

Bibliyometrik Analiz Yoluyla Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarına Yönelik Yapılan Araştırma Eğilimlerinin Belirlenmesi

Sıla ÖZTÜRK¹

Emrah HİĞDE²

Öz: Bu araştırma ile fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik yapılan araştırmaların genel eğilimini belirlemek amaçlanmıştır. Bu bağlamda fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik yapılan araştırmaların eğilimlerinin belirlenmesi için bibliyometrik analiz yapılmıştır. Bibliyotik veriler WoS veri tabanından “science education” ve “engineering pract” anahtar kelimeleri ile tarama yapılarak elde edilmiştir. Çalışma bağlamında 1993-2025 yılları arasında yayımlanan 116 yayının analizi R Studio’da Biblioshiny paketi ve Microsoft Excel programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusuyla ilgili yayınların ve atıf sayılarının yıllara göre dağılımı, en çok yayın yapan yazarlar, en çok yayın yapılan kuruluşlar ve ülkeler, en çok yayın yapılan dergiler, en fazla fon sağlayan kuruluşlar ve makalelerde en çok kullanılan anahtar kelimeler ortaya çıkarılmıştır. Bu araştırma ile konuyla ilgili araştırmaların gelişimi bağlamında alana katkı sağlamak ve literatürdeki eksikliğe dair farkındalık yaratılacağı öngörülmüştür. Araştırmanın sonucunda fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik en fazla yayın 2022 yılında 15 çalışma ile gerçekleştiği ve en fazla atıfın 343 atıfı 2024 yılında yapıldığı görülmüştür. Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik yayınlarda en fazla kullanılan anahtar kelime “science education” olmuştur. Bununla birlikte fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik en çok yayın yapan derginin “Science Education”, en çok yayın yapan ülkenin “ABD”, en çok yayın yapan kuruluşların “Michigan State University”, “Purdue University” ve “Purdue University System”, en çok yayın yapan yazarın “Melanie Cooper” ve en fazla fon sağlayan kuruluşun “National Science Foundation (NSF)” olduğu görülmüştür.

Determination of Research Trends On Engineering Applications in Science Education Through Bibliometric Analysis

Abstract: This study aims to determine the general trend of research related to engineering practices in science education. In this context, a bibliometric analysis was conducted to identify the trends in studies focusing on engineering practices within science education. Bibliographic data were obtained from the Web of Science (WoS) database by searching with the keywords “science education” and “engineering pract.” Within the scope of the study, a total of 116 publications published between 1993 and 2025 were analyzed using the Biblioshiny package in R Studio and Microsoft Excel. The study reveals the distribution of publications and citation counts by year, the most prolific authors, institutions, and countries, the most frequently publishing journals, the main funding organizations, and the most commonly used keywords in the articles. This research is expected to contribute to the field by shedding light on the development of studies related to the topic and raising awareness of the gap in the existing literature. The findings indicate that the highest number of publications on engineering practices in science education occurred in 2022 with 15 studies, while the highest number of citations was recorded in 2024 with 343 citations. The most frequently used keyword in these publications was “science education.” Additionally, the journal with the highest number of publications was *Science Education*, the country with the most publications was the United States, and the institutions with the highest output were Michigan State University, Purdue University, and the Purdue University System. The most prolific author was identified as Melanie Cooper, and the main funding organization was the National Science Foundation (NSF).

Anahtar kelimeler:

Bibliyometrik Analiz,
Fen Eğitimi,
Mühendislik Uygulamaları

Key Words:

Bibliometric Analysis,
Science Education,
Engineering Practices

Geliş Tarihi : 09.10.2025

Kabul Tarihi : 28.11.2025

Yayın Tarihi : 30.12.2025

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi, 2411401105@stu.adu.edu.tr, ORCID: 0009-0008-3531-8699

² Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, emrah.higde@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4692-5119

