



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Deniz üzeri rüzgâr enerjisi bibliyometrik analizi: Öncelikli araştırma alanları ve gelişen eğilimler

Bibliometric analysis for offshore wind energy: Priority research areas and emerging trends

Yazarlar (Authors): Esra ÖZKAN AKSU¹, Cevriye GENCER²

ORCID¹: 0000-0003-2142-2221

ORCID²: 0000-0002-3373-8306

To cite to this article: Aksu E. Ö. ve Gencer C., “Deniz Üzeri Rüzgâr Enerjisi Bibliyometrik Analizi: Öncelikli Araştırma Alanları ve Gelişen Eğilimler”, *Journal of Polytechnic*, *(*) : *, (*).

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz: Aksu E. Ö. ve Gencer C., “Deniz Üzeri Rüzgâr Enerjisi Bibliyometrik Analizi: Öncelikli Araştırma Alanları ve Gelişen Eğilimler”, *Politeknik Dergisi*, *(*) : *, (*).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.1653494

Deniz Üzeri Rüzgâr Enerjisi Bibliyometrik Analizi: Öncelikli Araştırma Alanları ve Gelişen Eğilimler

Bibliometric Analysis for Offshore Wind Energy: Priority Research Areas and Emerging Trends

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Deniz üzeri rüzgâr enerjisi alanındaki yayınlar bibliyometrik olarak incelenmiştir. / Offshore wind energy publications were examined bibliometrically.
- ❖ Etkili yazarlar, kurumlar ve ülkeler ile iş birliği ağları analiz edilmiştir. / Key authors, institutions, countries, and collaboration networks were analyzed.
- ❖ Araştırma eğilimleri ve öncü temalar görselleştirme teknikleriyle belirlenmiştir. / Research trends and leading themes were identified through visualization.

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Bu çalışma, deniz üzeri rüzgâr enerjisi literatürünü bibliyometrik yöntemle analiz ederek araştırma eğilimlerini ve iş birliği yapısını ortaya koymaktadır. / This study analyzes offshore wind energy literature using bibliometric methods to reveal research trends and collaboration structure.



Şekil. Çalışmanın akış diyagramı / Figure. Flow diagram of the study

Amaç (Aim)

Bu çalışmanın amacı, deniz üzeri rüzgâr enerjisi literatüründeki eğilimleri ve iş birliği yapısını bibliyometrik analizle ortaya koymaktır. / The study aims to reveal trends and collaboration patterns in offshore wind energy literature through bibliometric analysis.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Çalışmada, 2015–2024 yılları arasında Web of Science veri tabanında yayımlanan 1919 yayın incelenmiş; VOSviewer yazılımı ile bibliyometrik analiz gerçekleştirilmiştir. / The study analyzed 1919 publications from 2015 to 2024 in the Web of Science database using bibliometric analysis through VOSviewer software.

Özgünlük (Originality)

Bu çalışma, yalnızca deniz üzeri rüzgâr enerjisi alanına odaklanan kapsamlı bir bibliyometrik analiz sunarak literatürdeki tematik boşlukları ve öncü araştırma alanlarını detaylı biçimde ortaya koymaktadır. / This study offers a comprehensive bibliometric analysis focused solely on offshore wind energy, revealing thematic gaps and leading research areas in the literature.

Bulgular (Findings)

En fazla yayın ve atıf alan yazarlar, kurumlar ve ülkeler belirlenmiş; anahtar kelime ve bibliyografik analizlerle deniz üzeri rüzgâr enerjisi alanındaki eğilimler görselleştirilmiştir. / The most prolific and cited authors, institutions, and countries were identified; trends in offshore wind energy were visualized through keyword and bibliographic analyses.

Sonuç (Conclusion)

Elde edilen bulgular, DRE alanındaki araştırma yoğunluğunu, iş birliği yapılarını ve gelişen eğilimleri ortaya koyarak gelecek çalışmalara yol gösterici katkılar sunmaktadır. / The findings reveal research intensity, collaboration structures, and emerging trends in offshore wind energy, offering guiding insights for future studies.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The authors of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Deniz Üzeri Rüzgâr Enerjisi Bibliyometrik Analizi: Öncelikli Araştırma Alanları ve Gelişen Eğilimler

Araştırma Makalesi / Research Article

Esra ÖZKAN AKSU^{1*}, Cevriye GENCER²

¹Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Türkiye

²Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 09.03.2025 ; Kabul/Accepted : 21.05.2025 ; Erken Görünüm/Early View : 02.06.2025)

ÖZ

Bu çalışma, deniz üzeri rüzgâr enerjisi alanında yürütülen araştırmaların mevcut durumunu değerlendirmek, öncelikli araştırma konularını ve gelişen eğilimleri ortaya koymak amacıyla bibliyometrik bir analiz sunmaktadır. Çalışma kapsamında, Web of Science veri tabanında 2015-2024 yılları arasında yayımlanmış akademik eserler incelenmiştir. Analiz bulguları, bu alandaki etkili yayınları, öne çıkan araştırmacıları ve önemli iş birliği ağlarını belirlemeye yöneliktir. Sonuçlar, deniz üzeri rüzgâr enerjisi araştırmalarının son yıllarda önemli bir ivme kazandığını ve özellikle güç sistemleri, sürdürülebilirlik, okyanus dinamikleri ile modelleme ve simülasyon alanlarında yoğunlaştığını göstermektedir. Çalışmaların büyük çoğunluğunun akademik dergilerde yayımlandığı ve en fazla katkıyı Amerika Birleşik Devletleri, Çin, İngiltere ve Almanya'nın sağladığı tespit edilmiştir. Yayınların büyük bir kısmı İngilizce olup, en sık kullanılan anahtar kelimeler arasında offshore wind energy, renewable energy ve wind energy yer almaktadır. Bu bağlamda, elde edilen bulguların deniz üzeri rüzgâr enerjisi politikalarının şekillendirilmesine ve sürdürülebilir enerji stratejilerine katkı sağlayabileceği vurgulanmaktadır. Çalışma, sektördeki yenilikçi teknolojilerin ve uygulamaların gelişimini destekleyen değerli bir kaynak sunarak, araştırmacılar ve politika yapıcılar için önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deniz üzeri rüzgâr enerjisi, bibliyometrik analiz, araştırma eğilimleri, yenilenebilir enerji, bilimsel iş birliği.

Bibliometric Analysis for Offshore Wind Energy: Priority Research Areas and Emerging Trends

ABSTRACT

This study presents a bibliometric analysis to evaluate the current state of research in offshore wind energy, identify key research areas, and highlight emerging trends. The analysis is based on academic publications indexed in the Web of Science database from 2015 to 2024. The findings aim to identify the most influential publications, prominent researchers, and significant collaboration networks in the field. The results indicate that research in offshore wind energy has gained significant momentum in recent years, with a particular focus on power systems, sustainability, ocean dynamics, and modeling and simulation. The majority of studies have been published in academic journals, with the United States, China, the United Kingdom, and Germany contributing the most to the field. The predominant language of publications is English, and the most frequently used keywords include offshore wind energy, renewable energy, and wind energy. In this context, the findings emphasize the potential contribution of offshore wind energy research to policy development and sustainable energy strategies. This study serves as a valuable reference for researchers and policymakers by providing insights into innovative technologies and applications in the offshore wind energy sector.

Keywords: Offshore wind energy, bibliometric analysis, research trends, renewable energy, scientific collaboration.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Deniz üzeri rüzgâr enerjisi (DRE), son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yer edinmiş ve sürdürülebilir enerji çözümlerinin temel unsurlarından biri olmuştur. Fosil yakıtların çevresel etkileri ve tükenebilirliği ile ilgili artan kaygılar, temiz ve yenilenebilir enerji alternatiflerine olan ilgiyi artırmıştır. Rüzgâr enerjisi, özellikle deniz üzerindeki rüzgâr çiftlikleri sayesinde önemli bir potansiyel sunmakta ve bu alandaki teknolojik ilerlemelerle birlikte sektördeki araştırmalar hızla artmaktadır [1]. Bu bağlamda, DRE alanındaki araştırmaların evrimini anlamak ve gelecekteki yönelimleri belirlemek büyük önem taşımaktadır.

Bibliyometrik analiz, belirli bir bilimsel alanın gelişimini anlamak, anahtar yazarları, araştırma kurumlarını ve ülkeler arasındaki işbirliğini ortaya koymak için güçlü bir araçtır [2]. Bu yöntem, yazarlar, araştırma kurumları ve ülkeler arasındaki işbirliklerini tanımlamak ve araştırmadaki desenleri ve eğilimleri incelemek amacıyla kullanılmaktadır [3]. Bibliyometrik analiz, niceliksel veri analizi yoluyla araştırma alanlarının evrimini anlamayı ve bilimsel aktörlerin etkileşimlerini ortaya çıkarmayı amaçlar [4].

Bibliyometrik analiz temel olarak iki ana bileşenden oluşur: performans analizi ve bilimsel haritalama [5]. Performans analizi, ülkeler, üniversiteler ve araştırmacılar gibi bilimsel aktörlerin çıktılarını ve etkilerini değerlendirir. Bilimsel haritalama ise bir

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : ozkanesra@gazi.edu.tr

araştırma alanının entelektüel, sosyal veya kavramsal yapısını anlamak için kullanılır ve araştırma alanındaki baskın temaları ve eğilimleri ortaya koyar. Bu analizler, yenilikçi teknolojilerin gelişimine katkı sağlar ve araştırma boşluklarını belirleyerek gelecekteki araştırma fırsatlarını keşfetmeye yardımcı olur [6].

DRE alanındaki araştırmaların hızla artması, bu alandaki anahtar araştırma konularını ve işbirliği ağlarını belirlemek için bibliyometrik analizlerin önemini vurgulamaktadır. Bu çalışma, DRE alanındaki akademik araştırmaların zaman içindeki evrimini, mevcut araştırma eğilimlerini ve kilit araştırmacıları ile işbirliklerini analiz ederek sektöre dair önemli bilgiler sunmayı hedeflemektedir. Son on yılda, Clarivate Analytics'in Web of Science Core Collection (WoS) veri tabanında yayımlanan eserler incelenmiş ve DRE araştırmalarının gelişen eğilimleri, VOSviewer görselleştirme yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, politika yapıcılar ve araştırmacılar için değerli bilgiler sağlanarak, sektördeki yenilikçi teknolojilerin gelişimine katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Bu çalışma, aşağıdaki soruları yanıtlamayı hedeflemektedir:

- DRE alanında hangi ülkeler, kurumlar ve yazarlar faaliyet göstermektedir?
- Hangi dergiler DRE alanına sürekli katkı sağlamaktadır?
- DRE'nin bilgi yapısı ve araştırma geçmişi nasıldır?
- DRE'nin sıcak araştırma konuları ve öncü alanları nelerdir?
- DRE'nin gelecekteki zorlukları ve fırsatları nelerdir?
- Gelecekte DRE alanında çözülmesi en ümit verici problem nedir?

Çalışmanın amacı ve kapsamının açıklandığı bu giriş bölümünün ardından, ikinci bölümde DRE sistemlerinin kavramsal çerçevesi ve temel bileşenleri ele alınmaktadır. Üçüncü bölümde, araştırmada kullanılan veri kaynakları ve uygulanan bibliyometrik analiz yöntemleri detaylandırılmaktadır. Dördüncü bölüm, elde edilen bulguları sunarak ortak yazarlık, atıf analizi, anahtar kelime analizi ve bibliyografik eşleşme gibi temel analizleri içermektedir. Son olarak, beşinci bölümde çalışmanın genel sonuçları özetlenmekte, DRE araştırmalarındaki mevcut eğilimler değerlendirilmekte ve gelecekteki olası araştırma alanları tartışılmaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE (CONCEPTUAL FRAMEWORK)

Bu bölümde, DRE sistemleri ile ilgili temel tanımlar ve ilişkili kavramlar ele alınmıştır. DRE sistemleri, deniz üzerinde kurulan rüzgâr enerjisi santrallerini ifade etmektedir ve sürdürülebilir enerji üretimi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda, DRE sistemlerinin yapı taşlarını oluşturan temel bileşenler, teknolojik gelişmeler ve ilgili kavramlar literatür üzerinden incelenerek, sektördeki güncel eğilimler ve

gelecekteki araştırma alanları hakkında genel bir bakış sunulmuştur.

2.1. Deniz Üzeri Rüzgâr Enerjisi Sistemleri ve Bileşenleri (Offshore Wind Energy Systems and Components)

Tüm diğer enerji sistemleri gibi DRE sistemleri de karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu sistemlerin tasarlanması ve optimize edilmesi, alt sistemlerdeki kısıtlar, değerlendirme kriterleri ve rüzgâr hızının stokastik doğasından kaynaklanan belirsizlikler doğrultusunda gerçekleştirilmelidir [7]. Dolayısıyla, DRE sistemleri; fizik, ekonomi, istatistik, sistem mühendisliği, optimizasyon teorisi ve aerodinamik gibi çeşitli disiplinleri kapsayan çok yönlü bir çalışma alanıdır.

