

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI



STEM KONUSUNDAKİ AKADEMİK YAYINLARIN
BİBLİYOMETRİK ANALİZİ VE PISA SINAVLARIYLA İLİŞKİSİ

MERVE ÇOLAKOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Semiral ÖNCÜ (Tez Danışmanı)

Doç. Dr. Gürhan DURAK

Prof. Dr. Erhan ŞENGEL

BALIKESİR, KASIM - 2023

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**STEM Konusundaki Akademik Yayınların Bibliyometrik Analizi ve PISA Sınavlarıyla İlişkisi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Merve ÇOLAKOĞLU

ÖZET

**STEM KONUSUNDAKİ AKADEMİK YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK
ANALİZİ VE PISA SINAVLARIYLA İLİŞKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MERVE ÇOLKAOĞLU
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. SEMİRAL ÖNCÜ)**

BALIKESİR, KASIM - 2023

Bu araştırma STEM’le ilgili bilimsel çalışmaların bibliyografik bir resmini sunmak ve PISA sınav sonuçlarıyla ilişkisini incelemek için gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda STEM konusundaki akademik çalışmalar bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiş, sonrasında okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık alanlarındaki yetenekleri ölçen PISA sınav sonuçları gözden geçirilmiştir. Son olarak, STEM alanyazını ve PISA sınav sonuçları arasındaki ilişki keşfedici korelasyonel araştırma yöntemiyle irdelenmiştir. Çalışmanın verileri 1999–2023 yılları arasında WoS ve Scopus veri tabanlarında yayımlanmış olan 13695 adet STEM temalı bilimsel çalışma ile 2000 yılından itibaren en fazla bir PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınavına katılmamış olan ülkelerin sınav sonuçlarından oluşmaktadır. Bibliyografik değerlendirmeler sonucunda STEM hakkındaki çalışmalarda kullanılan ortak kelimeler belirlenmiştir. Anahtar kelimelerin eş kelime ağı incelenirken en popüler kelimelerin sırasıyla STEM, STEM eğitimi, eğitim, cinsiyet olduğu görülmüştür. STEM konusunun literatürde zaman içinde yayın ve atıf sayısı bazında dağılımı belirlenmiştir. Yayın sayılarının 2020 yılına kadar artış gösterdiği, 2020 yılındaki pandeminin yayın sayıları üzerinde olumsuz bir etki sergilediği olasıdır. Ülkeler, kurumlar ve dergiler bazında iş birlikleri bibliyometrik görsellerle sunulmuştur. Yayınların ülkelere göre iş birliği ilişkilerinde Amerika Birleşik Devletleri’nin öne çıktığı, Türk araştırmacıların ağırlıklı olarak Amerika Birleşik Devletleri’nden araştırmacılar ile iş birliği içinde olduğu söylenebilir. Her PISA döngüsündeki ortalama okuma ve bilimsel okuryazarlık puanları ile 2009 yayın sayıları arasındaki anlamlı korelasyon ilişkisi en belirgin gözlemdir. Bütün ülkeler bazında özellikle okuma ve bilimsel okuryazarlık açısından genellikle pozitif korelasyonlara, en başarılı ülkeler bazında ise negatif korelasyonlara rastlanmıştır. PISA başarısına katkı sağlamak açısından çalışmaların sayısından ziyade, niteliklerine önem vermek etkili bir strateji olabilir. Başarısız ülkelere de odaklanmak konuya farklı perspektifler sunabilir.

ANAHTAR KELİMELELER: STEM, STEM eğitimi, PISA, okuma becerileri, matematik okuryazarlığı, bilimsel okuryazarlık, bibliyometrik analiz.

ABSTRACT

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF ACADEMIC PUBLICATION ON STEM AND IST RELATIONSHIP WITH PISA EXAM RESULTS

MSC THESIS

MERVE ÇOLAKOĞLU

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

COMPUTER EDUCATION AND INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. SEMİRAL ÖNCÜ)

BALIKESİR, NOVEMBER - 2023

This research was conducted to present a bibliographic picture of scientific studies on STEM and to examine its relationship with PISA exam results. In this direction, academic studies on STEM were examined with the bibliometric analysis method, and then the PISA exam results, which measure abilities in the fields of reading, mathematics and scientific literacy, were reviewed. Finally, the relationship between the STEM literature and PISA exam results was examined using the exploratory correlational research method. The data of the study consist of 13695 STEM-themed scientific studies published in WoS and Scopus databases between 1999-2023, and exam results of countries that have not participated in at most one PISA reading, mathematics and scientific literacy exam since 2000. As a result of bibliographic evaluations, common words used in studies on STEM were determined. When examining the co-occurrence network of keywords, it was seen that the most popular words were STEM, STEM education, education, and gender, respectively. The distribution of the STEM subject in the literature over time on the basis of the number of publications and citations has been determined. It is possible that the number of publications increased until 2020, and that the pandemic in 2020 had a negative effect on the number of publications. Collaborations on the basis of countries, institutions and journals are presented with bibliometric visuals. It can be said that the United States of America stands out in the cooperation relations of the publications according to the countries, and Turkish researchers are mostly in cooperation with the researchers from the United States of America. The most significant observation is the significant correlation between the average reading and scientific literacy scores in each PISA cycle and the 2009 publication numbers. Generally positive correlations were found for all countries, especially in terms of reading and scientific literacy, and negative correlations were found for the most successful countries. In terms of contributing to the success of PISA, giving importance to the quality of the studies rather than the number of studies can be an effective strategy. Focusing on less successful countries can offer different perspectives on the subject.

KEYWORDS: STEM, STEM education, PISA, reading literacy, mathematical literacy, scientific literacy, bibliometric analysis.

Science Code / Codes: 11303

Number of Pages: 148

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu	5
1.2 Araştırmanın Amacı	6
1.3 Araştırma Soruları	6
1.4 Araştırmanın Önemi	7
1.5 Sınırlılıklar	10
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	11
2.1 STEM Kavramı ve Tarihçesi	11
2.1.1 STEM Eğitiminin Önemi	15
2.1.2 STEM Eğitiminin Amaçları	17
2.1.3 STEM ve 21. Yüzyıl Becerileri	19
2.2 STEM ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	22
2.2.1 Entegre STEM Eğitimi Araştırmaları	22
2.2.2 Uygulama Alanına Dayalı Araştırmalar	26
2.2.3 Eğitim Seviyesine Dayalı Araştırmalar.....	28
2.3 PISA Sınavı ve Tarihçesi	31
2.3.1 PISA Okuma Okuryazarlığı	35
2.3.2 PISA Matematik Okuryazarlığı.....	37
2.3.3 PISA Bilimsel Okuryazarlık.....	38
2.4 STEM ve PISA Sınavı ile İlgili Çalışmalar	40
2.4.1 Eğitim Sistemi ve Politikaları.....	40
2.4.2 Öğrenci Başarısı ve Performans Karşılaştırması	41
2.4.3 Öğretmen Eğitimi ve Gelişimi.....	42
2.4.4 PISA sınavları ile Akademik Yayınların İlişkisi	42
3. YÖNTEM	43
3.1 Araştırma Modeli	43
3.2 Evren ve Örneklem.....	43
3.3 Veri Toplama	44
3.4 Veri Analizi.....	46
4. BULGULAR	49
4.1 STEM Alanında Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi	49
4.1.1 Yayınların Anahtar Kelimelere Göre Dağılımı	49
4.1.2 Yayın ve Atıf Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı	52
4.1.3 Yayın ve Atıf Sayılarının Ülkelere Göre Dağılımı.....	54
4.1.4 Yayın ve Atıf Sayılarının Kurumlara Göre Dağılımı	58
4.1.5 Yayın ve Atıf Sayılarının Dergilere Göre Dağılımı	61
4.1.6 Yayın Sayılarının Yayın Türüne Göre Dağılımı	64
4.2 PISA Testi Sonuçları	65

4.2.1 PISA Okuma Okuryazarlık Testi Sonuçları.....	65
4.2.2 PISA Matematik Okuryazarlık Testi Sonuçları.....	68
4.2.3 PISA Bilimsel Okuryazarlık Testi Sonuçları	71
4.3 PISA Sınavı Sonuçları ile Bilimsel Çalışmalar Arasındaki İlişki.....	75
4.3.1 Sınav Yılı Bazında Tüm Ülkelerin Ortalama PISA Okuryazarlık Puanları ile Toplam Yayın ve Atıf Sayıları Arasındaki İlişkiler	75
4.3.2 Yayın Yılı Bazında Ülkelerin Ortalama PISA Okuryazarlık Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler	80
4.3.3 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye'nin Ortalama PISA Okuryazarlık Sınav Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler	91
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	98
5.1 Tartışma ve Sonuç	98
5.1.1 Bibliyometrik Analiz	98
5.1.2 PISA Sınavı Sonuçları	103
5.1.3 Bilimsel Yayınlar ile PISA Sınavları İlişkisi	108
5.2 Öneriler	117
5.2.1 Çalışmanın Bulgularına Yönelik Öneriler	117
5.2.2 Gelecek Çalışmalara Yönelik Öneriler	119
6. KAYNAKÇA	120
EKLER.....	144
EK A: WoS Veri Tabanı için Arama Anahtar Kelime Kombinasyonları.....	144
EK B: Scopus Veri Tabanı için Arama Anahtar Kelime Kombinasyonları.....	145
EK C: Verileri Birleştirmek ve Kopya Olan Verileri R Studio'da Silmek için Kullanılan Kodlar	146

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1: Veri toplama adımları	45
Şekil 4.1: Anahtar kelimeler arasındaki eş kelime ağı	49
Şekil 4.2: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmaların yıllara göre dağılımı	53
Şekil 4.3: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmaların yıllara göre atıf sayılarının dağılımı	53
Şekil 4.4: 1999-2023 STEM ile ilgili en çok yayın çıkaran ilk 10 ülkenin yıllara göre yayın sayılarının dağılımı. Amerika Birleşik Devletleri'nin yayın sayısı diğer ülkelere göre çok fazla olduğu için 10'a bölünerek gösterilmiştir.	56
Şekil 4.5: 1999-2023 yılları arasında yapılan STEM temalı çalışmaların ülkelere göre iş birliği ağı	57
Şekil 4.6: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmaların ülkelere göre atıf sayıları	58
Şekil 4.7: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmaların kurumlara göre dağılımı	59
Şekil 4.8: 1999-2022 yılları arasında yayınlanan STEM temalı yayın yapan kurumların yıllara göre yayın sayıları	60
Şekil 4.9: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmalarda kurumların iş birliği ağı	61
Şekil 4.10: 1999-2023 yılları arasında yapılan STEM temalı çalışmaların dergilere göre dağılımı	62
Şekil 4.11: 1999-2022 yılları arasında yapılan STEM temalı yayın yapan dergilerin yıllara göre sayıları	63
Şekil 4.12: 1999-2023 yılları arasında yapılan STEM temalı çalışmaların dergilere göre atıf sayıları	63
Şekil 4.13: 1999-2023 yılları arasında yayımlanan STEM temalı yayınların yayınlandığı yayın türüne göre dağılımı	64
Şekil 4.14: Ülkelerin PISA okuma okuryazarlığı ortalama sınav sonuçlarının yıllara göre dağılımı	66
Şekil 4.15: Ülkelerin PISA matematik okuryazarlığı ortalama sınav sonuçlarının yıllara göre dağılımı	69
Şekil 4.16: Ülkelerin PISA bilimsel okuryazarlık ortalama sınav sonuçlarının yıllara göre dağılımı	72

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1: Ülkelerin STEM Temalı Yayın Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı.	55
Tablo 4.2: Sınav yılı bazında tüm ülkelerin ortalama PISA okuryazarlık puanları ve toplam yayın ve atıf sayıları.	76
Tablo 4.3: Sınav yılı bazında ülkelerin PISA sınavı ortalama okuryazarlık puanlarının ve STEM temalı toplam yayın ve atıf sayılarının normallik testi sonuçları.	76
Tablo 4.4: Tüm ülkelerin ortalama PISA okuma okuryazarlığı puanları ile toplam bilimsel yayın sayıları arasındaki Pearson r korelasyon ilişkisi.	77
Tablo 4.5: Tüm ülkelerin ortalama PISA okuma okuryazarlık puanları ile bilimsel yayınlara yapılan toplam atıf sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	78
Tablo 4.6: Tüm ülkelerin ortalama PISA matematik okuryazarlığı puanları ile toplam bilimsel yayın sayıları arasındaki Pearson r korelasyon ilişkisi.	78
Tablo 4.7: Tüm ülkelerin ortalama PISA matematik okuryazarlığı puanları ile bilimsel yayınlara yapılan toplam atıf sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	79
Tablo 4.8: Tüm ülkelerin ortalama PISA bilimsel okuryazarlık puanları ile toplam bilimsel yayın sayıları arasındaki Pearson r korelasyon ilişkisi.	79
Tablo 4.9: Tüm ülkelerin ortalama PISA bilimsel okuryazarlık puanları ile bilimsel yayınlara yapılan toplam atıf sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	80
Tablo 4.10: 35 ülkenin PISA sınavı ortalama okuryazarlık puanlarının ve yayın yılı bazında STEM temalı toplam bilimsel yayın sayılarının normallik testi sonuçları.	81
Tablo 4.11: Ülkelerin 2000 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	83
Tablo 4.12: Ülkelerin 2003 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	84
Tablo 4.13: Ülkelerin 2006 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	85
Tablo 4.14: Ülkelerin 2009 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	86
Tablo 4.15: Ülkelerin 2012 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	87
Tablo 4.16: Ülkelerin 2015 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	89
Tablo 4.17: Ülkelerin 2018 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.	90
Tablo 4.18: Sınav yılı bazında en başarılı beş ülke ve Türkiye'nin PISA sınavı ortalama okuma okuryazarlığı puanlarının ve STEM temalı toplam bilimsel yayın sayılarının normallik testi sonuçları.	92
Tablo 4.19: Ülkelerin PISA okuma okuryazarlığı sınav sonuçları ile yayın sayıları arasındaki ilişki.	93
Tablo 4.20: Sınav yılı bazında en başarılı beş ülke ve Türkiye'nin PISA sınavı ortalama matematik okuryazarlığı puanlarının ve STEM temalı toplam bilimsel yayın sayılarının normallik testi sonuçları.	94

Tablo 4.21: Ülkelerin PISA matematik okuryazarlığı sınav sonuçları ile yayın sayıları arasındaki ilişki.....	95
Tablo 4.22: Sınav yılı bazında en başarılı beş ülke ve Türkiye'nin PISA sınavı ortalama bilimsel okuryazarlık puanlarının ve STEM temalı toplam bilimsel yayın sayılarının normallik testi sonuçları.....	96
Tablo 4.23: Ülkelerin PISA bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları ile yayın sayıları arasındaki ilişki.....	97
Tablo 5.1: Yıllara göre bilimsel yayın sayıları ile PISA okuma okuryazarlığı sınav puanlarının korelasyon tablosu.....	111
Tablo 5.2: Yıllara göre bilimsel yayın sayıları ile PISA matematik okuryazarlığı sınav puanlarının korelasyon tablosu.....	112
Tablo 5.3: Yıllara göre bilimsel yayın sayıları ile PISA bilimsel okuryazarlık sınav puanlarının korelasyon tablosu.....	113

Anneme...

ÖNSÖZ

Akademik kariyerimin ilerlemesinde beni destekleyen, tezimin planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve tezimin her aşamasında ilgisini ve desteğini esirgemeyen, yoğun çalışma programına rağmen her zaman sorduğum sorulara özenle ve samimiyetle yanıt veren, engin bilgi ve tecrübeleriyle çalışmamda beni yönlendirerek çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren, kendisinden çok şey öğrendiğim, çok değerli hocam sayın Doç. Dr. Semiral ÖNCÜ'ye çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın son haline kavuştururken değerli geri bildirimleriyle yoluma ışık tutan tez savunması jüri üyeleri değerli hocalarım sayın Doç. Dr. Gürhan DURAK ve sayın Prof. Dr. Erhan ŞENGEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansa başlamam ve çalışmam sırasında sınırsız sabrını ve en büyük desteğini her zaman hissettiğim, bana inanan ve güvenen kıymetli anneme çok teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte hep yanımda olan babama, kardeşime ve babaanneme çok çok teşekkür ediyorum. Her zaman yanımda olduğunuz için kendimi çok şanslı hissediyorum.