GİRİŞ

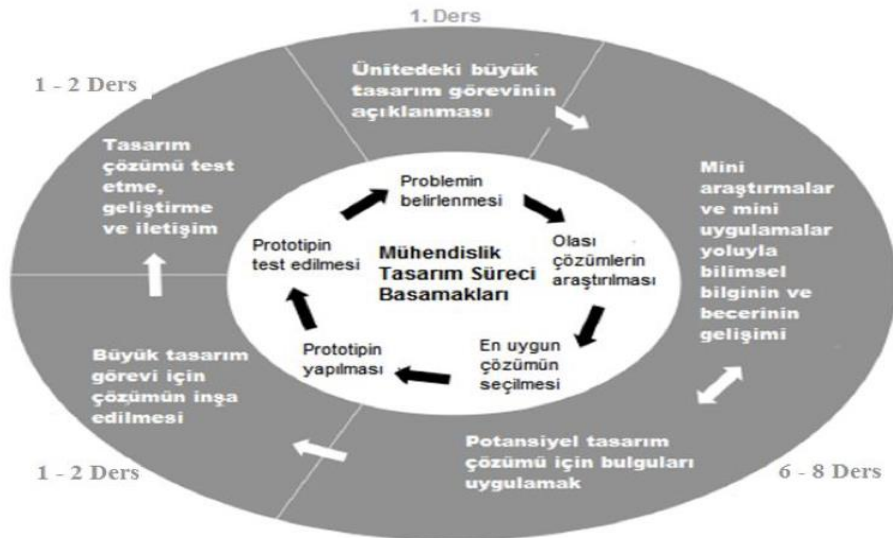
Mühendislik tasarım uygulamalarını merkeze alan fen öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ait bilgi ve becerilerin birleştirilmesini destekleyen STEM eğitimi bireylerin mühendis gibi davranmalarını sağlamayı ve işbirliği, iletişim, sistematik düşünme, yaratıcılık, problem çözme gibi becerileri edinmelerini amaçlar (Gencer, 2015). Teknolojik gelişmelerin ülkelerin ekonomik kalkınmalarında büyük rol oynadığı günümüz şartlarında mühendisler ve fen bilimi uzmanları yetiştirmek ve teknoloji okuryazarlığını yaygın hale getirmek çok önemlidir. Bu bağlamda ekonomik kalkınmayı amaç edinmiş ülkeler STEM eğitimi dikkate almaktadırlar. Özellikle ABD'nin eğitim sistemindeki gelişmelerde bu durumun yansımaları görülmüştür. Bu gelişmelerden biri de STEM eğitimi yaklaşımı olmuştur. STEM eğitimi yaklaşımı teknolojik inovasyonlar oluşturma süreçlerinde ve gerçek yaşam çalışmalarında fen bilimcilerin, teknoloji uzmanlarının, matematikçilerin ve mühendislerin problemlerin çözümü amacıyla işbirliği içinde çalıştıkları disiplinlerin bütünleştirildiği iç içe geçmiş bir öğretimi işaret eder (Ercan & Şahin, 2013). İçinde bulunduğumuz yüzyıla belli başlı becerileri kazanmadan ve bu becerileri kullanmadan uyum sağlamak oldukça zordur. Bu becerileri de feni, matematiği, mühendisliği ve teknolojiyi bütünleştiren içerisinde okul öncesinden yükseköğrenime kadar tüm öğretim süreçlerini barındıran STEM eğitimi yaklaşımıyla kazandırabiliriz (Özünü & Çepni, 2023).

Jolly (2017), STEM disiplinlerinde geri plana atılan disiplin olmasına rağmen mühendisliğin tüm disiplinlerin bütünlüğünü sağlayan en güçlü disiplin olduğunu belirtmiştir (Özünü & Çepni, 2023). Wulf (1998)'a göre mühendislik bireylerin istek ve ihtiyaçlarını giderebilmek amacıyla yaratıcılık, fen ve matematik kullanımıyla probleme çözümler üretilen bir süreçtir. Mühendisliğin temelinde tasarım yatar (Ercan & Şahin, 2013). Fakat mühendislik tasarımı sadece belli parçaları yeni bir ürüne entegre etmek veya belli kuralları takip ederek ortaya ürün çıkarmadan çok daha geniş ve karışık bir yapıdadır. Bu doğrultuda mühendislik tasarımı istek, ihtiyaç ve sorunlar bağlamında çözümlerin oluşturulduğu bir süreçtir (Ünver & Okulu, 2021). Öğretim yapılırken tasarımın merkezi bir konumda olması öğrencilerin motive olmalarını sağlar. Bu durum tasarım ve inşa etmenin öğrencilerin var olan doğasıyla sağladığı uyumdan kaynaklanmaktadır. Öğrenciler fen ve matematiğe ait bilgi ve becerileri problemlere çözüm ararken edinecekler ve daha kalıcı bir hale getirecekler (Ercan & Şahin, 2015).

