



THE JOURNAL OF TURKISH EDUCATIONAL SCIENCES

TÜRK EĞİTİM BİLİMLERİ DERGİSİ

Fen Eğitimi Bağlamında 21. Yüzyıl Becerilerine Yönelik Yayınların Bibliyometrik Analizi

Bibliometric Analysis of Publications on 21st Century Skills in the Context of Science Education

Tülin Hündür, Erol Taş

Yazar Bilgileri

Tülin Hündür

Dr., Ordu Üniversitesi,
Matematik ve Fen Bilimleri
Eğitimi,
tlnhndr75@gmail.com

Erol Taş

Prof. Dr., Ordu Üniversitesi,
Matematik ve Fen Bilimleri
Eğitimi,
eroltass@gmail.com

ÖZ

Bu çalışmada fen eğitimi alanında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin akademik eğilimler bibliyometrik analizle incelenmiştir. 2002-2025 yılları arasında Web of Science veri tabanından seçilen 395 yayın değerlendirilmiş; yayın sayısı, atıf sıklığı, anahtar kelime trendleri, etkili yazarlar, kurumlar ve ülkeler analiz edilmiştir. Bulgular, 2017 sonrası yayın sayısının arttığını ve Osman K.'nın en üretken yazar olduğunu göstermektedir. En çok katkı sağlayan kurum Pendidikan Indonesia University'dir, en fazla yayın "Problems of Education in the 21st Century" dergisinde yer alırken en çok atıf "Journal of Research in Science Teaching" dergisine aittir. Amerika Birleşik Devletleri, Endonezya ve Türkiye en üretken ülkeler arasında yer almakta; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik, bilimsel okuryazarlık, eleştirel düşünme ve iş birliği temel temalar olarak ön plana çıkmaktadır. Genel olarak bu araştırma, fen eğitimi alanında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin akademik ilginin zaman içinde nasıl evrildiğini ortaya koymakta ve bu alan yazınına stratejik bir bakış açısı kazandırmaktadır. Elde edilen veriler, gelecekte yapılacak çalışmalar için hem teorik hem de pratik düzeyde yol gösterici nitelikte bulgular sunmaktadır.

Makale Bilgileri

Anahtar Kelimeler

Fen eğitimi
21. yüzyıl
Bibliyometrik analiz

Keywords

Science education
21st century
Bibliometric analysis

Makale Geçmişi

Geliş: 09.09.2025
Kabul: 23.05.2026

ABSTRACT

This study examined academic trends related to 21st-century skills in science education through bibliometric analysis. A total of 395 publications selected from the Web of Science database between 2002 and 2025 were evaluated; the number of publications, citation frequency, keyword trends, influential authors, institutions, and countries were analyzed. The findings show an increase in publications after 2017 and identify Osman K. as the most productive author. The institution with the highest contribution is Pendidikan Indonesia University, the journal with the most publications is Problems of Education in the 21st Century, and the journal with the most citations is the Journal of Research in Science Teaching. The United States, Indonesia, and Türkiye are among the most productive countries; science, technology, engineering, mathematics, scientific literacy, critical thinking, and collaboration emerge as key themes. Overall, this research reveals how academic interest in 21st-century skills in science education has evolved over time and provides a strategic perspective on the literature in this field. The findings offer insights that are both theoretically and practically instructive for future studies.

Makale Türü

Derleme

Önerilen Atıf

Hündür, T. & Taş, E. (2026). Fen eğitimi bağlamında 21. yüzyıl becerilerine yönelik yayınların bibliyometrik analizi. *TEBD*, 24(2), 1106-1130. <https://doi.org/10.37217/tebd.1781029>

Giriş

Bilgiye ve teknolojiye dayalı olarak toplumların değişim ve dönüşüm yaşadığı 21. yüzyıl bilgi, beceri ve yeterlik noktasında bireylerden sadece bilgiye ulaşmaları değil, aynı zamanda ulaştıkları bu bilgiyi anlamlandırabilme, etkili ve yaratıcı bir biçimde kullanabilme, analiz edebilme, etkili çözümler üretebilme, dijital araçlarla bütünleştirebilme ve iş birliği içerisinde çalışabilme becerilerinin beklendiği bir çağdır. Bu değişim ve dönüşüm, eğitim sistemlerini derinlemesine etkilemiş, geleneksel öğretim yaklaşımlarının yerini çok yönlü, beceri odaklı ve yaşamla bağlantılı pedagojilere bırakmasına yol açarak eğitim sistemlerinin bireyleri çağın gereklerine uygun şekilde yetiştirmesini bir zorunluluk hâline getirmiştir. Bu kapsamda eğitim alan yazınında öne çıkan “21. yüzyıl becerileri” kavramı, bireylerin karmaşık problemleri çözebilme, kültürel farkındalık ve birlikte yaşayabilme, eleştirel ve yaratıcı düşünebilme, bilgiye ulaşma ve onu kullanabilme, etkili iletişim kurabilme, iş birliği yapabilme, teknolojik araçları etkin kullanabilme, dijital okuryazarlık geliştirme ve yaşam boyu öğrenmeye açık olma gibi çok yönlü yetkinlikleri içermektedir (Büber, 2024; Demir ve Özyurt, 2021; Voogt ve Roblin, 2010). Alan yazınında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin ortak bir tanım bulunmamakla birlikte, bireylerin sahip olması gereken bilgi ve yetkinlikleri tanımlamak üzere çeşitli uluslararası kuruluşlar tarafından çeşitli tanımlar yapılmıştır. 21. yüzyıl becerileri Eğitimde Teknoloji Uluslararası Derneği (International Society for Technology in Education [ISTE], 2007) tarafından dijital vatandaşlık, inovasyon ve yaratıcılık ile teknolojik uygulamalar; 21. Yüzyıl Becerilerinin Değerlendirilmesi ve Öğretimi (Assessment and Teaching of 21st Century Skills [ATCS], 2009) tarafından çalışma ve düşünme yolları, çalışma araçları ve dünyada yaşama; Kuzey Merkez Bölgesel Eğitim Laboratuvarı (North Central Regional Educational Laboratory [NCREL], 2003) tarafından yüksek üretkenlik, yaratıcı düşünme ve dijital çağ okuryazarlığı; Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2009) tarafından teknoloji araçlarının kullanımı ve heterojen gruplarla etkileşim; Avrupa Birliği (European Union [EU], 2006) tarafından ise kültürel farkındalık, öğrenmeyi öğrenme ve dijital yeterlilik şeklinde tanımlanırken en yaygın kabul gören tanım 21. Yüzyıl Öğrenimi için Ortaklık (Partnership For 21st Century Learning [P21], 2015) tarafından öğrenme ve yenilenme becerileri, yaşam ve kariyer becerileri ile bilgi, medya ve teknoloji becerileri şeklinde yapılmaktadır. Genel olarak bu beceriler bireylerin günümüzün hızlı değişen sosyo-teknolojik yapısına uyum sağlayabilmeleri için gerekli temel yetkinlikler olarak tanımlanmaktadır (Büber, 2024).

Fen eğitimi, 21. yüzyıl becerilerinin kazanımı açısından merkezî bir role sahiptir. Çünkü doğası gereği bilimsel düşünme, sorgulama, araştırma, kanıta dayalı çıkarım yapma, problem çözme ve teknolojiyle ilişkilendirme gibi temel süreçleri barındırır (Orhan ve Aydın, 2022; Öztürk, 2023; Yurdakul ve Bozdoğan, 2022). Öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini artırma, bilimsel verileri

analiz etme ve bilimsel gelişmeleri toplumsal bağlamla ilişkilendirme gibi yetkinlikleri kazanmaları açısından fen eğitimi; yalnızca fiziksel bilimlerin öğretimi değil, aynı zamanda bireyin düşünsel donanımını geliştiren bir alan olarak ön plana çıkar (Benzer, 2020; Göktepe vd., 2022; Turgut ve Fer, 2006). Ancak bu hedeflere ulaşmak, yalnızca içerik aktarımıyla değil; dijital teknolojilerin entegrasyonu, disiplinler arası öğrenme ortamlarının oluşturulması, STEM yaklaşımı, proje ve sorgulamaya dayalı öğrenme gibi yenilikçi pedagojik stratejilerin eğitsel süreçlere dâhil edilmesiyle mümkündür (Al Hamad vd., 2024; Lai, 2023; Levy ve Villavicencio, 2019).

Bu çerçevede fen eğitimi, günümüzde yalnızca bilimsel bilgiyi öğretme amacının ötesine geçerek öğrencilerin yaratıcı düşünme, dijital araçları etkin kullanma, disiplinler arası bağ kurabilme ve toplumsal sorunlara bilimsel çözümler üretebilme kapasitesini geliştirmeyi hedeflemektedir (Ceran, 2021). 21. yüzyıl becerilerinin eğitsel ortamlarla sistematik biçimde bütünleştirilmesi ise özellikle fen eğitimi alan yazınında son yıllarda ivme kazanmakta; bu alandaki bilimsel yayınların sayısı ve çeşitliliği dikkate değer düzeyde artmaktadır (Özdil, 2021). Bu gelişme, alandaki akademik üretimin yapısını, tematik yoğunluklarını, kavramsal yönelimlerini ve uluslararası iş birliği ağlarını anlamak açısından bibliyometrik analizleri önemli bir araç hâline getirmiştir (Karaboğa ve Atik, 2025).

Bibliyometrik analizler, belirli bir konuda üretilen akademik alan yazının kapsamını, yönelimlerini ve gelişim eğilimlerini nicel veriler üzerinden inceleyerek alanın entelektüel haritasını ortaya koyma işlevi görür (Kan ve Kumaş, 2023). Bu tür analizler; en üretken yazarları, en etkili dergileri, sık kullanılan anahtar kavramları, ülke ve kurum bazlı yayın dağılımlarını, iş birliği ağlarını ve araştırma yoğunluklarını sistematik biçimde görselleştirerek araştırmacılara ve eğitim politikası geliştiricilere yol gösterici bilgiler sunar (Karakose vd., 2023). Özellikle fen eğitimi gibi hızla gelişen ve çok disiplinli katkılarla şekillenen alanlarda bibliyometrik analizlerin yapılması hem akademik yönelimleri hem de geleceğe dönük stratejik planlamaları desteklemektedir (Öztürk vd., 2024).

Son yıllarda gerçekleştirilen bazı bibliyometrik çalışmalar, fen eğitiminde 21. yüzyıl becerilerine dair önemli tematik kümelenmelerin varlığını ortaya koymuştur. Örneğin, “yeni okuryazarlıklar”, “dijital teknolojiler”, “öğretmen rolleri” ve “medya okuryazarlığı” gibi kavramların öne çıktığı gözlemlenmiştir (Cansız ve Cansız, 2019; Polat ve Erişti, 2022; Yaz ve Kurnaz, 2020). Bununla birlikte Türkiye bağlamında yapılan çalışmalar; fen bilimleri ders kitaplarında ve öğretim programlarında kritik düşünme ve problem çözme becerilerine sıkça yer verildiğini ancak medya okuryazarlığı, iletişim ve iş birliği gibi sosyal boyutlu becerilerin geri planda kaldığını ortaya koymaktadır. Bu da ulusal düzeyde 21. yüzyıl becerilerinin eğitim sistemine entegrasyonunun hâlen dengesiz ve sınırlı düzeyde olduğunu göstermektedir (Demirci ve Yıldırım, 2025; Kalemkuş, 2021).