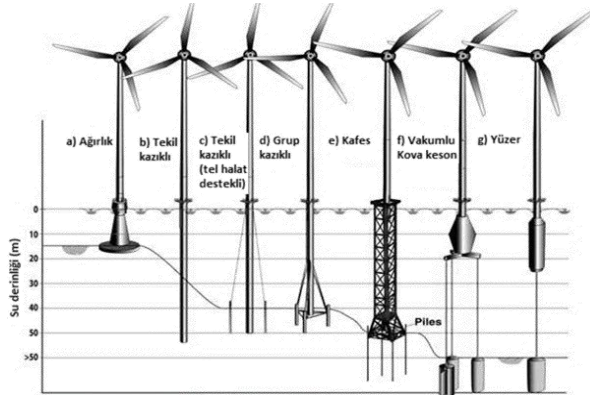
DRE sistemleri, temel olarak rüzgâr türbinleri, denizaltı kabloları, enerji iletim altyapıları ve platformlardan oluşmaktadır. Bu bileşenlerin her biri, sistemin verimliliği, sürdürülebilirliği ve ekonomik uygulanabilirliği üzerinde doğrudan etkiye sahiptir [8].

Rüzgâr türbinleri, DRE sistemlerinin en temel bileşenidir ve kinetik enerjiyi mekanik enerjiye, ardından elektrik enerjisine dönüştürerek güç üretimini sağlar. Deniz üzerindeki güçlü ve sürekli rüzgâr akışları, enerji üretiminde yüksek verimlilik sağlarken, teknolojik ilerlemelerle birlikte türbin boyutlarının artması enerji üretim kapasitesini artırmaktadır [7]. Sabit tabanlı türbinler sığ sularda yaygın olarak kullanılırken, yüzer platformlar derin denizlerde kurulum imkânı sunarak daha geniş bir coğrafyada enerji üretimini mümkün kılmaktadır [9-11].

Denizaltı kabloları, türbinlerde üretilen elektriğin karaya taşınmasını sağlayan kritik bileşenlerdir. Bu kabloların dayanıklılığı, enerji kayıplarını minimize etme kapasitesi ve deniz ortamındaki zorlu koşullara karşı direnci, sistemin genel performansını doğrudan etkileyen faktörler arasındadır [12, 13].

Enerji iletim altyapıları, DRE sistemlerinin ulusal elektrik şebekelerine entegrasyonunu sağlayarak üretilen enerjinin etkin bir şekilde dağıtımını mümkün kılar. Bu süreçte, enerji depolama çözümleri ve akıllı şebeke teknolojileri, sistemin güvenilirliğini artırmada kritik rol oynamaktadır [14].

Platformlar, rüzgâr türbinlerinin deniz yüzeyine güvenli ve stabil bir şekilde monte edilmesini sağlayan yapısal elemanlardır. Sabit platformlar sığ denizlerde kullanılırken, yüzer platformlar daha derin sularda kurulum yapılmasına imkân tanımaktadır [11]. Platformların tasarımı, deniz koşullarına dayanıklılık, maliyet etkinliği ve bakım süreçleri açısından büyük öneme sahiptir [15]. Farklı derinliklerde ve zemin koşullarında kullanılmak üzere yedi farklı temel türü geliştirilmiştir [16]. Bu temel türleri Şekil 1'de görselleştirilmiştir. Rüzgâr santrallerinin, yüksek rüzgâr hızları ve dalga etkilerine karşı dayanıklılığını sağlamak adına, temel yapıların oldukça sağlam ve dayanıklı olması gerekmektedir.



Şekil 1. Deniz üzeri rüzgâr türbini temel çeşitleri ve uygulama derinlikleri [16]. (Offshore wind turbine foundation types of and application depths)

DRE sistemlerinin yalnızca teknik bileşenleri değil, aynı zamanda çevresel etkileri ve ekonomik faktörleri de projelerin başarısını belirleyen kritik unsurlar arasında yer almaktadır. Özellikle kurulum, bakım ve onarım süreçlerinin kara rüzgâr enerjisi santrallerine kıyasla daha karmaşık olması, operasyonel maliyetleri artırmakta ve mühendislik açısından ek zorluklar doğurmaktadır. Bu nedenle, DRE sistemlerinin tasarım ve işletme süreçleri, deniz mühendisliği ve rüzgâr enerjisi mühendisliğinin entegrasyonunu gerektiren disiplinler arası bir yaklaşım gerektirmektedir.

2.2. Deniz Üzeri Rüzgâr Enerjisi Avantajları ve Zorlukları (Advantages and Challenges of Offshore Wind Energy)

DRE sistemlerinin en büyük avantajlarından biri, açık denizlerdeki güçlü ve sürekli rüzgâr akımlarından yararlanarak yüksek enerji üretim kapasitesine ulaşabilmesidir. Bu durum, enerji arz güvenliğini artırırken, karasal rüzgâr santrallerine kıyasla daha

istikrarlı ve yüksek verimli bir enerji üretimi sağlayabilir [12]. Ayrıca, DRE sistemleri kara alanı kullanmadan büyük ölçekli enerji üretimini mümkün kılar ve yerleşim bölgelerine uzak olmaları nedeniyle görsel ve gürültü kirliliği gibi çevresel etkileri minimize eder [17]. Bununla birlikte, kıyı bölgelerinde istihdam yaratma potansiyeli ve yenilikçi teknolojilerle maliyetlerin zaman içinde düşmesi DRE sistemlerinin cazibesini artırmaktadır [8].

Ancak, DRE sistemleri çeşitli teknik, ekonomik ve çevresel zorluklarla karşı karşıyadır [15]. Kurulum ve işletme maliyetleri kara rüzgâr santrallerine kıyasla daha yüksektir ve bakım-onarım süreçleri sert deniz koşulları nedeniyle karmaşık ve maliyetlidir [18]. Enerji iletim altyapısının gerekliliği (örneğin, denizaltı kabloları ve trafo merkezleri) ek maliyetler ve mühendislik gereksinimleri doğurur. Ayrıca, deniz ekosistemine olası etkiler ve diğer denizcilik faaliyetleriyle (örneğin, balıkçılık ve gemi taşımacılığı) olan etkileşimler, projelerin sürdürülebilirliği açısından dikkatle ele alınması gereken konular arasındadır [8]. Çizelge 1, DRE sistemlerinin güçlü ve zayıf yönlerini, fırsatlarını ve tehditlerini içeren bir SWOT analizini sunmaktadır.

2.3. Deniz Üzeri Rüzgâr Enerjisinin Teknolojik Gelişimi ve Sürdürülebilirlik Perspektifi (Technological Development and Sustainability Perspective of Offshore Wind Energy)

DRE teknolojisi son yıllarda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Özellikle rüzgâr türbinlerinin boyutlarındaki artış, enerji üretim kapasitesini ve verimliliğini artırmıştır [19, 20]. Bununla birlikte, deniz üzerindeki türbinlerin sabitlenmesi için kullanılan platform teknolojileri sürekli olarak geliştirilmekte, daha dayanıklı ve maliyet etkin çözümler sunulmaktadır. Gelişmiş kompozit malzemeler ve yenilikçi tasarımlar sayesinde, türbinler hem daha büyük boyutlara

Çizelge 1. Deniz üzeri rüzgâr enerjisi SWOT analizi (SWOT analysis of offshore wind energy)

<i>Güçlü Yönler</i>	<i>Zayıf Yönler</i>
- Yüksek ve sürekli rüzgâr potansiyeli - Kara rüzgâr santrallerine kıyasla daha fazla enerji üretimi - Karasal alan kullanımını azaltması - Daha az görsel ve gürültü kirliliği - Teknolojik gelişmelerle maliyetlerin azalması - Kıyı bölgelerinde istihdam yaratma potansiyeli	- Yüksek yatırım ve işletme maliyetleri - Zorlu deniz koşulları nedeniyle bakım ve onarım güçlükleri - Enerji iletim altyapısının gerekliliği (denizaltı kabloları, trafo merkezleri vb.) - Kurulum ve montaj süreçlerinin karmaşıklığı - Deniz ekosistemine olası olumsuz etkiler
<i>Fırsatlar</i>	<i>Tehditler</i>
- Yenilenebilir enerjiye yönelik küresel teşvik ve destekler - Depolama teknolojilerinin gelişimi ile daha verimli enerji kullanımı - Küresel enerji talebindeki artış ve karbon emisyonlarını azaltma hedefleri - Yüzer platform ve gelişmiş türbin teknolojileri ile derin denizlerde kullanım potansiyeli - Deniz üstü hidrojen üretimi ile entegre enerji sistemleri geliştirme imkânı	- Sert hava koşulları ve iklim değişikliğine bağlı operasyonel riskler - Balıkçılık ve deniz taşımacılığı gibi diğer sektörlerle olası kullanım çatışmaları - Hukuki ve düzenleyici politika belirsizlikleri - Kritik ham madde tedariki ve lojistik kısıtlamalar - Yatırımcılar açısından yüksek finansal riskler

ulaşabilmekte hem de zorlu çevresel koşullara karşı daha dayanıklı hale gelmektedir [21, 22]. Özellikle yüzer deniz üzeri rüzgâr türbinleri, daha derin sularda ve kıyıdan daha uzakta kurulum imkânı sunarak, enerji üretim kapasitesini önemli ölçüde artırmaktadır [23]. Bu teknolojik ilerlemeler, DRE'nin küresel enerji sistemlerindeki rolünü güçlendirmeye devam edecek gibi görünmektedir.

DRE, yenilenebilir enerji kaynakları arasında giderek daha önemli bir yer edinmekte ve sürdürülebilir enerji üretimi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu sistemler, fosil yakıt kullanımını azaltma ve karbon emisyonlarını düşürme açısından büyük bir potansiyel sunmaktadır [24]. Aynı zamanda, enerji maliyetlerini düşürme ve çevresel etkileri en aza indirme noktasında önemli katkılar sağlayabilir. Örneğin, DRE, enerji sistemlerinin toplam yıllık maliyetlerini yaklaşık %2,57 oranında azaltırken, karbon emisyonlarını %39,91 oranında düşürebilmektedir [25]. Bununla birlikte, DRE sistemlerinin çevresel etkileri yalnızca enerji üretim aşamasıyla sınırlı olmayıp, üretim süreçlerinden atık yönetimine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Gelecekte, DRE projelerinin hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından daha verimli ve güvenli hale getirilmesi beklenmektedir.

3. YÖNTEM (METHODOLOGY)

Bu bölümde, araştırmanın amacı, veri toplama süreci ve uygulanan bibliyometrik analiz yöntemleri açıklanmaktadır.

3.1. Araştırmanın Amacı (Research Objective)

Bu çalışma, DRE alanındaki akademik yayınları bibliyometrik analiz yöntemleri ile inceleyerek, bu alandaki araştırma eğilimlerini, bilimsel iş birliklerini ve en çok çalışılan konuları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Nicel veriler ve ölçümsel göstergeler aracılığıyla, alandaki gelişmeler bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilerek araştırmacılar için yol gösterici bir çerçeve sunulması hedeflenmektedir.

3.2. Veri ve Analiz (Data and Analysis)

Bibliyometrik analizlerde yaygın olarak kullanılan çeşitli yazılım araçları, bilimsel alanların evrimini, akademik iş birliklerini ve yeni araştırma eğilimlerini keşfetmek açısından önemli imkânlar sunmaktadır [4]. Ayrıca, görselleştirme ve çok boyutlu analiz özellikleri sayesinde büyük veri setlerinin daha derinlemesine incelenmesine olanak tanımaktadırlar [26]. Araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bibliyometrik yazılım araçları arasında VOSviewer [27-33] ve Bibliometrix [34-39] gibi araçların yanı sıra CiteSpace [40-46], SciMAT [3, 47-50] ve ScientoPy [51-53] gibi araçlar da yer almaktadır. Bu çalışmada, ücretsiz erişim imkânı, geniş görselleştirme kapasitesi ve kullanıcı dostu arayüzü nedeniyle VOSviewer programı tercih edilmiştir. VOSviewer, bilimsel haritalama ve görselleştirme yapmaya olanak tanırken, atıf ilişkileri, yazar iş birlikleri, anahtar kelime

analizleri gibi bibliyometrik unsurların analiz edilmesini sağlamaktadır [31].

Veri kaynağı olarak WoS çekirdek koleksiyonu kullanılmıştır. WoS'un tercih edilmesinin temel nedeni; güvenilir ve yüksek kaliteli akademik yayınları içermesi, ileri düzey bibliyometrik analizlere olanak tanınması ve çeşitli kontrol mekanizmalarıyla araştırma kalitesini desteklemesidir.