Mühendislik tasarım süreçleri her seviyede öğretim için farklılaşabilmektedir fakat hangi seviye olursa olsun her aşamada yaratıcı ve dinamik bir yapıya sahiptir. (Ercan & Şahin, 2013). Wendell ve diğerleri (2010) tasarım temelli fen eğitiminin uygulanmasına yönelik bir çerçeve sunmuştur (Şekil 1). Bu çerçeve sayesinde öğrenciler fen alanına ait bilgileri öğrenip kalıcı hale getirecekler, mühendisliğe yönelik beceri elde edecekler, fene ilgileri artacak, karar verme, yaratıcılık, işbirliği, iletişim becerilerini geliştirecekler, kendi öğrenmelerinden sorumlu olacaklar ve kariyer olarak mühendisliği tercih edebileceklerdir (Ercan & Şahin, 2015).

Şekil 1

Wendell ve Diğerleri (2010) Tasarım Temelli Fen Eğitim Süreci



Öğrencilerin fende yer alan soyut kavramları anlamlandırabilmeleri için bu kavramlar doğrultusunda gerçek yaşam konulu aktivitelerde işbirliği içinde çalışmalarını gerekmektedir. Problemlerin çözüm sürecinde öğrenci fene ait kavramlardan yararlanır ve bu esnada öğrenmesini gerçekleştirir. Ayrıca gerçek bir mühendis gibi davranarak profesyonel mühendislerin sistematik yaklaşımlarını deneyimleme fırsatı bulur (Ercan & Şahin, 2015).

Hacıoğlu ve diğerleri (2016)'ya göre mühendisliğin öğrenme ortamına bütünleştirilmesi bağlamında problemler hala devam etmektedir. Ayrıca fen eğitiminde mühendislik tasarım temelli uygulamalar ve mühendisliğin fen eğitimi ile bütünlüğü bağlamında çalışmaların eksikliği de dikkat çekmiştir (Özünü & Çepni, 2023). Bu çalışma ile fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik araştırmaların eğilimleri belirlenerek literatürdeki eksikliğe dair farkındalık yaratılacağı düşünülmektedir.

Bu bağlamda çalışmayı yönlendiren araştırma soruları ise şöyledir;

1. Fen eğitiminde mühendislik uygulamaları ile ilgili yayınların ve bu yayınların atıf sayılarının yıllara göre dağılımı nedir?
2. Fen eğitiminde mühendislik uygulamaları ile ilgili en çok yayın yapan yazarlar kimlerdir?
3. Fen eğitiminde mühendislik uygulamaları ile ilgili en çok yayın yapılan kuruluşlar hangileridir?
4. Fen eğitiminde mühendislik uygulamaları ile ilgili en çok yayın yapılan ülkeler hangileridir?
5. Fen eğitiminde mühendislik uygulamaları ile ilgili en çok yayın yapılan dergiler hangileridir?
6. Fen eğitiminde mühendislik uygulamaları araştırmalarına en fazla fon sağlayan kuruluşlar hangileridir?
7. Fen eğitiminde mühendislik uygulamaları ile ilgili makalelerde en çok kullanılan anahtar kelimeler hangileridir?

YÖNTEM

Bu çalışmada fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik yapılan araştırma eğilimlerinin belirlenmesi için bibliyometrik analizden yararlanılmıştır. Bibliyometrik analiz bilimsel çalışmaların nitelikleri bakımından farklı açılardan bilgi edinilmesini sağlar ve konuyla ilgili yapılan çalışmaların arka planındaki etkileşimi ortaya koyar (Demir, 2025).

Verilerin Toplanması ve Analizi

Çalışma bağlamında analizi yapılan yayınlar Web of Science veri tabanında bulunan Social Sciences Citation Index (SSCI) indeksinden alınmıştır. Tarama sürecinde yıl sınırlaması yapılmamıştır. Tarama yapılırken "science education" ve "engineering pract" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Yayın olarak sadece makaleler araştırmada kullanılmıştır. Yapılan taramayla Web of Science veri tabanında 116 yayına ulaşılmıştır. Veriler görselleştirilirken R Studio Biblioshiny paketi ve Microsoft Excel programları kullanılmıştır.

Etik Kurul İzin Bilgileri

Bu araştırmada etik kurul iznini olmadığını tüm yazarlar beyan ederler.

