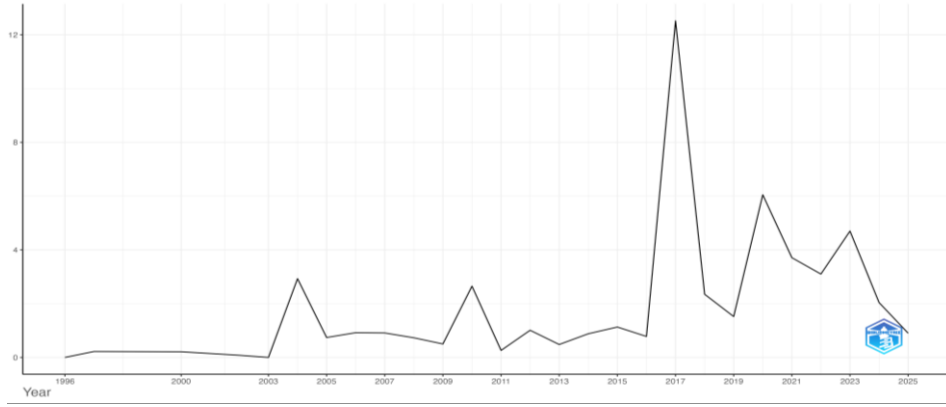


Şekil 1. Yıllara Göre Çalışma Sayısı

Şekil 2 incelendiğinde 1996–2025 yılları arasında teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanındaki yayınların yıllık ortalama atıf sayılarında dikkat çekici dalgalanmalar olduğu görülmektedir. 1996’dan 2003’e kadar ortalama atıf sayıları oldukça düşük seviyelerde kalmıştır. Bu durum, alanın henüz yeni gelişmekte olduğunu ve yayınların sınırlı sayıda atıf aldığını göstermektedir. 2004 yılında belirgin bir artış yaşanmış, ancak bu artış kalıcı olmamış ve sonraki yıllarda ortalama atıf sayıları yeniden düşük seviyelere gerilemiştir.

2010 yılı civarında bir başka artış gözlenmekte, ancak bu da kısa süreli bir yükseliş olarak kalmaktadır. En çarpıcı bulgu, 2017 yılında görülen çok keskin yükseliştir. Bu yılda yıllık ortalama atıf sayısı zirveye ulaşmıştır. Bu durum, söz konusu dönemde yayımlanan bazı çalışmaların alanda oldukça etkili olduğunu ve yüksek atıf aldığını göstermektedir. Bununla birlikte 2018 sonrasında ortalama atıf sayılarında hızlı bir düşüş yaşanmış ve dalgalı bir seyir izlemiştir. 2020–2023 arasında ortalama atıf sayıları görece istikrarlı olsa da, 2017’deki zirveye kıyasla oldukça düşük kalmıştır. 2024 ve 2025 yıllarında ise ortalama atıf sayılarında yeniden bir gerileme gözlenmektedir. Ancak bunun en önemli nedeni, bu yıllara ait yayınların henüz yeterli zaman geçmediği için atıf alma fırsatının sınırlı olmasıdır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Şekil 2 teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatüründe bazı dönemsel sıçramalar olsa da ortalama atıf sayılarının süreklilik göstermediğini ortaya koymaktadır. Özellikle 2017 yılındaki zirve, alanın entelektüel gelişiminde öne çıkan belirli çalışmaların etkisini yansıtırken, sonraki yıllarda düşüş eğilimi, yeni yayınların atıf alma süreçlerinin zamana bağlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, literatürün hâlen gelişmekte olduğunu ve alanda yüksek etki yaratan çalışmaların belirli yıllarda yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Yıllık Ortalama Atıf Sayısı

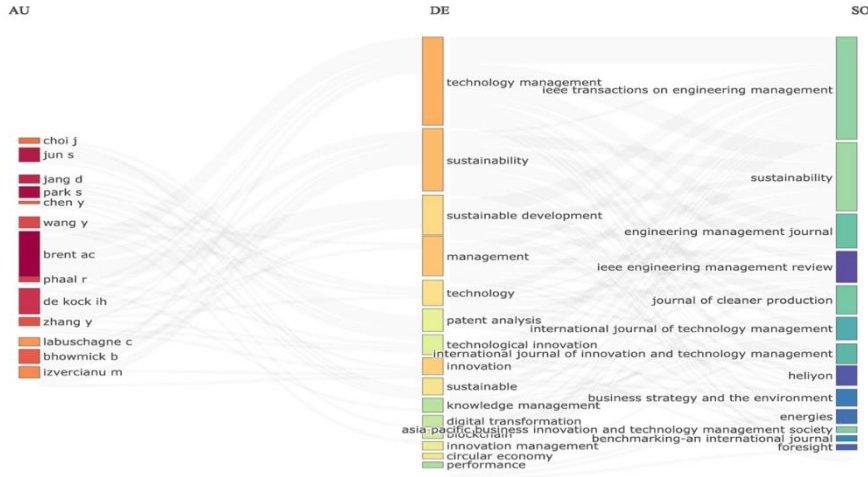
Şekil 3’te yer alan üç alanlı grafik (Three-Field Plot), teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatüründe yazarlar (AU), anahtar kelimeler (DE) ve yayınlandıkları dergiler (SO) arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu görsel, araştırma alanının entelektüel yapısını anlamaya yönelik önemli ipuçları sunmaktadır.

Şekilde solda öne çıkan yazarlar arasında Choi J, Jun S, Jang D, Park S, Chen Y, Wang Y, Brent AC, Phaal R, De Kock IH gibi isimler dikkat çekmektedir. Bu yazarların özellikle teknoloji yönetimi, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma temalı çalışmalara yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, alanda belirli araştırmacıların öncü konumda olduğunu ve literatürün gelişimine yön verdiklerini göstermektedir.

Orta kısımda yer alan anahtar kelimeler incelendiğinde, “technology management”, “sustainability”, “sustainable development”, “management”, “innovation”, “circular economy” ve “digital transformation” gibi kavramların ön plana çıktığı anlaşılmaktadır. Bu kavramlar, araştırma alanının hem teknolojik yenilik hem de sürdürülebilirlik temaları etrafında şekillendiğini; ayrıca döngüsel ekonomi, bilgi yönetimi ve performans gibi tamamlayıcı boyutların da giderek önem kazandığını ortaya koymaktadır.

Sağ kısımda ise çalışmaların en çok yayımlandığı dergiler görülmektedir. IEEE Transactions on Engineering Management, Sustainability, Engineering Management Journal, IEEE Engineering Management Review ve Journal of Cleaner Production bu alanın önde gelen yayın organlarıdır. Bu dergiler hem mühendislik ve teknoloji yönetimi hem de çevre ve sürdürülebilirlik eksenli araştırmalar için başlıca platformlar olarak öne çıkmaktadır.