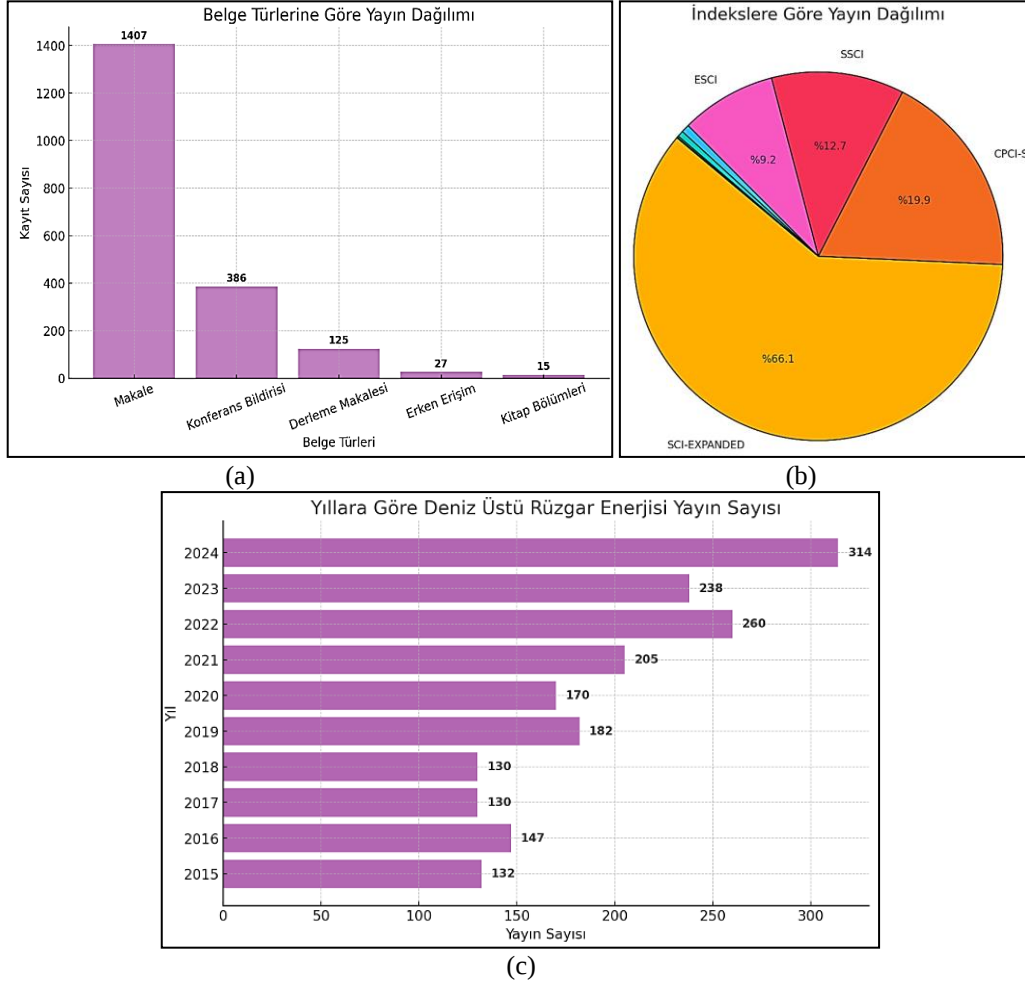
Çalışmada kullanılan veriler, 01.01.2025 tarihinde WoS veri tabanından “offshore wind energy” OR “off-shore wind energy” arama ifadeleriyle “topic” (başlık, özet ve anahtar kelimeler) alanında gerçekleştirilmiş sorgu ile elde edilmiştir. Bu sorgu sonucunda, 2015 yılının başlarından 2024 yılının sonlarına kadar yayımlanmış toplam 1919 akademik yayın tespit edilmiştir.

Veri setinin oluşturulması sürecinde aşağıdaki ön işleme (veri temizliği) adımları uygulanmıştır:

- **Zaman Aralığı Sınırlaması:** Yalnızca 2015–2024 yılları arasında yayımlanan çalışmalar dâhil edilmiştir.
- **Arama Alanı Sınırlaması:** “Topic” araması ile yalnızca başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında anahtar ifadelerle yer veren yayınlar seçilmiştir. Bu sayede konu dışı içeriklerin dâhil edilmesi büyük ölçüde önlenmiştir.
- **Belge Türü Filtrelemesi:** Sadece bilimsel değeri yüksek olan “Makale”, “Konferans Bildirisi”, “Derleme Makalesi” ve “Kitap Bölümü” türündeki yayınlar dâhil edilmiş; “Mektup”, “Toplantı Özeti”, “Haber Yazısı”, “Düzeltilme”, “Editöryal Malzeme”, “Veri Makalesi” gibi niteliksel değeri sınırlı belge türleri kapsam dışı bırakılmıştır.
- **Yinelenen Kayıtların Elenmesi:** WoS'un kendi arayüzü üzerinden yinelenen kayıtlar otomatik olarak filtrelenmiş ve konu dışı içerikler anahtar kelime tabanlı aramanın dar kapsamı nedeniyle doğal olarak veri setine yansımamıştır.

Bu temel veri temizliği adımları sonucunda, kapsamlı ancak odaklanmış bir veri seti elde edilmiş ve bibliyometrik analiz süreci bu veri seti üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu veri setindeki yayınların tür dağılımı Şekil 2.a'da gösterilmiştir. Yayınlardaki araştırma makaleleri ve konferans bildirileri büyük çoğunluğu oluşturmaktadır ve bu da araştırmanın gelişimini teşvik etmek için faydalıdır. Şekil 2.b'deki çalışmalara ait yayınların indekslere göre dağılımını gösteren diyagrama göre, yayınların büyük bir kısmı SCI-EXPANDED (%66.128) kapsamında yer almakta olup, bunu sırasıyla CPCI-S (%19.906), SSCI (%12.715) ve ESCI (%9.171) indeksleri takip etmektedir.

Şekil 2.c'deki grafik incelendiğinde DRE alanındaki akademik yayın sayılarında, yıllar içinde belirgin bir artış eğilimi gözlemlenmektedir. Bu eğilim, hem teknolojik gelişmelerin hem de sürdürülebilir enerjiye yönelik küresel ilginin giderek artmasıyla ilişkilendirilebilir. Özellikle son yıllarda yayın sayılarındaki ivmelenme, DRE'nin enerji politikalarında daha fazla yer edinmeye



Şekil 2. Deniz üzeri rüzgâr enerjisi çalışmalarının (a) belge türlerine (b) indekslere (c) yıllara göre dağılımı (Distribution of offshore wind energy studies by (a) document types (b) indexes (c) years)

başladığını ve araştırmacılar tarafından daha fazla ilgi gördüğünü göstermektedir. Bu artış eğilimi, sektördeki yatırımların artması, hükümet teşvikleri, enerji arz güvenliği konularının öne çıkması ve rüzgâr enerjisi teknolojilerindeki yeniliklerle de ilişkilendirilebilir. Ayrıca, akademik literatürdeki bu genişleme, interdisipliner çalışmaların yaygınlaşması ve mühendislik, çevre bilimleri, ekonomi gibi farklı disiplinlerden gelen araştırmacıların bu alana yönelmesiyle desteklenmektedir. Özellikle belirli yıllarda yayın sayılarındaki artışın hızlanması, büyük ölçekli projelerin hayata geçirilmesi, yeni politika düzenlemeleri veya bilimsel iş birliklerinin genişlemesi gibi faktörlerle açıklanabilir. Bu eğilimin devam etmesi, DRE'nin gelecekte enerji üretiminde daha kritik bir rol üstlenmeye devam edeceğine işaret etmektedir.

Disiplinler açısından değerlendirildiğinde, çalışmaların büyük çoğunluğu mühendislik (%44,4) ve enerji-yakıt (%41,2) alanlarında yoğunlaşırken, bilim ve teknoloji (%20,8), çevre bilimleri ve ekoloji (%15,5), oşinografi (%11,4), termodinamik (%3,7), işletme ve ekonomi (%3,4), deniz-tatlı su biyolojisi (%3,2), fizik (%2,8), malzeme bilimi (%2,6), bilgisayar bilimi (%2,6), meteoroloji ve atmosfer bilimleri (%2,4), jeoloji (%2,3),

kimya (%2,2) ve balıkçılık (%2,1) gibi farklı disiplinlerde de çalışmaların bulunduğu görülmektedir.

WoS veri tabanının sürekli güncellenmesi sebebiyle, aynı arama modelinin farklı zaman dilimlerinde uygulanması sonucunda elde edilecek verilerde küçük farklılıklar gözlemlenebileceği unutulmamalıdır. Analiz edilen veri seti, araştırmacılar, atıf yapılan çalışmalar, yayımlandıkları dergiler, ülkeler, kurumlar ve kullanılan anahtar kelimeler temelinde değerlendirilmiş; bilimsel iş birlikleri, atıf bağlantıları ve araştırma eğilimleri detaylı olarak incelenmiştir.

3.3. Araştırma Metodu (Research Methodology)

Mevcut araştırmada izlenen aşamalar Şekil 3'te gösterilen akış şeması ile özetlenmektedir. İlk olarak, 2015-2024 yılları arasında yayımlanan ilgili akademik çalışmalar 01 Ocak 2025 tarihinde WoS veri tabanından elde edilmiş ve yayın türü ile yıllara göre dağılım eğilimleri analiz edilmiştir. Daha sonra, VOSviewer kullanılarak yazarlar, kurumlar ve ülkeler/bölgeler arasındaki iş birlikleri incelenmiş ve bilimsel ortaklık ağları ortaya konmuştur. Son olarak, aynı yazılım aracılığıyla atıf analizleri, dergi ve belge tabanlı değerlendirmeler ile anahtar kelime analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizler, DRE alanındaki



Şekil 3. Bibliyometrik analiz yöntemini gösteren detaylı akış diyagramı (Detailed flow diagram of the bibliometric analysis methodology)

araştırma yönelimlerini ve öncelikli konuları belirlemeye katkı sağlarken, kümelenme analizi aracılığıyla alandaki önemli bilgi birikimini ve bilimsel gelişim süreçlerini ortaya koymaya yardımcı olmuştur.

4. BULGULAR (FINDINGS)

Bu bölümde, çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen bulgular detaylı olarak sunulmakta ve değerlendirmeye tabi tutulmaktadır.

4.1. Ortak Yazar Analizi (Co-authorship Analysis)

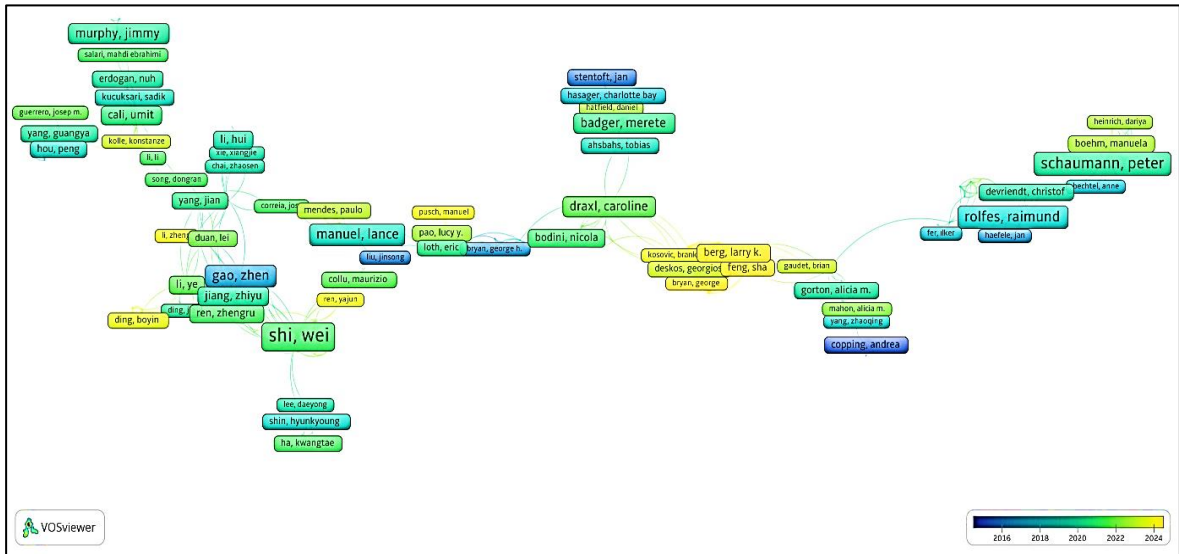
Bu analizde, VOSviewer görselleştirme yazılımı DRE alanında yazarlar, kurumlar ve ülkeler/bölgeler arasındaki iş birliği ilişkisini analiz etmek amacıyla kullanılmıştır.