Balıkesir, 2023

Merve ÇOLAKOĞLU

1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyılda hızlanan küreselleşmeyle bilim ve teknolojideki gelişmeler ülkelerin geleceğine yön verir hale gelmiştir. Modern toplumlarda bilim ve teknoloji anlayışı, bir gencin hayata hazırlık durumunun merkezinde yer alır. Bireylerin değişen dünyaya ayak uydurması ve anlamlı tepkiler verebilmesi için teknolojiyi takip etmesi, hızla artan ve değişen bilgi yığını içinde gerçek bilgiyi bulması, analiz edip değerlendirmesi ve günlük yaşantısında kullanabilmesi gerekmektedir. Durum böyle olunca bir toplumun başarılı olabilmesi için bilim ve teknoloji alanında değişmesi ve kendini geliştirmesi kaçınılmaz olmuştur. Bilim ve teknoloji ile ilgili konular bireyi hem kişisel hem ulusal hatta küresel düzeyde geliştirir (OECD, 2006). Bir ülkenin kendini herhangi bir alanda geliştirebilmesi ve çağın gerekliliklerine ayak uydurabilmesi için en önemli etkenlerden biri ise eğitimidir. Eğitim ülkelerin büyümesinde önemli bir role sahiptir. Günümüz dünyasında teknolojideki gelişim, teknolojiyi eğitimde kullanma yöntemimizi de tamamen değiştirmiştir. Modern toplumlar eğitimde mükemmelliğe büyük önem vermekte ve eğitimde başarıya ulaşmayı hedeflemektedir (Newcombe, 2017). Ekonomik kalkınmada uzun vadeli büyüme için yüksek kaliteli eğitim gereklidir çünkü çalışanların bilgi ve becerileri hızla değişen toplumun ihtiyaçlarına çözümler sunabilmelidir. Hal böyle olunca çarkın hiç ara vermeden dönebilmesi için nitelikli insan gücüne ihtiyaç artmıştır ve buna istinaden eğitim alanında da yeni yönelimler ortaya çıkmıştır. Sadece okulda öğrenilen bilgi yeterli değildir. Eğitim sistemleri, öğrencilerin dönemin gerektirdiği niteliklere uyum sağlayabilecek bireyler olmalarını sağlamak amacıyla güncellenmelidir. Her birey her türlü bilgiye ulaşabilmeli ve ulaştığı bilgiyi kullanabilmelidir. Eğitim alanındaki bu yeni yönelimler, topluma ve kendine faydalı 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Ananiadou ve Claro, 2009).

21. yüzyıl becerileri günümüzde çok popüler olan bir kavramdır. Değişen dünya şartlarına adapte olabilmek ve çevresel, ekonomik, sosyal alanlarda çağın gerekliliklerini yakalamak için bireylerin sahip olması gereken bilgi, tutum ve becerilere 21. yüzyıl becerileri denilmektedir. 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmek için yapılan yenilikçi hareketlerin başında ise eğitim-öğretim programları bulunmaktadır. Dolayısıyla gelişmişlik düzeyi yüksek olan ülkeler eğitim programlarını bu yüzyılın gereksinim duyduğu bireylerin yetiştirilmesini sağlamak üzere yeniden dönüştürmekte ve bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında kendilerini geliştirmektedirler. Öğrenciler öğrenme sürecinde aktif olmalı, öğretmenle birlikte yaparak yaşayarak öğrenmeli, bilgiyi oluşturmalı, oluşturduğu

bilgiyi somutlaştıracak kullanabilmelidir. Öğretmen çözümü değil problemi öğretmeli, öğrencilere yaratıcılıklarını ortaya çıkaracak esnek bir düşünme ortamı tanınmalıdır. Bu tarz becerilerin kazandırılmasında, eğitimin tüm seviyelerini içinde barındıracak şekilde dizayn edilen, bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin birbirine entegre edilmesine dayanan bütünleşik eğitim yaklaşımlarının başında STEM science (bilim), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) eğitimi gelmektedir (Bybee, 2010; Çorlu, 2014).

STEM eğitimi, fen bilimleri ve matematik kavramlarını anlayan, bu kavramlardan elde edilen bilgileri mühendislik tasarım süreciyle birleştirerek teknolojik ürün ortaya koyabilen bireyler yetiştirmeyi hedefleyen bir eğitim yaklaşımıdır (Corlu, Capraro ve Capraro, 2014). STEM eğitimi öğrencilerin inovasyon için gerekli olan yaratıcılıklarını ve eleştirel düşünme yeteneklerini ortaya çıkartarak, dünyayı değiştirme potansiyellerini kullanmalarına teşvik eder (Geotab, 2021). STEM eğitiminin geleneksel öğretim yöntemlerinden farklı olduğuna dair literatürde tutarlı birçok özelliğinden bahsedilmektedir. STEM bireylere iş birliği içinde eğlenerek, uygulayarak deneyim kazandırır ve aynı zamanda günlük yaşam problemlerine karşı becerilerini geliştirir. Geleneksel öğrenme yöntemleriyle bu becerileri kazandırmak mümkün olmayabilir (Roberts, 2012). STEM eğitimi, gerçek dünya problemlerine çözüm geliştirirken öğrenciyi öğrenme konusunda motive ederken aynı zamanda öğrencinin kendi bilgilerinden yararlanmasına izin vermektedir (Dare, Keratithamkul, Hiwatig ve Li, 2021). İletişim, uyum sağlama, esneklik, problem çözme ve bilgi teknolojilerinin kullanımı gibi genel beceriler öğrencilerin gelişimi için gereklidir. Bu beceriler müfredat boyunca okulda geliştirilir ancak bu becerilerin değerlendirilmesi disiplinler arası odaklanmayı gerektirir. STEM öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki bilgilerini harmanlayarak kullanabilmelerini ve STEM alanlarında yetenekli iş gücünü arttırmayı amaçlamaktadır (NRC, 2011). Kısacası STEM eğitimiyle soyut veriler öğrenciler için somut hale getirilmektedir. Ülkeler STEM disiplinleri ile öğrencilerine 21. yüzyıl becerileri kazandırarak onları yetişkin hayatına hazırlamayı ve eğitim sistemlerinde uluslararası eğilimlere erişebilmeyi hedeflemektedir. Bu hedeflere ulaşmanın bir aracı olarak da 21. yüzyıl becerilerine verilen bu önem PISA, TIMSS gibi çeşitli uluslararası sınavlarla izlenmektedir (OECD, 2021a; TIMSS, 2020).

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı- PISA (Programme for International Student Assessment), Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı- OECD (Organisation for Economic

Co-Operation and Development) tarafından geliştirilen, 15 yaşındaki öğrencilerin toplum yaşamına katılmaya hazırlık derecesini ve ülkelerin eğitim sistemlerini uluslararası düzeyde değerlendiren bir sınavdır (OECD, 2021b). PISA sınavı bireylerin okuma, matematik ve fen alanlarında bildikleriyle, topluma etkili bir katılım sağlayabilme yeterliliklerini ölçmek için tasarlanmıştır. PISA, ülkeler arasındaki öğrenci başarısını düzenli olarak karşılaştırmak ve değerlendirmek için uluslararası düzeyde kabul edilen, yeterliliğe dayalı bir sınavdır (Almarashdi ve Jarrah, 2023). PISA'da ölçülen her alana yönelik yeterlilik düzeyi, okuryazarlık çerçevesi altında tanımlanmaktadır (Yılmaz, Fer, Kelecioğlu ve Doğan, 2020). PISA'da okuryazarlık, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi ve becerilerle topluma etkili bir şekilde katkıda bulunabilme yeteneği olarak ele alınmaktadır (MEB, 2022). Yani PISA, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgileri bilmelerinden ziyade, öğrendikleri bilgilerle hem okul hayatında hem günlük yaşantılarında neler yapabildiklerine, karşılaştıkları yeni durumları anlayabilmek, bilmedikleri konularda tahminde bulunabilmek için bilgi ve becerilerini ne kadar kullanabildiklerine ve fikirlerini uygulama becerilerine odaklanır. Bireyler hayatın her alanında karşılaştıkları bir örüntüyü tanımlayabilmeli, ilişkileri görebilmeli, ayrıntıları hatırlayabilmeli ve günlük yaşantıları içinde deneyimlerinden sonuçlar çıkarabilmelidir. Okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık becerilerine sahip olmak akademik, profesyonel, sivil, sosyal veya özel hayat koşullarında bireysel başarı için önemli birer koşuldur. Bu beceriler insani özelliklerin önemli göstergeleri olduğu için refah ve esenlik üzerine önemli bir etkiye sahiptir (OECD, 2013a). OECD'nin (2019a) yayımladığı rapora göre gerçek hayat problemleri matematik ve bilimsel okuryazarlık ile daha çok ilgilidir ancak öğrencilerin bilgiye ulaşabilmeleri için öncelikle iyi bir okuyucu olmaları gerekmektedir. Okuma ile başarı arasında doğrudan bir bağlantı vardır çünkü okuma herhangi bir derste başarılı bir performans için ön koşuldur (OECD, 2003). Okuma becerilerine odaklanan okuma testinde başarılı olmak öğrencilerin bilgiyi yapılandırma ve kullanabilme becerileriyle ilişkilidir. Dijital çağın devasa bilgi akışında öğrenciler amaçlarına ulaşabilmek ve kendilerini geliştirebilmek için temel kavramlar ile fikir arasındaki ayrımı yapabilmeli, topluma katılabilmek için metinleri anlamalı, kullanabilmeli, değerlendirip yansıtabilmeli yani metinlerle ilişki kurabilmelidir (OECD, 2019b). Okuma artık sadece basılı sayfalarda değil elektronik ortamda da çeşitli şekillerde sunulan metin kaynakları arasında gezerken anlam çıkarabilmektir; bireyler önyargılı bilgileri, sahte haberleri ve kimlik avı e-postaları gibi kötü amaçlı içeriği tespit etme stratejilerini öğrenmelidir (OECD, 2021a). Öğrencilerden bazıları eğitim hayatı sürecinde üniversiteye gider, bazıları ülkedeki işgücüne hazırlanmak için kendilerini geliştirmeye çalışır, bazıları

ise erken yaşta çalışma hayatına atılır. Sebepleri ne olursa olsun ekonomik, sosyal ya da kişisel yaşantılarına aktif katılım sağlayabilmeleri için okuma okuryazarlığı çok önemlidir (OECD, 2010a). Matematik okuryazarlığı, bireyin matematiksel kavramları tanımlayabilmesi, bir problemi yorumlayabilmesi ve formülleştirmesi, çözümleri tasarlayabilmesi ve matematiksel olarak akıl yürütebilme kapasitesidir (OECD, t.y.-a). Bugün teknoloji bireylerin yaşamlarında uzun vadede önemli bir rol oynamaktadır ve matematik okuryazarlığı ile aynı yörüngede karşılıklı etkileşimli bir şekilde ilerlemektedir. Hayatın her alanında karşı karşıya kaldığımız bilgisayarların ve robot gibi cihazların üretilmesi matematiksel muhakeme ve hesaplamaların yönlerini içerir (OECD, 2018). Bireyler yeni teknolojiler ve eğilimler tarafından hızla değişen bir dünyada matematiğin oynadığı rolün farkında olmalı, uygun muhakeme ve varsayımlarla matematiği yaşamda gerekli olan yerlerde kullanabilmelidir (OECD, 2019a). Bilimsel okuryazarlığı ölçen bilimsel okuryazarlık testinde ise öğrencilerin olayları bilimsel olarak açıklayabilmesi, bir bilimsel araştırmayı tasarlayabilmesi ve sonrasında değerlendirebilmesi, verileri ve bulguları bir bilim insanı gibi yorumlayabilme yeterliliğini gösterebilmesi gerekmektedir. Öğrenciler bilimsel düşüncenin oluşmasını sağlayan olguları ve fikirleri fark edebilmeli, bilimsel olarak yorumlayabilmelidir.

STEM eğitimi ve PISA sınavları eşzamanlı olarak ortaya çıkmıştır. STEM zaman içinde küreselleşme uygulamalarının bir ürünü olduğu kadar, OECD'nin de savunduğu ekonomik rekabetin sağlanmasında da sorumlu bir eğitimidir (Pugliese ve Santos, 2022). Teknolojinin hızla gelişmesi ve küresel zorlukların etkisiyle hayatımızda STEM yetkinliklerinin büyük önem kazanması bireylerin bilimsel okuryazarlığına katkı sağladığından, uluslararası rekabette milli gücü arttırmaya olan etkisi ve sorumlu vatandaşlar yetiştirmek için temel bir eğitim biçimidir. PISA puanları, bir ülkedeki öğrencilerin STEM alanlarındaki performanslarını diğer ülkelerle kıyaslamalarına olanak tanır (Rotermund ve Burke, 2021; Sparks, 2016). PISA sınav sonuçları öğrencilerin matematik ve fen bilimlerinde yeterince bilgi sahibi olmadığını göstermekte ve bu durumun STEM eğitimiyle değiştirilebileceğinden söz edilmektedir (Maass, Geiger, Ariza ve Goos, 2019). Ay ve Seferoğlu (2021) STEM eğitimi uygulayan ülkelerin PISA sınavlarında daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur. Özetle, STEM eğitimi ve PISA sınav sonuçları arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır.

1.1 Problem Durumu

Çevremizde her şeyin hızla değişmesi nedeniyle, öğrencilere geleceğe nasıl hazırlanmaları gerektiği etkili bir şekilde öğretilmelidir. Bireylerin değişen teknolojiye ve günlük yaşantıda karşılaşılan problemlere ve zorluklara hazırlıklı olması önemlidir. Sadece okulda ezberle öğretilen bilgilerle öğrencilerin yeteneklerinin yeterince etkili bir şekilde geliştirilmesi mümkün değildir. Gerçek hayat problemlerinin, 21. yüzyıl becerilerinin ve STEM kariyerlerini geliştirmenin STEM eğitiminde öğrencinin öğrenmesine katkısı büyüktür (Dare vd., 2021). STEM eğitimi bir ülkenin rekabet edebilirliği veya yenilik kapasitesi için bir kaldıraç olarak görülmektedir (Assefa ve Rorissa, 2013). STEM eğitimi bireyleri çok küçük yaşlardan itibaren disiplinler arası ve uygulamalı olarak öğrenmeye yönlendirerek onların her alanda dünyayı anlamlandırmalarına fırsat vermektedir (Dugger, 2010). Diğer yandan, ülkeler eğitim politikaları oluştururken PISA sınav verilerini kullanmaktadırlar (Domínguez, Vieira ve Vidal, 2012). PISA sınavı sonuçları ülkelere eğitim programlarını değerlendirme fırsatı sunarken, dünyada takip edilmesi gereken ülkeler açısından da fikir vermektedir. PISA sınavı bu anlamda STEM eğitimiyle ilgili bulgular açısından da çeşitli veriler sunabilir.