Üç alanlı grafik analizi genel olarak değerlendirildiğinde, araştırma alanında güçlü bir yazar–kavram–dergi etkileşimi olduğunu göstermektedir. Belirli yazarlar tarafından üretilen çalışmalar, “technology management” ve “sustainability” gibi temel kavramlar etrafında şekillenmekte ve disiplinler arası etkiye sahip dergilerde yayımlanmaktadır. Bu durum, alanın hem teorik çeşitlilik hem de uygulama boyutunda zenginleştiğini ve teknoloji yönetimi ile sürdürülebilirliğin literatürde giderek daha fazla bütünleştiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 3. Yazarlar – Anahtar Kelimeler – Dergiler Üç Alanlı Grafik

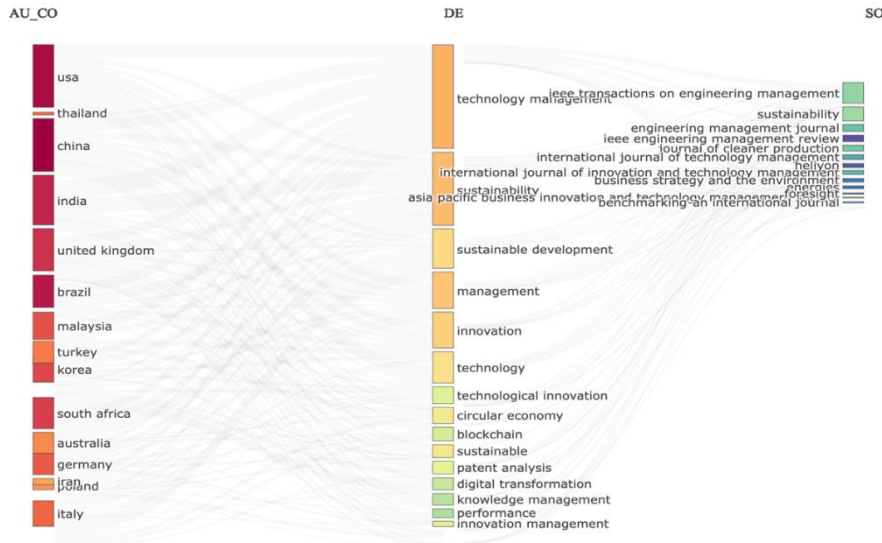
Şekil 4’te verilen üç alanlı grafik (Three-Field Plot), teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatüründe ülkeler (AU_CO), anahtar kelimeler (DE) ve dergiler (SO) arasındaki ilişkileri görselleştirmektedir. Bu grafik, literatürde hangi ülkelerin öne çıktığını, bu ülkelerde hangi temaların yoğun çalışıldığını ve araştırmaların hangi dergilerde yayımlandığını ortaya koymaktadır.

Şekil 4’ün sol tarafında ülkeler yer almaktadır. ABD, Çin, Hindistan, Birleşik Krallık, Brezilya ve Malezya en önde gelen ülkeler arasında yer almakta, Türkiye, Güney Kore, Güney Afrika, Almanya, İtalya ve Avustralya gibi ülkeler de önemli katkılar sağlamaktadır. Bu durum, konunun küresel ölçekte çok farklı coğrafyalarda çalışıldığını ve hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde ilgi gördüğünü göstermektedir. Özellikle ABD ve Çin’in yüksek yayın sayılarıyla literatürde lider konumda oldukları dikkat çekmektedir.

Orta bölümde yer alan anahtar kelimeler, ülkelerin yoğunlaştığı temaları yansıtmaktadır. “Technology management”, “sustainability”, “sustainable development”, “innovation” ve “management” en sık kullanılan anahtar kelimelerdir. Bunun yanı sıra “circular economy”, “blockchain”, “digital transformation” ve “knowledge management” gibi kavramlar da son yıllarda öne çıkan yeni eğilimleri göstermektedir. Bu çeşitlilik, teknoloji ve sürdürülebilirlik literatürünün yalnızca çevresel boyuta odaklanmadığını, aynı zamanda dijitalleşme, inovasyon ve iş yönetimi perspektiflerini de kapsadığını ortaya koymaktadır.

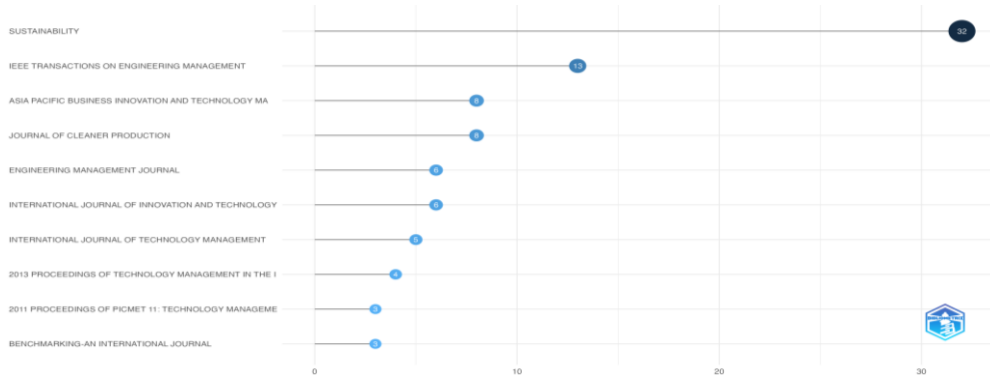
Sağ tarafta görülen dergiler, çalışmaların en çok yayımlandığı akademik platformları göstermektedir. IEEE Transactions on Engineering Management, Sustainability, Engineering Management Journal, Journal of Cleaner Production ve International Journal of Technology Management gibi dergiler öne çıkmaktadır. Bu dergiler hem teknoloji yönetimi hem de sürdürülebilirlik konularını kapsayan disiplinler arası çalışmalara ev sahipliği yapmaktadır.

Analiz ülkeler, anahtar kelimeler ve dergiler arasında güçlü bir bağlantı olduğunu ortaya koymaktadır. ABD ve Çin gibi yayın lideri ülkeler, “technology management” ve “sustainability” anahtar kelimeleriyle doğrudan ilişkilidir ve çalışmalarını çoğunlukla IEEE Transactions on Engineering Management ve Sustainability gibi prestijli dergilerde yayımlamaktadır. Türkiye, Hindistan ve Güney Afrika gibi ülkeler ise özellikle “innovation”, “sustainable development” ve “circular economy” kavramları etrafında yayın yapmaktadır. Bu bulgular, literatürün küresel ölçekte yayıldığını, tematik açıdan zenginleştiğini ve disiplinler arası bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Ülkeler – Anahtar Kelimeler – Dergiler Üç Alanlı Grafik

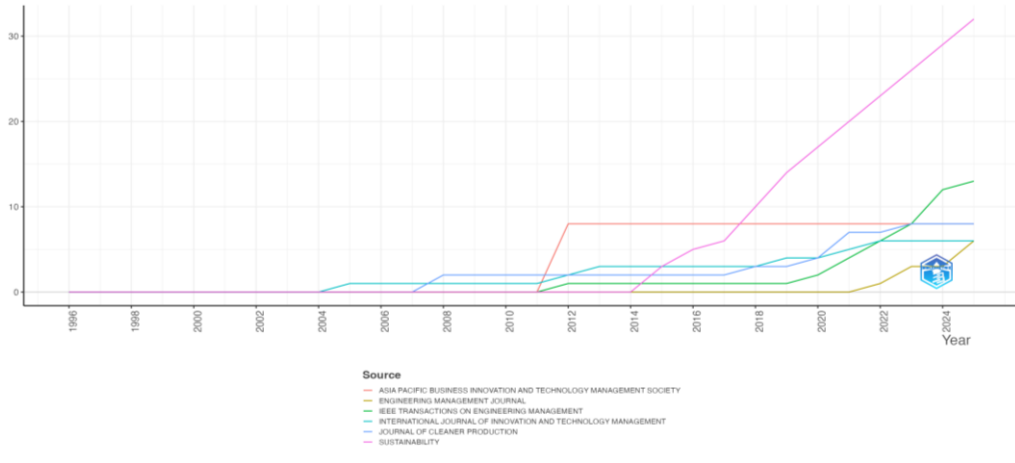
Şekil 5, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında en çok tercih edilen kaynakları göstermektedir. En fazla yayına ev sahipliği yapan dergi Sustainability olup 32 yayın ile açık ara öne çıkmaktadır. Onu IEEE Transactions on Engineering Management (13 yayın) izlemekte, ardından Asia Pacific Business Innovation and Technology Management ve Journal of Cleaner Production (8'er yayın) gelmektedir. Ayrıca Engineering Management Journal, International Journal of Innovation and Technology Management ve International Journal of Technology Management de alanda sık kullanılan kaynaklar arasında yer almaktadır. Bulgular, araştırmaların hem çevre odaklı disiplinler arası dergilerde hem de teknoloji ve mühendislik yönetimi temalı uzmanlaşmış dergilerde yoğunlaştığını göstermektedir.