4.1.1. Yazarlar düzeyinde ortak yazar analizi (Author-level co-authorship analysis)

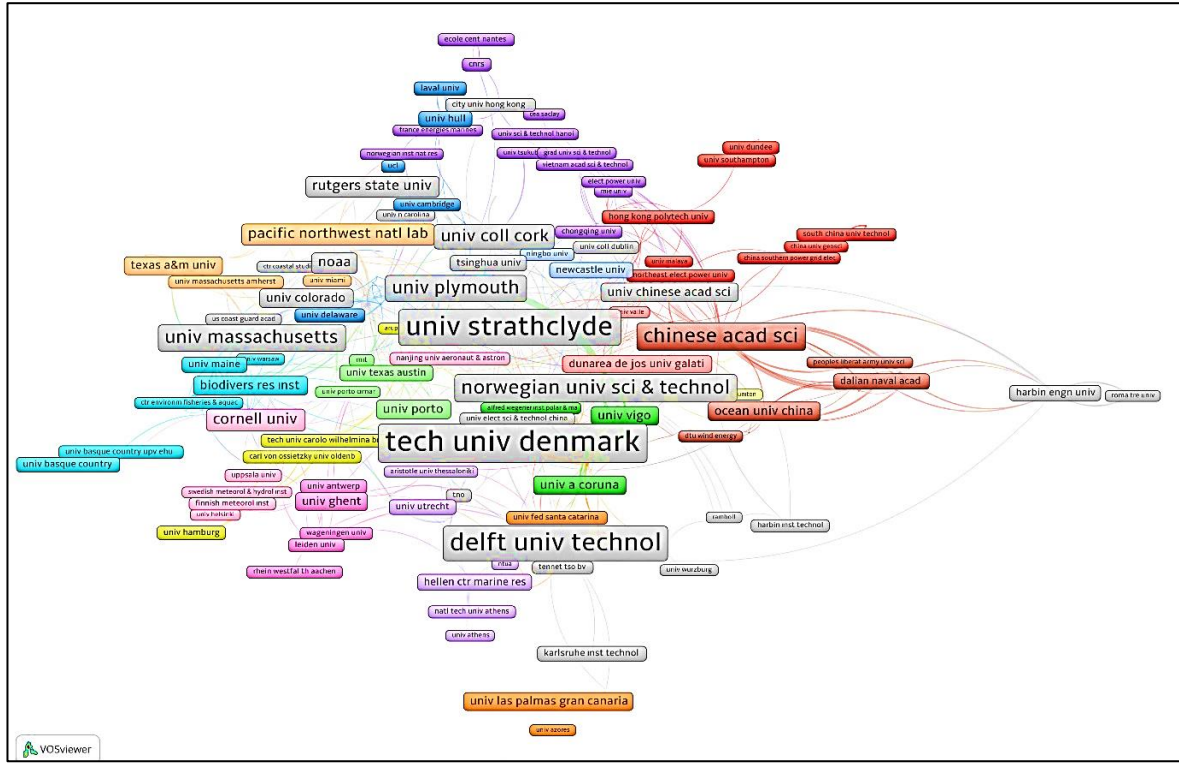
En fazla bağlantıya sahip ve en yoğun iş birliği içinde bulunan yazarları belirlemek amacıyla, en az beş yayına

sahip olma kriterine dayalı olarak bir ortak yazarlık ağı oluşturulmuştur.

Şekil 4'te sunulan ortak yazar analizi incelendiğinde, yazarlar arasındaki işbirliğini gösteren ağda toplam 173 araştırmacının 17 farklı kümede gruplandığı ve 487 bağlantının bulunduğu belirlenmiştir. DRE alanında en fazla yayına sahip olan yazar, 21 makale ile G. Iglesias olup, aynı zamanda 1293 atıf ile en çok atıf alan araştırmacı konumundadır. Yayın sayısı bakımından Iglesias'ı 13 makale ile Wei Shi ve 11 makale ile S. Astariz takip etmektedir. Bununla birlikte, en fazla atıf alan ikinci ve üçüncü yazarlar sırasıyla 680 atıf ile C. Perez-Collazo ve 609 atıf ile Zhen Gao'dur. Dikkat çeken bir diğer bulgu ise, Perez-Collazo'nun yalnızca 4 ve Gao'nun 8 yayına sahip olmasına karşın, bu çalışmalara yapılan atıf sayılarının oldukça yüksek olmasıdır. Bu durum, söz konusu yazarların çalışmalarının alandaki diğer araştırmacılar tarafından yoğun şekilde referans



Şekil 4. Yazarlar arasındaki iş birliklerini gösteren ortak yazarlık ağı (Co-authorship network representing collaboration among authors)



Şekil 5. Kurumlar arası iş birliğini gösteren ortak yazar bağları (Co-Authorship networks representing collaboration among

alındığını ve literatüre önemli katkılar sunduğunu göstermektedir.

4.1.2. Kurumlar düzeyinde ortak yazar analizi (Organization-level co-authorship analysis)

Kurumlar arasındaki ortak yazarlık analizini gerçekleştirmek amacıyla, en az iki yayına sahip ve en az bir atıf almış kurumların dâhil edildiği bir ağ haritası oluşturulmuş ve Şekil 5'te sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre, 504 kurum 35 farklı kümede toplanmış olup, aralarındaki toplam bağlantı sayısı 1306 olarak belirlenmiştir. DRE alanında en fazla yayın yapan kurumlar arasında Danimarka Teknik Üniversitesi 50 yayın ile ilk sırada yer alırken, onu 45 yayın ile Strathclyde Üniversitesi ve 42 yayın ile Delft Teknik Üniversitesi takip etmektedir. Atıf sayıları açısından değerlendirildiğinde ise, en fazla atıf alan kurum 1477 atıf ile Plymouth Üniversitesi olup, ardından 1159 atıf ile Strathclyde Üniversitesi ve 964 atıf ile Cranfield Üniversitesi gelmektedir. Bu bulgular, belirli kurumların DRE araştırmalarında hem üretkenlik hem de etki açısından öne çıktığını göstermektedir.

4.1.3. Ülkeler/bölgeler düzeyinde ortak yazar analizi (Countries/regions-level co-authorship analysis)

Ülkeler arasındaki ortak yazarlık ilişkilerini analiz etmek amacıyla, en az iki yayına sahip ve en az bir atıf almış ülkelerin dâhil edildiği bir ağ haritası oluşturulmuştur. Bu analiz kapsamında, ülkeler arası iş birliğini temsil eden ortak yazar bağlantıları Şekil 6'da sunulmaktadır.

Şekil 6 incelendiğinde, iş birliği yoğunluğu en yüksek ülkeler arasındaki analiz sonuçlarına göre, toplam 64

ülkenin 10 farklı kümede gruplandığı ve aralarındaki bağlantı sayısının 387 olduğu belirlenmiştir. DRE alanında en fazla yayına sahip ülkeler sırasıyla 377 yayın ile Amerika Birleşik Devletleri, 309 yayın ile Çin Halk Cumhuriyeti ve 200 yayın ile İngiltere olarak tespit edilmiştir. Bu ülkeleri, 197 yayın ile Almanya, 157 yayın ile İspanya, 124 yayın ile Norveç ve 114 yayın ile Danimarka takip etmektedir. Atıf sayıları açısından değerlendirildiğinde ise, en fazla atıf alan ülkenin 6268 atıf ile İngiltere olduğu, onu 5785 atıf ile Amerika Birleşik Devletleri ve 5283 atıf ile Çin Halk Cumhuriyeti'nin izlediği görülmektedir. Bu bulgular, belirli ülkelerin DRE araştırmalarında hem üretkenlik hem de akademik etki açısından öne çıktığını göstermektedir.

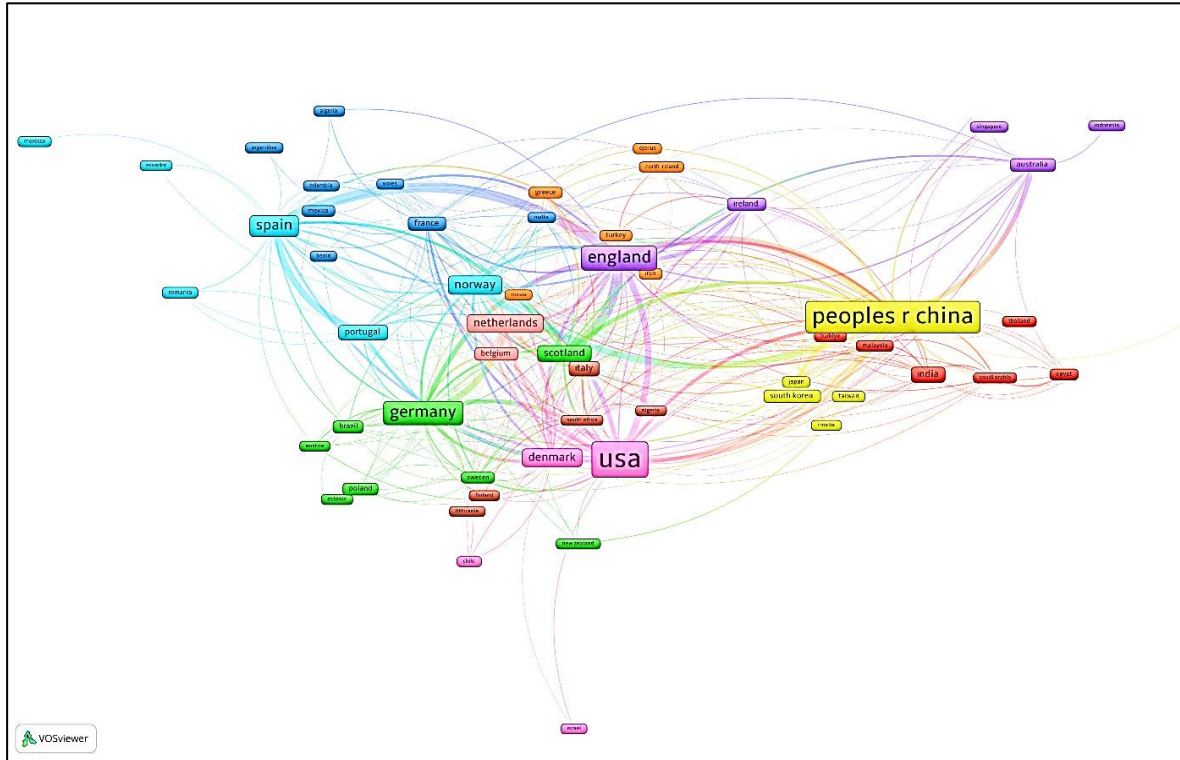
4.2. Atıf Analizi (Citation Analysis)

Bu bölümde, VOSviewer görselleştirme yazılımı DRE alanındaki atıf ilişkilerini incelemek amacıyla kullanılmıştır. Analiz, yazarlar, kurumlar ve ülkeler/bölgeler arasındaki atıf bağlantılarını belirleyerek akademik iş birliklerinin ve araştırma etkisinin ortaya konmasını amaçlamaktadır.

4.2.1. Yazar düzeyinde atıf analizi (Author-level citation analysis)

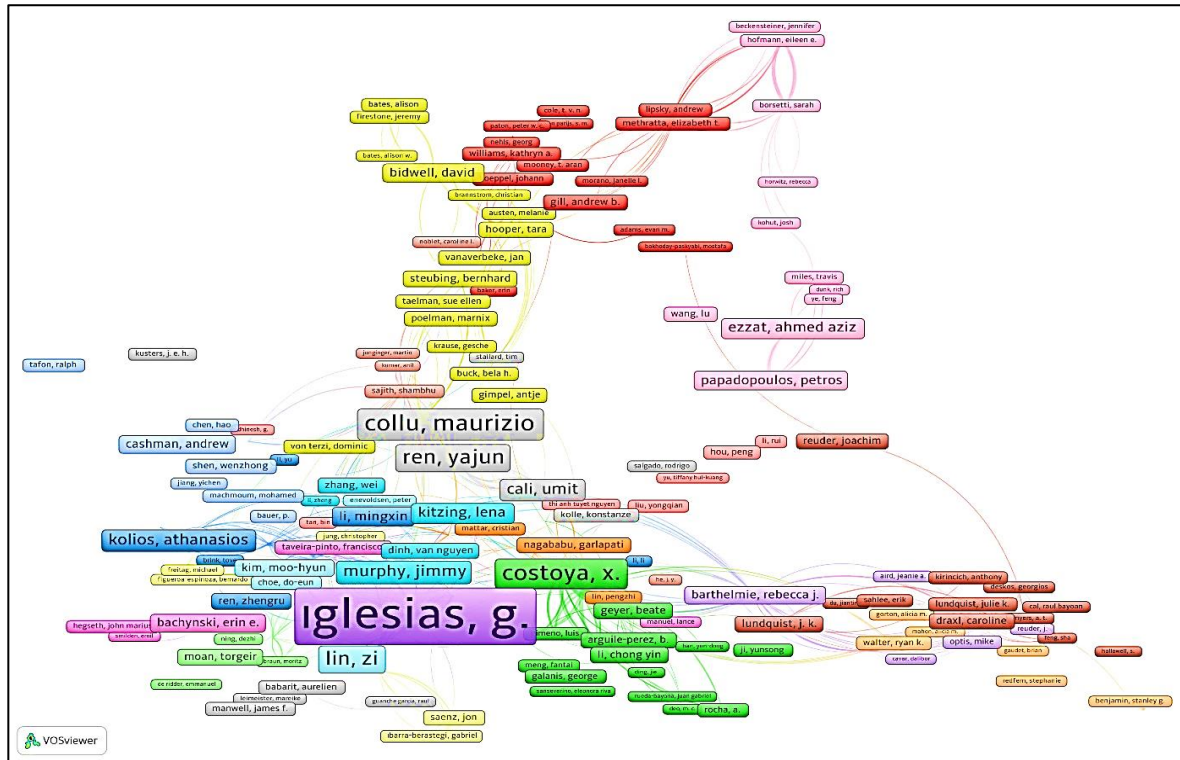
Yazarlar arasındaki atıf ağlarını belirlemek amacıyla, en az iki yayına sahip ve en az bir atıf almış araştırmacıları içeren bir ağ haritası oluşturulmuş ve Şekil 7'de sunulmuştur.