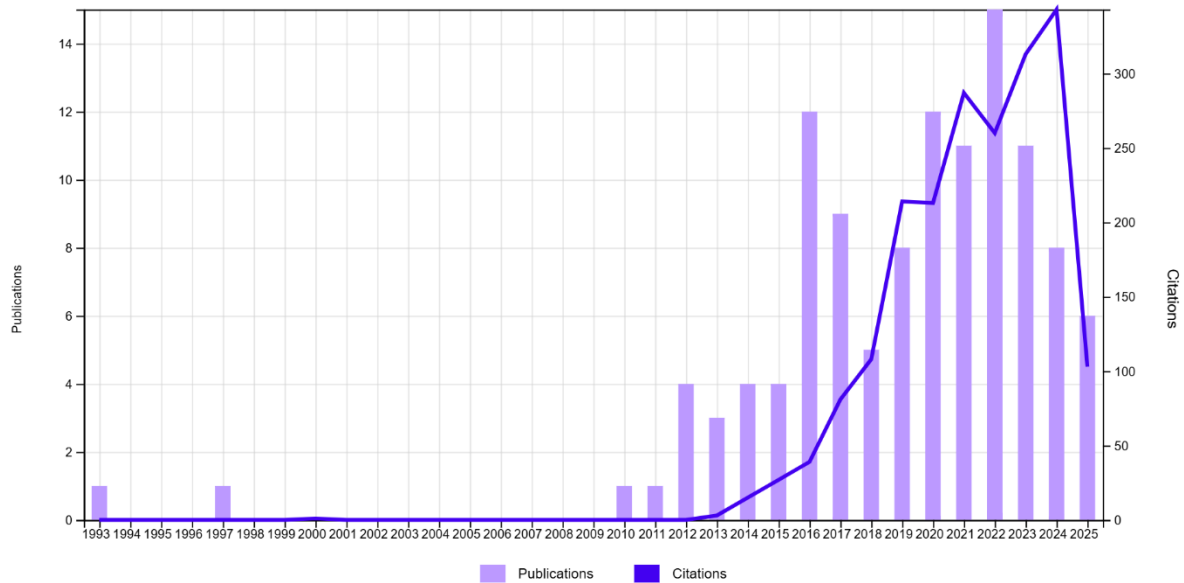
BULGULAR ve YORUM

Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarıyla İlgili Yayınlar Ve Bu Yayınların Aldığı Atıf Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı

Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarıyla ilgili çalışmaya dahil edilen toplam 116 yayın ve bu yayınların aldığı atıf sayılarının yıllara göre dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2

Yıllara Göre Yayın Ve Atıf Sayısı



Şekil 2'e göre; fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik çalışmaların yıllara göre yayın ve atıf sayılarında zaman zaman değişim gözlenmiş olsa da 2000'li yılların ortalarından itibaren bir artış gözlenmektedir. İlk çalışmanın yayınlandığı tarihten bugüne kadar 2007 atıf yapılmıştır, yayın başına ortalama atıf sayısı ise 17.3 olarak belirlenmiştir. Ayrıca en fazla yayının 2022 yılında 15 çalışma ile gerçekleştiği ve en fazla atıfın ise 343 atıfı 2024 yılında yapıldığı görülmüştür.

En Çok Yayın Yapan Yazarlar

Tablo 1'de fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusunda en çok yayın yapan 10 yazara ait bilgiler verilmiştir.

Tablo 1

Konu Alanına Yönelik En Çok Yayın Yapan Yazarlar

Yazar	Yayın Sayısı	Ülke	Çalıştığı Kurum
Melanie Cooper	5	ABD	Michigan State University
Justin Carmel	4	ABD	Florida International University
Sarah J. Fick	4	ABD	Washington State University
Selcen S. Guzey	4	ABD	Purdue University
Joseph Krajcik	3	ABD	University of Michigan (Emeritus)
Deborah Herrington	3	ABD	Grand Valley State University
Lynmarie A. Posey	3	ABD	Michigan State University
Tamara Moore	3	ABD	Purdue University
Jennifer Chiu	3	ABD	University of Virginia
Leonora Kaldaras	3	ABD	Texas Tech University

Tablo 1'e göre; fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusunda en fazla çalışma yapan yazarlar Melanie Cooper (5), Justin Carmel (4), Sarah J. Fick (4) ve Selcen S. Guzey 'dir.

En Çok Yayın Yapılan Kuruluşlar

Tablo 2’de fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusunda en çok yayın yapılan kuruluşlara yer verilmiştir.

Tablo 2

En Çok Yayın Yapılan Kuruluşlar

Kuruluş	Ülke	Yayın Sayısı	%
Michigan State University	ABD	10	8.62
Purdue University	ABD	10	8.62
Purdue University System	ABD	10	8.62
University System of Georgia	ABD	7	6.03
State University System of Florida	ABD	6	5.17
University System of Ohio	ABD	6	5.17
Washington State University	ABD	6	5.17
University of Colorado Boulder	ABD	5	4.31
University of Colorado System	ABD	5	4.31
California State University System	ABD	4	3.45

Tablo 2’ye göre fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusunda en fazla yayını 10 yayınlı Michigan State University yapmıştır. Toplam yayınların %8.62’si Michigan State University’ye aittir. En fazla yayın yapan 10 kurumun hepsi Amerika’da yer almaktadır.