Şekil 5. En İlgili Kaynaklar

Şekil 6, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında en çok tercih edilen kaynakların yıllara göre üretim eğilimlerini göstermektedir. Şekil incelendiğinde, 2010'lu yılların başına kadar sınırlı sayıda yayın olduğu, 2012 sonrası ise belirgin bir artış yaşandığı görülmektedir. Özellikle Sustainability dergisi 2015'ten itibaren hızlı bir yükseliş göstermiş ve 2025'e gelindiğinde açık ara en çok yayın üreten kaynak haline gelmiştir. IEEE Transactions on Engineering Management, Engineering Management Journal ve International Journal of Innovation and Technology Management daha istikrarlı ve düşük düzeyde seyretmektedir. Journal of Cleaner Production ise 2020'lerden itibaren artan bir katkı sağlamıştır. Genel olarak, analiz sürdürülebilirlik temalı dergilerin son yıllarda alana hakimiyet kurduğunu, teknoloji ve

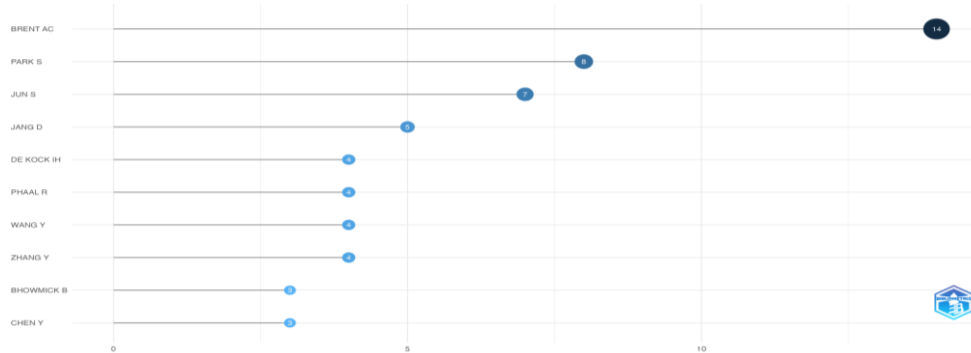
mühendislik yönetimi odaklı dergilerin ise daha istikrarlı bir yayın çizgisi sürdürdüğünü ortaya koymaktadır.



Şekil 6. İlgili Kaynakların Üretim Zamanları

Şekil 7, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında en ilgili yazarları göstermektedir. Grafik incelendiğinde Brent A.C. açık farkla öne çıkmakta ve 14 yayın ile en üretken yazar konumunda bulunmaktadır. Onu Park S. (8 yayın) ve Jun S. (7 yayın) takip etmektedir. Jang D. (5 yayın) ise bu üç ismin ardından gelmektedir. Diğer yazarlar arasında De Kock I.H., Phaal R., Wang Y., Zhang Y., Bhowmick B. ve Chen Y. daha sınırlı sayıda yayın ile katkı sunmaktadır.

Bu veriler, literatürde belirli birkaç yazarın alanın gelişiminde öncü rol üstlendiğini, ancak aynı zamanda çok sayıda farklı araştırmacının katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Özellikle Brent A.C., Park S. ve Jun S. gibi isimlerin çalışmaları, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatürünün şekillenmesinde merkezi bir etkiye sahiptir.

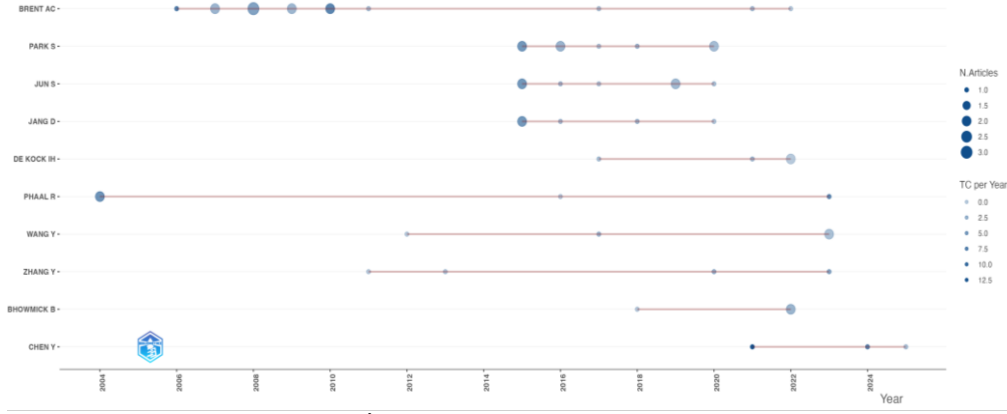


Şekil 7. Konu ile En İlgili Yazarlar

Şekil 8, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında öne çıkan yazarların çalışma yıllarına göre yayın dağılımlarını göstermektedir. Şekil 8 incelendiğinde Brent A.C.'nin 2005'ten itibaren düzenli yayınlar ürettiği ve alanın uzun soluklu yazarlarından biri olduğu görülmektedir. Park S., Jun S. ve Jang D. ise özellikle 2013 sonrasında yoğun bir şekilde katkı sağlamış ve bu dönemde yayın sayılarında artış kaydedilmiştir. Phaal R. daha erken dönemde (2004) katkı yapmış olsa da sonrasında alandaki etkinliği sınırlı kalmıştır.

Wang Y. ve Zhang Y. 2010 sonrasında literatüre girmiş, özellikle 2020'li yıllarda yayın sayıları artış göstermiştir. Bhowmick B. ve Chen Y. ise en yeni katkı yapan yazarlar arasında yer almakta ve 2020 sonrası dönemde literatüre dahil olmaktadır.

İlgili yazarların çalışma yılları genel olarak değerlendirildiğinde, analiz bu alanda hem uzun dönemli üretkenliğe sahip deneyimli araştırmacıların hem de son yıllarda alana katılan yeni yazarların bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik çalışmalarının hem istikrarlı bir akademik birikime dayandığını hem de güncel olarak yeni araştırmacılar tarafından zenginleştirildiğini ortaya koymaktadır.