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde STEM eğitimi ile ilgili oldukça fazla ve değişik alanlara odaklanmış çalışmalar olduğu görülmektedir (Chen, Yang, Lin ve Lin, 2023; Du vd., 2022; Yabas, Kurutas ve Corlu, 2022). Veri tabanlarındaki STEM alanındaki yayın sayılarının zaman içindeki artış miktarına dayanarak ülkelerin STEM eğitimi konusunda ciddi anlamda çalıştıklarını söylemek mümkündür. Bilimsel yayınların niceliğinin sürekli artması, devamlı üretilen bilgi yığınının sentezlenmesini güçleştirmekte, araştırmacıların gözden geçirmesi gereken çok fazla bilgiye yol açmaktadır (Bibliometrix, 2023b). Bu kadar büyük veriyle uğraşırken konuyla ilgili en etkili ülke, yazar ya da çalışmaların hangilerinin olduğunun belirlenmesi gibi bilgiler için literatür tarama benzeri manuel yöntemlerle veri tabanlarını taramak hem fazla zaman alıcı olabilir hem de ilgili literatürü anlamak için yeterli olmayabilir. Bibliyometrik analiz belli bir konu alanı ile ilgili ihtiyaçları belirlemeye yardımcı olan nicel bir yöntemdir (Bibliometrix, 2023b). Bu çalışmada STEM alanını karakterize eden alanları bibliyometrik yöntemlerle belirleyerek ülkelerin STEM konusunda yayınladıkları bilimsel çalışmalar ile STEM alanında öğrencilerin kazanımlarının ölçüldüğü PISA sınav puanları arasında ne tür bir ilişki bulunduğunun ortaya çıkarılması, ilgili alanda yapılan çalışmalarını daha anlamlı kılabilir ve eğitimin iyileştirilmesi açısından bir pencere sunabilir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, STEM konusunda yapılan bilimsel çalışmaların bibliyometrik analizi yoluyla akademik iletişim haritasını belirleyerek, bu alanda takip edilen dergi, kurum ve ülkelerin belirlenmesini sağlamak ve PISA sınavı uygulanan ülkelerdeki STEM temalı yayınların sayısı ile PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınavı sonuçları arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Domínguez, Vieira ve Vidal'in (2012) belirttiği gibi PISA sınavlarının bilimsel yayınlar üzerinde olumlu bir etkiye sahip olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada da PISA'nın STEM alanlarındaki yayınlar konusunda önemli bir etkiye sahip olabileceği düşünülmüştür, çünkü PISA sınavları STEM alanlarında öğrencilerin sergilediği performans hakkında araştırmacılara eğilimleri analiz etmek ve alanları belirlemek için kullanılabilir zengin bazı veriler sunmaktadır. STEM eğitimindeki konuların PISA tarafından doğrudan ele alınan konular olması, araştırmacıların bunlar yardımıyla öğrenci başarısı ve öğretmen etkililiği gibi konulara odaklanma imkânlarını artabilir. Bu da doğrudan yayın sayılarına yansiyabilir. Bu amaç doğrultusunda WoS ve Scopus veri tabanlarındaki STEM temalı yayınlar analiz edilerek irdelenmiştir. PISA sınavı uygulanan ülkelerdeki STEM temalı yayınların sayısı ile o ülkelerdeki PISA sınavı sonuçları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu ilişkinin varlığı sınav öncesi ve sınav sonrası yayın sayıları üzerinden de keşfedilmiştir.

1.3 Araştırma Soruları

Araştırmanın genel amacı doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranacaktır:

1. STEM konusu üzerine hazırlanmış bilimsel yayınlar (a) anahtar kelime, (b) yayın yılı, (c) atıf, (d) yayınlayan ülke, (e) yayınlayan kurum, (f) yayınlandığı dergi ve (g) yayın türü açısından nasıl bir bibliyometrik dağılım sergilemektedir?
2. PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınavı sonuçları yıllara ve ülkelere göre nasıl bir dağılım sergilemektedir?
3. PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları ile STEM temalı yayınlar arasındaki ilişki ne düzeydedir?
 - a. Sınav yılı bazında tüm ülkelerin ortalama PISA okuryazarlık puanları ile yayın ve atıf sayıları arasındaki ilişki nasıldır?
 - b. Ülkelerin ortalama PISA okuryazarlık puanları ile yayın yılı bazında yayın sayıları arasındaki ilişki nasıldır?
 - c. En başarılı beş ülke ve Türkiye'nin ortalama PISA okuryazarlık puanları ile kendi toplam yayın sayıları arasındaki ilişki nasıldır?

1.4 Araştırmanın Önemi

Ülkeler için ekonomik büyüme ve ilerleme inovasyona bağlıdır. Dayanıklı ekonomiler ve toplumlar inşa etmek için yetenekler oldukça önemlidir (OECD, 2023a). Küresel olarak yenilikçilik için teknik bilgi birikime ek olarak, eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme, iş birliği ve iletişim gibi temel becerileri aynı anda geliştirmek gerekmektedir (Kärkkäinen ve Vincent-Lancrin, 2013). Bu da eğitimde yeni veya geliştirilmiş eğitim teknolojisi araçları, öğretim yöntemleri, müfredat değerlendirme yaklaşımları gibi yeni yöntemler denemeyi getirmektedir. STEM eğitimi içeriğindeki disiplinler sayesinde insanların birbirleriyle ilişki kurmasına, akıl yürüterek düşünce ve fikirler geliştirmesine olanak tanımaktadır (Marín-Marín, Moreno-Guerrero, Dúo-Terrón ve López-Belmonte, 2021). Entegre STEM eğitiminin inovasyondaki gerçek uygulamaları taklit etme fırsatlarını arttırdığına (Vossen, Tigelaar, Henze, De Vries ve Van Driel, 2020) ve dolayısıyla ilgili disiplinlerin modelleme süreçleri aracılığıyla hızla değişen bir dünyada öğrenme alanları arasında sinerjik bir ilişki kurarak yaratıcı ve yenilikçi sonuçlar ortaya koyabileceğine inanılmaktadır (Hallström vd., 2023). STEM dünya üzerinde gelecek için yenilikçi konseptler ve çözümler üretmede önemli bir rol oynamaktadır (OECD, 2010b). Birçok ülke, STEM eğitimini teşvik etmek için gerekli becerilerin kazandırılması amacıyla ilgili politikaları yürürlüğe koymuştur (N. Wang vd., 2023). Ayrıca STEM eğitimi, bireylerin her yönüyle hızlı bir şekilde gelişmekte olan çağın şartlarına kolaylıkla uyum sağlamaları konusunda ve bireyleri teknolojik olarak gelişmiş dünyada çalışmaya hazırlamada büyük bir öneme sahiptir. Artık STEM becerilerinin tüm alanlardaki işlerin olmazsa olmazı olduğu da görülmektedir (Dinçer, 2014). Teknoloji tabanlı eğitimin neredeyse zorunlu olduğu bir çağda bireylerden üretken ve yaratıcı olmaları beklenmektedir. Bireylerin yaratıcılıklarını ortaya koyabilmeleri için ise fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarındaki yeteneklerini bir araya getirmeleri gerekmektedir (MEB, 2016). 21. yüzyıl becerilerinden olan yaratıcılık ve yenilikçilik, eleştirel ve analitik düşünme, iş birliği yapma, girişimcilik ve sorumluluk alma gibi becerilerin gelişimi STEM gibi aktif bir öğrenme ile gerçekleştirilebilir. STEM bireylerin dünyayla doğrudan ilişki kurmalarını ve hayatı anlamalarını uygulamalı olarak göstermektedir. Ülkeler bu tarz becerilerde kendi eğitim kalitesini izleyebilmek için kendilerini karşılaştırmaktadırlar. Bu açıdan bakıldığında, PISA sınavının değeri ortaya çıkmaktadır. PISA sınavlarının okuryazarlığa odaklanmasının, bilgiyi uygulama ve kullanma becerisini test etmesinin, STEM okuryazarlığı ile uyumlu olduğu açıktır.

Bilimsel bilgi birikimi her geçen gün artarken, belirli bir konuda üretilen bilginin gelişiminin nasıl ölçülebileceği konusunda araştırmacılara faydalar sağlayan, literatürün tamamını veya belirli bir kısmını tanımları açısından yol gösteren analiz yöntemine bibliyometrik analiz denir (Koç vd., 2022). Araştırmacılar tarafından çalışılmaya değer bulunan, eksikliği görülen, alanyazına kazandırılması gereken konuların fazlaca olması, o konulara verilen önemi göstermektedir. Bibliyometrik çalışmalar, bir konuyla ilgili alanyazına yönelik, bilimsel yayınların istatistiksel analizine dayalı sistematik ve şeffaf bir inceleme ortaya koymaktadır (Demir ve Erigüç, 2018). Ayrıca araştırmacıların bir alanı tanımlarına yardımcı olmakta ve incelenen alan hakkında sayısal bilgiler vermektedir. Bibliyometrik veri analizi araştırmacıların, ülkelerin, dergilerin ve kurumların performanslarını ve alanyazına etkilerini değerlendirmek için kullanılan önemli bir analiz türüdür (Aria ve Cuccurullo, 2017). Yani bibliyometrik analiz bize üzerinde çalışılan konulara yönelik veri tabanlarından elde edilen bibliyometrik veriler ile önemli bir görüntü sunmaktadır (Zupic ve Čater, 2014).

Bibliyografik veri tabanları araştırmacılar için milyonlarca bilimsel yayına erişim sağlayan temel araçlardır. En çok bilinen bibliyografik veri tabanlarından biri Web of Science'dır (WoS). WoS, akademik ve bilimsel araştırmaları desteklemek için araştırmacılara ihtiyaç duydukları araştırma alanlarıyla en ilgili ve prestijli yayınlara ulaşmalarını sağlayan bir platformdur (Wikipedia, t.y.). Alanyazında belli bir konuda yayın üretmiş araştırmacıların referans bilgilerini ve konu ilişkilerini kullanarak birbiriyle ilişkili tüm kaynaklara ulaşabilmemizi sağlar. Scopus ise bu alanda bahsetmeye değer, yaygın olarak kullanılan diğer bir bibliyografik veri tabanıdır. Scopus Elsevier tarafından 2004 yılında kurulmuş olan, güçlü analiz araçları sunan, verileri görselleştirmeye yarayan akademik ve bilimsel çalışmaları destekleyen en büyük veri tabanlarından biridir (Taşkın, Doğan, Akça, Şencan ve Akbulut, 2016). Üzerlerinde bu tarz araştırmalar yapılabilecek daha başka veri tabanları da bulunmasına rağmen sadece WoS ve Scopus'un araştırmaya dahil edilmesinin sebebi şu şekilde açıklanabilir (Bibliometrix, 2023a):

- a. WoS ve Scopus veri tabanlarının yayın ve atıf verilerinin birleştirilebilmesi, sınıflama özelliklerinin benzemesi.
- b. WoS ve Scopus veri tabanlarının en fazla yayına erişim sağlayan en yaygın kullanılan bibliyometrik veri tabanlarından olmaları.

- c. WoS ve Scopus veri tabanları araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır ve araştırmacılar arasında en yaygın kullanılan veri tabanları olarak kabul edilmektedir.
- d. Birçok üniversitenin bu veri tabanlarına üyeliği bulunmaktadır ve araştırmacılar tarafından bibliyometrik analiz değerlendirmesi için standart araçlar olarak kabul edilmektedirler.

STEM eğitimine ve uluslararası PISA sınavına verilen önemi ve STEM alanında yapılan bilimsel çalışmaların sayısal analizini içerecek olan bu çalışma, birçok açıdan öneme sahiptir. STEM alanına ilgi duyan ya da bu alanda çalışmaya başlayacak araştırmacılar için WoS ve Scopus veri tabanlarındaki İngilizce yayınlanmış çalışmalara genel bir bakış sunmaktadır. STEM eğitimi ve öğrencilerin edinmesi gereken beceriler açısından yol gösterici olacağı düşünölmektedir. Ayrıca PISA sınavlarının önemi ve ölkelerin kendilerini izlemelerine verdiği imkanlar açısından da araştırmacılara ve literatüre fayda sağlayacağı düşünölmektedir. STEM temalı yayınların bibliyometrik analizleri sayesinde üzerinde çalışılan konuların somut karşılığı olarak araştırmacılara yol gösterecek bir çalışma olması beklenmektedir. Ölkelerin PISA sınavı sonuçları ile o ölkelerde yapılan akademik çalışmalar arasındaki var olan ilişkiyi göstererek bu konuda yapılan çalışmaların toplumlar üzerindeki etkisini daha iyi anlamaya yardımcı olacağı ve var olanın ötesinde başka öngörüler yapmaya imkân sağlayacağı düşünölmektedir. STEM alanında yapılan yayınların hem WoS hem de Scopus veri tabanlarını birleştirerek incelemesi açısından ve bibliyometrik analiz için elde edilen görsellerin değiştirilmesi düzenlenmesi açısından daha sonra yapılacak bibliyometrik analizlere örnek olabilecek bir çalışma olduğu düşünölmektedir. Ayrıca STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalar ile bireylerin okuryazarlık seviyelerini ölçen uluslararası PISA sınavı arasındaki ilişkinin gösterilmesi ile de literatürdeki boşluğun giderilecek olması önem arz etmektedir.

Konuyla ilgili yurt içi ve yurt dışı literatür incelendiğinde STEM temalı yayınlar ile ilgili bazı bibliyometrik analiz türünde çalışmalara rastlanılmıştır. Örneğin, Assefa ve Rorissa (2013) eş kelime analizi yöntemi ile STEM eğitimi alanındaki eğitim müfredat ve politikalarını incelemişler. WoS ve ERIC veri tabanlarındaki çalışmaların başlık, anahtar kelime ve özet kısımlarında kullanılan kelimeleri analiz ederek STEM eğitimi alanının bibliyometrik yöntemle portresini çizmeyi amaçlamışlardır. Başlıklarda eğitim, bilim eğitimi, teknoloji eğitimi, matematik eğitimi ve mühendislik eğitimi kelimelerinin; anahtar

kelimelerde bilim eğitimi, matematik eğitimi, ilköğretim orta öğretim, yüksek öğretim ve teknoloji eğitimi kelimelerinin ve son olarak özetlerde ise bilim eğitimi, öğrenci, teknoloji eğitimi, matematik eğitimi ve eğitim kelimelerinin en fazla kullanılan kelimeler olduğunu belirtmişlerdir. Bir başka örnek olarak, Silva Díaz vd. (2022) WoS ve Scopus veri tabanını birleştirerek İngilizce ve İspanyolca dilindeki yayınlarda 6. sınıf, 7. sınıf ve 12. sınıf öğrencileri ve ortaöğretim düzeyi öğretmenleri ile yürütülen deneysel çalışmalarda kullanılan öğretim yöntemi ve teknoloji türüne göre bibliyometrik bir analiz gerçekleştirmişlerdir. Üretim açısından öne çıkan bölgeler Amerika Birleşik Devletleri, Tayvan ve Türkiye'dir. Teknoloji türüne göre dağılımlarda sanal gerçekliğin baskın olduğunu gözlemlemişlerdir.

STEM eğitiminin STEAM eğitime göre daha popüler olduğu belirlenmiştir. Ancak WoS ve Scopus veri tabanını birleştirerek detaylı bir şekilde inceleyen bibliyometrik analiz türünde çalışmalar nadirdir. STEM ve PISA sınavlarını birlikte inceleyen bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Pugliese ve Santos (2022) PISA sınavlarının eğitim sistemleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. OECD perspektifine göre STEM eğitiminin biçimlendirilmesini araştırmışlardır. STEM eğitiminin ülkelerin küreselleşme uygulamalarının bir ürünü olduğunu keşfetmişlerdir. Başka bir araştırmada (Han, 2017) PISA 2000, 2003 ve 2006 verilerini kullanarak öğrencilerin STEM alanlarındaki mesleklere yönelimlerini incelemiştir. Öğrencilerin bilgisayar mühendisliğine karşı tercihleri 2000–2006 verilerine göre değişim gösterirken sağlık hizmetleri mesleklerine yönelik tercihleri sabit kalmıştır. Ancak STEM eğitimi ve PISA sınavlarının bu zamana kadarki bütün döngülerini ve okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık alanlarını birlikte inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışması, STEM konusunda yayımlanan bilimsel yayınlar ile öğrencilerin okuma okuryazarlığı, matematik okuryazarlığı ve bilimsel okuryazarlık seviyelerini ölçen uluslararası PISA sınavı arasındaki ilişkinin gösterilmesi ile de literatüre katkı sağlayacak olması açısından da önem arz etmektedir.

1.5 Sınırlılıklar

- Araştırmaya WoS ve Scopus veri tabanlarında yayımlanmış olan sadece İngilizce dilindeki akademik yayınlar dahil edilmiştir. Farklı dillerdeki çalışmaların bibliyometrik analizinde gruplandırma yapmak verimli sonuçlar üretmemektedir.
- Araştırmada kullanılan verilerin bibliyometrik analizleri ve görselleştirmek için kullanılan R programının bibliometrix paketinin biblioshiny web arayüzü ülkelerin

yıllara göre ürettikleri yayın sayılarını sadece en fazla yayın üreten ilk 50 ülke ile sınırlandırmaktadır. Bu nedenle, araştırmanın veri setine dahil olan fakat yayın yapan ilk 50 ülke arasında olmadığı için İzlanda, Letonya, Lüksemburg, Macaristan, Macao ve Uruguay ülkelerinin yayın sayılarına dair net bir sayı elde edilememiştir. Dolayısıyla bu ülkeler, ülkelerin yayın sayılarının verildiği grafiğe ve PISA sınavı sonuçlarının yorumlandığı tablolara dahil edilememiştir.