Türkiye’deki akademik üretimin uluslararası alan yazınıyla karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmesi, mevcut durumun daha net anlaşılmasını ve eğitim politikalarının daha veriye

dayalı biçimde şekillendirilmesini olanaklı kılacaktır. Bu bağlamda, Web of Science gibi uluslararası veri tabanları üzerinden yapılacak kapsamlı bir bibliyometrik analiz; fen eğitiminde 21. yüzyıl becerilerine dair akademik üretkenliğin genel eğilimlerini, öne çıkan kavramlarını ve yapısal ilişkilerini görünür kılacaktır. Ayrıca disiplinler arası araştırma alanlarının belirlenmesi ve iş birliği fırsatlarının açığa çıkarılması açısından da bu tür analizlerin değeri büyüktür.

Sonuç olarak içinde bulunduğumuz çağın talepleri doğrultusunda bireylerin bilimsel, dijital ve sosyal becerilerle donatılması, fen eğitiminin öncelikli hedeflerinden biri olmalıdır. Bu hedef doğrultusunda gerçekleştirilecek bibliyometrik analizler, yalnızca akademik alan yazınına katkı sunmakla kalmayacak aynı zamanda eğitim sistemlerinin yeniden yapılandırılmasına, öğretmen eğitimlerinin güncellenmesine ve programların çağın gereklerine uygun hâle getirilmesine yönelik bilimsel zemin sağlayacaktır. Fen eğitimi alanında 21. yüzyıl becerilerinin nasıl ele alındığını, hangi kavramların ön plana çıktığını ve bu sürecin Türkiye'deki karşılığını ortaya koymak, bu alanda yapılacak gelecek çalışmaların daha stratejik biçimde planlanmasına olanak tanıyacaktır. Bu nedenle bu çalışma hem ulusal hem de uluslararası düzeyde fen eğitimi ve 21. yüzyıl becerilerinin kesişiminde yer alan akademik eğilimleri kapsamlı bir biçimde ortaya koymayı amaçlayan özgün bir katkı niteliğindedir. Bu doğrultuda aşağıda belirtilen sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır.

1. Fen eğitimi içeriğinde 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınların yıllara ve yıllık atıf sayılarına göre dağılımı nasıldır?
2. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınlara en çok katkı sağlayan yazarlar, kurumlar, ülkeler ve kaynaklar nelerdir?
3. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınların anahtar kelimeler, kaynaklar ve yazarların ülkeleri arasındaki ilişkinin üç alan grafiği nasıldır?
4. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınların yer aldığı dergilerin etki değeri, yıl bazında bilimsel üretimleri, atıf alma sıklığına göre dağılımı nasıldır?
5. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayın yazarlarının yıllara ve ülkelere göre üretkenlik oranları nasıldır?
6. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınların ülkelere göre dağılımı nasıldır?
7. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınlarda ülkelerin atıf alma sıklığı nedir?
8. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınlarda en çok kullanılan anahtar kelimeler nelerdir?

9. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınlardaki ele alınan konu veya temalar nelerdir?
10. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınların tematik haritası nasıldır?
11. Fen eğitimi araştırmalarında 21. yüzyıl becerileriyle ilgili yayınların ortak atıf ağ analizi nasıldır?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu araştırma, 2002-2025 yılları arasında fen eğitimi çerçevesinde 21. yüzyıl becerileri bağlamına odaklanan akademik çalışmaların detaylı bir bibliyometrik analizini sunmaktadır. Bibliyometrik analiz, bir alandaki bilimsel faaliyetlerin sistematik bir şekilde istatistiksel ölçümünden elde edilen geniş hacimli verilerin ağ analizi ve görselleştirme çalışması olarak ifade edilmektedir (Öztürk ve Gürler, 2021). Bu kapsamda alan yazınında yer alan araştırmacıların ve gerçekleştirdikleri araştırmaların istatistiksel açıdan incelenmesi ile akademik yayınlardan ulaşılan veriler doğrultusunda okuyucuya derinlemesine bir anlayış kazandırmak amaçlanmaktadır.

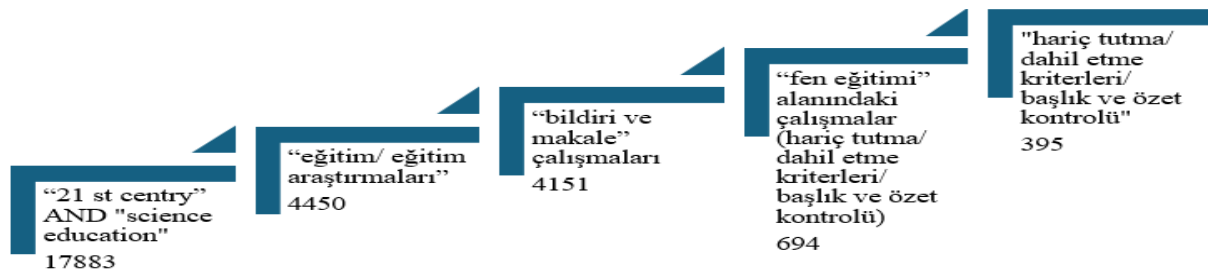
Bibliyometrik analiz, belirli bir araştırma alanının yapısını ve gelişim sürecini sistematik ve nicel veriler üzerinden inceleyen etkili bir yöntemdir. Bu kapsamda, tanımlayıcı ve performans analizleri aracılığıyla yayın türleri, kaynaklar ve akademik üretkenlik göstergeleri değerlendirilirken bilimsel haritalama ve ağ analizleri yoluyla çalışmalar arasındaki ilişkisel yapı ortaya konulmaktadır. Bibliyometrik analiz süreci genel olarak yapısal ve dinamik olmak üzere iki temel aşamadan oluşmaktadır. Yapısal aşamada, araştırma alanının entelektüel ve kavramsal yapısı incelenmekte; ortak yazarlık, ortak atıf ve anahtar kelime analizleri aracılığıyla araştırmacılar, çalışmalar ve kavramlar arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmaktadır. Bu sayede alanın tematik yoğunlukları, bilgi kümeleri ve iş birliği ağları belirlenerek bilimsel yapının bütüncül bir görünümü elde edilmektedir (Karakose vd., 2023; Öztürk vd., 2024). Dinamik aşamada ise araştırma alanının zamana bağlı gelişim eğilimleri analiz edilmektedir. Bu kapsamda; yayın ve atıf sayılarındaki değişim, yazarların üretkenlik düzeyleri, anahtar kelimelerin kullanım sıklığı ve dağılımı, kavramsal eğilimler ile h-indeksi gibi etki göstergeleri incelenerek alanın bilimsel gelişim süreci değerlendirilmektedir (Öcal vd., 2025).



Şekil 1. Çalışmada izlenen süreç

Veri Toplama Süreci

Araştırmada, bibliyometrik analizin doğasına uygun olan ve bu yüzden bibliyometrik çalışmalarda sıkça başvurulmuş veri tabanı Web of Science (WoS) kullanılmıştır. WoS; “SCI-Expanded (Science Citation Index Expanded), SSCI (Social Science Citation Index) ve AHCI (Arts and Humanities Citation Index)” gibi atıf dizinlerini içeren çok çeşitli akademik alan yazınına sahip veri tabanıdır. Bu yüzden bu veri tabanının seçilmesinde hem çeşitli kategorilerin yer alması hem makale ve dergilere erişim sağlanması hem de zengin kaynak materyali sunması en önemli sebeplerden biridir. Ayrıca fen eğitimi çerçevesinde 21. yüzyıl becerilerine odaklanan çalışmaların bu veri tabanında yalnızca fen eğitimine özgü bir bibliyometrik çalışmasına rastlanmaması da bu veri tabanının tercih edilmesinde önemli bir diğer etkidir. Bilimsel alan yazınındaki hızlı artış, araştırmacıların kendi uzmanlık alanlarındaki gelişmeleri takip etmelerini gün geçtikçe zorlaştırmaktadır. Bu yüzden WoS (Web of Science) veri tabanındaki güvenilir ve doğrulanmış çalışmaları incelemek için bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde 2002-2025 yılları arasında yayınlanmış olan ilgili çalışmalara ulaşabilmek adına “21st centry” ve “science education” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan ön arama sonucunda 17.883 çalışma tespit edilmiştir. Bu taramadan sonra “eğitim/ eğitim araştırmaları” seçilerek yapılan ikincil tarama sonucunda 4.450 çalışmaya ulaşılmış, daha sonra üçüncü taramada “bildiri ve makale” çalışmaları dâhil edilerek 4.151 çalışmaya ulaşılmış, son taramada “fen eğitimi” alanındaki çalışmalar dâhil edilerek 694 çalışmaya ulaşılmış, hariç tutma ve dâhil etme kriterlerine göre öncelikle yayınların başlık, anahtar kelimeler ve özet bölümleri dikkatle incelenerek toplamda 395 nihai çalışmaya ulaşılarak bibliyometrik analiz uygulanmıştır.



Şekil 2. Web of Science veri tabanından veri toplama süreci

Veri Analizi

Bu çalışmada, yayınların yazarları, atıf yapılan kaynakları, anahtar kelimeleri, yayın türleri ve ülkeleri gibi çeşitli bileşenlere ilişkin veriler bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Nicel verilerin değerlendirilmesi sürecinde, R programlama dili içerisinde yer alan *bibliometrix* paketine entegre çalışan ve görsel analizler yapmaya olanak tanıyan “*biblioshiny for bibliometrix*” adlı uygulamadan yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan veri seti, WoS veri tabanından temin edilerek

BibTeX formatına dönüştürülmüş ve R Studio'nun 4.4.0 sürümünde çalışan *biblioshiny* uygulamasına aktarılmıştır. Bu yazılım, bibliyometrik veriler üzerinden ağ yapıları oluşturarak bu yapılar arasındaki ilişkilerin görselleştirilmesini sağlamaktadır.

Analiz sürecinde, fen eğitimi bağlamında 21. yüzyıl becerileri teması doğrultusunda; yıllara göre yayın eğilimleri, en üretken yazarlar, kullanılan anahtar kelimeler, yazarların ülkeleriyle olan ilişkileri, en çok katkı sağlayan kurumlar, yayınların ülkelere bazında dağılımı ve en çok atıf alan çalışmalar gibi birçok değişken detaylı olarak incelenmiştir. Bunun yanı sıra kaynak kümelenme analizi, dergilerin etki değerleri, yazar üretkenliği, tematik haritalar, birlikte atıf ağı analizi, faktör analizi ve anahtar kelime trend analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, tablolar ve grafikler aracılığıyla görselleştirilerek okuyucuya sunulmuştur.

Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Araştırmada veri toplama sürecine açıklık kazandırmak ve geçerliliği artırmak amacıyla izlenen yöntem ayrıntılı biçimde sunulmuştur. Veri setinin elde edildiği zaman dilimi, Web of Science (WoS) veri tabanında kullanılan kategoriler, uygulanan dâhil etme ve hariç tutma kriterleri ve veri analizinde benimsenen değerlendirme stratejileri, veri toplama ve işleme aşamalarında kullanılan teknik yaklaşımlar kapsamlı biçimde ayrıntılı olarak açıklanmış ve tanımlanmıştır. Bu araştırmada kullanılan veriler, açık bir kaynağa sahip olan WoS veri tabanından alınan yayınlardan elde edilmiştir. Bu nedenle etik kurul onayı gerektirecek herhangi bir müdahale, deneysel uygulama veya katılımcı verisi söz konusu değildir. Araştırmacılar, veri analiz sürecinde nesnel bir yaklaşım benimsemiş; bulgular, herhangi bir değişiklik yapılmaksızın açık ve şeffaf biçimde raporlanmıştır. Verilerin güvenilirliğini korumak amacıyla analiz sürecinde gerekli bilimsel titizlik gösterilmiştir.