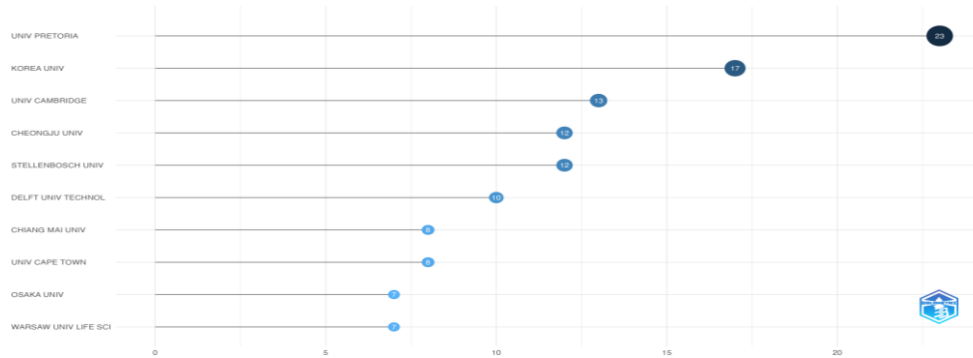


Şekil 8. İlgili Yazarların Çalışma Yılları

Şekil 9, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında en çok yayın üreten kurumları göstermektedir. Şekil incelendiğinde Pretoria Üniversitesi açık farkla öne çıkmakta ve 23 yayın ile en üretken kurum konumunda bulunmaktadır. Onu Korea University (17 yayın) ve Cambridge Üniversitesi (13 yayın) takip etmektedir. Cheongju Üniversitesi ve Stellenbosch Üniversitesi ise 12 yayın ile benzer düzeyde katkı sağlamıştır.

Diğer taraftan, Delft University of Technology (10 yayın), Chiang Mai University ve University of Cape Town (8'er yayın) ile Osaka University ve Warsaw University of Life Sciences (7'er yayın) alana önemli katkı sunan kurumlar arasındadır.

Bu sonuçlar, araştırma alanında hem Avrupa hem Asya hem de Afrika kıtalarından üniversitelerin öne çıktığını göstermektedir. Özellikle Güney Afrika'daki Pretoria ve Stellenbosch üniversitelerinin güçlü katkıları, bu alandaki araştırmaların küresel ölçekte çeşitlendiğini ortaya koymaktadır.



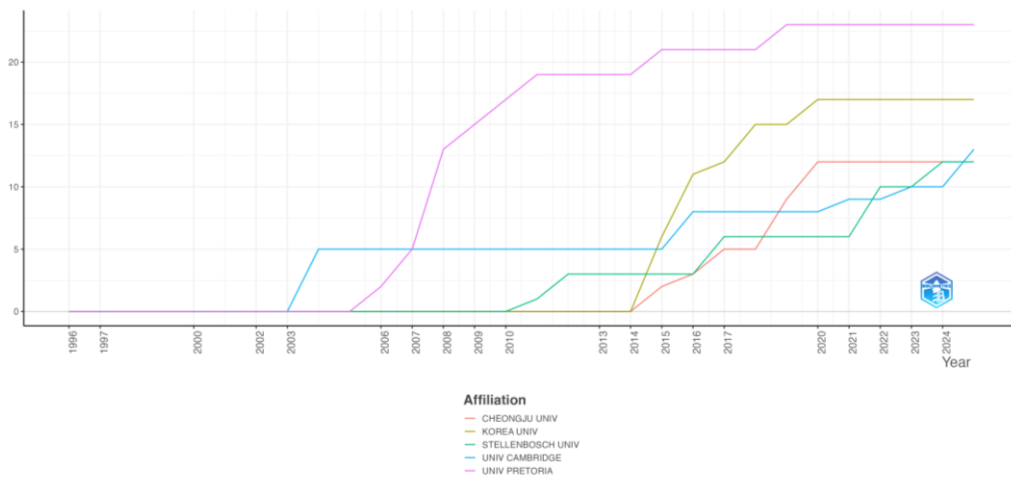
Şekil 9. En İlgili Kurumlar

Şekil 10, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında en üretken kurumların yıllara göre yayın üretim eğilimlerini göstermektedir. Şekil incelendiğinde Pretoria Üniversitesi'nin 2007'den itibaren hızlı bir yükseliş sergileyerek 2015 sonrası sürekli artış gösterdiği ve

2020'lerden itibaren en yüksek yayın sayısına ulaştığı görülmektedir. Stellenbosch Üniversitesi 2010'ların ortasından itibaren istikrarlı bir artış eğilimine girerek 2018'den sonra belirgin şekilde öne çıkmıştır. Korea University ise 2015 sonrasında güçlü bir yükseliş göstermiş ve son yıllarda istikrarlı bir üretim düzeyine ulaşmıştır.

Cambridge Üniversitesi 2000'li yılların başında alana katkı sağlamaya başlamış, ancak üretim hızı diğer kurumlara göre daha sınırlı kalmıştır. Cheongju Üniversitesi ise 2015 sonrası dönemde yayın üretmeye başlamış ve özellikle 2020 sonrasında dikkat çekici bir artış göstermiştir.

İlgili kurumları üretim yılları analizine göre bu alandaki kurumsal katkının 2010'lardan itibaren hız kazandığını, Güney Afrika ve Asya'daki üniversitelerin öne çıktığını, Avrupa'daki kurumların ise daha istikrarlı fakat görece sınırlı katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır.

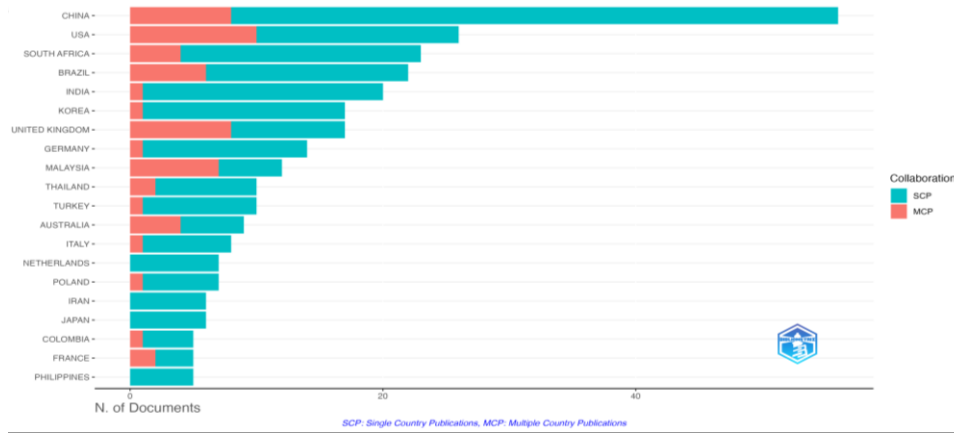


Şekil 10. İlgili Kurumları Üretim Yılları

Tablo 2 ve Şekil 11 birlikte değerlendirildiğinde, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında en fazla yayının Çin tarafından üretildiği görülmektedir (56 yayın, %14,3). Bu yayınların büyük çoğunluğu tek ülke çalışmaları (SCP) olup, uluslararası iş birliği oranı %14,3 ile düşüktür. ABD ise ikinci sırada yer almakta (26 yayın) ve %38,5 oranında çoklu ülke iş birliği (MCP) ile dikkat çekmektedir. Bu durum, ABD'nin küresel iş birliklerine açık bir araştırma ağına sahip olduğunu göstermektedir.

Güney Afrika (23 yayın) ve Brezilya (22 yayın) yayın üretiminde öne çıkan diğer ülkeler olup, her ikisi de orta düzeyde uluslararası iş birliği göstermektedir. Hindistan (20 yayın) ve Kore (17 yayın) yayın sayısı bakımından güçlü ülkeler arasında yer alsa da iş birliği oranlarının düşük (%5–6) olduğu görülmektedir. Birleşik Krallık ise 17 yayınlı listeye girmiş ve %47,1 gibi yüksek bir uluslararası iş birliği oranıyla öne çıkmıştır. Özellikle Malezya %58,3 gibi en yüksek çoklu ülke iş birliği oranına sahip ülke olarak dikkat çekmektedir.