Yapılan analiz sonucunda, birbirleriyle bağlantılı olduğu tespit edilen toplam 788 yazarın, 26 farklı kümede



Şekil 6. Ülkeler arası iş birliğini gösteren ortak yazar bağları (Co-authorship networks representing collaboration among

gruplandığı ve aralarındaki toplam bağlantı sayısının Şekil 7’de sunulan analiz bulgularına göre, DRE alanında 6547 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu ağ içerisinde en fazla atıf alan yazarların sırasıyla 1293 atıf ile G. Iglesias, 680 atıf ile C. Perez-Collazo ve 609 atıf ile Zhen



Şekil 7. Yazarların atıf ağları (Citation networks of authors)

Gao olduğu görülmektedir. Bu bulgular, söz konusu yazarların literatürde geniş bir referans ağı oluşturduğunu ve DRE araştırmalarında önemli bir akademik etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

4.2.2. Kurum düzeyinde atıf analizi (Organization-level citation analysis)

Kurumlar arasındaki atıf ilişkilerini analiz etmek amacıyla, en az iki yayına sahip ve en az bir atıf almış kurumların dâhil edildiği bir ağ haritası oluşturulmuş ve Şekil 8’de sunulmuştur. Bu kapsamda, atıf bağlantıları bulunan toplam 541 kurum üzerinde bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, kurumlar 25 farklı kümede gruplandırılmış olup, aralarındaki toplam bağlantı sayısı 4717, toplam bağlantı gücü ise 7314 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 8’de sunulan analiz bulgularına göre, atıf sayıları açısından Plymouth Üniversitesi 1477 atıf ile ilk sırada yer alırken, onu 1159 atıf ile Strathclyde Üniversitesi ve 964 atıf ile Cranfield Üniversitesi takip etmektedir. Bu sonuçlar, söz konusu üniversitelerin DRE alanında yalnızca yayın üretkenliği açısından değil, aynı zamanda akademik etkileri bakımından da öne çıktığını göstermektedir.

4.2.3. Ülke/bölge düzeyinde atıf analizi (Country/region-level citation analysis)

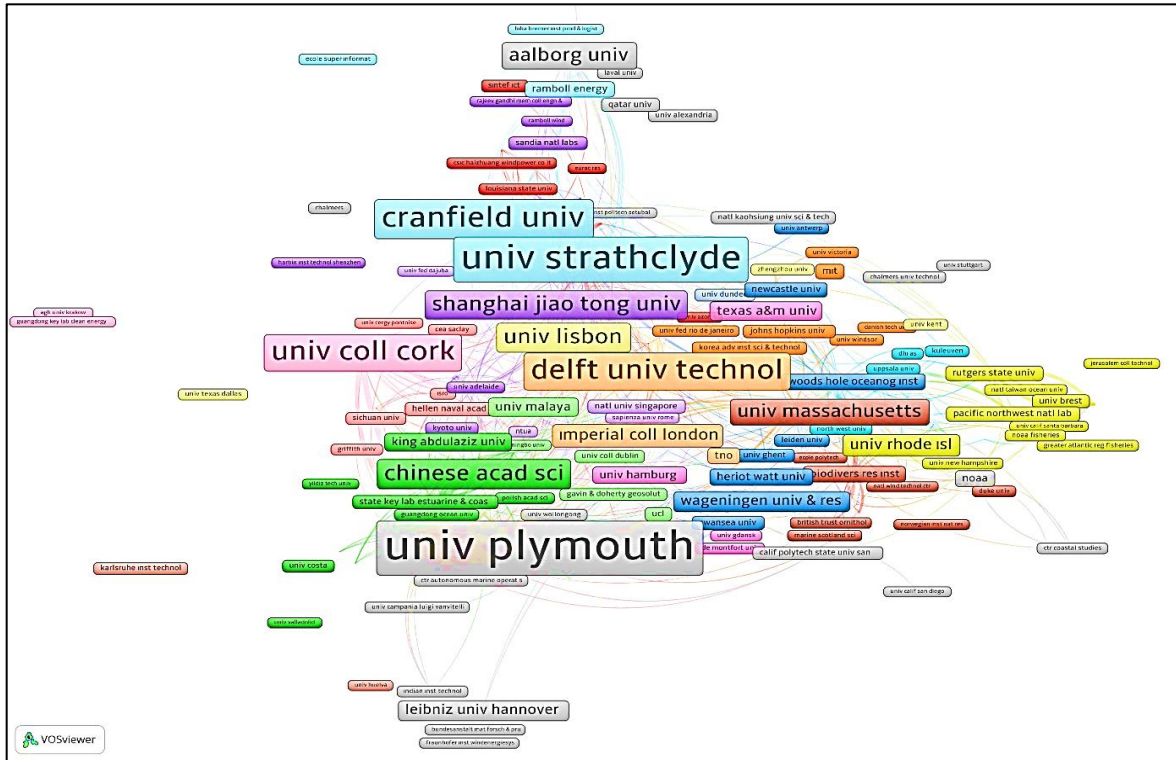
Ülkelerin yayınlarına yapılan atıf ilişkilerini analiz etmek amacıyla, en az iki yayına sahip ve en az bir atıf almış

ülkelerin dâhil edildiği bir ağ haritası oluşturulmuş ve analiz edilmiştir. Bu kapsamda, atıf bağlantıları bulunan toplam 65 ülke üzerinde bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

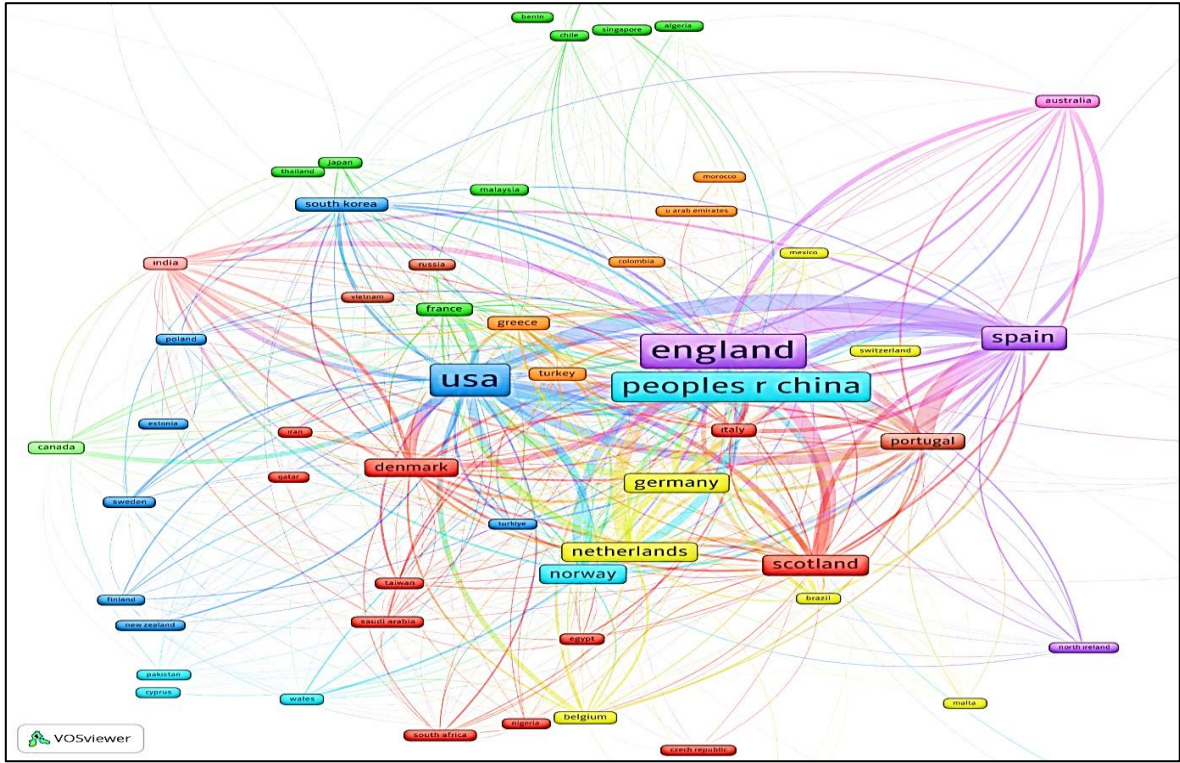
Analiz sonuçlarına göre, ülkeler 12 farklı kümede gruplandırılmış olup, aralarındaki toplam bağlantı sayısı 704, toplam bağlantı gücü ise 4857 olarak hesaplanmıştır. Şekil 9’da sunulan analiz bulgularına göre, atıf sayıları açısından İngiltere 6268 atıf ile ilk sırada yer alırken, onu 5785 atıf ile Amerika Birleşik Devletleri ve 5283 atıf ile Çin Halk Cumhuriyeti takip etmektedir. Bu bulgular, söz konusu ülkelerin DRE araştırmalarındaki akademik etki düzeyinin yüksek olduğunu ve literatürde geniş bir atıf ağına sahip olduklarını göstermektedir.

4.3. Yazar Anahtar Kelimelerinin Birlikte Geçiş (Eşleşme) Analizi (Co-occurrence Analysis of Author Keywords)

DRE alanındaki yayınlarda en sık kullanılan anahtar kelimeleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilen analizde, en az beş kez tekrarlanan terimler değerlendirmeye alınmıştır. Bu kriter doğrultusunda, offshore wind energy (deniz üzeri rüzgâr enerjisi) 535 tekrar ile en yaygın kullanılan anahtar kelime olurken, onu 151 tekrar ile wind energy (rüzgâr enerjisi), 137 tekrar ile offshore wind (deniz üzeri rüzgâr), 127 tekrar ile renewable energy (yenilenebilir enerji) ve 67 tekrar ile offshore



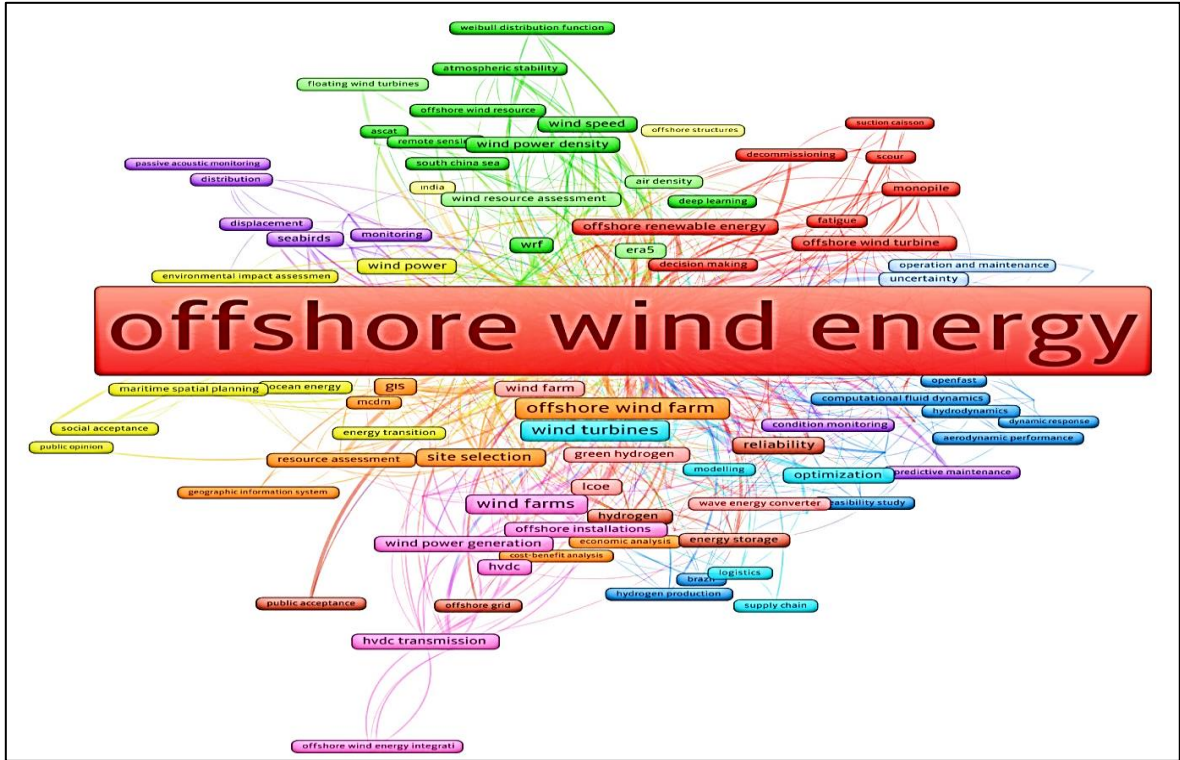
Şekil 8. Kurumların atıf ağları (Citation networks of organizations)



Şekil 9. Ülkelerin atıf ağları (Citation networks of countries)

wind farm (deniz üzeri rüzgâr çiftliği) ifadeleri takip kelimeler offshore wind energy, wind energy ve renewable energy olarak öne çıkmaktadır.