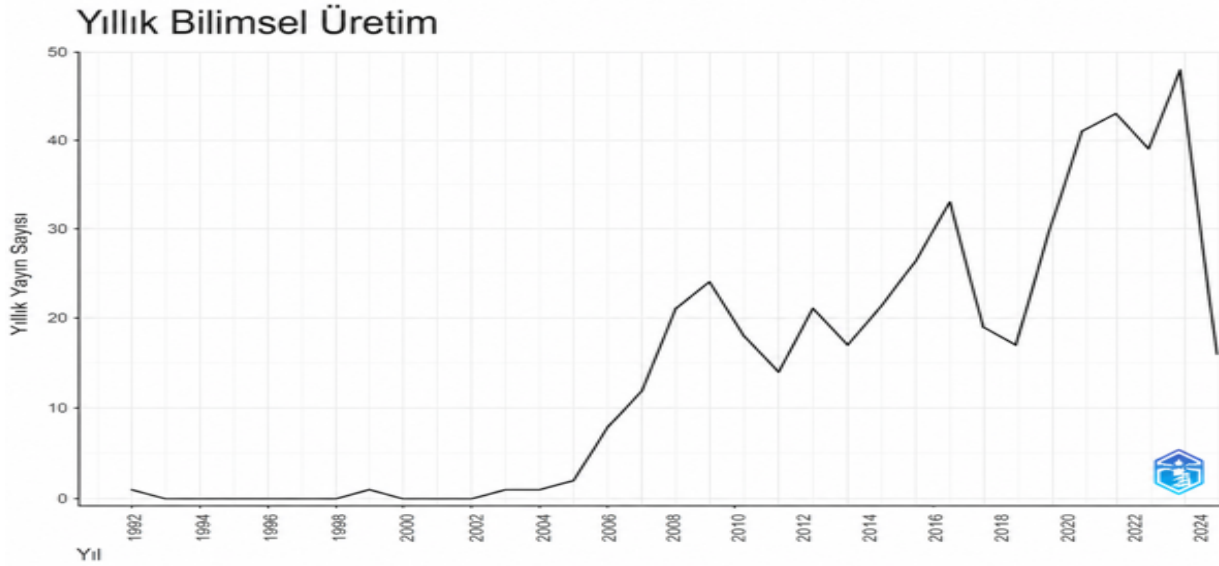
Bulgular

Fen eğitimi özelinde 21. yüzyıl becerilerine ilişkin çalışmaların yıl bazında dağılımları incelenmiştir. Şekil 3'te yer aldığı gibi 2002-2025 yılları arasında toplam 395 bildiri ve makale çalışmalarının yapıldığı tespit edilmiştir.



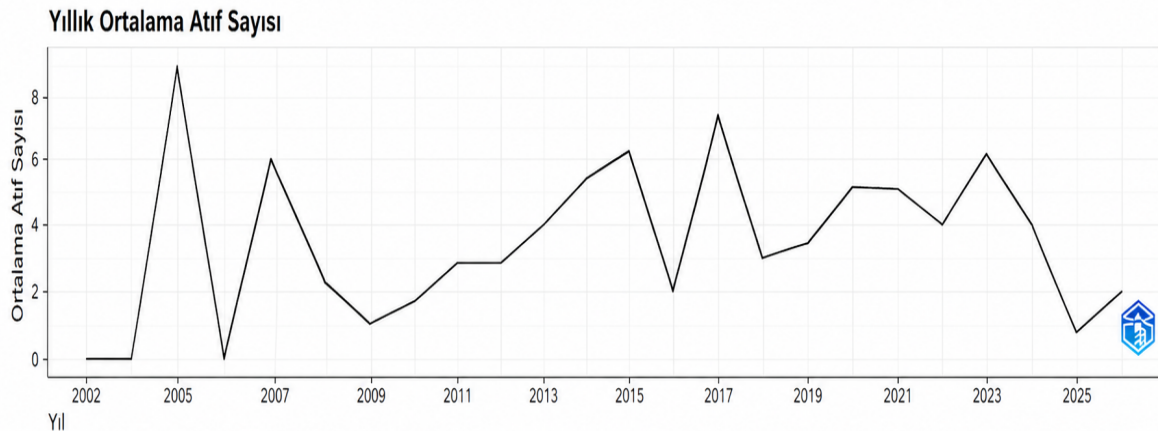
Şekil 3. Yayınlarla yönelik temel bilgiler

Yayınlarla yönelik temel bilgiler incelendiğinde yıllık ortalama yayın sayısının 6,92, yayın başına düşen ortalama atıf sayısının ise 8,805 olduğu, bilimsel çalışmaların toplam 1.133 araştırmacı tarafından gerçekleştirildiği, bu yazarlardan 63'ünün çalışmalarını tek yazarlı olarak 1070'inin çok yazarlı olarak çalışmalarını yayınladığı, yıllık ortalama büyüme oranının %13,11, uluslararası yazar iş birliği oranının ise %12,91 olduğu tespit edilmiştir.



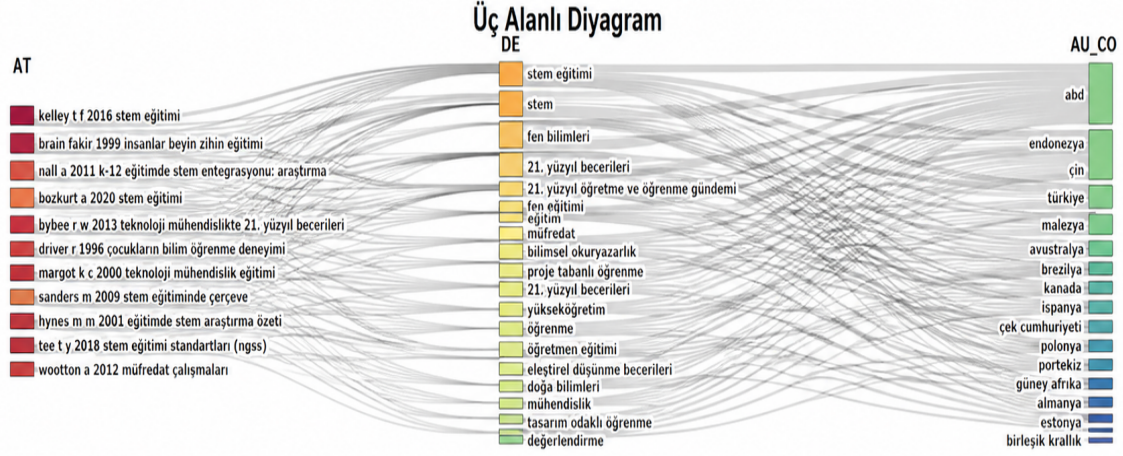
Şekil 4. Fen eğitimi özelinde 21. yüzyıl becerilerine ilişkin yıllık bilimsel üretim

Şekil 4'te WoS veri tabanından ulaşılan verilere dayanarak bu araştırma alanıyla ilgili yıllık çıktı yer almaktadır. Fen eğitimi özelinde 21. yüzyıl becerilerine yönelik yıllık bilimsel üretim incelendiğinde özellikle, 2007 yılından sonra ilgili alandaki çalışmalarda bir artış gözlemlenirken bunun aksine 2002 yılından 2007 yılları arasında stabil bir artış gözlemlenmiştir. Her ne kadar belirli yıllarda bir artış gözlemlense de genele bakıldığında 2017, 2019-2021 ve 2024 yıllarında en fazla çalışma yapıldığı ve günümüze kadar büyümenin devam ettiği görülmüş ve gelecek yıllarda da büyümenin devam edeceği beklenmektedir.



Şekil 5. Fen eğitimi özelinde 21. yüzyıl becerilerine ilişkin yıllık ortalama atıflar

Bibliyometrik analize dâhil edilen çalışmaların yıllık ortalama atıf oranına bakıldığında yıllık bilimsel üretimin tam tersine 2005, 2007 ve 2016 yıllarında önemli derecede bir artış oranına sahip olduğu ve en fazla 2005 yılında ortalama atfın arttığı görülmektedir. Çalışmaların yıllara göre dağılımına bakıldığında 2002, 2004 ve 2006 yıllarında atıf olmadığı görülmüştür.



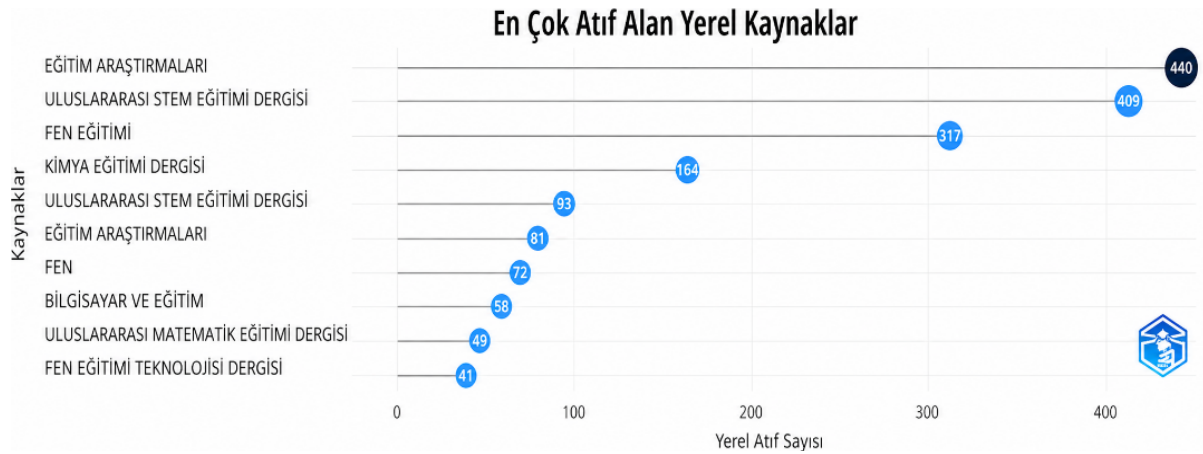
Şekil 6. Anahtar kelimeler, kaynak ve ülkeler arasındaki ilişkinin three-field grafiği

Şekil 6 incelendiğinde en dikkat çekici bulgular arasında STEM eğitimi, STEM, fen ve 21. yüzyıl becerileri kavramlarını etkin bir biçimde kullanan ülkeler arasında Amerika ilk sırada yer alırken ülkemizin dördüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Bunun yanında fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerileri bağlamında en çok atıf alan yazarın Kelley olduğu göze çarpmaktadır.