Genel olarak, analizler Çin'in yayın sayısında lider olduğunu, ancak ABD, Birleşik Krallık ve Malezya'nın uluslararası iş birliği bakımından daha etkin rol üstlendiğini göstermektedir. Bu durum, literatürdeki üretkenliğin sadece yayın sayısı ile değil, aynı zamanda küresel ağlara katılım düzeyiyle de değerlendirildiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 11. İlgili Yazarların Ülkeleri

Tablo 2. Ülkeler Bazında Yayınların Dağılımı ve İşbirliği Türleri

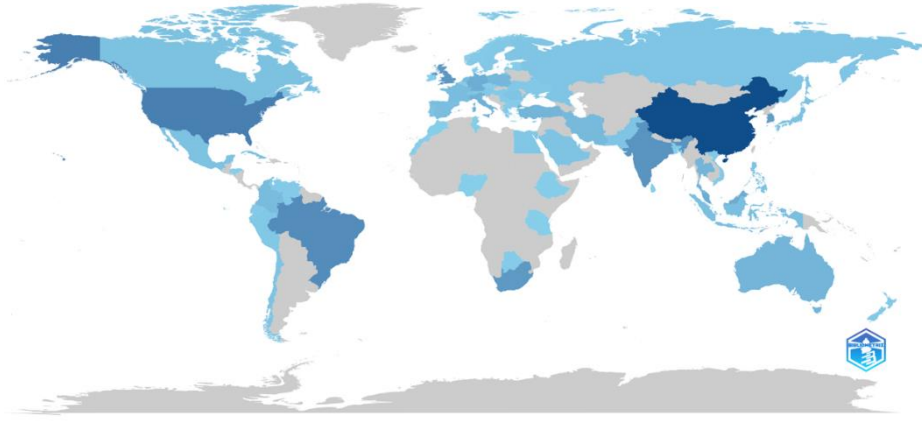
Country	Articles	Articles %	SCP	MCP	MCP %
CHINA	56	14,3	48	8	14,3
USA	26	6,6	16	10	38,5
SOUTH AFRICA	23	5,9	19	4	17,4
BRAZIL	22	5,6	16	6	27,3
INDIA	20	5,1	19	1	5
KOREA	17	4,3	16	1	5,9
UNITED KINGDOM	17	4,3	9	8	47,1
GERMANY	14	3,6	13	1	7,1
MALAYSIA	12	3,1	5	7	58,3
THAILAND	10	2,6	8	2	20

Şekil 12, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında ülkelerin bilimsel üretimini dünya haritası üzerinde göstermektedir. Görselde koyu mavi tonlarla ifade edilen ülkeler yüksek yayın sayısına sahipken, açık mavi tonlar daha düşük üretimi yansıtmaktadır.

Analiz incelendiğinde Çin açık ara en yüksek yayın sayısına sahip ülke olarak öne çıkmaktadır. Onu ABD, Brezilya, Hindistan, Güney Afrika ve Birleşik Krallık takip etmektedir. Ayrıca Almanya, Güney Kore, Malezya ve Avustralya gibi ülkelerin de dikkate değer katkılar sunduğu görülmektedir.

Afrika kıtasında özellikle Güney Afrika öne çıkarken, diğer Afrika ülkelerinin katkısının oldukça sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Güney Amerika'da Brezilya, bölgenin en üretken ülkesi konumundadır. Avrupa kıtasında ise yayınların daha dengeli dağıldığı, özellikle Batı Avrupa ülkelerinin (Birleşik Krallık, Almanya, Hollanda, İtalya) ön planda olduğu görülmektedir.

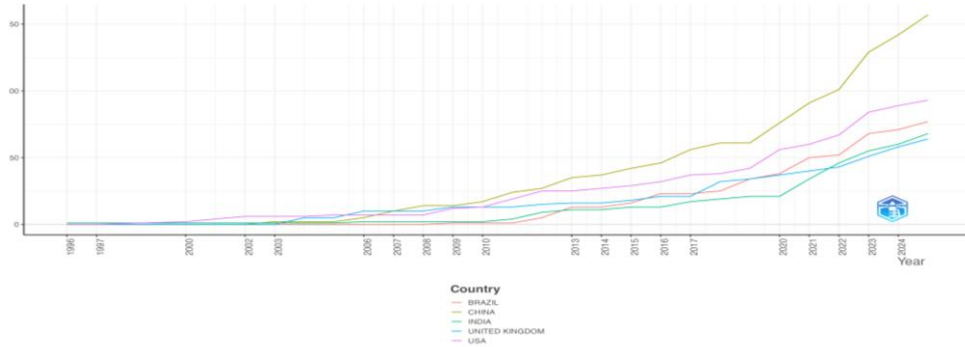
Genel olarak bu harita, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik araştırmalarının küresel ölçekte farklı coğrafyalarda yayıldığını, ancak üretimin yoğunlaştığı merkezlerin Asya (özellikle Çin), Kuzey Amerika (ABD) ve kısmen Avrupa ile Güney Amerika olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 12. Ülkelerin Bilimsel Üretimi

Şekil 13, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında öne çıkan ülkelerin yıllar içindeki bilimsel üretim eğilimlerini göstermektedir. Grafik incelendiğinde Çin'in özellikle 2015 sonrası hızlı bir artış kaydettiği ve 2025 yılına gelindiğinde açık ara en yüksek üretime ulaştığı görülmektedir. ABD ve Birleşik Krallık istikrarlı bir artış eğilimi sergileyerek güçlü bir konumda yer almaktadır. Brezilya 2010'lu yılların ortalarından itibaren dikkat çekici bir şekilde yükselmiş, Hindistan ise özellikle 2020 sonrası dönemde üretimini hızlandırmıştır.

Şekilden yola çıkarak analiz, 2000'li yılların başına kadar oldukça sınırlı olan üretimin, 2010 sonrası dönemde ivme kazandığını göstermektedir. Çin lider konumda olsa da ABD, Birleşik Krallık, Brezilya ve Hindistan'ın da istikrarlı katkıları, araştırma alanının küresel ölçekte yaygın ve hızla gelişen bir nitelik kazandığını ortaya koymaktadır.

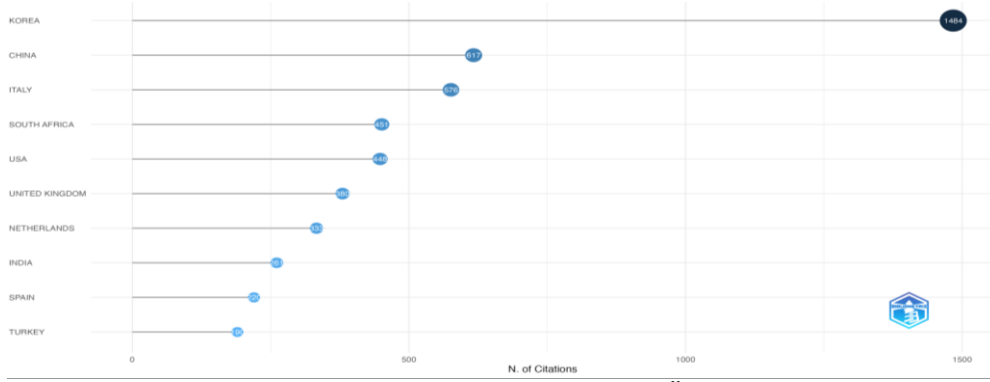


Şekil 13. Ülkelerin Zaman İçindeki Üretimi

Şekil 14, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında en çok atıf alan ülkeleri göstermektedir. Şekil incelendiğinde Kore açık farkla öne çıkmakta ve 1486 atıf ile lider konumdadır. Onu İtalya (676 atıf) ve Çin (517 atıf) takip etmektedir. Güney Afrika (485 atıf) ve ABD (448 atıf) de yüksek atıf alan ülkeler arasında yer almaktadır.