- Ülkelerin toplam yayın ve atıf sayıları üzerinden yapılan korelasyon analizlerinde ülkelerin yıllara göre bireysel atıf sayılarına ulaşmak mümkün olamamıştır. Dolayısıyla atıf sayıları ile ilgili analizlerde sınava giren bütün ülkelerle çalışılmıştır.
- Çalışmanın başladığı tarihte PISA 2022'nin sonuçlarına ulaşılacağı düşünüldüğü için ve yayın sayılarının sınav yılı, sınav yılından önceki yıl ve sınav yılından sonraki yıl olacak şekilde değerlendirilmesi amaçlandığı için 1999–2023 tarihleri arasındaki yayın sayıları veri setine dahil edilmiştir. Fakat 2022 PISA sınavıyla ilgili sonuçlara tezin tamamlandığı tarih itibarıyla ulaşamadığı için yayın sayıları araştırmaya dahil edilmekle beraber, sınav sonuçlarıyla ilgili analizlerde 2000, 2021, 2022 ve 2023 tarihlerine ait yayın ve atıf sayıları sadece bibliyometrik analizlerde kullanılmıştır.
- Bibliyometrik analiz esnasında 2022 ve 2023 tarihlerinde yayımlanmış olup da henüz WoS ve Scopus tarafından taranmamış yayınlar bulunabileceği dikkate alınmalıdır.
- Çalışmada incelenen kaynaklar büyük bir titizlikle taranarak ilgisiz olanlar elenmiş olmasına rağmen kapsam dışı tek bir yayın bile kalması durumunda ve bu yayının ülke, kurum ya da dergisinin atıf sayıları çok yüksek ise atıf sayılarının incelendiği grafiklerde o yayına ait ülke, kurum ya da dergi öne çıkabilir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde alanyazın incelenmiş STEM ve uluslararası PISA sınavı ile ilgili kavramsal açıklamalara yer verilmiştir. Ayrıca, ulusal ve uluslararası literatürde bu tez çalışmasının konusuna benzer türde yapılan çalışmalar irdelenmiştir.

2.1 STEM Kavramı ve Tarihçesi

STEM kavramı science (bilim), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) disiplinlerinin İngilizce isimlerinin baş harflerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş bir kısaltmadır. STEM dünyada ve Türkiye'de farklı şekillerde isimlendirilmiştir. Ülkemizde ise orijinal adı STEM olan terimin Türkçe karşılığının

FeTeMM şeklinde ifade edilen çalışmalara rastlanmaktadır (Çorlu, 2014; Özmen, Adıgüzel ve Özel, 2020). FETEMM olarak kavramsallaştırılan eğitim modeli, bireylerin ilgileri ve hayat deneyimleri ile şekillenen ve merkeze alınan bir disiplin ile en az başka bir disiplinin bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanmaktadır (Corlu, Capraro ve Capraro, 2014). Bu çalışma boyunca ilgili kavram sade bir görünüm ve orijinal ismine atıfla STEM olarak kullanılacaktır.

Dünyada ilk defa 1990'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilim Vakfı - NSF (National Science Foundation) tarafından SMET olarak adlandırılmıştır (Sanders, 2008). 2001 yılında NSF Eğitim ve İnsan Kaynakları Birimi Direktörü Dr. Judith Ramaley, kısaltmanın İngilizcedeki "smut" kelimesi ile karıştırılmaması için şikâyeti üzerine STEM olarak değiştirilmiştir (Akaygün, Aslan Tutak ve Özel, 2020). Popülaritesi 2000'li yıllarda artmış olsa da STEM eğitiminin kökeni 1950'li yıllara dayanmaktadır. Sovyet Rusya'nın Sputnik'i yörüngeye fırlatması Amerika'da bilimsel ve teknolojik konulardan uzak kaldığı endişesini ortaya çıkartmıştır (Bybee, 2013a). Bu duruma karşı Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi- NASA'nın (National Aeronautics and Space Administration) kurulumuyla Amerika Birleşik Devletleri'nin bilim eğitimine olan ilgisi artmaya başlamıştır (STEM School, t.y.). 1970 ve 1980'ler boyunca daha fazla teknolojik gelişmeler devam etse de 21. yüzyılın başlarında Amerika Birleşik Devletleri, STEM alanlarındaki başarılarının diğer sanayileşmiş ülkelere kıyasla yetersiz kaldığını düşünmüştür. Ulusal Eğitim Komisyonu 1983'te yayımladığı raporda Amerika'nın uluslararası ticaret, endüstri, bilim ve teknolojideki konumunun risk altında olduğunu belirtmiştir (İdin, 2019). Amerika'da fen, matematik ve mühendislik alanlarına olan ilginin azalması ve bu alanlarda geride kalınması nedeniyle yüksek standartlı yaşamın geride kalabilmesi endişesi ortaya çıkmıştır (Kulakoğlu, 2019). Bunun üzerine yeni arayışlar içine girilmiş ve STEM yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Uluyol ve Pehlivan, 2019). Bu yaklaşım bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını birleştirerek bireylere okulda öğrendikleri bilgiyi, günlük yaşam problemlerinde kullanabilme becerisi kazandırır.

Bilgi-işlemsel düşünme ve yapay zekâ gibi gelişen teknolojiler, STEM alanlarında yetkin uluslar arasında inovasyondaki rekabeti hızlandırmıştır. 2000'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri dışında Çin, Güney Kore, Fransa, Avustralya ve Tayvan'da eğitim müfredatlarını STEM odaklı olarak genişletmişlerdir (Hallinen, 2023). Ayrıca, bilgisayar bilimi ve sanatı harmanlamak anlamında STEAM (bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve

matematik) olarak tarif edilen yeni bir kavramın ortaya çıkışı da STEM eğitimi ve inovasyonuna önemli katkılarda bulunmuştur. Bu yaklaşımla, yeni teknolojilerin ve yeniliklerin geliştirilmesinde yaratıcılığın ve tasarımın önemi vurgulanmıştır (Gunn, 2020). STEM eğitimine sanat disiplini dışında başka disiplinlerinde eklenmesiyle STEM eğitimi kavramı genişletilmiştir. Din (religion) disiplini ile STEMR, tıp (medical) disiplini ile STEMM, sağlık (health) alanı dahil edilerek STEMH, ekonomi alanı eklenerek STEEM, uygulamalı matematik alanı ile STEAM, robotik (robotics) ve sanat (art) alanlarının beraber eklenmesi ile STREAM, hayal gücü (imagination) ile ISTEM ve daha sayamadığımız başka birçok disiplin entegre edilerek farklı varyasyonları oluşturulmuştur. Bu disiplinlerin eklenmesiyle oluşturulan öğretim modelleri STEM eğitimi bir sonraki seviyeye taşımaktadır.

Bu çalışmada genel olarak STEM terimine odaklanılmıştır. Bunun birçok sebebi bulunmaktadır:

- STEM, diğer disiplinlerin eklenmesiyle oluşturulan öğretim yöntemlerinin kökü, yapı taşıdır.
- STEM teriminin kullanımı daha eski olduğu için daha eski çalışmalara ulaşabilmeyi sağlamaktadır.
- STEM terimi ile daha fazla çalışmaya ulaşılabilir.
- STEM, araştırmadaki tanımı doğrultusunda çalışmada incelenen yayınlarda temel anlamda bulunması gereken science (bilim), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) disiplinlerini içinde barındırmaktadır.

STEM, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik branşlarının arasında bağlantılar kurarak öğrenmeyi bütüncül bir yaklaşımla gerçekleştiren bir eğitim yöntemi olarak tanımlanabilir (J. Smith ve Karr-Kidwell, 2000). İlgili literatür incelendiğinde STEM kavramını çeşitli yollarla ele alan çalışmalara rastlanmıştır. Bunlardan biri bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarının birbirleriyle ilgili olduğu fakat ayrı ayrı öğretilmeleri ve her bir alanda verilen eğitimin STEM olarak adlandırılması (Yıldırım, 2021) yoludur. Diğerleri ise dört disiplini ya da daha fazla disiplini birlikte ele alarak bütünleştirilmiş bir şekilde eğitimin verilmesi yoludur. Bu çalışma açısından, bütünleşik STEM bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir arada ele almaktadır. Ayrıca, STEM disiplinlerinden science (bilim) sadece fen bilimlerini değil birçok diğer disiplini de içermektedir. Bilim psikoloji,

sosyoloji, matematik, fizik, biyoloji, mühendislik, bilgisayar mühendisliği alanlarını da kapsayan bir disiplindir (Yıldırım ve Altun, 2015). Dahası Amerika Psikoloji Derneği (2022) psikolojinin olmadığı bir STEM eğitiminin düşünülmemeyeceğini vurgulamıştır. Dolayısıyla science (bilim) kelimesine doğrudan “fen” denilmesi STEM’i tam olarak ifade edememektedir. NSF tanımına göre ise STEM bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının yanı sıra psikoloji, ekonomi, sosyoloji ve siyaset bilimi gibi sosyal ve davranış bilimlerindeki alanları da içermektedir (Assefa ve Rorissa, 2013). STEM kavramı zaman içinde, eğitim, endüstri, yenilikçilik ve rekabette uluslararası düzeyde bir terim haline gelmiştir. Erken yaşlardan itibaren yaratıcılığı, girişimciliği ve hayata tutkuyla katılmayı bireylere aşlamaktadır. Öğrencilerin düşünme ve öğrenme becerilerini geliştirir. Yaratıcı bireyler yetiştirmek için yanlış cevap verme korkusuyla çekimser davranmayan, risk almaya hazır öğrenciler yetiştirmek önemlidir. STEM eğitimi her yaşta her öğrenciye risk almaya aşlamakta, yaratıcılık ve problem çözme becerilerini teşvik etmekle inovasyon kültürüne katkı sağlamaktadır (NSF, 2020). STEM bir bireyin anaokulundan lisansüstü düzeye kadar ilgili alanlardaki kariyer seçeneklerini tanımlamakta kullanılmaktadır. STEM öğrenci merkezli, proje bazlı, bilimsel süreçleri kullanarak gerçek hayat problemlerine çözüm bulma konusunda öğrencileri geliştiren bir eğitim yaklaşımıdır.

STEM eğitiminin dört bileşeni olan science (bilim), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) bazı kuruluşlar ve araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır (College Board, 2022; White, 2014):

- S (science - bilim): Gözlem, deney ve ölçümlere dayalı olarak madde ve fiziksel evrenin doğası ve davranışları ile olguları tanımlayabilmek için yasaların formüle edilebilmesi üzerine yapılan sistematik çalışmalardır.
- T (technology - teknoloji): İnsanların istek ve ihtiyaçları doğrultusunda doğal çevrenin değiştirilmesidir. Teknoloji, teknik araçların toplum ve çevre ile ilişkisi ele alınarak üretilmesidir. Endüstri, mühendislik uygulamaları ve kuramsal bilim, bilgisayar bilimi, web geliştirme ve bilgisayar programlama gibi konuları içermektedir.
- E (engineering - mühendislik): Mühendislik ise çalışma, deneyim ve uygulamalarla elde edilen matematik ve bilim bilgisinin insanlık yararına doğanın imkanları doğrultusunda problemlere çözüm üretme süreci ve ekonomik olarak yeni yöntemler

geliştirme için kullanılmasıdır. Mühendislik, teknolojiyi mümkün kılan deneysel çalışmalar bütünüdür.

- M (mathematics - matematik): STEM'deki en önemli becerilerden biridir çünkü dört alanda da yaygın olarak kullanılmaktadır. İçeriğinde cebir, geometri ve kalkülüsü barındıran teknoloji, mühendislik ve bilim için sayı, şekil ve örüntüler ile bir dil sağlayarak aralarındaki ilişkinin karşılıklı olarak araştırılmasıdır.

STEM eğitimi, birçok ülkenin STEM odaklı müfredat geliştirmesiyle daha da önemli hale gelmiştir (Hallinen, 2023). Sürekli gelişmekte olan STEM eğitimindeki en önemli eğilimlerden bazıları şu şekildedir:

- E-Öğrenme: Öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerine imkân vermektedir (Botzees, 2022).
- Yapay Zekanın Sınıflara Dahil Edilmesi: Öğrencilerin öğrenmesine ve sorunları çözmesine yardımcı olması için STEM eğitime entegre edilmektedir (Botzees, 2022).
- Robotik Öğrenme ve Programla Yarışmaları: Öğrencilerin STEM alanlarındaki bilgileriyle robot tasarlayabilmelerine imkânı vermektedir (Botzees, 2022; Taylor, 2023).
- Eşitlik ve Çeşitliliğe Odaklanma: STEM eğitiminde eşitlik, kapsayıcılık ve çeşitlilik üzerine öğrencilerin geçmişleri, sosyoekonomik durumları ne olursa olsun eşit olanaklarla STEM eğitime erişebilmeleri (Taylor, 2023).
- STEM Eğitimi İçin Gerekli Hibeler: Okullarda STEM eğitimi için gerekli bütçenin sağlanması (Taylor, 2023).
- Öğrenmenin Oyunlaştırılması: Oyunları STEM eğitime entegre etmek (Botzees, 2022; Taylor, 2023).

2.1.1 STEM Eğitiminin Önemi

STEM eğitimi bireylerin fen ve matematik derslerinde elde ettikleri bilgileri mühendislik süreçleriyle ürüne dönüştürmesi ve öğrencilerin 21. yüzyılı anlamaları ve buna hazırlanmaları açısından önemli bir eğitim yaklaşımıdır. Ülke ekonomisinin giderek büyümesine ve ülkelerin ekonomik güç kazanmasına katkı sağladığı için STEM eğitime büyük önem verilmektedir (UTEP Connect, 2021). STEM eğitimi, bilgi ve teknolojideki yeniliklere uyum sağlayabilecek, yaratıcı çözümler üreten bireyler yetiştirmeyi, iletişim

becerileri güçlü ve kendine güvenen bireyler yetişmesine katkı sağlamaktadır (National Inventors Hall of Fame®, t.y.). STEM eğitiminde kazanılan beceriler sadece STEM alanlarında başarılı olmak için gerekenlerin önüne geçerek bireylerin herhangi başka bir alanda da başarılı olmaları için gerekli becerilere sahip olmalarını sağlar (National Inventors Hall of Fame®, t.y.). STEM öğrenciye bir problemin çözümü için belirli bir yol ezberletmektense, problemi öğretip yanıtı bulması için özgürlük tanır. Öğrencileri eleştirel düşünmeye ve kendi çözümlerini kendileri bulmaya teşvik eder. Sonuç değil süreç odaklıdır. Dünyadaki lider ülkelere bakıldığında, bilim, teknoloji, mühendislik ve üretim tabanlı bir ekonomiye sahip oldukları görülmektedir. 21. yüzyıl dünyasına lider olabilmek için STEM okuryazarı bireylere ihtiyaç duyulmaktadır (Akgündüz, Ertepinar, Çorlu, Ger ve Türk, 2018). STEM öğrencilere erken yaşlardan itibaren kendi eylemlerini yönetme fırsatı verir.