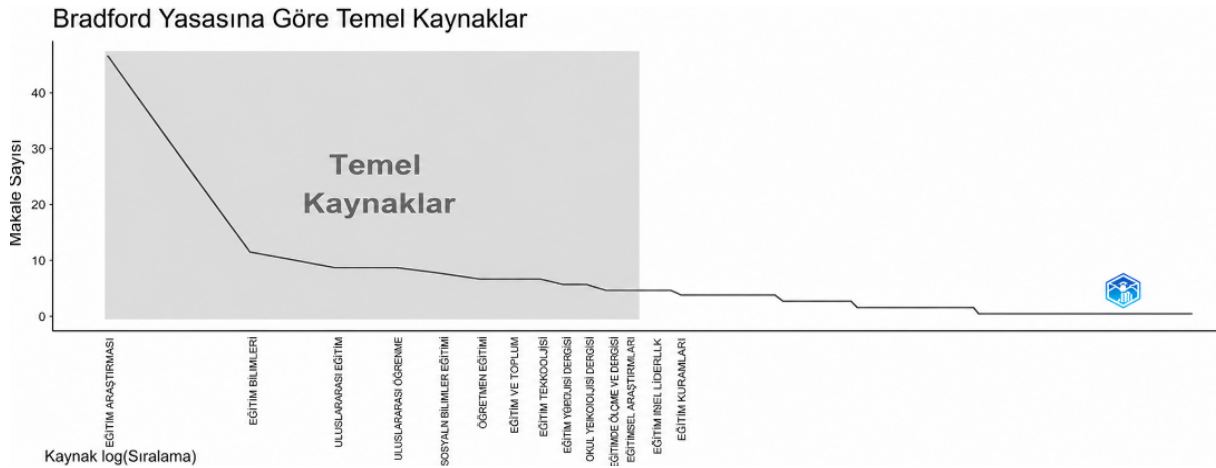
Şekil 7. Çalışmalarda en ilgili kaynaklar

Şekil 7’de veri setinden elde edilen bulgular doğrultusunda her bir dergide yayınlanmış olan bildiri ve makale çalışmalarına ait sayılar yer almaktadır. Konuyla alakalı çalışma sayısına göre farklı renklerle gösterilen dergiler incelendiğinde yayın aralığının 0 ile 47 arasında olduğu ve “47” yayın sayısı ile “Problems of Education in the 21st Centruy” dergisinin ilk sırada yer aldığı görülmektedir.



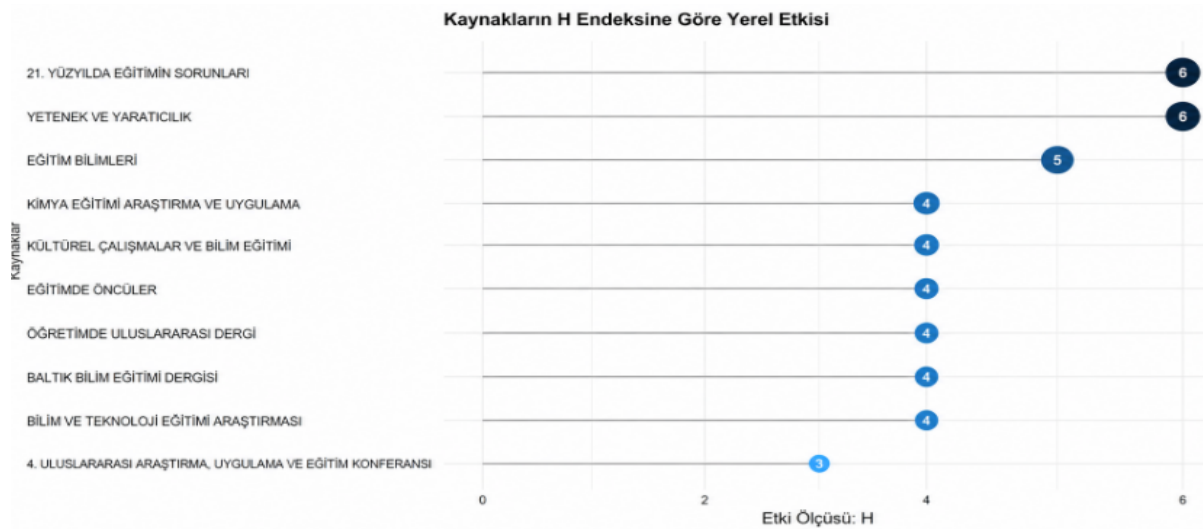
Şekil 8. En çok atıf alan dergiler

Şekil 8 incelendiğinde fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerileri bağlamında konuyla alakalı dergiler atıf durumlarına göre farklı renklerle gösterilmiştir. Böylece bildiri ve makale çalışmalarına göre en çok atıf alan dergilerde ilk sırada “440” atıf sayısı ile “Journal of Research in Science Teaching” adlı dergi, ikinci sırada “409” atıf sayısı ile “International Journal of Science Education” adlı derginin olduğu görülmektedir.



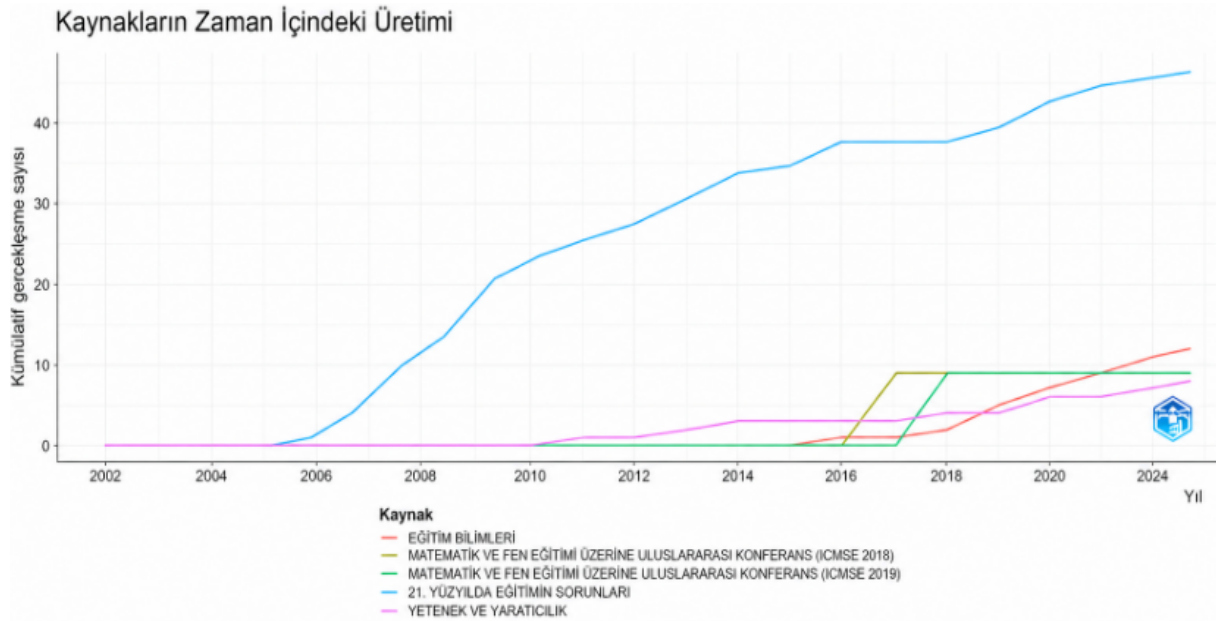
Şekil 9. Bradford yasası tarafından oluşturulan kaynak kümelenmesi

Şekil 9’da Bradford Yasası aracılığıyla dergilerde bütün çalışmaların nasıl dağıldığı gösterilmekte olup koyuya boyanmış olan bölgede, fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerileri ile ilgili çekirdek dergiler yer almaktadır. Buna göre, 186 dergi içerisinde “Problems of Education in the 21st Century”, “Education Sciences”, “Thinking Skills and Creativity”, “Frontiers in Education”, “International Journal of Education in Mathematics”, “Research in Science & Technological Education”, “Journal of Baltic Science Education”, “Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi”, “Chemistry Education Research and Practice”, “Cultural Studies of Science Education”, “International Conference on Mathematics and Science”’in 115 yayınlık katkı ile toplam sayıya oranla %30 oranla çekirdeği oluşturan dergiler olduğu tespit edilmiştir.



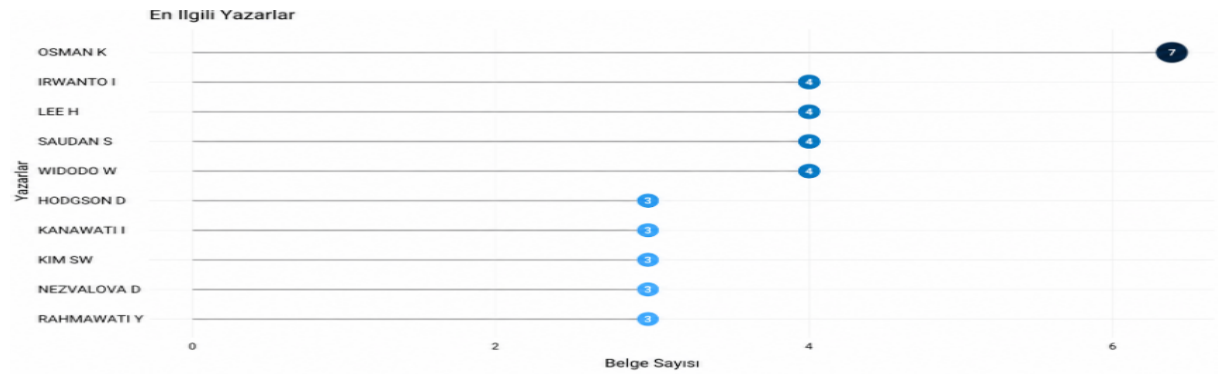
Şekil 10. Dergilerin etki değeri

Fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin analiz edilen bildiri ve makale çalışmalarının içinde bir kaynağın diğerlerine kıyasla ne kadar etkili olduğunu gösteren yerel kaynak etkisi değeri ile h indeksi değeri hesaplanarak mavi çubuk grafiği ile gösterilmektedir. Buna göre Şekil 10'daki gibi yerel kaynak etki değeri en yüksek dergilerin "6" h indeksi değeri ile "Problems of Education in the 21st Century" ve "Thinking Skills and Creativity" olduğu görülmektedir.



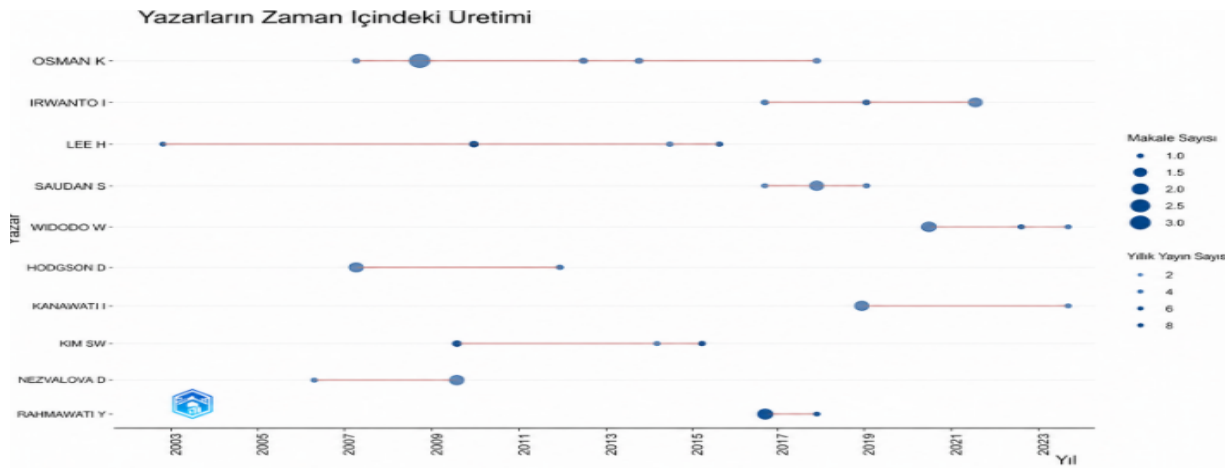
Şekil 11. Fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin yayınların yer aldığı dergilerin yıl bazındaki verileri

Fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin çalışmaların yer aldığı dergilerin yıllara göre kabul oranları Şekil 11'de yer almakta olup mevcut konuya yönelik günümüzde en çok bildiri ve makale çalışması kabul eden derginin "Problems of Education in the 21st Century" olduğu belirlenmiştir.