Birleşik Krallık, Hollanda, Hindistan, İspanya ve Türkiye ise daha düşük atıf sayılarına sahip olmakla birlikte, alanın gelişimine katkı sunan ülkeler arasında öne çıkmaktadır.

Çalışmanın, atıf verileri yalnızca yayın sayısını değil, aynı zamanda çalışmaların etki düzeyini de yansıtmaktadır. Bu bağlamda Kore, İtalya ve Çin gibi ülkelerin literatürde hem üretken hem de etkili oldukları, Güney Afrika ve ABD'nin ise yayınlarının yüksek görünürlük ve etkiye sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 14. En Çok Alıntı Yapılan Ülkeler

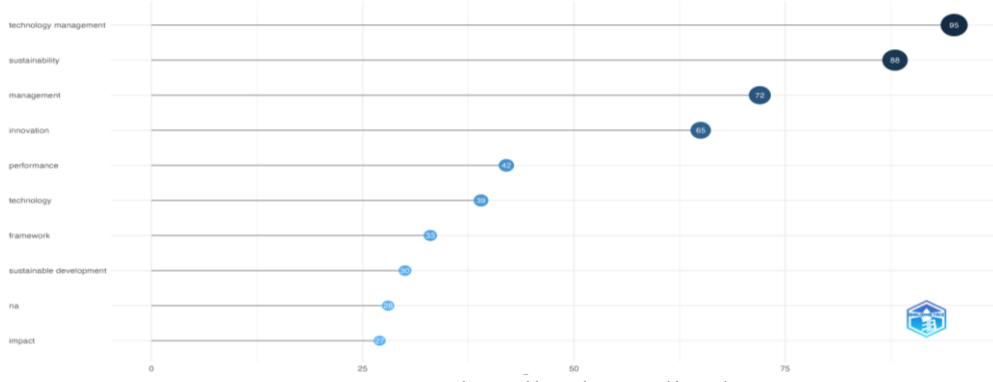
Şekil 15, Şekil 16 ve Şekil 17 birlikte değerlendirildiğinde, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatüründe en sık kullanılan kavramlar ve bu kavramların dağılımları net biçimde ortaya çıkmaktadır.

Şekil 15'teki sıklık analizine göre en çok tercih edilen anahtar kelime “technology management” olup 95 kez kullanılmıştır. Bunu “sustainability” (88), “management” (72), “innovation” (65) ve “performance” (42) takip etmektedir. Diğer önemli kavramlar arasında “technology” (39), “framework” (33) ve “sustainable development” (30) yer almaktadır. Bu sonuç, literatürün temelde teknoloji yönetimi, sürdürülebilirlik, yönetim ve yenilik kavramları etrafında şekillendiğini göstermektedir.

Şekil 16'daki kelime bulutu, bu bulguları görsel olarak desteklemektedir. “Technology management” ve “sustainability” en büyük fontlarla öne çıkarak çalışmalarda merkezi temalar olduklarını vurgulamaktadır. “Management, innovation, performance, framework, impact, circular economy” gibi kavramlar da görece daha küçük boyutlarla temsil edilerek önemli fakat ikincil düzeyde temalar olduklarını ortaya koymaktadır. Bu görsel, alanın çok boyutlu yapısını ve kavramların önem derecelerini net bir şekilde yansıtmaktadır.

Şekil 17'deki kelime ağacı (treemap) ise kelimelerin hem sıklıklarını hem de toplam içindeki oranlarını göstermektedir. Burada da “technology management” (%12) ve “sustainability” (%11) en geniş alanı kaplamakta, onları “management” (%9) ve “innovation” (%8) izlemektedir. Ayrıca “framework, performance, impact, design, knowledge, system, strategy” gibi tamamlayıcı kavramlar da alandaki çeşitliliği ortaya koymaktadır.

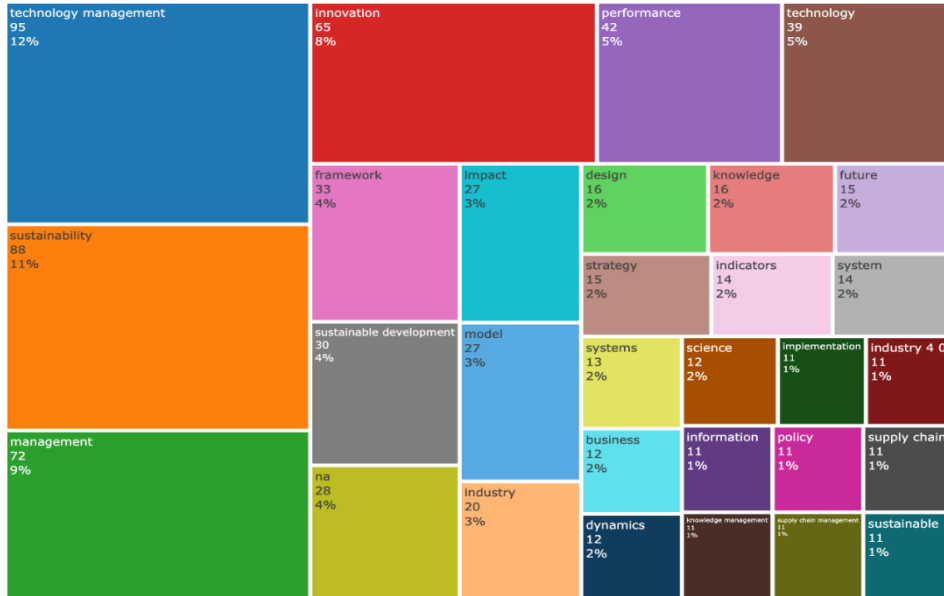
Genel olarak bu üç görsel, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatürünün merkezinde teknoloji yönetimi, sürdürülebilirlik, yönetim ve yenilik kavramlarının bulunduğunu, bunun yanında performans, sürdürülebilir kalkınma, çerçeve (framework), etki (impact) ve döngüsel ekonomi gibi konuların da giderek önem kazandığını göstermektedir. Böylece alanın hem stratejik yönetim hem de çevresel ve teknolojik boyutlarıyla bütünleştiği anlaşılmaktadır.