Şekil 10'da sunulan analiz bulgularına göre, toplam Aralarındaki bağlantılar dikkate alındığında, analiz 177 bağlantı gücü açısından en etkili anahtar gözlem birimi üzerinden gerçekleştirilmiş ve bu



Şekil 10. Anahtar kelime ağ analizi (Keyword network analysis)

çalışmaların Soukissian (2017c), Martinez (2022b) ve Tercan (2020) olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, belirli çalışmaların DRE alanındaki akademik literatürde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve geniş çapta referans alındığını göstermektedir.

4.4. Bibliyografik Eşleşme Analizi (Bibliographic Coupling Analysis)

Bu bölümde, DRE alanındaki akademik yayınların ve kaynakların bibliyografik eşleşme ilişkileri analiz edilerek, literatürdeki en güçlü atıf bağlantılarına sahip çalışmalar ve yayınlar belirlenmiştir. Bibliyografik eşleşme, iki farklı çalışmanın aynı kaynağa atıfta bulunması durumunda ortaya çıkan akademik ilişkiyi ifade eder. Bu analiz yöntemi, belirli yayınların ve kaynakların literatürdeki konumunu, etkisini ve araştırma alanındaki bağlantılarını anlamak için kullanılmaktadır.

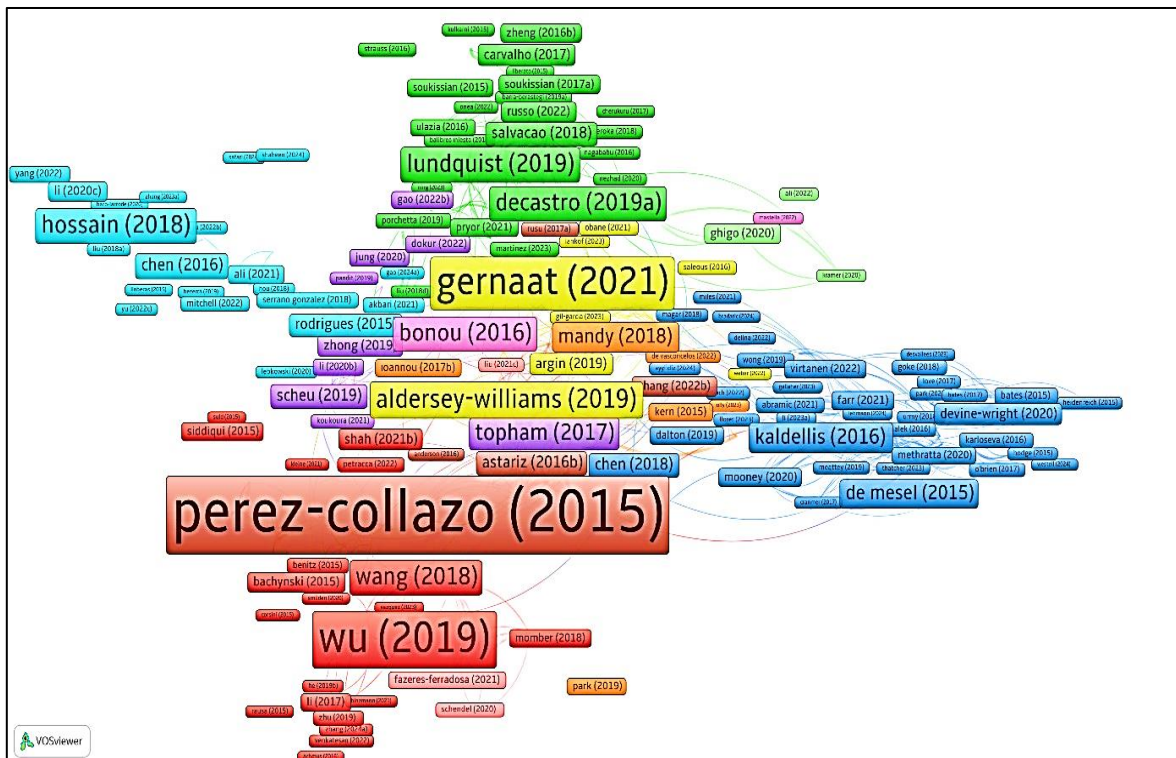
4.4.1. Yayın düzeyinde bibliyografik eşleşme analizi (Document-level bibliographic coupling analysis)

Bu analiz kapsamında, en az iki atıf almış yayınlar değerlendirilerek bibliyografik eşleşme ağı oluşturulmuş ve Şekil 11’de sunulmuştur. Yapılan analiz sonucunda, 1371 yayın arasında toplam 60626 bağlantının bulunduğu ve ağdaki toplam bağlantı gücünün 98514 olarak hesaplandığı belirlenmiştir. Ayrıca, analiz edilen yayınların 11 farklı kümede gruplandığı görülmüştür. ●

4.4.2. Kaynak düzeyinde bibliyografik eşleşme analizi (Source-level bibliographic coupling analysis)

Kaynak düzeyinde bibliyografik eşleşme analizi, belirli akademik dergiler ve yayın organları arasındaki atıf ilişkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, en az iki yayın üretmiş ve en az bir atıf almış kaynaklar değerlendirilerek bir bibliyografik eşleşme ağı oluşturulmuş ve Şekil 12’de sunulmuştur. Yapılan analiz sonucunda, 208 akademik kaynak arasında toplam 7519 bağlantının bulunduğu ve ağdaki toplam bağlantı gücünün 100288 olarak hesaplandığı belirlenmiştir. Ayrıca, bu kaynakların 9 farklı kümede gruplandığı tespit edilmiştir.

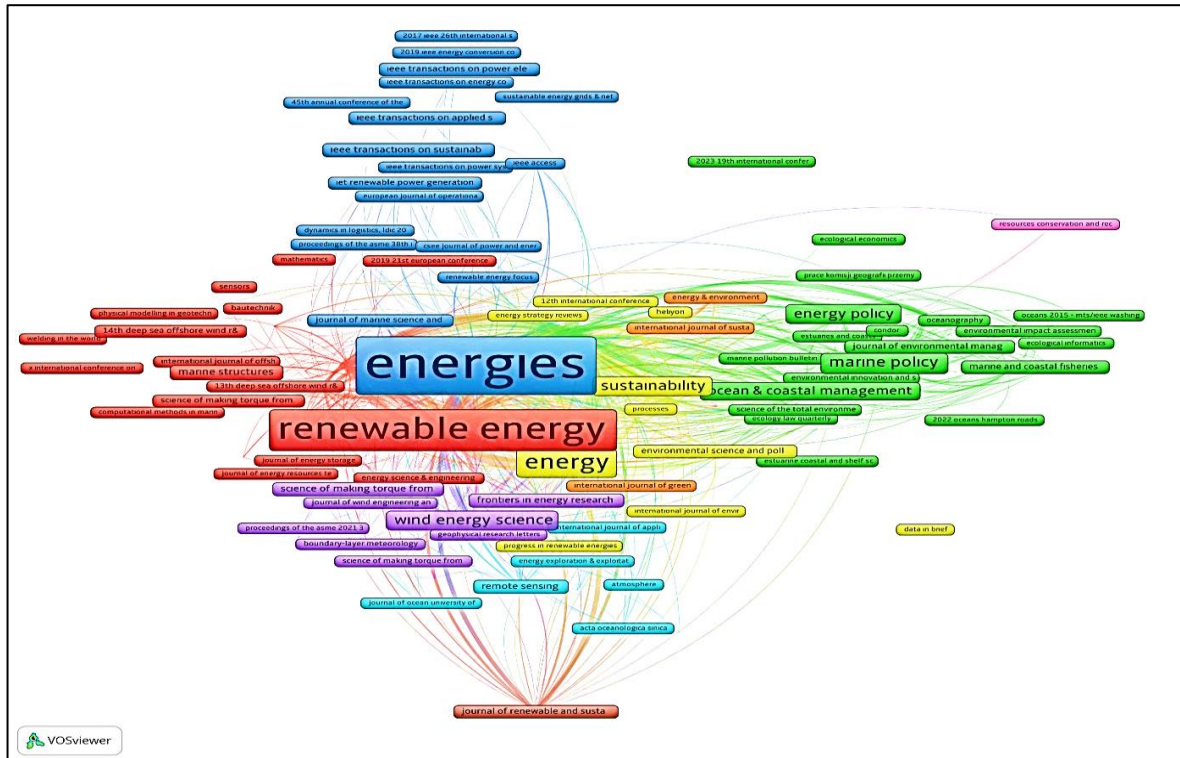
Şekil 12’de sunulan analiz bulgularına göre, en fazla bibliyografik eşleşmeye sahip kaynaklar sırasıyla 3823 alıntı ile Renewable & Sustainable Energy Reviews, 3012 alıntı ile Renewable Energy ve 1860 alıntı ile Energy olmuştur. Yayın sayısı açısından değerlendirildiğinde ise, Energies (114 yayın), Renewable Energy (75 yayın) ve Ocean Engineering (69 yayın) en fazla yayına sahip dergiler olarak öne



Şekil 11. Yayınların bibliyografik eşleşme ağı (Bibliographic coupling network of documents)

Şekil 11'de sunulan sonuçlara göre, en fazla bibliyografik eşleşmeye sahip yayınlar sırasıyla 481 alıntı ile Perez-Collazo (2015), 331 alıntı ile Wu (2019) ve 298 alıntı ile Gernaat (2021) olarak tespit edilmiştir. Öte yandan, toplam bağlantı gücü açısından en etkili

çıkılmaktadır. Bu veriler, belirli akademik dergilerin DRE alanındaki araştırmalarda önemli bir referans kaynağı olarak kullanıldığını ve alana yön veren çalışmaların büyük ölçüde bu yayın organlarında yer aldığını göstermektedir.

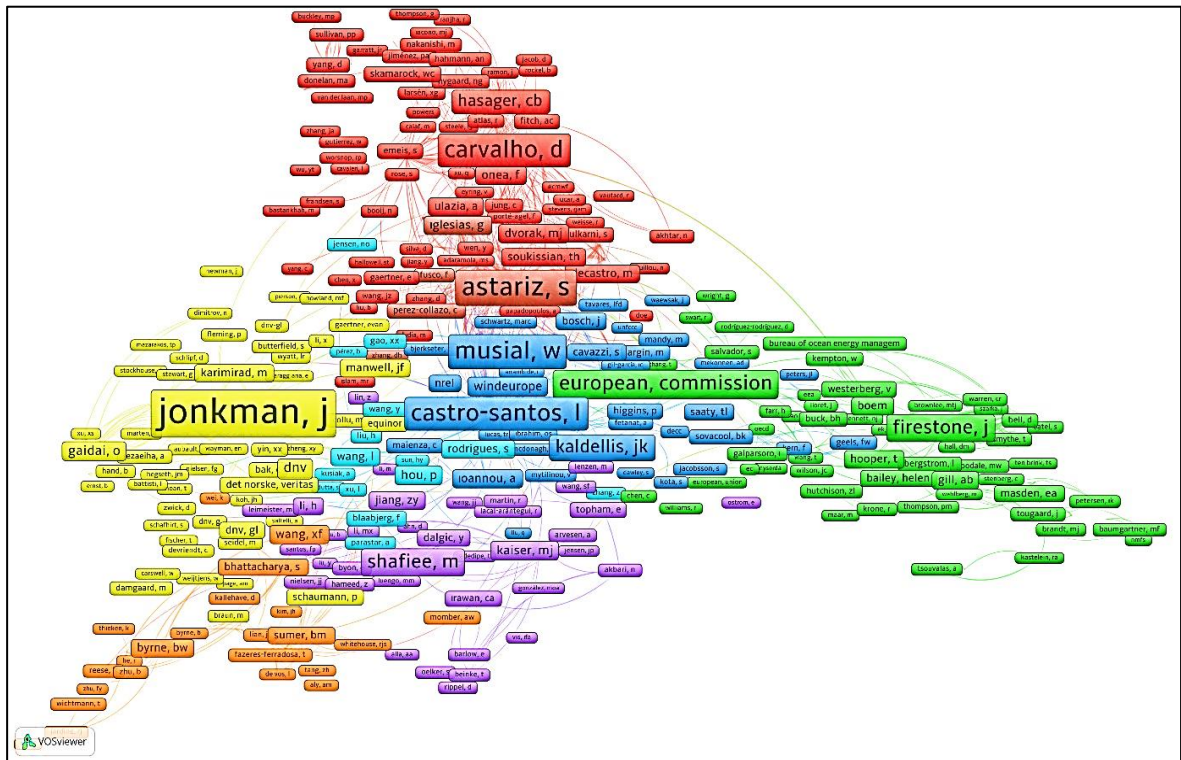


Şekil 12. Kaynakların bibliyografik eşleşme ağı (Bibliographic coupling networks of sources)

4.5. Atıf Alan Yazarların Eş Atıf Analizi (Co-Citation Analysis of Cited Authors)

Akademik literatürde, bir çalışmada atıfta bulunulan farklı kaynakların aynı anda referans verilmesi ortak atıf (co-citation) olarak tanımlanmaktadır. Bu analiz

kapsamında, en az 10 atıf almış yazarlar değerlendirmeye alınarak, akademik çalışmalar arasında ortak atıf ilişkilerinin belirlenmesine yönelik bir ağ haritası oluşturulmuş ve Şekil 13'te sunulmuştur. Yapılan analiz sonucunda, toplam 1288 akademik birim arasında



Şekil 13. Atıf alan yazarların ortak atıf ağı (Co-citation network of cited authors)

126288 bağlantının bulunduğu ve ağdaki toplam bağlantı gücünün 344945 olarak hesaplandığı tespit edilmiştir. Ayrıca, analiz edilen yazarların 8 farklı kümede gruplandığı belirlenmiştir.