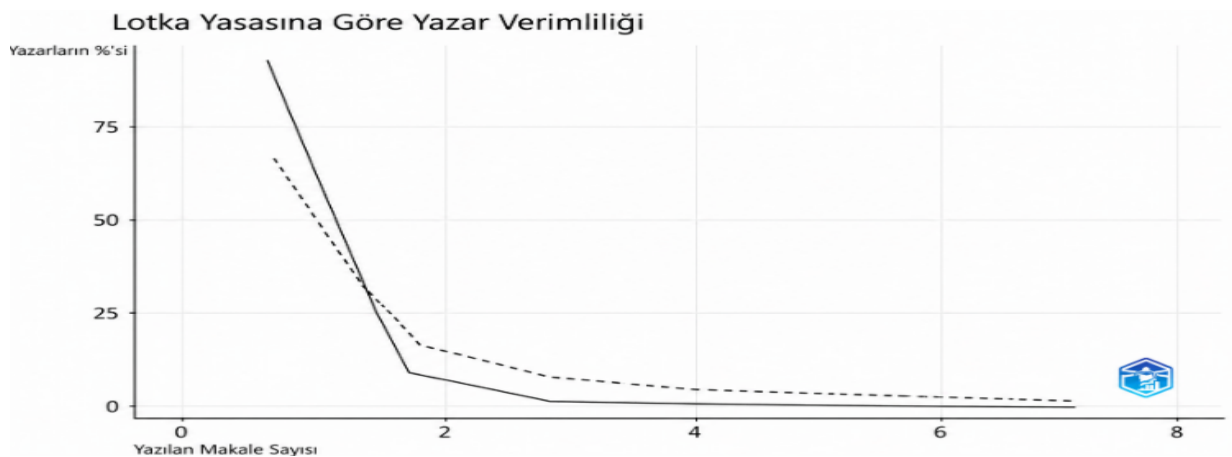
Şekil 12. Fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin en ilgili yazarlar

Şekil 12’de görüldüğü üzere fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin analiz edilen bildiri ve makale çalışmalarına yönelik en ilgili 10 yazar listelenmiştir. Buna göre Osman K., yedi çalışmayla konuyla alakalı en çok yayın yapan araştırmacı olmuştur. Ardından ikinci sırada dört çalışmayla Irwanto I., Lee H., Sajdan S., Widodo W. yer almaktadır.



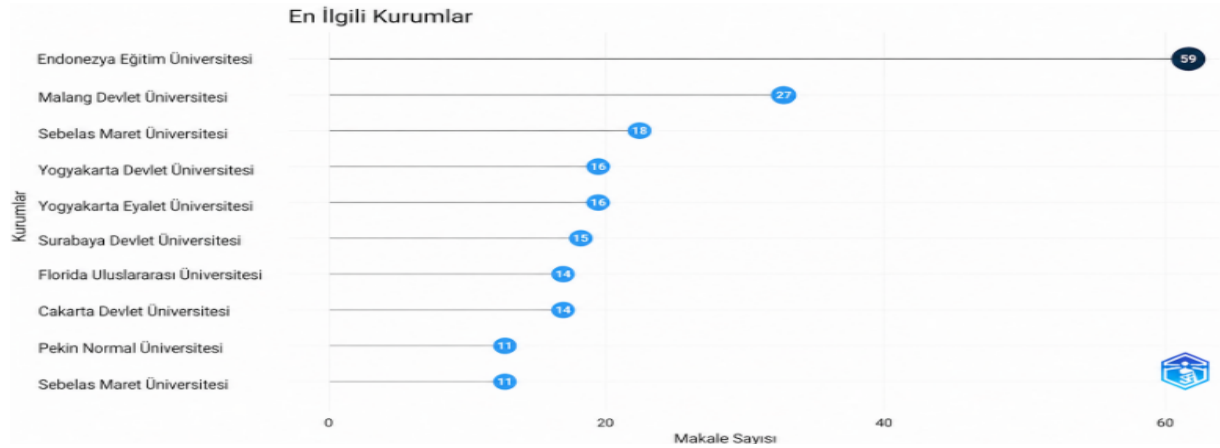
Şekil 13. Yazarların yıllara göre üretkenlik oranları

Şekil 13’te fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerilerine ilişkin yazarların yıllara göre üretkenlik oranları incelendiğinde 2010 yılından itibaren en üretken yazarın Osman K. olduğu görülmektedir.



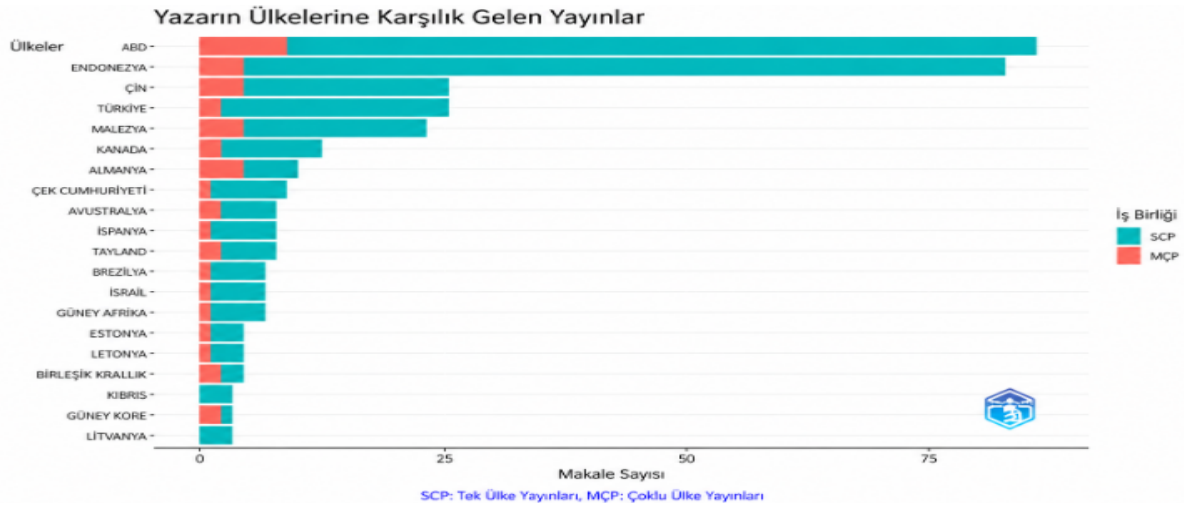
Şekil 14. Lotka Yasası aracılığıyla yazar üretkenliği

Şekil 14'e göre araştırmacıların %96,5'inin yalnızca bir bildiri ve makale çalışmasının olduğu, dolayısıyla ilgili alanda sürekli yayın üretiminin sınırlı olduğunu göstermektedir. Lotka Yasasına göre mevcut bir alanın gelişmiş olması için o alanda bir çalışma gerçekleştiren yazar oranının %60'ı geçmemesi gerektiği vurgulanmaktadır (Lotka, 1926).



Şekil 15. Fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerileri çalışma alanına ilişkin en ilgili kurumlar

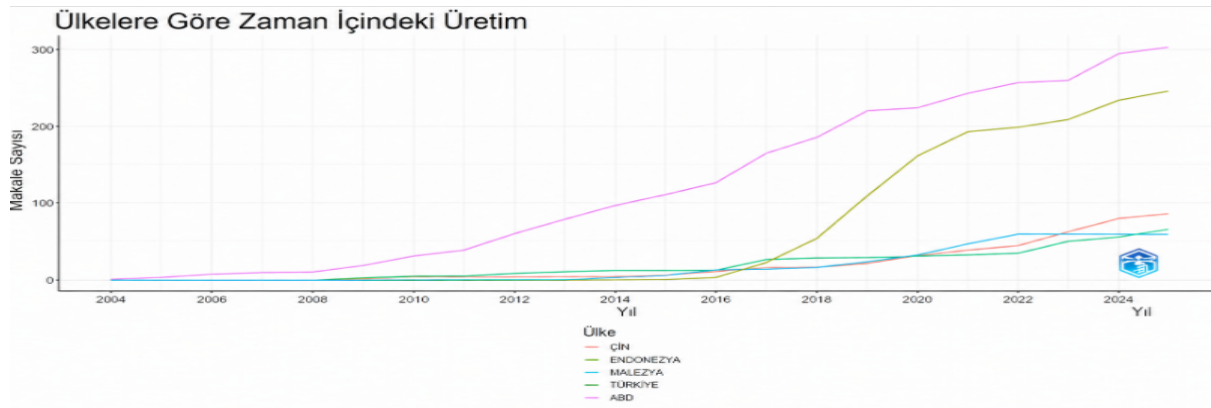
Şekil 15'te fen eğitimi kapsamında 21. yüzyıl becerileri çalışma alanı ile ilgili önem derecesine sahip 10 öğretim kurumu ve bu kurumların mevcut alana yönelik sundukları bildiri ve makale sayıları yer almaktadır. Buradan hareketle "59" bildiri ve makale çalışması ile "Pendidikan Indonesia University" ilk sırada yer almaktadır.



Şekil 16. Yayınların sorumlu yazarlarının ülkelerine göre dağılımı

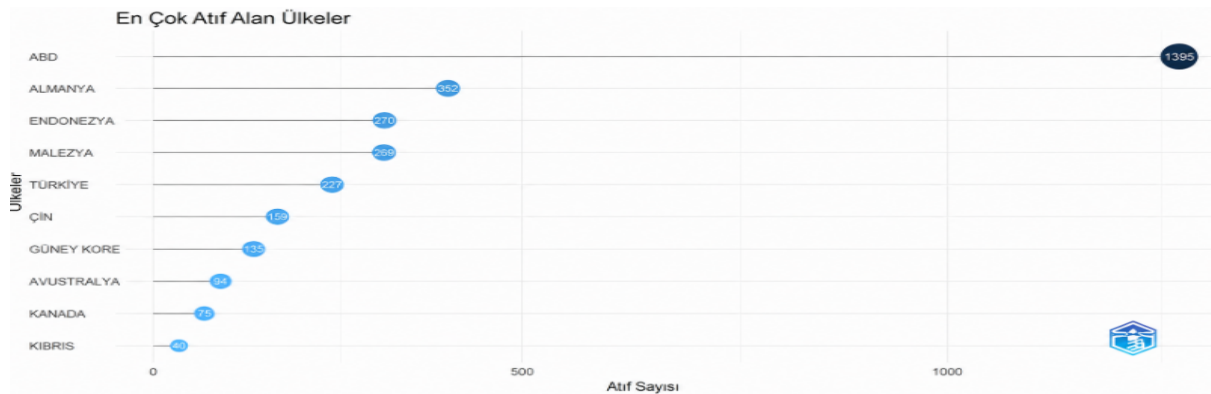
Şekil 16'da bildiri ve makale çalışmalarının sorumlu yazarların ülkelerine ilişkin dağılımı incelendiğinde en çok yayın yapan 20 ülkenin sıralandığı ve ülkelerin yayın sayılarının 0 ile 78 arasında olduğu görülmektedir. Yayın sıralamasında ilk sırada yer alan ABD'nin 78 çalışması bulunurken ikinci sırada Endonezya, üçüncü sırada Çin ve dördüncü sırada Türkiye'nin olduğu görülmektedir. Ayrıca şekilde farklı renkte çubuklarla gösterilen yayın sayıları birden fazla yazarlı (kırmızı çubuk) ve tek yazarlı (mavi çubuk) olduğunu ifade etmekte ve Amerika ve Çin'in birden fazla

ülkeyle iş birliği yaparak hazırlanan en fazla çalışma sayısına sahip olan ülkeler olduğu görülmektedir.