En Çok Yayın Yapılan Ülkeler

Şekil 3’de fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusunda en fazla çalışma yapılan ülkelere yer verilmiştir.

Şekil 3

En Çok Yayın Yapılan Ülkeler



54 farklı ülkede bulunan bilim insanları fen eğitiminde mühendislik uygulamaları literatürüne katkıda bulunmuştur. En fazla katkıda bulunan ülkeler 95 (%81.90) yayınlı Amerika Birleşik Devletleri, 9 (%7.76) yayınlı Çin ve 5 (%4.31) yayınlı İspanya’dır. Türkiye ise 1 çalışma ile alana katkı sağlamıştır

En Çok Yayın Yapılan Dergiler

Tablo 3’te fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusunda en fazla yayın yapılan 10 dergiye ait bilgiler yer verilmiştir.

Tablo 3*En Çok Yayın Yapılan Dergiler*

Kuruluş	Yayın Sayısı	%
Science Education	8	6.9
Journal of Chemical Education	6	5.17
Journal of Research in Science Teaching	6	5.17
Journal of Science Teacher Education	6	5.17
School Science and Mathematics	6	5.17
American Biology Teacher	5	4.31
International Journal of Science Education	5	4.31
Journal of Science Education and Technology	5	4.31
Education Sciences	4	3.45
International Journal of Science and Mathematics Education	4	3.45

Tablo 3'ye göre fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusunda en fazla yayını 8 yayınlı Science Education dergisi yapmıştır. Toplam yayınların %6.9'u Science Education dergisine aittir. Journal of Chemical Education, Journal of Research in Science Teaching, Journal of Science Teacher Education ve School Science and Mathematics dergileri 6 yayın ile en çok yayın yapan dergiler arasındadırlar.

En Fazla Fon Sağlayan Kurumlar

Tablo 4'te fen eğitiminde mühendislik uygulamaları alanındaki çalışmalara en fazla fon sağlayan 10 kuruluşa ait bilgiler yer verilmiştir.

Tablo 4*En Fazla Fon Sağlayan Kuruluş*

Kuruluş	Yayın Sayısı	%
National Science Foundation (NSF)	37	31.9
NSF Directorate for STEM Education (EDU)	18	15.52
ACEV Foundation	2	1.72
Association of American Universities	2	1.72
National Institutes of Health (NIH) USA	2	1.72
NSF Directorate for Engineering (ENG)	2	1.72
United States Department of Energy (DOE)	2	1.72
United States Department of Health and Human Services	2	1.72
Alfred P. Sloan Foundation	1	0.86
Anhui Province Quality Engineering Projects	1	0.86

Fen eğitiminde mühendislik uygulamaları alanındaki çalışmalara en fazla fon sağlayan kuruluşlar, 37 yayınlı National Science Foundation (NSF) ve 18 yayınlı NSF Directorate for STEM Education (EDU)'dır. 2 yayınlı ACEV Foundation, Association of American Universities, National Institutes of Health (NIH) USA, NSF Directorate for Engineering (ENG), United States Department of Energy (DOE) ve United States Department of Health and Human Services alana en fazla fon sağlayan diğer kuruluşlardır.

En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler

Tablo 5'te fen eğitiminde mühendislik uygulamaları alanındaki çalışmalarda yazarlarca en çok kullanılan anahtar kelimelere yer verilmiştir.

Tablo 5*Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamaları İle İlgili Yayınlarda En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler*

No	Words	Occurrences	No	Words	Occurrences
1	science education	19	26	first-year undergraduate/general	3
2	NGSS (yeni nesil bilim standartları)	10	27	high school/introductory chemistry	3

3	education	9	28	Inquiry	3
4	science	9	29	laboratory instruction	3
5	science and engineering practices	9	30	scientific practices	3
6	stem	9	31	Teaching	3
7	professional development	8	32	21st century skills	2
8	engineering	7	33	Attitudes	2
9	engineering practices	7	34	case study	2
10	next generation science standards	7	35	computational thinking	2
11	assessment	5	36	curriculum development	2
12	engineering design	5	37	disciplinary core ideas	2
13	learning	5	38	Equity	2
14	curriculum	4	39	Gender	2
15	elementary	4	40	inquiry-based learning	2
16	engineering education	4	41	k-12	2
17	modeling	4	42	k-12 education	2
18	practices	4	43	learning progression	2
19	software engineering	4	44	maker education	2
20	stem education	4	45	middle school	2
21	three-dimensional learning	4	46	Models	2
22	chemical education research	3	47	next generation science	2
23	crosscutting concepts	3	48	practical work	2
24	design practice	3	49	primary science education	2
25	epistemology	3	50	representations	2

Analizler sonucunda en fazla kullanılan anahtar kelimeler 19 kayıtlı science education (fen eğitimi), 10 kayıtlı NGSS [Next Generation Science Standards] (yeni nesil bilim standartları), 9 kayıtlı education (eğitim), science (fen), science and engineering practices (fen ve mühendislik uygulamaları) ve STEM olarak belirlenmiştir.