Şekil 13'te sunulan analiz bulgularına göre, literatürde en fazla ortak atıf alan yazarlar sırasıyla 284 atıf ile J. Jonkman, 199 atıf ile S. Astariz ve 181 atıf ile W. Musial olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular, söz konusu yazarların DRE alanındaki akademik literatürde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve çalışmalarının geniş çapta referans alındığını göstermektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME (CONCLUSION AND EVALUATION)

Bu araştırma, DRE alanındaki akademik çalışmaların mevcut durumunu kapsamlı bir şekilde değerlendirmek amacıyla, 2015-2024 yılları arasında Web of Science veri tabanında indekslenen 1919 yayını bibliyometrik açıdan analiz etmiştir. Bununla birlikte, çalışmanın belirli kısıtları bulunmaktadır. Analiz kapsamında yalnızca WoS Core Collection veri tabanında listelenen çalışmalar incelenmiş olup, Türkiye'de TÜBİTAK ULAKBİM ve YÖK Tez Arşivi gibi yerel kaynakların yanı sıra, uluslararası düzeyde Scopus ve PubMed veri tabanlarında yer alan çalışmalar ile çevrimiçi erişime sunulmayan diğer araştırmalar değerlendirme kapsamı dışında kalmıştır. Bu durum, çalışmanın en önemli sınırlılıkları arasında yer almaktadır.

Elde edilen sonuçlar, DRE alanındaki yayın faaliyetlerinin özellikle son yıllarda belirgin bir artış gösterdiğini ve bu büyümenin de büyük ölçüde Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Birleşik Krallık ve Almanya gibi ülkelerin öncülüğünde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bu ülkelerdeki önde gelen üniversiteler ve araştırma merkezleri, yoğun yayın çıktıları ve uluslararası işbirlikleriyle DRE araştırmalarına öncülük etmekte; alanda etkili çalışmalara imza atan belirli araştırmacılar (örneğin, G. Iglesias, J. Jonkman, W. Musial gibi) literatürün şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkelerin DRE literatürüne katkılarının görece sınırlı kaldığı görülmüş, bu da DRE teknolojilerinin küresel ölçekte yaygınlaşması ve bilgi transferi açısından önemli bir boşluk olduğuna işaret etmektedir. Bu boşluğun giderilmesi için gelişmekte olan ülkelere DRE alanında araştırma kapasitesinin artırılmasına yönelik çeşitli stratejiler önerilmektedir. Bunlar arasında, ulusal düzeyde fon mekanizmalarının çeşitlendirilmesi ve sürdürülebilir enerji araştırmalarına özgü destek programlarının oluşturulması öne çıkmaktadır. Ayrıca, gelişmiş ülkelerle yapılacak çok taraflı iş birlikleri, ortak projeler ve bilgi paylaşım platformları aracılığıyla bilgi ve teknoloji transferinin desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Yükseköğretim kurumları ve araştırma merkezleri arasında kurulacak akademik ağlar ve eğitim programları da, bu ülkelere nitelikli insan kaynağı gelişimini teşvik ederek literatüre katkı potansiyelini artıracaktır.

DRE çalışmalarının ağırlıklı olarak Energies, Renewable Energy ve Ocean Engineering gibi alan odaklı akademik dergilerde yayımlandığı tespit edilmiş; dolayısıyla bu dergiler, DRE araştırmalarının süreklilikle paylaşıldığı başlıca platformlar olarak öne çıkmıştır.

Bibliyometrik haritalama ve atıf analizleri, DRE'nin bilgi yapısını ve araştırma geçmişini aydınlatan önemli bulgular sunmaktadır. Anahtar kelime birlikte kullanım analizi sonuçlarına göre, literatürde en sık "offshore wind energy", "renewable energy" ve "wind energy" terimlerinin kullanıldığı belirlenmiştir; bu ortak terminoloji, çalışmaların büyük ölçüde yenilenebilir enerji politikaları, teknolojik yenilikler ve rüzgâr enerjisinin genel çerçevesi üzerine inşa edildiğini göstermektedir. Ortak atıf ve bibliyografik eşleşme analizleri ise DRE alanındaki entelektüel birikimin odaklandığı temaları ve bu temaların zaman içindeki evrimini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, literatürde rüzgâr türbinlerinin tasarımı ve performansı, deniz yapıları (örneğin platformlar ve temeller) ve enerji iletimi ve şebeke entegrasyonu gibi mühendislik ağırlıklı konuların başlangıçta merkezi bir yer tuttuğunu, ancak yıllar içinde çevresel etki değerlendirmeleri, sürdürülebilirlik boyutu ve politika odaklı çalışmalar gibi daha geniş perspektifli konuların da önem kazandığını göstermektedir. Nitekim 2015 sonrası dönemde yayın sayılarındaki ivmelenme ve yeni araştırma işbirliği ağlarının oluşumu, DRE'nin müstakil bir araştırma alanı olarak hızla olgunlaştığını ve farklı disiplinlerden gelen katkılarla zenginleştiğini işaret etmektedir.

Güncel DRE literatüründe öne çıkan sıcak araştırma konuları ve öncü alanlar da bu bibliyometrik analizle belirgin hale gelmiştir. Özellikle güç sistemlerine entegrasyon, sürdürülebilirlik ve çevresel boyutlara odaklanan çalışmaların son dönemde arttığı; okyanus dinamiklerinin anlaşılması ve gelişmiş modelleme-simülasyon tekniklerinin uygulanmasının literatürde yoğun biçimde ele alındığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, DRE teknolojisinin sınırlarını ileriye taşıyan yenilikçi alt alanlar da belirmektedir. Yüzer rüzgâr türbinlerinin geliştirilmesi, enerji depolama sistemlerinin entegrasyonu ve deniz üstü üretilen elektriğin hidrojen gibi alternatif enerji taşıyıcılarına dönüştürülmesi, DRE araştırmalarının öncü cepheleleri olarak dikkat çekmektedir. Bu konular, hem mevcut teknik sınırlamaların aşılmasına yönelik çözümler sundukları hem de yeni araştırma fırsatları yarattıkları için literatürde gitgide daha fazla yer bulmaktadır.

DRE alanının geleceğine bakıldığında ise önemli zorluklar ve bunlara paralel gelişme fırsatları olduğu görülmektedir. Sert deniz koşullarında kurulum ve işletim zorlukları, yüksek yatırım ve bakım maliyetleri ile deniz ekosistemine olası olumsuz etkiler, DRE'nin geniş ölçekli uygulamasında aşılması gereken temel engeller olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tür zorluklar, örneğin Barzehkar vd. [54] ve Ren vd. [55] gibi çalışmalar tarafından da vurgulanmaktadır. Ayrıca, DRE teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelere transferi ve bu ülkelere uygulama alanı bulması, küresel

sürdürülebilirlik hedefleri açısından ayrı bir meydan okuma teşkil etmektedir. Öte yandan, teknolojik ilerlemeler sayesinde bu zorlukların üstesinden gelinebileceğine dair güçlü işaretler vardır. Özellikle enerji depolama çözümlerindeki atılımlar, DRE'nin akıllı şebekeler ve hidrojen üretimiyle entegre edilmesi ve yüzer türbin platformlarının ticarileşmesi gibi gelişmeler, DRE sektöründe yeni ufuklar açmaktadır. Bu gelişmeler, örneğin Barooni vd. [56] ve Galparsoro vd. [57] gibi çalışmalarda detaylı şekilde ele alınmıştır. Bu fırsatlar, DRE'nin daha geniş coğrafi alanlarda ve daha zorlu koşullarda uygulanabilmesini mümkün kılarak, DRE'nin enerji arz güvenliğine ve düşük karbonlu ekonomiye katkısını daha da artıracaktır.

Gelecekte çözülmesi en ümit verici problem olarak, DRE'nin sürekliliğini ve verimliliğini artıracak enerji depolama ve şebeke entegrasyonu meselesi öne çıkmaktadır. Bu görüş, örneğin Cutajar vd. [58], Rabanal vd. [59] ve Zhang vd. [60] gibi çalışmalarda da dile getirilen sürdürülebilir DRE sistemlerine geçişin temel gereklilikleriyle uyumludur. Rüzgârın doğası gereği dalgalı olan üretim profilini dengelemek ve üretilen enerjinin ihtiyaç duyulan zamanda kullanılabilmesini sağlamak, hem teknik hem de ekonomik açıdan kritik bir gerekliliktir. Bu soruna yönelik yenilikçi çözümlerin (örneğin, fazla rüzgâr enerjisinin yeşil hidrojen üretiminde kullanılması ya da büyük ölçekli batarya sistemlerinde depolanması) geliştirilmesi, DRE'nin kesintisiz ve güvenilir bir enerji kaynağı haline gelmesinin önünü açacaktır. Dolayısıyla enerji depolama ve entegrasyon alanında atılacak adımlar, DRE potansiyelini tam anlamıyla hayata geçirmede en önemli kaldıraçlardan biri olacaktır.

DRE alanına yönelik bibliyometrik çalışmalar sınırlı sayıda olmakla birlikte, literatürde bu alana yakın temalarda gerçekleştirilen daha genel kapsamlı analizler de mevcuttur. Bu çalışmalardan Hu vd. [61] ve Agyekum vd. [62] okyanus yenilenebilir enerjisi alanındaki bilimsel yayınları bibliyometrik yöntemlerle inceleyerek sıcak araştırma alanlarını, öncü temaları ve gelişmekte olan eğilimleri küresel ölçekte değerlendirmiştir. Söz konusu çalışmalardan farklı olarak, bu araştırma yalnızca DRE sistemlerine odaklanmakta ve belirli bir konuya yönelik derinlemesine bir alan analizi sunmaktadır. Bu yönüyle, daha dar kapsamlı ancak detaylandırılmış bir bibliyometrik değerlendirme sağlayarak tematik araştırma yönelimlerinin daha net bir şekilde ortaya konmasına katkı sağlamaktadır.

Genel bir değerlendirme olarak, bu çalışmanın bulguları DRE alanında çalışacak araştırmacılar ve karar vericiler için yol gösterici niteliktedir. Hangi ülkelerin ve kurumların işbirliği ağlarında merkez konumunda olduğu, hangi dergilerin sürekli katkı sunduğu, literatürün hangi temeller üzerinde yükseldiği ve gelecekte hangi konulara odaklanılması gerektiği konularında kapsamlı bir perspektif sunulmuştur. Böylece DRE konusunda yeni araştırma yapacak bilim insanları, çalışmanın ortaya koyduğu eğilim ve boşlukları dikkate alarak araştırma stratejilerini şekillendirebilirler; politika yapıcılar ise

alanın gelişim dinamiklerini göz önünde bulundurarak daha etkin destek ve yatırım kararları alabilirler. Sonuç itibarıyla, DRE alanının mevcut durumunu ve gelecekteki yönelimlerini bütüncül bir şekilde ele alan bu çalışma, alandaki bilgi birikimine önemli bir katkı sunmakta ve sürdürülebilir enerji araştırmalarında izlenecek yollara dair değerli içgörüler sağlamaktadır.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Esra ÖZKAN AKSU: Analizleri gerçekleştirmiş, elde edilen sonuçları değerlendirmiş ve makalenin yazım sürecini yürütmüştür.