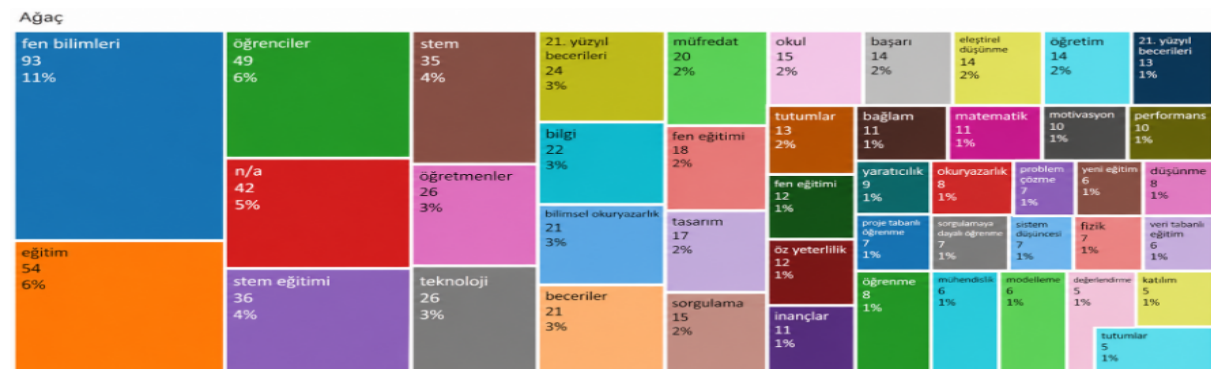
Şekil 17. Ülkelerin zamana göre bilimsel üretim dağılımları

Şekil 17'de ülkelerin zamana göre fen eğitimi çerçevesinde 21. yüzyıl becerileri ile ilgili bilimsel üretim dağılımları incelendiğinde mevcut konuya yönelik en çok bilimsel üretim yapan ülkelerin sırasıyla Amerika, Endonezya, Malezya, Türkiye ve Çin olduğu görülmektedir.



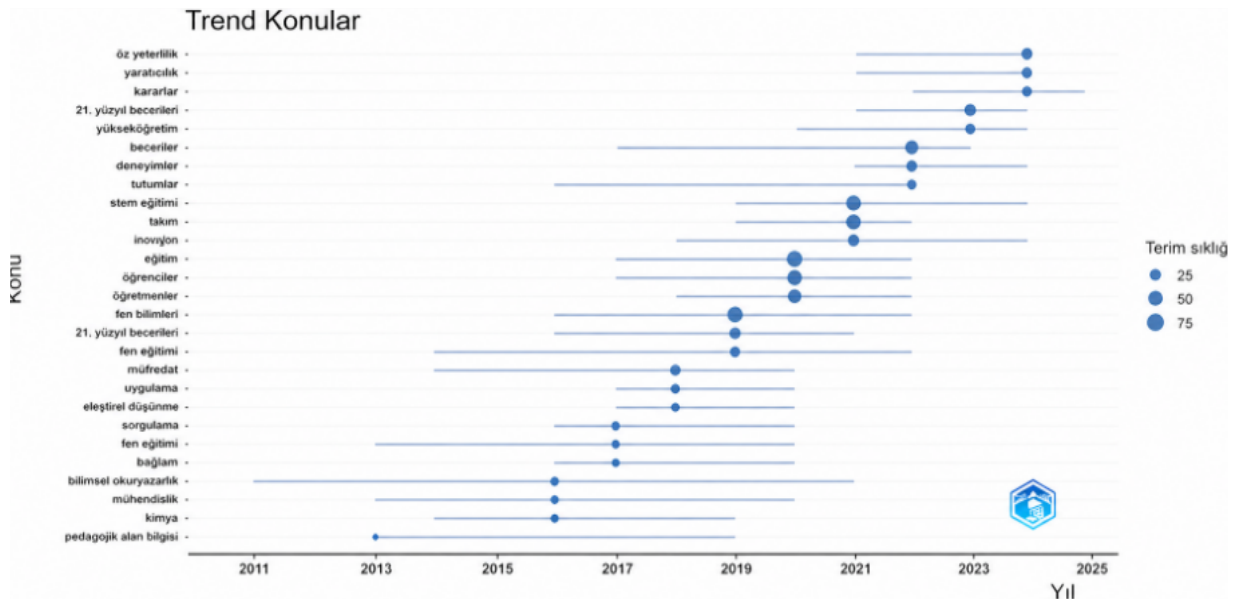
Şekil 18. Ülkelerin atıf alma sıklığına göre dağılımı

Şekil 18'de ülkelerin atıf alma sıklığına göre dağılımları incelendiğinde 1.335 atıf sayısı ile ilk sırada yer alan ülke Amerika, ikinci sırada 383 atıf sayısı ile Almanya, üçüncü sırada 297 atıf sayısı ile Endonezya, dördüncü sırada 295 atıf sayısı ile Malezya, beşinci sırada 227 atıf sayısı ile Türkiye yer almaktadır.



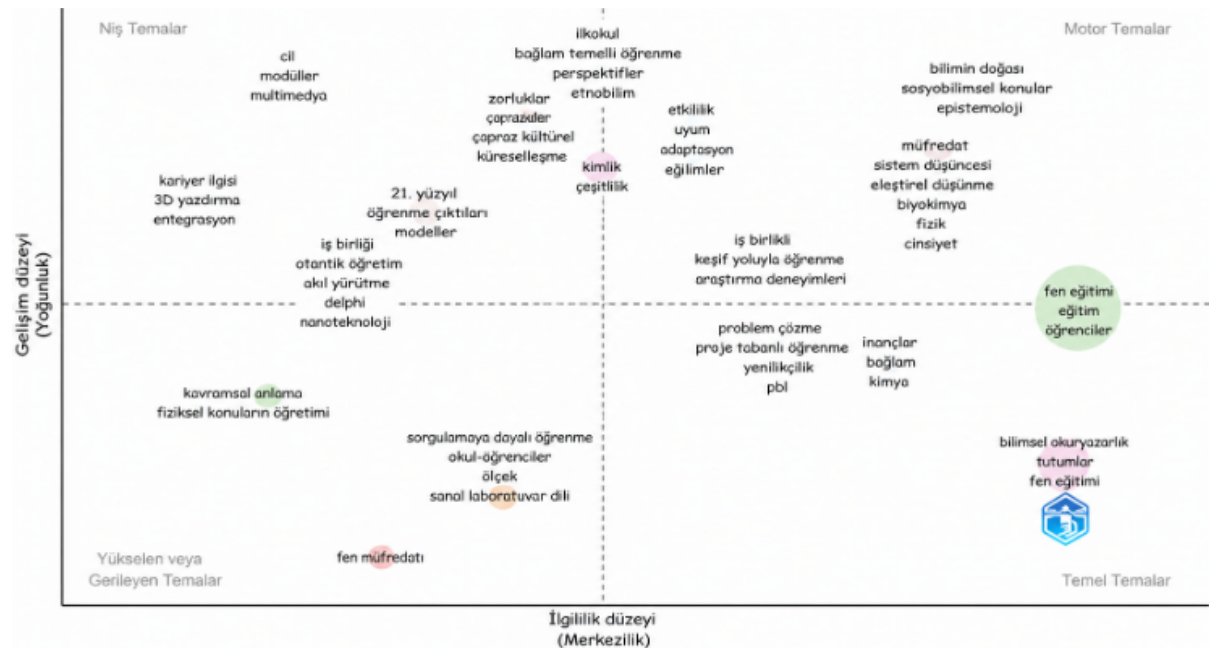
Şekil 19. Anahtar kelimelerin yayınlarda kullanım sıklığı

Şekil 19 incelendiğinde fen eğitimi çerçevesinde 21. yüzyıl becerileri ile ilgili yayınlarda en sık kullanılmış olan anahtar kelimenin science (fen) olduğu görülmektedir. Yine en sık kullanılmış olan diğer anahtar kelimeler ise education (eğitim), students (öğrenci) kelimeleridir.



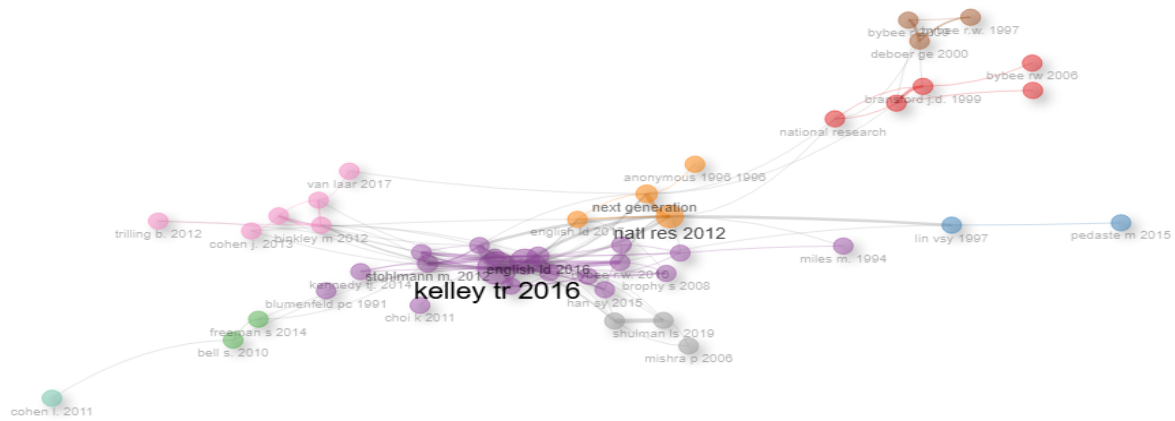
Şekil 20. Yıl bazında popüler fen eğitimi çerçevesinde 21. yüzyıl becerileriyle alakalı konular

Şekil 20’de yıl bazında popüler fen eğitimi çerçevesinde 21. yüzyıl becerileriyle alakalı konular incelendiğinde elde edilen veriler görülmektedir. Çizgiler yıllara göre bildiri ve makale çalışmalarında kullanılan konuların başlangıç ve bitiş noktalarını, daireler ise bildiri ve makale konularının en yoğun kullanıldığı zaman dilimini göstermektedir. Bilimsel okuryazarlık konusunun yıl olarak en fazla kullanıldığı ve en çok 2016 yılında tercih edildiği, genele bakıldığında ise fen konusunun (2019 yılı) kullanıldığı ve bunu eğitim konusunun (2020 yılı) takip ettiği görülmektedir.



Şekil 21. Fen eğitimi çerçevesinde 21. yüzyıl becerileri ile ilgili tematik harita bulguları

Bir konuya yönelik yapılan çalışmaların merkezietini ve yoğunluğunu tematik harita göstermektedir. Bu kapsamda Şekil 21’de yer alan tematik harita incelendiğinde ilgili konudaki bildiri ve makale çalışmalarının motor temalarının bilimin doğası, sosyobilimsel konular, eleştirel düşünme becerileri, iş birliğine yönelik olduğu; temel temalarda bilimsel okuryazarlık, fen eğitimi, problem çözme, projeye dayalı öğrenme olduğu ve bu tema bölümünün konu alanının merkezini oluşturan kavramlardan (sağ alt bölüm) oluştuğu görülmektedir.