Şekil 15. En Çok Kullanılan Kelimeler



Şekil 16. Kelime Bulutu Analizi



Şekil 17. Kelime Ağacı Analizi

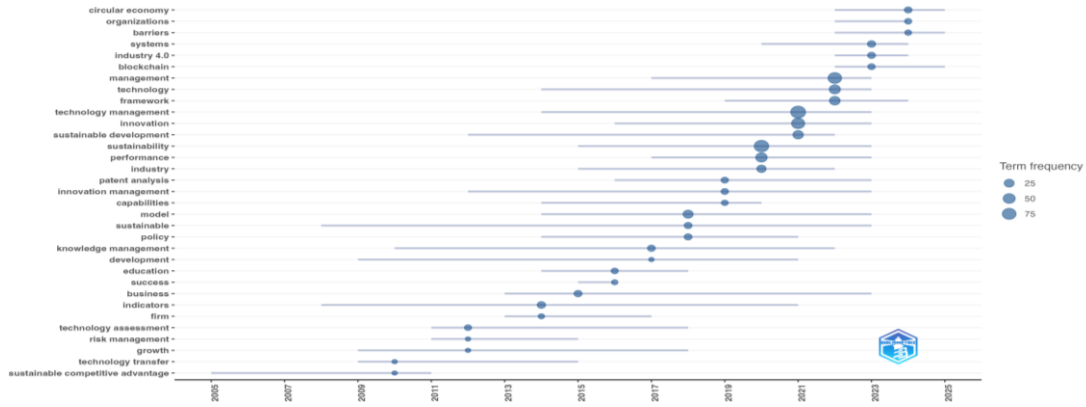
Şekil 18, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatüründe öne çıkan trend konuları ve bu konuların yıllara göre yayılımını göstermektedir. Şekil incelendiğinde, 2010’lu yılların başında daha çok “technology management, innovation, performance, sustainable development” gibi temel kavramların öne çıktığı görülmektedir. Bu kavramlar, alanın çekirdek temalarını oluşturmaktadır.

2015 sonrasında ise çeşitlilik artmış, “knowledge management, policy, indicators, education, business, risk management, technology transfer” gibi yeni temalar literatürde yer almaya başlamıştır. Bu durum, araştırmaların yalnızca teknoloji ve sürdürülebilirlik odaklı değil, aynı

zamanda yönetim, politika ve uygulama boyutlarını da içerecek şekilde genişlediğini göstermektedir.

2020’li yıllarla birlikte ise “circular economy, blockchain, industry 4.0, barriers, organizations” gibi daha güncel ve yenilikçi konular öne çıkmıştır. Bu kavramlar, teknolojik dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınmanın yeni araçları ve zorlukları üzerine yoğunlaşan araştırmaların arttığını göstermektedir.

Şekil 18 literatürün zaman içinde giderek çeşitlendiğini ve güncel küresel eğilimlerle uyumlu hale geldiğini ortaya koymaktadır. Erken dönemde temel kavramlar ağırlıkta iken, günümüzde döngüsel ekonomi, dijitalleşme ve yeni teknolojiler literatürde yükselen trendler olarak öne çıkmaktadır.

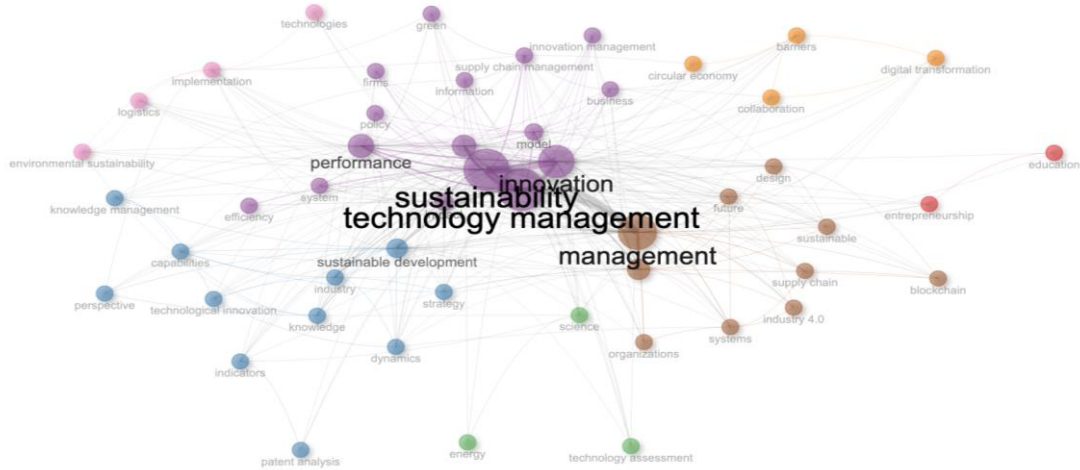


Şekil 18. Trend Konular

Şekil 19, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatüründe öne çıkan kavramların ilişkilerini gösteren kelime ağı analizidir. Görselde en merkezi ve yoğun bağlantılara sahip kavramlar “technology management”, “sustainability”, “management” ve “innovation” olarak öne çıkmaktadır. Bu kavramların büyük puntolarla yer alması, hem en sık kullanılan terimler olduklarını hem de diğer kavramlarla güçlü bağlantılar kurduklarını göstermektedir.

Ağın sol kısmında “sustainable development, knowledge management, technological innovation, patent analysis, environmental sustainability” gibi kavramların daha çok yönetimsel ve çevresel boyutu temsil ettiği görülmektedir. Sağ tarafta ise “circular economy, digital transformation, blockchain, industry 4.0, supply chain” gibi güncel ve teknoloji odaklı temalar öne çıkmaktadır. Eğitim, girişimcilik ve iş birliği gibi kavramlar da bu kümeyle bağlantı içindedir.

Kelime ağı analizi, alanın 7 ana kümede toplandığını, literatürün hem klasik yönetim ve sürdürülebilirlik konularını hem de yeni teknolojik trendleri kapsadığını göstermektedir. Bu durum, alanın disiplinler arası yapısını ve kavramların birbirleriyle etkileşim halinde geliştiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 19. Kelime Ağı Analizi

Şekil 20, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatüründeki araştırma temalarının önem ve gelişmişlik düzeyine göre dağılımını gösteren tematik haritadır.

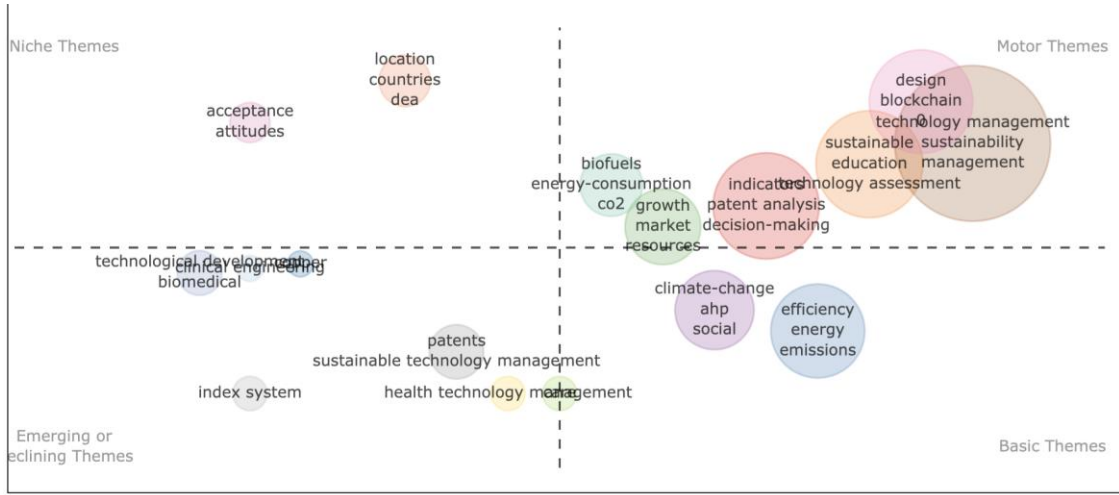
Grafiğin sağ üst köşesinde (Motor Themes) “technology management, sustainability, management, blockchain, education, technology assessment” gibi konular yer almakta ve bunlar hem yüksek gelişmişliğe hem de yüksek öneme sahip çekirdek temalar olarak öne çıkmaktadır. Bu temalar, alanın entelektüel merkezini oluşturmakta ve araştırmalara yön vermektedir.