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu araştırma ile bibliyometrik analiz kullanılarak fen eğitiminde mühendislik uygulamaları alanında yapılan çalışmaların genel eğiliminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik araştırmaların eğilimleri belirlenerek literatürdeki eksikliğe dair farkındalık yaratılacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada, fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik 1993-2025 yılları arasında WoS veri tabanında yayımlanan 116 makalenin bibliyometrik analizi yapılarak alandaki genel eğilimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. R Studio Biblioshiny paketi ve Microsoft Excel programları kullanılarak yapılan analizler sonucunda, fen eğitiminde mühendislik uygulamaları konusundaki yayınların ve atıf sayılarının yıllara göre dağılımı, en üretken yazarlar, kurumlar, ülkeler ve dergiler, en fazla fon sağlayan kuruluşlar ve en sık kullanılan anahtar kelimeler ortaya konmuştur.

Yayın ve atıf dağılımı açısından fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik en fazla yayın (15 çalışma) 2022 yılında gerçekleşmiştir. Bu, konuya olan ilginin özellikle son yıllarda arttığını göstermektedir (Kozcu Çakur ve Karlıdağ, 2024; Okulu ve Oğuz Ünver, 2021). En fazla atıf ise 343 atıfla 2024 yılında yapılmıştır; bu durum, alandaki çalışmaların güncel etkisinin yüksek olduğunu ve önceki yıllarda üretilen çalışmaların referans değerinin arttığını işaret etmektedir (Purzer vd., 2022). Anahtar kelimeler açısından en sık kullanılan anahtar kelime "science education" olmuştur. Bu bulgu, araştırmaların temel olarak fen eğitimi perspektifinden mühendislik uygulamalarını ele aldığını doğrulamaktadır. "Engineering practices" gibi diğer ilgili anahtar kelimelerin de analizi, konunun farklı alt boyutlarına ışık tutmuştur. Alanyazında fen eğitiminde mühendislik entegrasyonunun nasıl gerçekleştirileceğine dair STEM eğitimi başta olmak üzere farklı yaklaşım ve modeller mevcuttur (Berland, 2013; English & King, 2015; Roehrig vd., 2012). Her ne kadar "science education" teması baskın olsa da NGSS, "science and engineering practices" ve "STEM" kelimelerin bir arada sık kullanılması, araştırmaların daha çok ABD'deki yeni nesil fen standartları ve pratikleri çerçevesine yer verdiğini göstermektedir.

Üretkenlik açısından ele alındığında dergiler, ülkeler, kurumlar, yazarlar ve fon sağlayıcılar incelenmiştir. En çok yayın yapan dergi "Science Education" olarak belirlenmiştir. Bu, derginin alan için merkezi bir yayın platformu olduğunu göstermektedir (Antink-Meyer vd., 2025). En çok yayın yapan ülke "ABD" olmuştur. Bu, ABD'nin fen eğitiminde mühendislik uygulamaları araştırmalarında öncü bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır. En çok yayın yapan kurumlar "Michigan State University", "Purdue University" ve "Purdue University System" olarak saptanmıştır. Bu kurumların alandaki araştırma yoğunluğuna ve kapasitesine işaret etmektedir. En çok yayın yapan yazar "Melanie Cooper" olarak tespit edilmiştir. Bu yazarın alandaki sürekliliği ve etkisi dikkat çekicidir. En fazla fon sağlayan kuruluş "National Science Foundation (NSF)" olmuştur. Bu, özellikle ABD merkezli araştırmaların NSF tarafından güçlü bir şekilde desteklendiğini göstermektedir.

Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarına yönelik araştırmaların 2022 yılında yayın sayısında zirve yapması, küresel ölçekte STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) ve STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Matematik) eğitime verilen önemin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Ehsan ve diğerlerinin (2023) fen eğitiminde mühendislik öğrenmeye yönelik modeller hakkındaki sistematik incelemesinde de benzer sonuçlar bulunmuştur. Mühendislik tasarım süreçlerinin ve uygulamalarının fen öğrenimine entegrasyonu, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede önemli bir araç olarak görülmektedir (NGSS Lead States, 2013). Bu durum, araştırma sayısındaki artışı ve atıf sayılarındaki yükselişi doğal kılmaktadır.