Cevriye GENCER: Sonuçların analizine katkı sağlamış, metin üzerinde akademik düzenlemeler ve revizyonlar yapmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Hsieh C-H., Lu L. Y., Lin C. H. and Liu J. S., "Offshore Wind Energy Research Trajectory and Trends", *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, Portland, 1-5, (2018).
- [2] Donthu N., Kumar S., Mukherjee D., Pandey N. and Lim W., "How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines", *Journal of Business Research*, 133: 285-296, (2021).
- [3] Moral-Munoz J., Herrera-Viedma E., Santisteban-Espejo A. and Cobo M., "Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review", *El Profesional de la Información*, 29(1), (2020).
- [4] Gutiérrez-Salcedo M., Martínez M., Moral-Munoz J., Herrera-Viedma E. and Cobo M., "Some bibliometric procedures for analyzing and evaluating research fields", *Applied Intelligence*, 48: 1275-1287, (2017).
- [5] Oliveira O., Da Silva F., Juliani F., Barbosa L. and Nunhes T., "Bibliometric Method for Mapping the State-of-the-Art and Identifying Research Gaps and Trends in Literature: An Essential Instrument to Support the Development of Scientific Projects", *Scientometrics Recent Advances*, IntechOpen, (2019).
- [6] Lyu P., Liu X. and Yao T., "A bibliometric analysis of literature on bibliometrics in recent half-century", *Journal of Information Science*, 1-21, (2023).
- [7] Veers P., Bottasso C., Manuel L., Naughton J., Pao L., Paquette J., Robertson A., Robinson M., Ananthan S., Barlas T., Bianchini A., Bredmose H., Horcas S., Keller J., Madsen H., Manwell J., Moriarty P., Nolet S. and Rinker J., "Grand challenges in the design, manufacture,

- and operation of future wind turbine systems", *Wind Energy Science*, 8(7): 1071-1131, (2023).
- [8] Aksu E. Ö. and Gencer C. T., "GIS-based optimum location selection for offshore wind energy: A case study for Turkey", *Ocean Engineering*, 320: 120292, (2025).
 - [9] Afridi S., Koondhar M., Jamali M., Alaas Z., Alsharif M., Kim M., Mahariq I., Touti E., Aoudia M. and Ahmed M., "Winds of Progress: An In-Depth Exploration of Offshore, Floating, and Onshore Wind Turbines as Cornerstones for Sustainable Energy Generation and Environmental Stewardship", *IEEE Access*, 12: 66147-66166, (2024).
 - [10] Velenturf A., "A Framework and Baseline for the Integration of a Sustainable Circular Economy in Offshore Wind", *Energies*, 14(17): 5540, (2021).
 - [11] Barooni M., Ashuri T., Sogut D., Wood S. and Taleghani S., "Floating Offshore Wind Turbines: Current Status and Future Prospects", *Energies*, 16(1): 2, (2022).
 - [12] Huang Y., Gan X. and Chiueh P., "Life cycle assessment and net energy analysis of offshore wind power systems", *Renewable Energy*, 102: 98-106, (2017).
 - [13] Kaldellis J. and Apostolou D., "Life cycle energy and carbon footprint of offshore wind energy. Comparison with onshore counterpart", *Renewable Energy*, 108: 72-84, (2017).
 - [14] Gupta R. K., "Advancements in Offshore Wind Energy Technology: Challenges and Opportunities for Sustainable Power Generation", *Indian Journal of Renewable Energy*, 1(1): 1-6, (2024).
 - [15] Li J., Wang G., Li Z., Yang S., Chong W. and Xiang X., "A review on development of offshore wind energy conversion system", *International Journal of Energy Research*, 44: 9283-9297, (2020).
 - [16] Malhotra S., "Design and Construction Considerations for Offshore Wind Turbine Foundations", *26th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, San Diego, California, June 10-15, (2007).
 - [17] Kaldellis J., Apostolou D., Kapsali M. and Kondili E., "Environmental and social footprint of offshore wind energy. Comparison with onshore counterpart", *Renewable Energy*, 92: 543-556, (2016).
 - [18] Yang C., Jia J., He K., Xue L., Jiang C., Liu S., Zhao B., Wu M. and Cui H., "Comprehensive Analysis and Evaluation of the Operation and Maintenance of Offshore Wind Power Systems: A Survey", *Energies*, (2023).
 - [19] Shields M., Beiter P., Nunemaker J., Cooperman A. and Duffy P., "Impacts of turbine and plant upsizing on the levelized cost of energy for offshore wind", *Applied Energy*, 298: 117189, (2021).
 - [20] Mehta M., Zaaijer M. and Von Terzi D., "Drivers for optimum sizing of wind turbines for offshore wind farms", *Wind Energy Science*, 9(1): 141-163, (2024).
 - [21] Janocha M., Lee C., Wen X., Ong M., Raunholt L., Larsen Ø. and Søyland S., "Exploring the Technical Boundaries in Upscaling Floating Offshore Wind Turbines", *International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, Vol. 87851. American Society of Mechanical Engineers, (2024).
 - [22] Uzundu N. and Lele D., "Comprehensive analysis of advancements in wind turbine design and offshore wind energy integration: Technological innovations, economic viability and environmental impacts", *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(8), (2024).
 - [23] Bošnjaković M., Katinić M., Šanta R. and Marić D., "Wind Turbine Technology Trends", *Applied Sciences*, 12(17): 8653, (2022).
 - [24] Niu Y., Dwivedi A., Sathiaraj J., Lathi P. and Nagamune R., "Floating Offshore Wind Farm Control via Turbine Repositioning: Unlocking the Potential Unique to Floating Offshore Wind", *IEEE Control Systems*, 44: 106-129, (2024).
 - [25] Zhang Q., Zhang H., Yan Y., Yan J., He J., Li Z., Shang W. and Liang Y., "Sustainable and clean oilfield development: How access to wind power can make offshore platforms more sustainable with production stability", *Journal of Cleaner Production*, 294: 126225, (2021).
 - [26] Vargas A., Espinoza-Mina M., Alvarez D. and Espinosa J., "Bibliometric Software: The Most Commonly Used in Research", In *ICAI Workshops*, 47-65, (2022).
 - [27] Van Eck N. and Waltman L., "Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer", *Scientometrics*, 111: 1053-1070, (2017).
 - [28] Sajovic I. and Podgornik B., "Bibliometric Analysis of Visualizations in Computer Graphics: A Study", *SAGE Open*, 12, (2022).
 - [29] Ding X. and Yang Z., "Knowledge mapping of platform research: a visual analysis using VOSviewer and CiteSpace", *Electronic Commerce Research*, 1-23, (2020).
 - [30] Smymova-Trybulska E., Morze N., Kuzminska O. and Kommers P., "Mapping and visualization: selected examples of international research networks", *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 16: 381-400, (2018).
 - [31] Van Eck N. and Waltman L., "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping", *Scientometrics*, 84: 523-538, (2009).
 - [32] McAllister J., Lennertz L. and Mojica Z., "Mapping A Discipline: A Guide to Using VOSviewer for Bibliometric and Visual Analysis", *Science & Technology Libraries*, 41: 319-348, (2021).
 - [33] Rong J., "Co-citation and Visualized Analysis of Literatures in Library and Information Science Based on Web of Science and VOSviewer", *Academic Journal of Humanities & Social Sciences*, 7(8): 62-73, (2024).
 - [34] Borgohain D., Bhardwaj R. and Verma M., "Computational Mapping of Indian Organic Chemistry Research: An Analysis with Data Mining Tools", *Journal of Scientometric Research*, 13(1): 176-191, (2024).
 - [35] Tanwar M. and Verma H., "Scientific Mapping of Chatbot Literature: A Bibliometric Analysis", *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 9(2): 323-340, (2024).
 - [36] Klarin A., "How to conduct a bibliometric content analysis: Guidelines and contributions of content co-occurrence or co-word literature reviews", *International Journal of Consumer Studies*, 48(2): e13031, (2024).
 - [37] Sheela S., Ali A., Tanaraj K. and Izani I., "Navigating the Future: Blockchain's Impact on Accounting and Auditing Practices", *Sustainability*, 15(24): 16887, (2023).

- [38] Fernandez-Rodriguez M. and Alvarez L., "Microgels and Nanogels at Interfaces and Emulsions: Identifying Opportunities From a Bibliometric Analysis", (2021).
- [39] Bonilla-Chaves E. and Palos-Sánchez P., "Exploring the Evolution of Human Resource Analytics: A Bibliometric Study", *Behavioral Sciences*, 13(3): 244, (2023).
- [40] Chen C., "The centrality of pivotal points in the evolution of scientific networks", *Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent User Interfaces*, 98-105, (2005).
- [41] Markscheffel B. and Schröter F., "Comparison of two science mapping tools based on software technical evaluation and bibliometric case studies", *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, 15: 365-396, (2021).
- [42] Stojanović A., "Knowledge mapping of research on Industry 4.0: A visual analysis using CiteSpace", *Serbian Journal of Management*, 17(1): 125-143, (2022).
- [43] Anish R. A., S. J., Jose J., P. N. and Joseph A., "Navigating the Web of Influence: A Bibliometric Analysis of Social Media Addiction", *Cureus*, 16(6), (2024).
- [44] Chen C. and Song M., "Science Mapping Tools and Applications", *Representing scientific knowledge: The role of uncertainty*, 57-137, (2017).
- [45] Barbu L., Mihaie D., Serban R. and Opreana A., "Knowledge Mapping of Optimal Taxation Studies: A Bibliometric Analysis and Network Visualization", *Sustainability*, 14(2): 1043, (2022).
- [46] Cui Y., Mou J. and Liu Y., "Knowledge mapping of social commerce research: a visual analysis using CiteSpace", *Electronic Commerce Research*, 18: 837-868, (2018).
- [47] Cobo M., López-Herrera A., Herrera-Viedma E. and Herrera F., "SciMAT: A new science mapping analysis software tool", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 63: 1609-1630, (2012).
- [48] Vasconcelos L., Sigahi T., De Souza Pinto J., Rampasso I. and Anholon R., "Supply chain management maturity and business models: scientific mapping using SciMAT", *Benchmarking: An International Journal*, 32(1): 26-51, (2023).
- [49] Rincon-Patino J., Ramirez-González G. and Corrales J., "Exploring machine learning: A bibliometric general approach using SciMAT", *F1000Research*, 7: 1210, (2018).
- [50] Morooka F., Manoel A., Sigahi T., De Souza Pinto J., Rampasso I. and Anholon R., "Deep Learning and Autonomous Vehicles: Strategic Themes, Applications and Research Agenda Using SciMAT and Content-Centric Analysis, a Systematic Review", *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 5: 763-781, (2023).
- [51] Ruiz-Rosero J., Ramírez-González G. and Viveros-Delgado J., "Software survey: ScientoPy, a scientometric tool for topics trend analysis in scientific publications", *Scientometrics*, 121: 1165-1188, (2019).
- [52] Bador E., Abdel-Magid I., Ahmad S. and Akhter M., "Bibliometric Analysis of Wastewater Literature Published in Web of Science 2019 to 2020", *Library Philosophy and Practice*, 1-21, (2020).
- [53] Ishak N. S., Roslan M. F. and Abdullah K. H., "Bibliometric analysis of Malaysian authorship: Trends, patterns and prospects", *Asian Journal of Research in Education and Social Sciences*, 5(2): 33-44, (2023).
- [54] Barzehkar M., Parnell K., Soomere T., & Koivisto M. "Offshore wind power plant site selection in the Baltic Sea", *Regional Studies in Marine Science*, 73: 103469, (2024).
- [55] Ren Z., Zhang S., Su Y., Yao Z., Huang R., & Wang P., "Low-carbon policy simulation for offshore wind power development in China's net-zero power sector", *Energy Policy*, 205: 114700, (2025).
- [56] Barooni M., Ashuri T., Velioglu Sogut D., Wood S., Ghaderpour Taleghani S., "Floating Offshore Wind Turbines: Current Status and Future Prospects", *Energies*, 16(1): 2, (2023).
- [57] Garpasoro I., Menchaca I., Garmendia J. M., Borja Á., Maldonado A. D., Iglesias G., & Bald J., "Reviewing the ecological impacts of offshore wind farms", *npj Ocean Sustainability*, 1: 1, (2022).
- [58] Cuajajar C., Sant T., Aquilina L., Buhagiar D., Baldacchino D., "Subsea Long-Duration Energy Storage for Integration with Offshore Wind Farms", *Energies*, 17(24): 6405, (2024).
- [59] Rabanal A., Smith A. M., Ahaotu C. C., & Tedeschi E., "Energy storage systems for services provision in offshore wind farms", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 200: 114573, (2024).
- [60] Zhang H., Xiang W., & Wen J., "Dual Grid-Forming Control With Energy Regulation Capability of MMC-HVDC System Integrating Offshore Wind Farms and Weak Grids", *IEEE Transactions on Power Systems*, 39: 261-272, (2024).
- [61] Hu H., Xue W., Jiang P., & Li, Y., "Bibliometric analysis for ocean renewable energy: An comprehensive review for hotspots, frontiers, and emerging trends", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167: 112739, (2022).
- [62] Agyekum E. B., Khan T., Ampah J. D., Giri N. C., Mbasso W. F., & Kamel S., "Review of the marine energy environment-a combination of traditional, bibliometric and PESTEL analysis", *Heliyon*, 10(6), (2024).