STEM eğitimi öğrencilerin bildiklerini günlük yaşamda bağlantılı bir şekilde kullanmalarına olanak sağlar. Öğrenilen bilgilerin günlük yaşamla bağlantılı olması öğrenmenin etkili olması için önemlidir (Yıldırım, 2021). PISA, TIMSS gibi sınavlar da bilgilerin günlük yaşamda kullanılma yeteneğini ölçmektedir. Dolayısıyla STEM eğitiminin mevcut eğitim sistemlerinde önemli bir yeri vardır. Gelişmiş ülkeler artırılmış ve sanal gerçeklik, robotik kodlama çalışmaları, elektronik programlama, dijital dönüşüm, girişimcilik, inovasyon, simülasyon, mobil programlama, nesnelerin interneti ve siber güvenlik gibi alanları müfredatlarına ekleyerek eğitim sistemlerini yeniden yapılandırmaktadır. STEM mesleklerine verilen önemden dolayı ise STEM eğitime de büyük önem verilmektedir. Uluslararası yayınlanan STEM raporunda, gelecekte ihtiyaç duyulan mesleklerin STEM meslekleri olduğu ve STEM eğitiminin ülkelerin uluslararası sınavlarda başarısızlığının önüne geçmesindeki rolü nedeniyle önemli olduğu vurgulanmaktadır (National Science and Technology Council, 2013). Öğrenciler çok erken yaşlarda STEM eğitimi ile tanışmaktadır. Eğitim alanında her öğretim seviyesinde STEM eğitimi uygulanabilmektedir. Bireyler anaokulundan lisansüstü seviyeye kadar sadece okulda değil okul dışı özel programlarda da STEM eğitimi alabilmektedirler. Ayrıca STEM eğitimi, eğitim kademelerinin tüm seviyelerindeki öğrencilerin hepsine STEM kariyerlerini seçme ve inovasyona katkıda bulunma fırsatı sunmaktadır. STEM disiplinleri, içeriklerinden dolayı 21. yüzyıl becerilerini pekiştirmek için fırsatlar sunmaktadır. Ülkeler 21. yüzyılda ayakta kalabilmek için evrensel ve yenilikçi bir okuryazarlık olan STEM eğitimi kullanmaktadırlar (Corlu vd., 2014). Geleneksel eğitim anlayışı çocukları girişimci, yenilikçi ve yaratıcı düşünebilen bireyler olarak yetiştirilmesi için yeterli olmamaktadır (Akgündüz, Aydeniz, Sencer Çorlu, Öner ve

Özdemir, 2015). Modern dünyada yaşamak ve çalışmak genellikle çeşitli insan gruplarıyla belli derecelerde iş birliği gerektirmektedir. STEM çalışmanın en önemli itici güçlerinden biri olan takım çalışması için eşsiz fırsatlar sunmaktadır (Yeti Academy, 2023). Bireylerin okulda fizik, kimya, biyoloji ve matematik gibi bilimlerden elde ettiği bilgiyi, teknoloji ve mühendisliğin pratikliğiyle harmanlayarak hayata değer katacak yenilikler ortaya koyması gerekmektedir. Böyle bir nesil yetiştirebilmek için öğrencilere sorumluluk veren, onları düşündüren, yeri gelince onlara hata yaptırarak, bilgisayar programlaması gibi teknolojik yeteneklerle donatan, iş birliği içinde girişimci bir birey olma yolunda ilerlemelerini sağlayan bir eğitim kültürüne ihtiyaç bulunmaktadır. STEM öğrencileri yenilik, sorgulama ve iş birliği yoluyla küresel toplumun fırsatlarını yakalamaları için hazırlar.

2.1.2 STEM Eğitiminin Amaçları

Ülkelerin ekonomik olarak ilerlemek için bilgi ve teknoloji çağına ayak uydurabilmesi, yenilikler üretebilmesi ve gelişmelerin gerisinde kalmamak için nitelikli bireyler yetiştirebilmesi çok önemlidir (National Science Board, 2007). STEM eğitiminin en önemli hedeflerinden birisi öğrencilerin kariyer ve yetişkinlik hayatlarında başarılı bir birey olabilmeleri için yeteneklerinin gelişimini desteklemektir (MEB, 2016). Bilgi ve bilişimdeki yeniliklerine uyum sağlayabilecek nitelikteki bireylerin, araştırma, sorgulama, yaratıcılıkta ustalık, eleştirel ve analitik düşünme, takımlar halinde çalışabilme ve etkin iletişim kurabilme gibi becerilere sahip olmaları beklenir (Dare vd., 2021). Bu beceriler 21. yüzyıl becerileri olarak anılır ve çoğu işveren tarafından aranan özelliklerdir (Dare vd., 2021). Bu özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesine olanak sağladığı için STEM kısa sürede tüm dünyada popüler olmuştur.

Günlük hayat problemlerini çözme becerisi olan STEM eğitimi bireyleri kariyer yaşantılarına en iyi şekilde hazırlayan eğitimin kalbi gibidir (NSF, 2020). STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını somut olarak bir araya getirerek, öğrencilerin uyumlu ve disiplinler arası iş birliği içinde çalışmalarını ve bilgi ve becerilerini keşitirebilmelerini sağlamaktadır (Can ve Sağır Uluçınar, 2018; J. Smith ve Karr-Kidwell, 2000). Bütün konu alanlarının bütünleşik bir yapıda verilmesi, öğrenim sırasında öğrencileri gerçek hayat problemleri ile hayata hazırlayarak öğrencilere bir yetişkin gibi gerçek hayatla ilgili çözüm üretme deneyimi sunmaktadır.

STEM eğitimi artık dünyada bütün ülkeler için kaçınılmaz bir eğitim şekli haline gelmiştir. Bilgi toplumunda zihinsel süreçlerin ve üretim becerilerinin öneminin artması dünyada

teknoloji ve inovasyonda ilerlemeyi amaçlayan birçok ülkenin eğitim sistemlerini STEM eğitimine dayandırmasına neden olmuştur (MEB, 2016). Bu ülkelerin başında gelenlerden biri olan Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM eğitiminin üç hedefi bulunmaktadır: STEM'e bağlı iş gücünü genişletmek, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık seviyesini arttırmak ve STEM alanlarındaki eğitim düzeyini ve STEM kariyerlerini arttırmak (NRC, 2011).

Günümüzde işgücü üretiminde STEM okuryazarı kişilere ağırlık verilmesi açısından da STEM'in eğitimde önemli bir yeri vardır. Bireyleri STEM okuryazarlığına yöneltmek de STEM eğitiminin amaçlarından biridir. STEM kariyerlerinde başarılı olabilecek STEM okuryazarı bireylerin bazı temel yeterlilikleri bulunmaktadır, dolayısıyla STEM eğitimi bu yeterlilikleri kazandırmayı amaçlamaktadır:

- Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematikle ilgili bilgileriyle problemleri tanımlayabilmeli ve problemleri çözüme kullanabilmelidir (STEM Literacy, 2016).
- Bir konuyu araştırabilmeli, bir proje planı veya zaman çizelgesi oluşturabilmeli, bir araştırmanın sonuçlarından sonuçlar çıkarabilmelidir (Minnesota State University, t.y.).
- Karmaşık bir bilimsel sistemi parçalayarak, bilimsel becerilerini kullanarak fikirlerini neden-sonuç ilişkileri içinde savunabilmelidir (Minnesota State University, t.y.).
- Hesaplamalı bölümler için matematik becerilerini kullanabilmelidir (Minnesota State University, t.y.).
- Programlama becerileri için kod yazma ve yazılım geliştirme becerilerini kullanabilmelidir (STEM Literacy, 2016).
- Bir sorunun kaynağını gidermek ya da bir makineyi onarmak ya da bir uygulamadaki hataları görebilmek için teknik becerini kullanabilmelidir (Minnesota State University, t.y.).
- Yeni ürünler, yapılar oluşturmak için tasarım becerilerini kullanabilmelidir (Get into Energy/Get into STEM, t.y.).
- STEM disiplinlerinin günlük hayata kattıklarının farkında olmalıdır (Hiçde ve Aktamış, 2022).
- STEM'in sosyal, kültürel, ekonomik ve çevresel koşulları nasıl düzenlediğinin farkında olmalıdır (STEM Literacy, 2016).

- Ulaştığı bilgileri doğruluk ve uygunluk açısından değerlendirebilmeli (Velarde, 2020).

2.1.3 STEM ve 21. Yüzyıl Becerileri

Çağdaş dünya toplumlarında geleneksel eğitimdeki okuma, matematik ve bilim okuryazarlıklarının ötesinde yeterlilikler gerekmektedir. Günümüz gençleri hızla değişen dünya şartlarına katılmayı öğrenmekle kalmamalı, aynı zamanda kendi fikirlerini geliştirmeli ve harekete geçirebilmeli hem bireysel hem de toplumsal düzeyde zorlukların üstesinden gelebilmeli ve farklı bakış açıları geliştirebilmelidir. Bilgi ve iletişim teknolojileri dünya çapında insanları birbirlerine bağlayarak ve insanlara her türlü bilgiye ulaşma imkânı vererek toplumda öğrenmeyi kökten dönüştürmüştür (OECD, 2023b). Bireylerin hızla değişen iş gücü ortamlarında gelişmek, başkalarıyla beraber sorumluluk alarak, eşit haklara sahip olarak yaşamak ve çalışmak için ihtiyaç duydukları bilgi ve becerilere 21. yüzyıl becerileri denilmektedir. American Association of School Librarians (AASL) (2007), Fadel (2008) Lemke (2002), National Research Council (2013) ve Partnership For 21st Century Skills'e (2019) göre ilgili literatür 21. yüzyıl becerilerinin ne olduğu konusunda net bir tanım koyabilmiştir, fakat bu becerileri içeren birden fazla liste bulunmaktadır. Yine aynı kaynaklara göre, bazı kuruluşlar ve bilim insanları tarafından bu becerilerin neler olması gerektiği alanyazında birçok başlık altında sınıflandırılmıştır. Bu becerilere sahip insan modeli, günümüz koşullarına uyum sağlayan, var olan problemleri tanımlayan ve problemlere yaratıcı, eleştirel bir bakış açısı geliştiren, meraklı, analitik düşünebilen, etkili iletişim kurabilen, yeniliklere açık, üreten ve sorumluluk alarak iş birliği içinde çalışabilen bireylerdir (Kay, 2010). Partnership For 21st Century Skills (2019) 21. yüzyılda İngilizce, okuma ya da dil becerileri, dünya dilleri, sanat, matematik, ekonomi, bilim, coğrafya, tarih ve yurttaşlık alanlarında öğrencilerin ustalaşmasının çok önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca Partnership For 21st Century Skills (2019) tarafından 21. yüzyıl becerileri üç başlık altında sınıflandırılmıştır:

1. Öğrenme ve Yenilikçilik Becerileri

Günümüz dünyasında giderek daha karmaşık hale gelen günlük yaşamda öğrencilerin bazı becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Bu beceriler:

- Yaratıcılık ve yenilikçilik
- Eleştirel düşünme ve problem çözme

- İletişim
- İş birliği

2. Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri

Bugün yaşadığımız dünya teknoloji ve medya odaklı bir ortam ve bilgi, teknoloji araçlarındaki hızlı değişimlere ayak uydurabilecek etkili bireylerin bazı özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler:

- Bilgi okuryazarlığı
- Medya okuryazarlığı
- Bilgi, iletişim ve teknoloji okuryazarlığı

3. Yaşam ve Kariyer Becerileri

Günümüzde öğrencilerin karmaşık yaşam ve çalışma ortamlarında düşünme becerileri, içerik bilgisi gibi ihtiyaç duyacağı yeterlilikler vardır. Bu yeterlilikler:

- Esnek ve uyumlu olma
- Girişken ve kendi kendini yönetebilme
- Sosyal ve kültürel beceriler
- Üretkenlik
- Liderlik

21. yüzyılda eğitimin amacı öğrencileri sürekli öğrenmeyi ve aktif olmayı gerektiren bir geleceğe hazırlamaktır. Bu nedenle öğrencilerin 21. yüzyıl öğrenme yeteneklerini geliştirebilmeleri için STEM eğitimi önemlidir. 21. yüzyıl becerileri STEM eğitimi ile kazanılabilmektedir. Öğrenciler bilim, teknoloji, mühendislik ve matematikteki temel bilgilerini 21. yüzyıl öğrenme becerileri ile birleştirebilmelidir. Çağdaş eğitim standartlarına göre öğrenciler STEM eğitiminde disiplinlerin birbirlerine entegrasyonu ile 21. yüzyıl becerilerini geliştirebilmektedir (Xu ve Zhou, 2022). Birçok ülke bu becerileri öğrenme çıktılarının bir parçası olarak kabul etmektedir. STEM eğitimi bu becerileri öğrenme sürecine entegre ederek 21. yüzyılın zorluk ve fırsatlarına hazırlayarak eğitime bütüncül bir yaklaşım katar. Kısaca STEM eğitimi 21. yüzyılda bir odak alanıdır ve öğrencilerin becerilerini geliştirmek için STEM eğitimi önemli bir eğitim girişimi olarak kabul edilmiştir

(Huang, Jong, King, Chai ve Jiang, 2022). STEM eğitimiyle öğrencilerde 21. yüzyıl becerilerini geliştirebilecek bazı özel stratejiler şunlardır:

1. Proje Tabanlı Öğrenme: Bu yaklaşımda öğrenciler günlük yaşantıdaki problemleri çözmek için bilgi ve becerilerini kullanabileceği uygulamalı projeler üzerinde çalışırlar. Böylelikle eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliği becerileri geliştirirler (Falone, 2020; Huang vd., 2022).
2. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme: Öğrencilerin soru sorma, araştırma yapma ve çözüm arama yönlerini geliştirir. Öğrenci, bu yaklaşımda eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmek için bilimsel sorgulamaya girer, deneyler yapar ve verileri analiz eder (Falone, 2020; Sen, Ay ve Kiray, 2018).
3. İşbirlikli Öğrenme: STEM eğitiminin vurguladığı öğrenme biçimi olan iş birlikli öğrenme ile öğrenciler görevlerini tamamlamak, fikirlerini paylaşmak ve sorunları birlikte çözmek için takımlar veya gruplar halinde çalışarak ekip çalışması, iletişim ve iş birliği becerilerini geliştirirler (Falone, 2020; Huang vd., 2022).
4. Teknoloji Entegrasyonu: Dijital okuryazarlık becerilerini geliştirmek için teknoloji STEM eğitimine entegre edilmiş bir disiplindir. Öğrenciler bilgi toplamak, verileri analiz etmek, sunu hazırlamak veya prototipler oluşturmak için çeşitli yazılım ve çevrimiçi araçları kullanmaktadırlar. Bu sayede teknolojik yeterliliklerini geliştirmektedirler (Falone, 2020; Mater, Amro ve Abdullah, 2022).
5. Disiplinler arası Yaklaşım: STEM eğitimi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonuna dayanan bir eğitim modeli olduğu için öğrencilerin farklı konular arasındaki bağlantıları görmelerine, karmaşık problemler hakkında bütüncül bir bakış açısı kazanmalarına yardımcı olur (Mater vd., 2022; Sen vd., 2018).
6. Gerçek Dünya Bağlantıları: STEM eğitiminde öğrenme gerçek dünyayla ilgili hâle getirilerek, öğrencilerin öğrenmenin pratik sonuçlarını anlamalarına ve bir amaç ve motivasyon duygusu geliştirmelerine yardımcı olunmaktadır (Huang vd., 2022; Mater vd., 2022).

Bu öğretim stratejileri sayesinde STEM eğitimi öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini etkili bir şekilde geliştirerek onları modern dünyanın zorluklarına ve fırsatlarına hazırlar.