"Science education" anahtar kelimesinin baskınlığı, araştırmaların pedagojik ve didaktik boyutlara odaklandığını düşündürmektedir. Ancak, "engineering design", "STEM education", "K-12 education" gibi anahtar kelimelerin de analizi, araştırmaların uygulama düzeyleri (örn. okul öncesi, ilköğretim, ortaöğretim), mühendislik disiplinlerinin entegrasyon biçimleri ve öğrenci çıktıları gibi farklı yönlerini ortaya koymada faydalı olacaktır. Örneğin, Hynes ve diğerlerinin (2017) 2000 ile 2015 yılları arasında yayınladıkları mühendislik eğitimi araştırmalarının sistematik incelemesi, 218 hakemli araştırma makalesinde birkaç benzer örüntü ortaya koydu. Mevcut çalışmada olduğu gibi, incelemelerinde belirlenen 256 araştırma sorusundan bilgi (%12) ve tutumlar (%11) ikinci ve üçüncü en yaygın odak alanlarını oluşturdu (algılar %20'yi oluşturdu). Benzer şekilde, bilgiye benzeyen öğrenme içeriği ve öğretmen uygulamasının ve tutumlar/öz yeterlilik/katılımcı özelliklerinin birincil ilgi alanları olduğunu gözlemledik.

ABD'nin ve bu ülkedeki belirli üniversitelerin (Michigan State University, Purdue University) alandaki liderliği, bu kurumların sahip olduğu araştırma altyapısı, disiplinlerarası işbirliği kültürü ve NSF gibi kuruluşlardan aldıkları güçlü finansal destekle açıklanabilir. Bu durum, diğer ülkelerdeki araştırmacılar ve kurumlar için hem bir model teşkil edebilir hem de uluslararası işbirliği potansiyellerini gösterebilir. "Science Education" dergisinin alandaki merkezi rolü, bu derginin konuyla ilgili yüksek kaliteli ve etkili çalışmaları yayınlama konusundaki itibarını pekiştirmektedir. Melanie Cooper gibi üretken yazarların varlığı, alanda belirli araştırma ekollerinin ve uzmanlık alanlarının geliştiğini göstermektedir. Alanyazında yapılan birçok bibliyometrik çalışma ve literatür taraması benzeri alandaki eğilimi ortaya çıkarmaya çalışan çalışmalarda fen eğitimindeki mühendislik uygulamalarına yönelik çalışmaların Amerikalı fonlar tarafından desteklenen kurumlardaki araştırmacılar tarafından yapıldığı görülmektedir (Borrego vd., 2014; Lammi vd., 2018; Riter & Holly, 2024; Silvestri vd., 2021; Takeuchi vd., 2020).

Bu bibliyometrik analiz, fen eğitiminde mühendislik uygulamaları alanının mevcut durumunu ve gelişim seyrini nicel verilerle ortaya koyarak literatüre önemli bir katkı sağlamıştır. Elde edilen bulgular, araştırmacıların, eğitimcilerin, program geliştiricilerin ve politika yapıcıların alandaki güçlü yönleri, araştırma boşluklarını ve gelecekteki potansiyel araştırma alanlarını belirlemelerine yardımcı olabilir. Örneğin, belirli mühendislik disiplinlerinin (örn. biyomühendislik, çevre mühendisliği) fen konularıyla nasıl daha etkin entegre edilebileceği veya farklı sınıf seviyelerinde mühendislik uygulamalarının öğrenci motivasyonu ve başarısı üzerindeki etkileri gibi konular daha fazla araştırmayı gerektirebilir. Alan yazında son yıllarda farklı mühendislik disiplinlerindeki öğrenciler ile STEM uygulamasının etkisini araştıran meta-analiz çalışmaları da bulunmaktadır (Lo & Hew, 2019).

Öneriler

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Analiz, yalnızca WoS veri tabanındaki "science education" ve "engineering pract" anahtar kelimeleriyle yapılan tarama sonucu elde edilen yayınlarla sınırlıdır. Farklı veri tabanları (örn. Scopus, ERIC) ve daha geniş bir anahtar kelime seti kullanılarak yapılacak analizler, alanın daha kapsamlı bir resmini sunabilir. Ayrıca, bibliyometrik analizler yayınların nicel özelliklerine odaklansa da içeriklerinin derinlemesine incelenmesi için nitel yöntemlere de ihtiyaç duyulmaktadır.