Şekil 22. Çalışmaların ortak atıf ağı analizi (yazarlar)

Şekil 22’ye göre en çok atıf yapılan yazarlar ve bu yazarların birbirleri üzerindeki etkileri yer almaktadır. Görüldüğü gibi çalışmalar tek küme altında toplanmıştır. Çalışmalar arasındaki çizgilerin koyuluk veya kalınlık derecesi, mevcut çalışmalar arasındaki bulunan bağın kuvvetine işaret etmektedir. Buradan hareketle en çok atıf alan yazarın Kelley olduğu görülmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma, fen eğitimi alanında 21. yüzyıl becerilerine yönelik akademik üretimin eğilimlerini, kavramsal yoğunluklarını ve yapısal ilişkilerini bibliyometrik yöntemler aracılığıyla inceleyerek alana bütüncül bir bakış sunmayı amaçlamaktadır. Bu genel amaç doğrultusunda araştırma, belirlenen alt amaçlar çerçevesinde sistematik olarak yapılandırılmıştır.

Araştırmada, Web of Science (WoS) veri tabanından elde edilen yayınlar analiz kapsamına alınmış ve veriler R-Studio programı kullanılarak bibliyometrik analiz teknikleriyle değerlendirilmiştir. Bu kapsamda; yayınların yıllara göre dağılımı incelenerek alanın zamansal gelişimi ortaya konulmuş, atıf analizleri ile çalışmaların bilimsel etkisi belirlenmiş, anahtar kelime analizleri aracılığıyla kavramsal eğilimler ve tematik yoğunluklar tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra en üretken yazarlar, kurumlar ve ülkeler belirlenerek araştırma alanındaki bilimsel üretim ve iş birliği yapıları analiz edilmiş; öne çıkan dergiler üzerinden ise alanın yayın profili değerlendirilmiştir.

Bibliyometrik analiz, bilimsel üretimin nicel olarak değerlendirilmesine ve araştırma alanlarının entelektüel yapısının ortaya konulmasına olanak tanıyan önemli bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Aria ve Cuccurullo, 2017; Donthu vd., 2021). Bu bağlamda çalışma, hem alanın gelişim

dinamiklerini ortaya koymayı hem de gelecekte yapılacak araştırmalar için yönlendirici bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir.

Web of Science veri tabanı temel alınarak 2002-2025 yılları arasında yayımlanan toplam 395 makale ve bildirinin analiz edilmesiyle elde edilen bulgular, bu alana yönelik akademik ilgide belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. Özellikle 2017, 2019-2021 ve 2024 yıllarında yayın sayısının zirveye ulaştığı, yıllık ortalama büyüme oranının ise %13,11 olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, 21. yüzyıl becerilerinin fen eğitimiyle ilişkili olarak giderek daha fazla araştırma konusu hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç 21. yüzyıl becerilerinin temel alınarak araştırma eğilimlerinin incelendiği çalışma sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir (Akcan vd., 2023; Kalemkuş ve Özek, 2021).

Çalışmaların atıf alma düzeyleri yıllar içinde farklılık göstermiştir. Özellikle 2005, 2007 ve 2016 yıllarında ortalama atıf oranlarında anlamlı artışlar yaşanırken 2002, 2004 ve 2006 yıllarında bu oranların oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, yayın sayısının artış göstermesiyle birlikte nitelikli ve etki değeri yüksek çalışmaların her zaman paralel şekilde artmadığını göstermektedir. Yazar ve ülke analizleri, bu alandaki yayın üretiminin büyük ölçüde belirli kişi ve kurumlar tarafından gerçekleştirildiğini ortaya koymuştur. En çok yayın yapan araştırmacı Osman K. olurken en çok atıf alan yazar Kelley olarak öne çıkmıştır. Yazar üretkenliğine ilişkin Lotka Yasası analizine göre araştırmacıların %96,5'i yalnızca bir yayın üretmiş, bu da alandaki uzmanlaşmanın düşük olduğunu ve araştırma sürekliliği açısından yapısal bir sorun bulunduğunu göstermektedir. Bu durum alanda süreklilik gösteren araştırma üretiminin sınırlı olduğuna işaret etmektedir (Lotka, 1926).

Ülke bazlı üretim ve iş birliği verileri, Amerika Birleşik Devletleri'nin hem yayın hem atıf sayılarında ilk sırada yer aldığını ortaya koymuştur. Endonezya, Türkiye (dördüncü sırada) ve Malezya da bilimsel üretimde öne çıkan ülkeler arasında yer almıştır. En çok atıf alan ülkeler arasında Türkiye'nin beşinci sırada yer alması da dikkat çekicidir. Alan yazınında bibliyometrik analize tabi tutularak eğitim alanında yayınlanmış olan çalışmalar incelendiğinde ABD'nin genellikle ilk sırada yer aldığı ve bu da bilimsel üretime önem verildiğini göstermektedir (Çelik ve Uzel, 2023; Orhan ve Aydın, 2022; Öcal vd., 2025; Yeşiltaş vd., 2024; Yurdakul ve Bozdoğan, 2022). Bununla birlikte uluslararası yazar iş birliği oranı %12,91 gibi görece düşük bir seviyede kalmıştır. Bu durum, disiplinler arası ve uluslararası iş birliklerinin artırılması gerekliliğini göstermektedir.

Dergi analizleri alanın akademik yaygınlaşmasında belirli yayın organlarının merkezî rol üstlendiğini göstermektedir. "Problems of Education in the 21st Century" dergisi hem yayın sayısı hem de etki değeri açısından en öne çıkan dergi olurken "Journal of Research in Science Teaching" en çok atıf alan dergi olarak belirlenmiştir. Bradford Yasası doğrultusunda oluşturulan kümelenmede 115 yayına sahip çekirdek dergiler alandaki yayınların yaklaşık %30'unu oluşturmuştur.

Anahtar kelime analizleri, “science”, “education” ve “students” kavramlarının yayınlarda en sık kullanılan terimler olduğunu göstermektedir. Tematik harita analizi ise fen eğitimi ve 21. yüzyıl becerileri bağlamında bilimsel okuryazarlık, problem çözme, eleştirel düşünme ve projeye dayalı öğrenme gibi konuların merkezde yer aldığını ortaya koymaktadır. Tematik analizler ve anahtar kelime bulguları, fen eğitimi bağlamında en çok çalışılan 21. yüzyıl becerileri odağında en fazla kullanılan bu kavramlar hem yayınlarda sıkça kullanılan anahtar kelimeler arasında yer almakta hem de tematik haritalarda merkezi konular olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca bilimsel okuryazarlık konusunun özellikle 2016 yılında, fen kavramının ise 2019 yılında yoğun olarak çalışıldığı görülmüştür.

Sonuç olarak 21. yüzyıl becerileri fen eğitimi alan yazınında giderek daha fazla yer bulmakta ve bu alana yönelik akademik ilgi artmaktadır. Özellikle dijital okuryazarlık, eleştirel düşünme, problem çözme, STEM temelli öğretim, disiplinler arası yaklaşımlar ve öğretmen eğitimi gibi temalar öne çıkmaktadır. Yayın sayısındaki artış, bu alandaki farkındalığın arttığını gösterse de yazar uzmanlığı, uluslararası iş birlikleri ve yayın kalitesi açısından hâlâ gelişime ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırma üretkenliğinin belirli ülkeler, kurumlar ve yazarlar etrafında yoğunlaştığı; uluslararası iş birliği ağlarının ise sınırlı kaldığı görülmektedir. Türkiye özelinde değerlendirildiğinde fen eğitimi bağlamında 21. yüzyıl becerilerinin daha çok bilişsel boyutlara odaklandığı; medya okuryazarlığı, iş birliği ve kültürel farkındalık gibi sosyal yönelimli becerilerin ise yeterince temsil edilmediği anlaşılmaktadır. Bu durum, eğitim politikalarının ve öğretim programlarının daha dengeli, bütüncül ve disiplinler arası bir beceri yelpazesi sunacak şekilde yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır. Gelecek araştırmalarda, alan uzmanlarının sürekli katkılar sunması, araştırmaların niteliksel derinliğinin artırılması ve uluslararası iş birliklerinin güçlendirilmesi, bu alanın daha sağlam bir akademik temele kavuşmasına katkı sağlayacaktır.

Sınırlılıklar

Bu araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, veri kaynağı olarak yalnızca Web of Science veri tabanı kullanılmıştır; bu nedenle diğer veri tabanlarında bulunan çalışmalar analiz dışı kalmıştır. Ayrıca yalnızca İngilizce yayınlar taranmış, farklı dillerdeki yayınlar araştırmaya dâhil edilmemiştir. Çalışmaların seçimi sırasında belirlenen anahtar kelimeler, fen eğitimi ve 21. yüzyıl becerileri alanındaki tüm çalışmaları kapsamayabilir, bu da bazı ilgili yayınların gözden kaçmasına neden olabilir. Analizler bibliyometrik yöntemlerle sınırlı kalmış, nitel içerik analizi ya da derinlemesine tematik inceleme yapılmamıştır. Bu sebeplerle elde edilen sonuçlar alana genel bir bakış sağlamakla birlikte detaylı içerik değerlendirmeleri ve farklı veri kaynaklarının dâhil edilmesi ile desteklenmelidir.

Öneriler

Gelecek araştırmalarda, farklı veri tabanlarından da yararlanarak araştırmanın kapsamı genişletilebilir. Ayrıca fen eğitimi ve 21. yüzyıl becerileri alanında yayınlanan farklı dillerdeki çalışmaların da analizlere dâhil edilmesi, alandaki genel durumu daha doğru yansıtacaktır. Nitel analiz yöntemleri ile karma yöntemler kullanılarak alan yazının derinlemesine incelenmesi, temaların daha ayrıntılı ortaya konmasına olanak sağlayacaktır. Ayrıca uluslararası iş birliklerinin artırılması ve farklı ülkelerden araştırmacıların ortak çalışmalar yapması, alanın gelişimine katkıda bulunabilir. Eğitim politikaları ve uygulamalarına yönelik spesifik önerilerin geliştirilmesi için alan uzmanlarının görüşlerinin alınması da faydalı olacaktır. Son olarak 21. yüzyıl becerilerinin fen eğitimi içinde daha etkin yer alması için program geliştirme, öğretmen eğitimi ve teknolojik altyapı gibi konularda uygulamalı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Akcan, C., Doğan, M., & Ablak, S. (2023). Eğitim alanında 21. yüzyıl becerileri ile ilgili yapılan araştırmaların bibliyometrik analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(1), 331-362. <https://doi.org/10.17152/gefad.1111443>
- Al Hamad, N. M., Adewusi, O. E., Unachukwu, C. C., Osawaru, B., & Chisom, O. N. (2024). A review on the innovative approaches to STEM education. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 244-252. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.1.0026>
- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- ATCS. (2009). *Assessment and teaching of 21st century skills*. <https://epdf.pub/assessment-and-teaching-of-21st-century-skills.html> sayfasından erişilmiştir.
- Benzer, E. (2020). Bilimsel okuryazarlık ve medya okuryazarlığı arasındaki ilişki: Fen bilgisi öğretmen adayları örneği. *Araştırma ve Deneyim Dergisi*, 5(1), 10-23.
- Büber, A. (2024). *Fen bilimlerinin işleyişinin 21. yüzyıl becerilerinin yordanmasında eğitim araştırmalarına yönelik tutumları ve öğretmenlik mesleğine yönelik motivasyonlarının rolü*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Cansız, N. & Cansız, M. (2019). Evaluating Turkish science curriculum with PISA scientific literacy framework. *Turkish Journal of Education*, 8(3), 217-236. <http://dx.doi.org/10.19128/turje.545798>
- Ceran, S. A. (2021). 21. yüzyıl becerileri bağlamında fen eğitiminin bugünü ve geleceği: Türkiye perspektifinde bir analiz. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 3191-3218. <https://doi.org/10.15869/itobiad.908645>