2.2 STEM ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Birçok ülkede yürütülen çok sayıda araştırma eğitimde önemli bir yere sahip olan STEM eğitiminin bir ülkenin küresel rekabet gücü ve refahı için önemli olan gereken donanımları öğrencilere kazandırdığı yeteneklerin altını çizmiştir (Kayan-Faddeelmula, Sellami, Abdelkader ve Umer, 2022). Literatürde STEM eğitimi ile ilgili oldukça fazla alanda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. STEM kavramının, ülkemizde fen bilgisi, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kısaltması anlamında FeTeMM olarak ve bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik Türkçe kısaltması anlamında BilTeMM olarak ifade edildiği çalışmalara rastlamak mümkündür (Uyanık Balat ve Günşen, 2017). Türkiye’de STEM alanında yürütülen çalışmalar genellikle STEM eğitimi tanıtmaya yönelik çalışmalardır (Corlu vd., 2014; İdin, 2019; Navruz, Erdoğan, Bicer, Capraro ve Capraro, 2014). STEM sürekli zenginleşen, esnek ve yeni gelişmelere uyum sağlayabilecek bir alandır. STEM alanında yapılmış bu çalışmaları genel hatlarıyla üç başlık altında sınıflandırmak mümkündür:

2.2.1 Entegre STEM Eğitimi Araştırmaları

STEM eğitimi için belirli bir müfredat bulunmamasıyla birlikte bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonunu içeren çalışma alanıdır. Entegre STEM eğitimi literatürde farklı şekillerde tanımlanmıştır. Mühendislik sürecinin eğitim müfredatına dahil edilmesi (Lesseig, Slavik ve Nelson, 2017; Ring, Dare, Crotty ve Roehrig, 2017; Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012), iki veya daha fazla STEM disiplininin okul derslerinde ya da STEM dersinde öğretme ve öğrenmeyi keşfetme yaklaşımı olarak tanımlamıştır (Bybee, 2010; Sanders, 2008). Başka bir tanıma göre ise öğrenci öğrenimini geliştirmek için (Kelley ve Knowles, 2016) bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir kısmını ya da hepsinin gerçek dünya problemleri bağlamında birleştirebilme yeteneğidir (Moore vd., 2014). Entegre STEM eğitimi, disiplinler arası sorunları öğrenmek veya çözmek için birden fazla STEM disiplininin bilgi ve uygulamalarını gerektiren koşulları gerektirmektedir (Nadelson ve Seifert, 2017). STEM terimi lisans ya da lisansüstü eğitim düzeylerinde de içeriği genişletilerek kullanılmaktadır. STEM eğitimi gerçek dünya geçmişini anlamlandırmaya; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonunu uygulamalı olarak öğreten; sorgulamaya dayalı ve proje faaliyetleri içeren, öğrencilere aktif bir öğrenme sağlayan; öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştiren bir içeriğe sahip olmalıdır (Fan, Yu ve Lin, 2021). STEM eğitiminin, küresel düzeyde ekonomide rekabet etmeye katkı sağladığı algılanmaktadır. Ayrıca, STEM entegrasyonu öğrencilerin okuryazar bireyler

olmalarını destekleyen ve yetişkin yaşamlarında hayatlarını kolaylaştırıcı bir yaklaşım olarak görülmektedir. Öğretim stratejileri STEM eğitimi uygulamada büyük kolaylık sağlayabilmektedir (Wei ve Chen, 2020). Proje tabanlı öğrenme, problem tabanlı öğrenme, bilim fuarları, robotik kulüpler veya oyun tabanlı öğrenme gibi öğrencinin öğrenimini arttırıcı yaklaşımlar entegre STEM eğitiminde yaygındır. Öğrencileri geleneksel öğretmen merkezli öğretim yönteminden proje veya problem tabanlı öğrenme gibi metotlar ile desteklemenin ortaya çıkardığı öğrenme deneyimi STEM dışı stratejiler uygulayan öğretmenlerin de dikkatini çekmektedir (Holmlund, Lesseig ve Slavitt, 2018).

STEM eğitime yönelik araştırmaların uluslararası alanda da yani araştırmacıların farklı ülkelerdeki STEM eğitimi eğilimlerini ve uygulamalarını incelemesiyle daha da önemli hale gelerek küreselleşmeye başladığı söylenebilir (Li, Wang, Xiao ve Froyd, 2020). STEM disiplinlerinin entegrasyonu için teorik bir temel sağlayan entegre STEM eğitimi için kavramsal çerçeveler sunulmaktadır. STEM öğrenimini amaçlayan en az dört STEM disiplininin temsil edilmesi ihtiyacını vurgulayarak STEM entegrasyonuna ilişkin perspektifler sunulmuştur. STEM eğitiminin okul türlerine ve sınıf kademelerine göre ülkelerin eğitim müfredatlarına entegre edilmektedir (Le, Nguyen ve Nguyen, 2023; Wan, English, So ve Skilling, 2023). Bu alandaki çalışmalarda konuların anlamlı ve gerçek dünyada öğrenme deneyimleri oluşturmak için nasıl birleştirilebileceği araştırılmaktadır. STEM eğitiminin kazandırdığı yaşamda pratiklik kazanma, problem çözme ve eleştirel düşünme, iş birlikli öğrenme, yenilik ve yaratıcılık gibi 21. Yüzyıl becerileri kazanımlarına yönelik birçok araştırma yapılmıştır. STEM, öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı olup öğrenme sırasında cevap beklemektense öğrenciyi anlam oluşturmaya doğru teşvik etmektedir (Peters, 2010). Proje tabanlı öğrenme olarak adlandırılan (Warin, Talbi, Kolski ve Hoogstoel, 2016) gerçek dünya problemlerini çözmeye dayalı öğrenme, öğrencilerin bir problemi çözerken problemi tanımlayıp, çözüm önermesi gibi adımları içermekte ve öğrenciyi yaratıcı olmaya ve başarısızlıklardan ders almaya teşvik etmektedir (Carroll, 2015). Proje tabanlı öğrenme yoluyla öğrenen öğrenciler işbirlikli etkileşimler sayesinde liderlik rolü üstlenmeyi (Stehle ve Peters-Burton, 2019), kararlar alarak güven oluşturmayı, iletişim kurmayı ve yansıtmayı öğrenerek bireysel olarak çalışan öğrencilere göre sorunlara daha uygun çözümlerle yaklaşabilmektedir (Care, Scoular ve Griffin, 2016). STEM eğitiminde gelişen teknolojiler ve eğilimler, eğitimcilerin öğrenmeyi kolaylaştırma konusunda daha aktif olmalarını, eğitimcilerin etkili öğrenme deneyimlerini tasarlayıp

uygulayabilmelerini ve teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmelerini gerektirmektedir (Construction Placements, 2023).

Entegre STEM eğitimi bağlamındaki öğretim teknikleri ve mühendislik tasarımı yoluyla öğrencilerin bilimi öğrenmeleri kolaylaşır. STEM bireylere bir mühendis gibi teknolojiyi esnek ve yaratıcı bir şekilde kullanmayı öğretirken, üst düzey düşünme becerilerini geliştirmektedir (Baharin, Kamarudin ve Manaf, 2018). Bir tasarımın en ince ayrıntısına kadar geçirdiği bütün süreçleri anlayabilmek bilimsel bilginin kullanımı, matematiksel analizlere ve teknolojik uygulamanın birleştirilmesine dayanmaktadır. STEM eğitimi genel olarak deney tasarlamaya, prototip oluşturmaya ve sorunları çözmeye aktif olarak katıldığı uygulamalı öğrenme deneyimlerini vurgulayarak öğrencilere bilgilerini gerçek dünyadaki durumlara uygulama fırsatı verir (Kelley ve Knowles, 2016; NGSS, 2013). Teknoloji ve mühendislik alanlarında özgün tasarım görevleri kullanılarak bilimsel sorgulamanın gerçekleşmesine olanak tanır; matematiksel düşünmenin ise bu süreçte rolü çok büyüktür. Teknoloji ve mühendislik deneyimleri öğrencilerin günlük dünyadaki karmaşık problemleri ele alarak yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, bilimsel düşünme, iletişim ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerini sağlayabilir (Bellanca ve Brandt, 2010; Dare, Ellis ve Roehrig, 2018).

2.2.1.1 Proje Tabanlı Öğrenme

Öğrencilerin STEM'e olan ilgisi STEM ile ilgili içerik ve becerileri öğrenme isteklerini temsil etmektedir (Falk vd., 2016; Hsu, Lin ve Yang, 2017; Staus, Lesseig, Lamb, Falk ve Dierking, 2020). Bütünleşik STEM eğitiminin öğrencinin STEM motivasyonunu ve ilgisini arttırmakta (Tsai, Chang ve Cheng, 2021), ayrıca öğrenciler arası iş birliğini ve grup çalışmasını pekiştirmektedir. Proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin ekip çalışması ve bilimsel yöntemlerle problem çözme süreci sayesinde bilgiyi yapılandırmaları bakımından güzel bir yaklaşımdır (Wei ve Chen, 2020). Proje tabanlı öğrenmenin gerekliliklerinden biri olan mühendislik tasarım süreci, STEM eğitiminde çeşitli disiplinlerden edinilen bilgileri birbiriyle bütünleştirmeye ve öğrencilerin proje, problem ve bağlama dayalı öğrenme gibi öğretim modelleriyle disiplinler arası bilgileri uygulamalarına fırsat sunmaktadır (Fan vd., 2021). Proje tabanlı öğrenme, öğrencileri eleştirel ve analitik düşünmeye, akran iletişimine ve yaratıcılığa teşvik eder (Capraro ve Slough, 2013). STEM eğitiminde proje tabanlı öğrenme uygulamalı aktif bir öğrenmeyi vurgulayan bir yöntemle öğrenci potansiyelini en üst düzeye çıkararak öğrenme deneyiminin yeniden tasarlanması için gerekli becerilerle

güçlendirilmiş profesyonel bir öğretim ortamını yeniden tasarlamaktadır (Capraro ve Slough, 2013). STEM eğitiminde problem tabanlı öğrenme fen bilimleri, matematik ve teknoloji müfredatlarında uygulandığından öğretmen ve öğrencilerin pratik bir şekilde bu içeriği uygulayabilmeleri için derinlemesine anlamaları ve kullanabilmeleri gerekmektedir (Slough ve Milam, 2013). Proje tabanlı öğrenme öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerini desteklemektedir (Koes-H ve Putri, 2021). Bu durumda öğrencilerin proje tasarlarken bilimsel akıl yürütmeyi de öğrendikleri söylenebilir.

2.2.1.2 Problem Tabanlı Öğrenme

STEM eğitimi, öğrencilerin okul, toplum, iş ve küresel girişim arasında bağlantı kuran durumlarda bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını gerçek hayat derslerine uyguladığı bütünlük bir öğrenme yaklaşımıdır. Problem tabanlı öğrenme öğrencilerin çeşitli STEM disiplinlerinden gelen bilgileri entegre etmelerine yardımcı olarak anlamlı ve özgün öğrenme bağlamlarında iş birliği yoluyla problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektedir (Smith vd., 2022). Savin-Baden'e (2000) göre problem tabanlı öğrenme, farklı konularda, bağlamlarda ve disiplinlerde esnek ve karakterize edilebilir daha aktif bir öğrenme yaklaşımıdır. Problem tabanlı öğrenme stratejileri öğrencilerin STEM öğrenimine, fen ve matematik bilgilerini geliştirmelerine ve kariyerlerini planlamalarına yardımcı olmaktadır (Lou, Shih, Ray Diez ve Tseng, 2011). Alanyazında problem tabanlı öğrenmenin geleneksel öğrenme yöntemine göre STEM alanlarındaki akademik başarıyı arttırmadaki etkisi farklı alanlarda, farklı derslerde ve farklı öğrenen gruplarıyla yapılan çalışmalarla vurgulanmıştır (Dağyar ve Demirel, 2015). Problem tabanlı öğrenme ve STEM entegrasyonu öğrencilere zengin disiplinler arası öğrenme deneyimleri ile içerik bilgisini zenginleştirerek ve üst düzey düşünme becerileri kazandırmaktadır (English, King ve Smeed, 2017; Moore ve Tank, 2014; Roberts, 2013). Çocuklarda küçük yaşlarda yaratıcılık ve merak uyandırarak öğrendikleri disiplinler arası bilgileri gerçek dünya bağlamında kullanmaya teşvik edebilir (Roberts, 2013). Ayrıca STEM ve problem tabanlı öğrenme öğrenciler arası iş birliğini geliştirebilir.

2.2.1.3 Kariyer ve Mesleki İlgi

STEM eğitiminin en önemli amaçlarından biri öğrencileri STEM öğrenimine ve kariyerlerine yönlendirmektir (Dönmez ve İdin, 2020; Luo, So, Wan ve Li, 2021). Bu eğitim STEM alanlarına öğrenci ilgisi çekmenin, teknolojik becerileri geliştirmenin ve öğrencileri gelecekteki kariyerleri için hazırlamanın bir yolu olarak giderek daha popüler hale

gelmektedir (Bryan ve Guzey, 2020; Moore, Johnston ve Glancy, 2020). Dahası entegre STEM eğitimi, öğrenme motivasyonunu (Nadelson ve Seifert, 2017; NRC, 2014), STEM kariyerlerine olan ilgiyi ve pozitif tutumları güçlendirerek (Hiğde ve Aktamış, 2022; Kaya ve Bulut, 2022; Luo vd., 2021; Zhang, Chia ve Chen, 2022) bilişsel çıktıları etkilediği gibi öğrencileri duyuşsal yönden de olumlu yönde etkilemektedir. STEM eğitimi alan meslekleri için öğrencileri pozitif yönde etkilemekte ve entegre STEM eğitimi öğretmenlerin öğretim stratejilerini, öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilemektedir (Capraro ve Han, 2014). STEM eğitim programları öğrencilere, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi çeşitli STEM disiplinlerini keşfetme ve bu alanlarla ilgilenme fırsatı sunarak uygulamalı etkinlikler, projeler ve deneyler aracılığı ile öğrencilerin bu alanları daha iyi anlamalarını sağlayabilir ve onları bu alanda kariyer seçmeye yönlendirebilir. STEM eğitimi öğrencilerin kariyer algılarında ve ilgilerinde (Alıcı, 2018; Dieker, Grillo ve Ramlakhan, 2012; Kong, Dabney ve Tai, 2014; Miller ve Nourbakhsh, 2016; Nugent vd., 2015), meslek ilgilerinde (Bircan ve Köksal, 2020; Dabney vd., 2012) pozitif bir rol oynamaktadır.

Bir öğrencinin STEM kariyerleri hakkındaki bilgisi ile o öğrencinin gelecekte bir STEM kariyerine yönelme niyeti arasında doğru orantı bulunmaktadır (Blotnicky, Franz-Odendaal, French ve Joy, 2018). Yapılan araştırmalara göre öğrencilere erken dönemlerde verilen STEM kariyer bilgisi, onlara lisede daha fazla fen ve matematik dersi alma motivasyonu sağlamaktadır (Harackiewicz, Rozek, Hulleman ve Hyde, 2012). Blotnicky, Franz-Odendaal, French ve Joy (2018) ve M.-T. Wang ve Degol (2013) öğrencilerin matematik öz yeterliliği ve STEM kariyerlerine ilişkin bilgisinin STEM kariyerlerini seçme olasılıklarını yükselttiğini belirtmektedir. Örneğin Finlandiya’da üniversitelere öğrenci seçimi gelecekte daha çok yetenek sınavı sonuçlarına göre değerlendirileceğinden, ortaöğretim seviyesinde STEM alanlarındaki üst düzey ders seçimleri ile öğrencilerin artan STEM fırsatlarını görmelerine ve geleceğin taleplerini karşılamalarına yardımcı olacak eğitim yöntemleri geliştirilebilir (Kaleva, Pursiainen, Hakola, Rusanen ve Muukkonen, 2019). Daha yüksek akademik başarı daha yüksek STEM eğitimi ve daha yüksek yenilikçilikle ilişkilidir (Seyranian vd., 2018).

2.2.2 Uygulama Alanına Dayalı Araştırmalar

Alanyazında birçok farklı alanda STEM temalı çalışma bulunmaktadır. Çok çeşitli disiplinleri kapsayan geniş bir alana sahip olan STEM’i uygulama alanlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür.

2.2.2.1 Tıp ve Sağlık Teknolojileri

STEM eğitimi öğrencileri sağlık sektöründekiler de dahil olmak üzere birçok mesleğe hazırlamaktadır. Sağlık alanı STEM eğitimi yoluyla edinilen bilgi ve becerilere büyük ölçüde güvenmektedir (Access College America, t.y.). STEM eğitimi, öğrencilerin problem çözme, iş birliği ve hızla gelişen teknolojilerle çalışma yeteneği dahil olmak üzere hayattaki zorlukların üstesinden gelmek için gereken yetenekleri geliştirmelerine yardımcı olabilmektedir (Berk vd., 2014). Sağlık üzerine eğitim gören lisans öğrencilerinin yeni teknolojileri entegre edebilecek ve problem çözebilecek şekilde yetiştirilmesine ihtiyaç vardır (Ludwig, Nagel ve Lewis, 2017). Buna ilave olarak, Ludwig vd.'ne (2017) göre, STEM sağlık üzerine lisans eğitimi alan öğrencilerin daha sonraki lisansüstü eğitimde mesleki eğitimlerinin üzerine inşa edebilecek yetenekler geliştirmelerine olanak sağlayacaktır. Eski araştırmalar bir grup ortamında eğitilmiş ve ortak hedeflere ulaşmak için iş birliği yapan öğrencilerin başarılı olma olasılığının daha yüksek olduğunu öne sürmektedir (May ve Doob, 1937). STEM eğitimi, fen eğitimindeki gömülü tıbbi simülasyon, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları ile sağlık alanı arasında bir köprü kurarak sağlık alanındaki mesleklere ilham olabilir. STEM eğitimi sağlık alanında çalışan kişilere, tıbbi teknoloji, elektronik sağlık kayıtları ve veri analizlerindeki ilerlemeler konusundaki teknolojilere uyum sağlamalarını ve etkili bir şekilde kullanmalarına yardımcı olur (Access College America, t.y.). Öğrencilere tıbbi araştırma ve yenilikçiliğe katılabilmeleri için bilimsel yöntemleri anlayarak, deneyler yapmalarına ve analizler sonucunda tıbbi tedaviler yapabilmeleri için gereken bilgi ve becerileri sağlayarak sağlık okuryazarı bireyler yetiştirir (Berk vd., 2014). STEM eğitimi öğrencilere güçlü bir temel sağlayarak sağlık hizmetleriyle ilgili zorlukların üstesinden gelmeye hazırlar (Ludwig vd., 2017).