Gelecek araştırmalarda, bu alandaki tematik değişimlerin ve kavramsal yapıların daha detaylı incelenmesi için eş-kelime analizleri ve içerik analizleri yapılabilir. Farklı ülkelerdeki ve eğitim sistemlerindeki uygulamaların karşılaştırmalı analizleri, kültürel ve bağlamsal faktörlerin etkisini anlamada faydalı olacaktır. Ayrıca, öğretmenlerin mühendislik uygulamalarını fen derslerine entegre etme konusundaki yeterlilikleri, karşılaştıkları zorluklar ve mesleki gelişim ihtiyaçları da önemli araştırma konuları olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma, fen eğitiminde mühendislik uygulamaları alanının özellikle son on yılda önemli bir gelişme kaydettiğini ve akademik ilginin odağında yer aldığını göstermektedir. Bu eğilimin devam etmesi ve alandaki araştırmaların hem nitelik hem de nicelik olarak artması beklenmektedir.

Teşekkür ve Yazar Katılım Oranı

Yazar Katkısı (Authors' contributions): Bu çalışmada tüm bölümler yazarların ortak katkısı ile yazılmıştır.

Etik Kurul Onayı (Ethics approval): Bu araştırmada etik kurul iznini olmadığını tüm yazarlar beyan ederler.

Çıkar çatışması (Conflict of interest): Bu çalışmada yer alan yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Antink-Meyer, A., Brown, R.A., Parker, M.E. and Smith, J. (2025), A Review of Research on Engineering in K-12 Science Education. *Science Education*, 109: 893-910. <https://doi.org/10.1002/sce.21950>
- Berland, L. K. (2013). Designing for STEM integration. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 3(1), 22-31. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1078>
- Borrego, M., M. J. Foster, and J. E. Froyd. 2014. "Systematic LiteratureReviews in Engineering Education and Other Developing Inter-disciplinary Fields." *Journal of Engineering Education* 103, no. 1: 45–76. <https://doi.org/10.1002/jee.20038>
- Ehsan, H., J. P. Quintana-Cifuentes, S. Purzer, and A. P. Rehmat. (2023). Engineering Design and Children: A Systematic Literature Review. *International Journal of Education in Mathematics, Science andTechnology* 11(3), 775–803.
- English, L. D. & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Hynes, M. M., C. Mathis, S. Purzer, A. Rynearson, and E. Siverling.2017. Systematic Review of Research in P-12 Engineering EducationFrom 2000–2015. *International Journal of Engineering Education* 33(1), 453–462.
- Kozcu Cakir, N. & Karlidag, S. (2024). Adaptation studies of engineering design process cycle to robotics coding, STEM, and nature of science activities in science education. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 7(3), 550-572. <https://doi.org/10.46328/ijte.697>
- Lammi, M., C. Denson, and P. Asunda. 2018. "Search and Review of theLiterature on Engineering Design Challenges in Secondary SchoolSettings." *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)* 8, no. 2: 49–66.
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2019). The impact of flipped classrooms on student achievement in engineering education: A meta-analysis of 10 years of research. *Journal of Engineering Education*, 108(4), 523-546. <https://doi.org/10.1002/jee.20293>
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Okulu, H. Z. & Oğuz Ünver, A. (2021). Mühendisliğin STEM eğitime entegrasyonunda kuramsal bir inceleme. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [MSKU Journal of Education], 8(2), 545-558. <https://doi.org/10.21666/muefd.841152>
- Purzer, Ş., Quintana-Cifuentes, J., & Menekse, M. (2022). The honeycomb of engineering framework: Philosophy of engineering guiding precollege engineering education. *Journal of Engineering Education*, 111(1), 19-39.
- Riter, D., and J. Holly, Jr. 2024. "Critical Scoping Review of CriticalConsciousness as a Framework for Precollege Engineering Education." *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)* 14,no. 2: 29–70
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H. & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x>

- Silvestri, K. N., M. E. Jordan, P. Paugh, M. B. McVee, and D. L. Schallert. 2021. "Intersecting Engineering and Literacies: A Review of the Literature on Communicative Literacies in K-12 Engineering Education." *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)* 11, no. 1: 1–25
- Takeuchi, M. A., P. Sengupta, M.-C. Shanahan, J. D. Adams, and M. Hachem. 2020. "Transdisciplinarity in STEM Education: A Critical Review." *Studies in Science Education* 56, no. 2: 213–253. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755802>.