Sağ alt bölümde (Basic Themes) “efficiency, energy, emissions” kavramları görülmekte olup, temel araştırma alanlarını temsil etmektedir. Bu konular alandaki çalışmaların temel yapı taşlarını oluşturmakta ve geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Sol üstte (Niche Themes) “acceptance, attitudes, location, DEA” gibi daha spesifik ve uzmanlaşmış temalar yer almaktadır. Bu temalar sınırlı fakat derinlemesine incelenmiş alanları göstermektedir.

Sol alt köşede (Emerging or Declining Themes) ise “sustainable technology management, patents, health technology management” gibi henüz gelişmekte olan veya zamanla önemini kaybetme riski taşıyan konular bulunmaktadır.

Tematik harita, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik araştırmalarının güçlü bir şekilde sürdürülebilirlik ve teknoloji yönetimi ekseninde merkezlendiğini; enerji, verimlilik ve emisyon konularının temel yapı taşlarını oluşturduğunu; yeni eğilimlerin ise blockchain, eğitim ve sağlık teknolojisi yönetimi gibi alanlarda geliştiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 20. Tematik Harita

5. SONUÇ

Çalışma, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik literatürünün yapısını, eğilimlerini ve etki alanlarını kapsamlı bir bibliyometrik analiz aracılığıyla incelemiştir. 1996–2025 yılları arasında Web of Science Core Collection veri tabanında yayımlanan 392 çalışma, R yazılımı ve Biblioshiny paketi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, alanın yalnızca sayısal olarak değil, aynı zamanda içerik ve iş birliği ağları açısından da hızla gelişen bir araştırma alanı haline geldiğini ortaya koymuştur.

Analizler, yayın sayısında özellikle 2010 sonrası gözle görülür bir ivmelenme yaşandığını göstermektedir. Bu artış, hem sürdürülebilirlik kavramının küresel ölçekte daha fazla önem kazanması hem de teknolojik dönüşümün yönetim alanında merkezi bir konu haline gelmesinin doğal bir yansımasıdır. Ülkeler düzeyinde Çin’in yayın sayısında lider konumda olduğu, ABD’nin güçlü uluslararası iş birlikleriyle alana yön verdiği, Birleşik Krallık ve Malezya’nın ise yüksek çoklu ortak yazarlık oranlarıyla küresel ağlara entegre olduğu saptanmıştır. Bu durum, literatürün tek merkezli değil, çok merkezli ve uluslararası boyutta geliştiğini göstermektedir. Kurumlar bazında Pretoria Üniversitesi ve Korea University’nin öne çıkması, farklı kıtalardan üniversitelerin alanın gelişiminde öncü roller üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Yazar düzeyinde Brent A.C., Park S. ve Jun S. gibi isimler, yalnızca üretkenlikleriyle değil, aynı zamanda alanın kavramsal yönelimlerini belirleyen katkılarıyla dikkat çekmektedir. Bu yazarların yanı sıra, yeni dönemde literatüre giren araştırmacıların artışı, alanın sürekli yenilenen ve zenginleşen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Kavramsal analizler, “technology management” ve “sustainability” kavramlarının literatürün çekirdeğini oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte “innovation, sustainable development, performance” gibi kavramların da araştırmaların temel ekseninde yer aldığı; “circular economy, blockchain, industry 4.0, digital transformation” gibi yeni eğilimlerin ise yükselen trendler olarak literatürde giderek daha fazla görünür hale geldiği belirlenmiştir. Bu durum, alanın yalnızca çevresel ve yönetsel boyutlarla sınırlı olmadığını, aynı zamanda dijitalleşme, teknolojik yenilik ve endüstriyel dönüşümle iç içe geçtiğini göstermektedir.

Çalışmanın alana sunduğu katkılar birkaç boyutta değerlendirilebilir. Öncelikle, bibliyometrik analiz aracılığıyla literatürün entelektüel haritası çıkarılmış, önde gelen ülkeler, kurumlar, yazarlar ve kavramlar görünür hale getirilmiştir. İkinci olarak, elde edilen bulgular, alanın

yalnızca belirli ülkelerde değil, küresel ölçekte çok farklı coğrafyalarda geliştiğini, böylece uluslararası iş birliklerinin ve disiplinler arası çalışmaların araştırma gündeminde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Üçüncü olarak, çalışma, yükselen temaları ve yeni yönelimleri işaret ederek gelecekteki araştırmalar için yön gösterici bir çerçeve sunmaktadır. Özellikle blockchain, döngüsel ekonomi, endüstri 4.0 ve dijital dönüşümün sürdürülebilirlik ile kesişiminde yapılacak çalışmaların literatüre yüksek katkı potansiyeli taşıdığı anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, teknoloji yönetimi ve sürdürülebilirlik çalışmalarının disiplinler arası niteliğini güçlendirdiğini, küresel ölçekte giderek daha fazla önem kazandığını ve teorik olduğu kadar pratik yansımalarının da olduğunu ortaya koymaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu biçimde teknoloji yönetimi, geleceğin organizasyonel yapılarının, üretim sistemlerinin ve politikalarının şekillenmesinde kilit bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda çalışma, yalnızca mevcut durumu yansıtmakla kalmamakta, aynı zamanda alandaki araştırmacılara gelecek yönelimleri göstererek literatüre stratejik bir katkı sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, 11(4), 959-975.

Bocken, N. M., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of cleaner production*, 65, 42-56.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 133, 285-296.

Dyllick, T., & Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business strategy and the environment*, 11(2), 130-141.

Elkington, J., & Rowlands, I. H. (1999). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. *Alternatives Journal*, 25(4), 42.

Fahamsyah, M. H., Mawardi, I., Laila, N., & Shabbir, M. S. (2023). Global Islamic banking development: a review and bibliometric analysis using R-Biblioshiny application. *Muqtasid: Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah*, 14(1), 69-92.

Garetti, M., & Taisch, M. (2012). Sustainable manufacturing: trends and research challenges. *Production planning & control*, 23(2-3), 83-104.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy—A new sustainability paradigm? *Journal of cleaner production*, 143, 757-768.

George, G., Merrill, R. K., & Schillebeeckx, S. J. (2021). Digital sustainability and entrepreneurship: How digital innovations are helping tackle climate change and sustainable development. *Entrepreneurship theory and practice*, 45(5), 999-1027.

Ghorbani, B. D. (2024). Bibliometrix: Science mapping analysis with R Biblioshiny based on Web of Science in applied linguistics. In *A scientometrics research perspective in applied linguistics* (pp. 197-234). Cham: Springer Nature Switzerland.

Hilty, L. M., & Aebischer, B. (2014). ICT for sustainability: An emerging research field. *ICT innovations for Sustainability*, 3-36.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232.

Kuhlman, T., & Farrington, J. (2010). What is sustainability?. *Sustainability*, 2(11), 3436-3448.

Nambisan, S., Lyytinen, K., Majchrzak, A., & Song, M. (2017). Digital innovation management. *MIS quarterly*, 41(1), 223-238.

Porter, M. E., & Linde, C. V. D. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of economic perspectives*, 9(4), 97-118.

R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2020). Developing a framework for responsible innovation. In *The ethics of nanotechnology, geoengineering, and clean energy* (pp. 347-359). Routledge.

Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy policy*, 28(12), 817-830.

WCED (The World Commission on Environment and Development) (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.