2.2.2.2 Bilgi Teknolojileri

Yapay zekâ, makine öğrenimi, artırılmış gerçeklik veya sanal gerçeklik gibi gelişen teknolojiler STEM konularının öğretilmesinde teknolojinin gerçek dünyadaki uygulamalarını keşfetme fırsatları sunmaktadır. Teknolojideki gelişim devam ettikçe öğrencilerin bilgi teknolojileri alanında güçlü bir temele sahip olmaları önemlidir (NSF, 2020). Bilim ve teknolojinin ekonomiye nüfus ettiği bir çağda ülkeler için yerli STEM iş gücünü büyütme önemlidir (NSF, 2020). Robotik yarışmaları; robot tasarlama, oluşturma ve programlama konusunda uygulamalı deneyim imkânı vererek bireylerin becerilerinin geliştirmektedir (Sphero, 2022). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin hızla gelişmesiyle birlikte eğitimciler ve araştırmacılar, STEM öğrenme sonuçlarını iyileştirmek için eğitim

teknolojisini kullanmanın potansiyel faydalarını vurgulamaktadırlar. Bilgi çağında ve bilgiye dayalı bir toplumda teknolojinin etkin kullanımı esastır ve teknoloji kullanımı öğrenciler ve öğretmenler için bir seçenek değil temel bir okuryazarlık yeteneğidir (Mishra ve Mehta, 2017).

2.2.2.3 Enerji ve Çevre Teknolojileri

Öğrencilerin çevresel zorlukları anlamaya ve doğal dünyayla bağlantıya geçmelerine yardımcı olmaktadır. Çevresel STEM projeleri aracılığıyla öğrenciler atıkların azaltılması, enerji tasarrufu veya birçok biyolojik çeşitliliğin korunması gibi konuların farkına vararak çevreye karşı duyarlılık geliştirebilirler (Fastiggi, 2023). Uygulamalı teknoloji ve mühendislik faaliyetleri yoluyla öğrencilerin tasarım yapma becerileri geliştirilmektedir (Abdurrahman vd., 2023). STEM eğitiminin öğrencilerdeki, enerji ve çevre alanlarındaki gerçek dünya sorunlarını çözme yeteneğini ortaya çıkaran benzersiz bir rolü vardır (Durik, Hulleman ve Harackiewicz, 2015; Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios ve Vélchez-González, 2019; Struyf, De Loof, Boeve-de Pauw ve Van Petegem, 2019).

2.2.2.4 Uzay ve Havacılık Teknolojileri

Ülkeler pek çok alanda olduğu gibi havacılık teknolojilerinde de küresel liderliğe önem vermektedirler. STEM gelecek nesillerin istihdamı için gerekli ve güçlü bir ekonomik geleceğin anahtarı olarak görülmektedir (Federal Aviation Administration, 2022). Teknoloji ilerledikçe bu alanlardaki yetenekli insanlara talep de artmaktadır. STEM eğitiminin öğrencilere verdiği merak, yaratıcılık ve keşfederek problem çözme yetenekleri yeni teknolojilerin ve çözümlerin geliştirildiği havacılık ve uzay endüstrisinde de büyük önem taşımaktadır. Öğrencilere havacılık ve uzay alanlarında çok çeşitli kariyer imkanları sunmaktadır. Havacılık ve uzay endüstrisinde başarılı görev planlama, yürütme ve problem çözme için ekip çalışması gerekmektedir (English ve King, 2015). STEM eğitimi ise iş birliği ve grup çalışmalarını desteklemektedir. Öğrencilere kodlama, programlama, veri analizi ve mühendislik gibi havacılık ve uzay endüstrileriyle ilgili teknik beceriler sağlamaktadır.

2.2.3 Eğitim Seviyesine Dayalı Araştırmalar

STEM alanında yapılan eğitim araştırmaları eğitim kademeleri (ilköğretim, ortaöğretim, lisans ve lisansüstü) ve okul türlerine bağlı olarak değişmektedir (Corlu vd., 2014).

2.2.3.1 İlköğretim ve Ortaöğretim Seviyeleri

STEM eğitimi, birçok eğitim sisteminde reformu şekillendiren çeşitli öğretim modelleri olarak tanımlanmaktadır (Bybee, 2013b; National Research Council, 2014; H.-H. Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Kelley ve Knowles'a (2016) göre STEM eğitimi ortaöğretim seviyesinde kavramsal bir çerçeve sağlamaktadır. STEM eğitimi öğrencileri bir problem karşısında kalıpların dışına çıkarak düşünmeye ve yaratıcı çözümler bulmaya teşvik etmektedir. Bu yöntem sayesinde öğrenciler çok küçük yaşlarda problem çözme becerilerini geliştirmektedirler. STEM odaklı okulların en önemli özelliği, tüm öğrencileri bilim ve matematik öğrenimine aktif olarak dahil etmesidir (LaForce vd., 2016). STEM odaklı okulların diğer bir özelliği ise birden fazla disiplini birleştirerek özgün ve gerçek dünya bağlamlarında proje ya da problem tabanlı bir yaklaşım içeren öğrenci deneyimleri sunmalarıdır (LaForce vd., 2016; Peters-Burton vd., 2014). Öğrenciler STEM etkinlikleri ile ne kadar erken yaşlarda tanışılırsa STEM içerikleriyle o kadar erken ilgilenmeye başlarlar (Hsu vd., 2017). Öğrencileri STEM alanlarında erken yaşlarda eğitmeye başlamak gerekse de ilk ve ortaöğretim düzeyindeki çocuklar, STEM alanlarında yeteneği ve becerisi olan bireyler, yanlış yönlendirme sebebiyle farklı alanlara yerleştirilebilmektedir (Akgündüz vd., 2015). Çocukların erken yaşlarda yaşadıkları deneyimler yaşamlarının ileriki yıllarında öğrendikleri ve geliştirdikleri beceriler üzerinde oldukça etkilidir (Aldemir ve Kermani, 2017). STEM merak uyandırarak öğrencilere okulda öğrendikleri bilgileri gerçek dünyadaki durumlar karşısında eğlenceli bir şekilde uygulama fırsatı verir. Alanyazındaki STEM eğitimi hakkındaki araştırmalar, bu tür eğitimin ilkökul ve ortaokul düzeyinde akademik performansı arttırdığı yönündedir (Kazu ve Kurtoğlu Yalcin, 2021; UTEP Connect, 2023). STEM disiplinlerinin birleştirilmesindeki zorlukları ve fırsatları ele alan çalışmalar ilk ve orta düzeyde STEM eğitiminin önemini vurgulamışlardır. Means, Wang, Wei, Young ve Iwatani (2021) STEM liselerine gitmenin etkilerini, beş çalışmadan elde ettikleri bulgular üzerinden meta-analiz yöntemiyle incelemişler. Bu liselerin bu okullardaki öğrencilerin ileri düzey fen ve matematik derslerini almaları STEM mesleklerine ilgileri ve bu mesleklere girme şanslarını arttırmakta olduğu belirtilmiştir. STEM eğitimi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine yaptığı vurgu sayesinde bireylerin çok küçük yaşlardan itibaren STEM okuryazarı olarak hayatta rol almalarını sağlamaktadır. Ayrıca STEM ile ilgili liselere giden öğrencilerin kendilerini fen ve matematik alanlarında daha güçlü bir şekilde özdeşleştirdiklerini ve STEM kariyerlerine karşı tutumlarının olumlu yönde değiştiğini düşündükleri belirtilmiştir. Öğrenciler STEM alanlarında geliştirdikleri bilgi ve beceriler sayesinde üniversitede bu alanlardaki kariyerlere odaklanmaktadır (Rivera ve Li, 2020).

Öğrencilerin kariyer arzusunun ortaokulun ilk yıllarında şekillenmeye başladığı ve STEM eğitimine katılımı etkileyen bir faktör olduğu belirlenmiştir (Badri vd., 2016). Ayrıca STEM eğitimi ve mesleki beklentilerdeki cinsiyet farkı da akademik çalışmalara konu olmuştur (Han, 2016).

2.2.3.2 Yüksek Öğretim Seviyeleri

Üniversite düzeyindeki eğitim seviyelerindeki STEM eğitimi, öğrencilerin 21. yüzyıl iş gücünde rekabetçi olmaları için gereken derin matematiksel ve bilimsel temelleri geliştirmelerine yönelik bir harekettir. Bu seviyedeki STEM eğitimi araştırmaları STEM eğitiminin gelişmesine, ilerlemesine ve yenilikçi uygulamalar için stratejiler geliştirmeye katkı sağlamaktadır (Scientific American, 2019). Küresel düzeyde ortaya çıkan bulaşıcı hastalıkların getirdiği zorluklar veya güncel sorunlar hiçbir disiplinin veya mesleğin tek başına çözemeyeceği kadar kritik ve karmaşık olduğundan ekipler birlikte çalışarak bu sorunların üstesinden gelmelidirler (Ludwig vd., 2017). Bu çalışmaların çoğu profesyonel düzeyde gerçekleştirilmektedir ve lisans öğrencileri de kısa sürede iş hayatına atılacaklardır. Bu nedenle lisans öğrencilerinin iş birliği içinde çalışma becerilerini geliştirebilmeleri için deneyim ortamları gerekmektedir (Ludwig vd., 2017). Lisans ve lisansüstü eğitim düzeylerindeki STEM eğitimi için pasif olarak öğrenmenin yeterli olmadığı, gerçek dünya bağlamında araştırma ve öğrenme yöntemini eğitim sürecine dahil etmenin kaliteli bir STEM eğitiminin ayırt edici bir özelliği olduğu düşünülmektedir (Birney vd., 2021). American Management Association (2012) birçok işverenin işe alırken problem çözme becerilerini ilk öncelik olarak tanımladığını belirtse de bireylerin problem çözme kademesine gelmeden önce sorunları tanımlama becerisinden bile yoksun oldukları söylenebilir (Ludwig vd., 2017). Lisans öğrencilerinin seçtikleri mesleğe yerleşmeden önce problem çözme, iş birliği gibi 21. yüzyıl becerileri olarak tanımlanan becerilerini geliştirmek için çok az fırsatları olmaktadır. STEM eğitimi bireylere lisansüstü eğitime geçtiklerinde meslekleri üzerine ekleyebilecekleri yetenekler geliştirmelerine olanak sağlar. National Academies of Sciences, Engineering ve Medicine (2018), lisansüstü STEM eğitiminin bilim ve teknolojiye dayalı kararlar alarak toplumun küresel anlamda ihtiyaçlarını karşılamasından bahsetmektedir. Öğrenciler derin uzmanlaşma ile geniş bir teknik okuryazarlık kazanmaktadır (National Academies of Sciences, Engineering ve Medicine, 2018). Lisansüstü STEM eğitiminin teknolojiyi, araştırma yeterliliklerini, endüstri iş birliğini ve kariyer hazırlığını bir araya getiren çok yönlü ve uyarlanabilir STEM profesyonelleri yetiştirmeyi hedeflediği söylenebilir.

Yüksek öğretim kurumlarında akademisyenlerin ve öğrencilerin derse katılımlarının en önemli belirleyicisi aktif öğrenme ve öğretim uygulamalarına katılımıdır (Cavanagh vd., 2016). STEM eğitiminin sağladığı aktif öğrenme ortamı hem lisans hem de lisansüstü öğrencileri için olumlu sonuçlar sağlamaktadır (Patrick, 2020). STEM eğitimi, yapılandırılmış öğretim uygulamaları, işbirlikli öğrenme atölyeleri, öğrenme toplulukları ve mentorluk ile öğrenci özgüveni ve motivasyonunu artırır (Sellami, Toven-Lindsey, Levis-Fitzgerald, Barber ve Hasson, 2021).

2.3 PISA Sınavı ve Tarihçesi

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı, The Programme for International Student Assessment İngilizce kelimelerinin kısaltması anlamında PISA olarak isimlendirilmiştir. PISA, Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Co-operation and Development) (OECD) tarafından geliştirilen ve 15 yaşındaki bireylerin yaşama hazır bulunuşluk derecesini üç yılda bir değerlendiren sınavdır. OECD ikinci dünya savaşı sonrasında Avrupa ülkelerinin ekonomilerinin desteklenmesi ve onarımı amacıyla 1047–1960 yılları arasında faaliyet göstermiş olan Avrupa Ekonomi İş birliği Örgütü'nün (OEEC) görevini tamamlaması üzerine, daha geniş bir görev tanımıyla onun yerine faaliyete geçmiş bir örgüttür (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, t.y.). OECD ülkelerin eğitim sistemlerini uluslararası düzeyde karşılaştırabilme, eğitimde uluslararası trendleri takip etme ihtiyacından dolayı 1997 yılında PISA'yı geliştirmeye başlamıştır. PISA 2000 yılından bu yana her üç yılda bir uygulanan, ülkelerin kendi eğitim sistemleri için neler yaptığını ortaya koyan, diğer ülkelerin birbirinden öğrenebilmeleri konusunda fırsatlar sağlayan bir doküman haline gelmiştir (OECD, 2019c).

PISA sınavı okuma, matematik ve fen alanlarında “okuryazarlık” kavramı üzerinden öğrencilerin zorunlu eğitimin sonunda günümüz koşullarına ne kadar hazır olduklarını değerlendirmek amacıyla ülkelerin iş birliği ile hazırladıkları bir sınavdır (OECD, 2000). PISA sınavı, zorunlu eğitimin önemli olduğu bir çağda eğitim sistemlerinin kümülatif verimini okul, iş ve sosyal yaşam gibi alanlarda neredeyse evrensel ölçüde değerlendirmektedir. Gençlerin okuma, matematik ve fen alanlarındaki öğrendikleri bilgileri yetişkinlikte ihtiyaç duyacakları alanlarda kullanabilme yeteneklerini ölçmektedir. Yani PISA ölçülebilen okuryazarlığa odaklanmıştır, bilgiyi uygulayabilme ve kullanabilme becerilerini değerlendirmek için tasarlanmıştır (Silver ve Snider, 2014). PISA öğrencilerin gelecekteki yaşamlarında ihtiyaç duyacakları şeylere odaklanır ve örgün öğretimde

öğrendikleriyle günlük hayatta neler yapabileceğini değerlendirmektir. PISA, öğrencileri yaşamdaki değişikliklere ayak uydurabilmek için bilgi ve becerilerini geliştirmeye hazırlar. 15 yaşındaki öğrencilerden okuma, matematik ve bilim alanında sağlam bir bilgi temeline sahip olmaları ve öğrendiklerini gerçek dünyaya uygulayabilmeleri beklenmektedir (OECD, 2002). PISA öğrencilerin bilgilerini hayata yansıtma yeteneklerini inceler. Okuryazarlık becerilerinin önemi sadece eğitim sistemindeki dersler için değildir, tüm hayat dallarında yaşam boyu öğrenmeyi kolaylaştıran kişilerin yenilikleri hayatlarına entegre etmelerini sağlayan bir koşuldur. Artık genel olarak kabul edilebilir bir gerçek şudur ki, okulda öğrenmek yeterli değildir. Öğrenciler yaşam boyu öğrenenler haline gelmeleri için iyi birer okuryazar olmalıdırlar. Okuryazarlık öğrencilerin dünyayı okumalarını, hayatla etkileşim halinde olmalarını sağlamaktadır (OECD, 2002).