- Çelik, M. & Uzel, N. (2023). Okul öncesi fen eğitimi çalışmalarının bibliyometrik analizi. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 292-309. <https://doi.org/10.15659/ankad.v7i3.261>
- Demir, A. Y. & Özyurt, M. (2021). Investigation of social studies curriculum and coursebooks in the context of 21st century skills. *İnönü University Journal of the Faculty of Education*, 22(2), 1254-1290. <https://doi.org/10.17679/inuefd.867905>
- Demirci, M. & Yıldırım, H. İ. (2025). Fen bilimleri ders kitapları ve öğretim programının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 13(25), 156-180. <http://dx.doi.org/10.18009/jcer.1568951>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- EU. (2006). *Key competences for lifelong learning: European reference framework*. https://epdf.pub/assessment-and-teaching-of-21st-century-kills.html?utm_source=chatgpt.com sayfasından erişilmiştir.
- Göktepe, D., Eroğlu-Doğan, Ü. E., & Doğan, Ü. D. (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel okuryazarlık beceri düzeylerinin farklı değişkenler açısından değerlendirilmesi. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 233-253. <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1058046>
- ISTE. (2007). *National Educational Technology Standards for Students (NETS-S)*. <https://www.kisa.link/KGtMI> sayfasından erişilmiştir.
- Kalemkuş, J. (2021). Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(1), 63-87. <https://doi.org/10.18039/ajesi.800552>
- Kalemkuş, F. & Özek, M. B. (2021). 21. yüzyıl becerileri konusunda araştırma eğilimleri: 2000-2020 (Ocak Ayı). *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2), 878-900. <https://doi.org/10.33206/mjss.774848>
- Kan, S. & Kumaş, A. (2023). Bibliometric analysis of studies based on context-based learning method in science teaching. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(4), 683-695. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1335286>
- Karakose, T., Tülübaş, T., Papadakis, S., & Yirci, R. (2023). Evaluating the intellectual structure of the knowledge base on transformational school leadership: A bibliometric and science mapping Analysis. *Education Sciences*, 13(7), 1-26. <https://doi.org/10.3390/educsci13070708>

- Karaboğa, E. & Atik, A. D. (2025). Fen eğitiminde yapay zekâ: Bibliyometrik analiz çalışması. D. Karışan & Ü. B. Cebesoy (Ed.), *Fen-matematik bilimlerinde mükemmellik arayışı-2024* içinde (s. 1–20). Ela. <https://www.researchgate.net/publication/387995445> sayfasından erişilmiştir.
- Lai, R. P. Y. (2023). Harnessing pedagogical innovation and educational technology to revolutionize STEM beyond the classroom: Future directions. *STEM Education Review*, 1(12), 1-6. <https://doi.org/10.54844/stemer.2023.0460>
- Levy, D. & Villavicencio, A. L. C. (2019). Educating the educators: Interdisciplinary approaches to enhance science teaching. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 13(9), 1204-1207. <https://scholar.google.com/?hl=tr> sayfasından erişilmiştir.
- Lotka, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16(12), 317-323. <https://www.jstor.org/stable/24529203> sayfasından erişilmiştir.
- NCREL. (2003). *enGauge 21st century skills: Literacy in the digital age*. <https://www.kisa.link/KGtMI> sayfasından erişilmiştir.
- OECD. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries* (OECD Education Working Papers No. 41). OECD. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Orhan, S. İ. & Aydın, A. (2022). Fen bilimleri (fen bilgisi, fizik, kimya, biyoloji) ve matematik eğitimi alanlarında yayınlanan makalelerin bilimsel haritalama tekniği ile incelenmesi: Bir bibliyometrik analiz. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 603-643. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.1083488>
- Öcal, Z. M., Yüzüak, A. V., & Özdemir, B. G. (2025). 21st century skills in mathematics and science education: A bibliometric analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 13(2), 333-356. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4659>
- Özdil, N. (2021). *2000-2020 yılları arası fen eğitimi araştırmalarına bir bakış: Türkiye kaynaklı araştırmaların bibliyometrik analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Öztürk, B. (2023). Relation of 21st-century skills with science education: Prospective elementary teachers' evaluation. *Educational Academic Research*, (50), 126-139. <https://doi.org/10.5152/AUJKKEF.2023.23321>
- Öztürk, O. & Gürler, G. (Ed). (2021). *Bir literatür incelemesi aracı olarak bibliyometrik analiz*. Nobel.
- Öztürk, O., Kocaman, R., & Kanbach, D. K. (2024). How to design bibliometric research: An overview and a framework proposal. *Review of Managerial Science*, 18(11), 3333-3361. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00738-0>

- P21. (2015). *Partnership for 21st century learning a network of battleforkids framework for 21st century learning definitions*. <https://www.battleforkids.org/insights/p21-resources/> sayfasından erişilmiştir.
- Polat, M. & Erişti, B. (2022). Science mapping the international knowledge base on the 21st century skills. *Journal of Theoretical Educational Science*, 15(3), 504-525. <https://doi.org/10.30831/akukeg.1054567>
- Turgut, H. & Fer, S. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliklerinin geliştirilmesinde sosyal yapılandırmacı öğretim tasarımı uygulamasının etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 24(24), 205-229.
- Voogt, J. & Roblin, N. P. (2010). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies* 44(3), 299-321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Yaz, Ö. V. & Kurnaz, M. A. (2020). Comparative analysis of the science teaching curricula in Turkey. *SAGE Open*, 10(1), 1-14. <https://doi.org/10.1177/2158244019899432>
- Yeşiltaş, H. M., Çelikoğlu, M., & Taş, E. (2024). Fen eğitiminde sosyobilimsel konulara yönelik çalışmaların bibliyometrik analizi. *Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 35-57.
- Yurdakul, M. & Bozdoğan, A. E. (2022). Web of Science veri tabanına dayalı bibliyometrik değerlendirme: Fen eğitimi üzerine yapılan makaleler. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 72-92.

Extended Summary

The 21st century is an era characterized by knowledge- and technology-based transformations, in which individuals are expected not only to access information but also to analyze it, use it creatively, integrate it with digital tools, and collaborate effectively to generate solutions. This transformation has led to profound changes in education systems, replacing traditional teaching paradigms with skill-oriented and life-connected pedagogies. In this context, the concept of “21st-century skills,” which has gained prominence in the educational literature, encompasses a wide range of competencies such as critical and creative thinking, digital literacy, effective communication, cultural awareness, collaboration, and lifelong learning. These skills are essential for individuals to adapt to rapidly changing socio-technological conditions. Science education plays a central role in fostering 21st-century skills. By incorporating processes such as scientific reasoning, inquiry, problem-solving, and technological integration, science education enhances students’ scientific literacy and analytical thinking skills. However, achieving these goals requires more than the transmission of factual knowledge; it depends on the adoption of innovative pedagogical approaches such as STEM

education, project-based learning, and inquiry-based learning. Accordingly, science education today aims to move beyond teaching scientific content and to strengthen students' capacities for creative thinking, effective use of digital tools, and the development of scientific solutions to societal problems. In recent years, there has been a remarkable increase in academic studies focusing on science education and 21st-century skills. This growing body of research has highlighted the importance of bibliometric analyses in understanding thematic concentrations and conceptual orientations within the field. Bibliometric analyses quantitatively examine academic production in a given area in terms of authors, countries, institutions, and concepts, thereby revealing developmental trends in the field. Studies conducted in the Turkish context indicate that critical thinking and problem-solving skills are frequently emphasized, whereas social competencies such as media literacy, communication, and collaboration receive comparatively less attention. The present study aims to analyze trends in the literature on 21st-century skills within science education from both national and international perspectives through a bibliometric lens. Based on data retrieved from the Web of Science database, the study examined the distribution of publications by year, country, author, keyword, and thematic relationships. In doing so, it sought to identify the structure, orientations, and future research directions of academic production in this field, thereby providing a scientific foundation for the development of educational policies and teacher training programs.

This research presented a comprehensive bibliometric analysis aimed at revealing the structure and development of academic publications focusing on 21st-century skills within the field of science education. Bibliometric analysis systematically examines the literature of a scientific field through statistical and visual methods, providing insights into scientific productivity, collaborations, and research trends. Within this study, various components such as authors, citation relationships, keywords, and publication types of articles published in the context of science education and 21st-century skills were analyzed in detail. For data collection, the Web of Science (WoS) database, a comprehensive and reliable academic resource, was preferred. An initial search using the keywords "21st century" and "science education" identified 17,883 studies. After filtering for education-specific fields and limiting publication types, 395 studies were included in the bibliometric analysis. During this process, studies focusing systematically on the relationship between science education and 21st-century skills were selected. During the analysis phase, the data set was examined using the "biblioshiny" application integrated with the "bibliometrix" package in the R programming language. This software enabled visualization of relationships by creating network structures from bibliometric data. Various variables such as publication trends by year, most productive authors, keywords, and connections among countries and institutions were examined in detail. Additionally, source clustering, co-citation network, and thematic mapping analyses were performed. The data collection

and analysis processes were thoroughly explained, conducted with rigor to ensure reliability and validity, and did not require ethical approval as the data were obtained from open sources. The findings were reported objectively and transparently.

A total of 395 papers and articles related to 21st-century skills specifically in science education were examined for the years 2002-2025. An average of 6.92 publications was produced annually, with an average citation count of around 8.8. The studies were conducted by 1,133 researchers, with an annual growth rate of 13.11% and an international author collaboration rate of 12.91%. A noticeable increase in scientific production was observed after 2007, with particularly high publication volumes in 2017, 2019-2021, and 2024. Citation counts varied by year, with significant increases in 2005, 2007, and 2016. The most cited author was Kelley while the most prolific researcher was Osman K. The USA ranked first both in number of publications and citations; Türkiye ranked fourth and fifth. The most frequently used keywords were STEM, science education, and 21st-century skills. The journal *Problems of Education in the 21st Century* was the most prolific publisher, whereas *Journal of Research in Science Teaching* was the most cited journal. Most studies were published in core journals; however, 96.5% of authors were limited to only one publication. Pendidikan Indonesia University made the highest institutional contribution. Thematic analyses highlighted scientific literacy, critical thinking, problem-solving, and project-based learning in the context of science education.

This study was conducted as a bibliometric analysis of academic productivity related to 21st-century skills in the field of science education, revealing general trends in literature. From 2002 to 2025, a significant increase in publications was observed, with an annual growth rate of 13.11%. Citation counts fluctuated over the years; the increase in publication numbers was not paralleled by an increase in the quality or number of high-impact studies. Publication output was largely carried out by certain authors, institutions, and countries (particularly the USA). The majority of authors had limited expertise restricted to the field, with weaknesses in research continuity. The rate of international collaboration was found to be low, highlighting the need to increase cooperation in this area. Keyword and thematic analyses revealed the importance of digital literacy, critical thinking, problem-solving, and STEM-focused themes in science education. In the context of Türkiye, studies mainly focused on cognitive skills, with gaps identified in social skills and cultural awareness. This situation requires comprehensive and interdisciplinary restructuring of educational policies and programs. Future research is recommended to use different databases, conduct in-depth analyses with qualitative and mixed methods, and strengthen international collaborations. Additionally, increasing applied studies in curriculum development and teacher training is crucial to effectively implement 21st-century skills in science education.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılı hâle getirilmesinde araştırmacılar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu araştırmada herhangi bir kurum, kuruluş ya da kişiden destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı

Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Beyanı

Bu araştırma derleme türünde olduğu için etik kurul kararı gerektirmemektedir.