PISA ilk olarak 2000 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Her PISA sınavında, bir alan “ağırlıklı alan” olarak belirlenmekte ve bu alana ilişkin detaylı veri analizleri yapılmaktadır. Ülkeler PISA sınavı sonuçları ile öğretim programlarını uluslararası düzeyde karşılaştırabilmektedirler. Sınav, öğrencilerin performanslarına küresel düzeyde bir bakış açısı sağlar. Aynı zamanda okul sistemlerinin öğrencileri 21. yüzyılın küresel bilgi ekonomisine hazırlayıp hazırlamadığının bir göstergesidir (Gomendie, 2023). Ayrıca, yapılan anketler aracılığı ile belirlenen demografik verilerden yola çıkılarak öğrencilerin bilgi ve becerilerindeki eğilimleri genel olarak inceleme imkânı sunmaktadır (OECD, 1999). Bu sayede, araştırmacılar kendi ülkelerindeki öğrencilerin bilgi ve beceri düzeyini belirlemekte, diğer ülkelerdeki öğrencilerin sonuçlarıyla kıyaslamakta ve kendi eğitim sistemlerinin etkililiğini belirleyebilmektedir (MEB, 2010).

PISA’da *okuryazarlık* tanımı yıllar içinde dünyadaki yeniliklere paralel olarak gelişmiştir. İlk PISA döngüsünde okuryazarlık gençlerin okulda öğrendikleri bilgiyi gündelik yaşamlarında kullanabilme becerisi olarak tanımlanmıştır (OECD, 2003). 2003 yılındaki PISA sınavında okuryazarlık, bireylerin okul müfredatı içinde öğrendikleri bilgilerle hayatın her alanında çeşitli durumlarda süreçleri ustalıkla kullanarak, sorunları etkili bir şekilde analiz etmek, akıl yürütmek olarak genişletilmiştir (OECD, 2005b). OECD'nin (2006) raporuna göre ise, okuryazarlık kavramı okulun ilk yıllarında çocuklukta kazanılan bir yetenek değil, bireyin yaşam boyunca üzerine inşa ettiği genişleyen bir bilgi, beceri ve stratejiler dizisi olarak kabul edilmektedir. Öğrencilerin sadece bilgiye sahip olmaları gibi ezberci bir yaklaşım değil, iletişim, uyum sağlama, esneklik, problem çözme ve bilgi

teknolojilerini kullanarak yaşama yansıtılabilmeleri gerekmektedir. PISA değerlendirmesi öğrencilerin bilgi ve becerilerinin grafiksel bir profilini oluşturur, öğrenci becerilerinin demografik, sosyal, ekonomik konularla olan ilişkisini görmeyi sağlar ve okul düzeyine bağlı olarak öğrenci başarısını kıyaslama imkânı verir. 2012 yılında okuryazarlık, gençlerin zorunlu eğitimde öğrendikleri bilgi ve becerileri okul, iş ve sosyal yaşantılarında ihtiyaç duyacakları alanlarda ne ölçüde kullanabildiklerini belirleme yeteneği olarak tanımlanmıştır (OECD, 2013a). Okuryazarlık kavramı 2018 yılındaki PISA döngüsünde de yenilenmiştir. Yeni okuryazarlık tanımı, öğrencilerin bilgi ve becerilerini uygulama becerisi, çeşitli durumlarda sorunları tanımlayıp, yorumlayarak çözerken etkili bir şekilde analiz etme, akıl yürütme ve iletişim kurma kapasitelerini ifade etmektedir (OECD, 2019a).

PISA okuma okuryazarlığı, matematik okuryazarlığı ve bilimsel okuryazarlık olmak üzere üç alanda öğrencilerin bilgi ve becerileri profillerini ortaya çıkaracak şekilde ölçmektedir (MEB, 2019). PISA 2003 yılında bu üç alana ek olarak *problem çözme* alanını da dahil etmiştir. 2012 yılında ise *finansal okuryazarlığı* da dahil etmiştir. PISA sınavında 2000, 2003, 2006 ve 2009 yıllarında kalem kağıtla veriler toplanmıştır fakat 2012 yılında matematik okuryazarlığı alanında ilk kez bilgisayar tabanlı sınava olanak tanınmıştır. PISA 2015 ve 2018 yıllarında ise diğer alanlara da dahil edilmiştir. Türkiye PISA sınavına ilk olarak 2003 yılında dahil olmuş ve daha sonraki bütün döngülere katılmıştır.

Finansal okuryazarlık, 2012, 2015 ve 2018 yıllarında değerlendirilmiştir. Küresel olarak temel bir yaşam becerisi olarak kabul edilmekte ve finansal eğitim politikası, ekonomik ve finansal kalkınmanın önemli bir ögesi olarak görülmektedir (OECD, 2019d). Finansal okuryazar bir birey, finansal kavramlar ve riskler hakkında bilgi sahibi, finansal bir plan yaparken ne zaman yardım alması gerektiğini bilen, bireylerin ve toplumun refahını iyileştirmek için finansal bağlamlarda etkili kararlar almak için bu bilgi ve becerisini uygulayabilen, ekonomik hayata katılabilecek motivasyon ve güvene sahip bir bireydir (OECD, 2019d).

PISA 2012 yılından itibaren öğrencilerin yaşama hazır bulunuşluk düzeylerini daha kapsamlı bir bakış açısıyla değerlendirmek amacıyla 21. yüzyıl yeterliliklerini hedefleyerek disiplinler arası bir yaklaşımla yenilikçi alanlar eklemiştir (MEB, 2022). 2012 yılında *yaratıcı problem çözme*, 2015 yılında *iş birlikli problem çözme*, 2018'de *küresel yetkinlikler* ve 2022 yılında ise *yaratıcı düşünme becerileri* yenilikçi alanlar olarak belirlenmiştir. 2025 yılında ise *dijital dünyada öğrenme* hedeflenmektedir.

Yaratıcı problem çözme, öğrencilerin çok da büyük olmayan problemler karşısında, genel muhakeme becerilerini, problem çözme süreçlerini ve problemi çözme isteklerini ölçmektedir (OECD, 2017a). *İşbirlikçi problem çözme*, proje tabanlı öğrenmede ya da işyeri gibi iş birliğinde bulunulması gereken ortamlarda, bir ekibi organize edebilme, fikir birliği oluşturma ve ilerlemeyi yönetme becerilerinde problem çözmenin iş birlikli yönüne odaklanmaktadır (OECD, 2017a). *Küresel yetkinlikler*, öğrencilerin global veya kültürlerarası durumları inceleme, farklı kültürden insanlarla açık, uyumlu ve etkili iletişim kurabilme, toplumsal refah ve sürdürülebilir kalkınma için çalışma yeteneklerini ölçer (OECD, 2020a). *Yaratıcı düşünme*, öğrencilerin çeşitli durumlarda veya alanlarda etkili, farklı ve orijinal fikirler üretme becerilerini ölçer (OECD, 2019e). *Dijital dünyada öğrenme* ise öğrencilerin bilgi işlem araçlarını kullanarak yinelemeli bilgi oluşturma, problem çözme sürecine katılma yeterliliklerini ölçmektedir (OECD, t.y.-b). Ayrıca eğitim teknolojileri öğrencilerin karmaşık olguları keşfetme ve fikirlerini başkalarıyla paylaşabilecekleri dijital ortamlar oluşturmaları için fırsatlar sunmaktadır.

PISA'nın dışında uluslararası düzeyde öğrenci başarılarını karşılaştırarak araştıran başka sınavlar da yürütülmektedir. Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (International Association for the Evaluation of Educational Achievement- IEA) tarafından 1995 yılından itibaren dört yıllık aralıklarla yürütülen TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) 9 ve 13 yaş öğrencilerin matematik ve fen alanlarında kazandıkları becerileri ölçmeye yönelik bir araştırmadır (IEA, t.y.-a). IEA tarafından 2001 yılından itibaren geliştirilen PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study) beş yılda bir dokuz yaşındaki öğrencilerin okuma becerilerinin ve okuma alışkanlıklarının değerlendirmesini yapan bir araştırmadır (IEA, t.y.-b). IEA tarafından daha önce iki çalışma daha yapılmıştır. İlki 1991'de 10 ve 14 yaşındaki öğrencileri değerlendiren okuma okuryazarlığı ile ilgili (IEA/RLS) çalışmadır. Diğeri ise 16 ile 65 yaş arası yetişkinlerin okuryazarlık becerilerini ölçen Uluslararası Yetişkin Okuryazarlık Araştırması'dır (IALS). PISA'nın geliştirilmesinde diğer organizasyonlardaki değerlendirme yöntemleri ayrıntılı bir taslak olarak kullanılmıştır.

PISA sınavı, öğrencilerin yaşama hazır bulunuşluklarına, eğitim hayatlarına nasıl devam edeceklerine, geleceklerini planlayabilmelerine ve etkili bir vatandaş olabilmek için bilgi ve becerilerini nasıl kullanabildiklerine odaklanır. Bu sebeple diğer uluslararası sınavlardan ayrıldığı için bu çalışmada PISA sınavına odaklanılmıştır.

PISA sınavında değerlendirilen okuma okuryazarlığı, matematik okuryazarlığı ve bilimsel okuryazarlık alanlarına odaklanılmasının sebebi ise her PISA döngüsünde düzenli olarak bu üç alanın ölçülmesi olarak düşünülebilir. PISA sınavlarının başlangıcından bir yıl öncesine göre STEM yayınlarını toplayarak sınav yılından önceki yıl, sınav yılında ve sınav yılından sonraki yıl olarak yayın sayılarının değişimi ve sınav puanlarıyla arasındaki ilişkiyi incelemek de diğer bir nedeni olarak düşünülebilir.

2.3.1 PISA Okuma Okuryazarlığı

PISA'daki *okuma okuryazarlığı* tanımları 2000 yılından itibaren toplumdaki, ekonomideki, kültürdeki ve teknolojiadaki değişiklikleri yansıtmak için okumanın bireylerin üstbilişsel, duyuşsal ve motivasyonel davranış boyutlarını kapsayan okumayı bilmek anlamına geldiğine dair teorik anlayıştaki ilerlemeyi yansıtmak için değişmiştir.

Okuma okuryazarlığı 2000, 2009 ve 2018 PISA döngülerinde ağırlıklı alan olarak belirlenmiştir. PISA 2000 ve 2009 yıllarında okuma tanımları pek değişmemiş metni anlamak, kullanmak değerlendirmek olarak tanımlanmış fakat 2009 yılından itibaren okuma şekilleri değişmiştir.

2000 yılında okuma okuryazarlığı tanımı, kişinin amaçları doğrultusunda, bilgi ve potansiyelini geliştirmek, topluma etkili bir şekilde katılmak için yazılı metinlerini anlaması, kullanması ve üzerine düşünerek yorumlaması olarak tanımlanmıştır. 2003 ve 2006 yıllarında okuma okuryazarlığı tanımı değiştirilmemiştir. Okuma okuryazarlığı testinde, öğrencilerin farklı durumlardaki çeşitli metinlerle geniş bir çerçevede başa çıkabilme becerilerini göstermeleri gerekmektedir (OECD, 2002). OECD'nin (2013a) raporuna göre okuma okuryazarlığı yazılı bir materyalin içeriği anlama ve kullanma, metnin nitelikleri üzerine düşünme, metni yorumlama, metni ilişkilendirme ve metni geliştirme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. PISA, okuma yeterliliklerinde ülkeler arası trend karşılaştırmaları yapılmasına olanak vermektedir. Öğrenciler okulda öğrendikleri bilgileri süreç ve strateji yöntemleriyle bir metne karşı anlam üretirler ve öğrencilerin süreç ve stratejileri kullanma yöntemleri metnin bağlamına göre değişmektedir (OECD, 2021a)

PISA 2009 yılında okuma okuryazarlığı, bir bireyin topluma etkili katılım göstermesi ve amaçlarına ulaşması için metinleri anlama, düşünme, metinlerle ilişki kurarak onları kullanma becerisi olarak tanımlanmıştır. Okuma okuryazarlığı temel anlamda metnin kodunu çözebilme becerisinden, kelime ve dilbilgisine, metin yapıları ve özellikleri gibi

geniş bir alanı kapsamaktadır. Ayrıca 2009 yılında ilk kez öğrencilerin dijital kaynaklardaki yazılı metinleri anlama ve yorumlama becerileri de değerlendirilmiştir. Aynı zamanda okuma okuryazarlık yeteneği metinleri işlerken çeşitli stratejileri kullanma konusunda farkındalık kazanma gibi üstbilişsel becerileri geliştirmektedir. Üstbilişsel beceriler, bireyler belirli bir amaç doğrultusunda metinleri okurken aynı zamanda düşünme eylemini gerçekleştirdikleri için aktif hale gelmektedir (OECD, 2010a). 2009 yılındaki okuma okuryazarlığı testi daha önce uygulanan *okuma okuryazarlığı* testlerinin en gelişmişidir. Sadece okuma okuryazarlığını değil öğrencilerin okumaya yönelik tutumlarını ve öğrenme stratejilerini de değerlendirmektedir (OECD, 2010d).

Okuma artık sadece basılı sayfalardan ibaret değil, elektronik formatlarda da karşımıza çıkmaktadır. Doğal olarak PISA 2018 yılında yeni bir okuma çerçevesi geliştirmiştir. Tanımdan “yazılı” kelimesini çıkartmıştır. Farklı kaynaklar tarafından oluşturulmuş metin biriminden oluşan metinler vurgulanmıştır. Bu tür metinler bilgi açısından zengin olan dijital dünyada yaygın olması, PISA okuma okuryazarlığı testlerinin dijital ortamda uygulanması birden çok belgede bilgi arayarak çıkarımlar yapmayı, metinler arasında bütünleştirmeyi, bilgilerin güvenilirliğini değerlendirmeyi kolaylaştırmıştır (OECD, 2021a). Dijital bir dünyada okumak, farklı kaynakların kalitesini ve geçerliliğini sürekli olarak değerlendirebilmeyi, görüşler arasında ayırım yapabilmeyi ve bilgi oluşturabilmeyi içerir. PISA okumanın çoğu birey için günlük bir etkinlik olduğunu, öğrencilerin yetişkin olarak okumaya ihtiyaç duyacakları çeşitli senaryolara uyum sağlayabilmeleri ve ülkelerin eğitim sistemlerinin öğrencilerini buna hazırlamaları gerektiğini savunmaktadır (OECD, 2021a).

OECD'nin (2019h) yayımladığı raporda, kişinin hedeflerine ulaşmak, bilgi ve potansiyelini geliştirmek, toplumda söz sahibi olabilmek için çeşitli şekillerde sunulan metinleri anlaması, kullanması, değerlendirmesi, üzerine düşünerek metinler arası ilişki kurabilmesi olarak tanımlanmıştır. Okuma okuryazarlığı çerçevesine özellikle dijital ortamlardaki metinlere yönelik olarak yeni bir bakış geliştirilmiştir (Mo, 2019). Okuma okuryazarlığı önceki yıllarda metinleri anlama, yorumlama ve yansıtma becerisiydi. Bu beceriler hâlâ önemini korumaktadır ancak bilgi teknolojilerinin insanların kişisel, sosyal veya iş yaşamlarına entegrasyonundan dolayı okuma okuryazarlığı tanımı 2018 yılında güncellenmiş ve genişletilmiştir. Metinlere erişilen ortam artık sadece basılı kaynaklarla sınırlı değildir. Bilgisayar ve akıllı telefon kullanımı arttıkça metinlerin yapısı ve formatları da değişmiştir. Bu da öğrencilerin okumada yeni bilişsel stratejiler ve daha net hedefler geliştirmelerini

gerektirmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin okuma becerileri sadece metinleri okumak ve anlamakla sınırlı kalmamalıdır. Yeni okuma okuryazarlığı değerlendirme çerçevesinde bireyler cümleler arası entegrasyon, cümledeki ana temanın çıkarımı, metinlerin doğruluğunu değerlendirme, bilgi arama, kaynaklar arası bilgiyi bütünleştirme gibi becerileri kapsamaktadır (OECD, 2019f).

2.3.2 PISA Matematik Okuryazarlığı

Matematik okuryazarlığı PISA'nın ilk yıllarında günlük yaşantıda temel dört işlem becerilerini ve yüzde, geometrik alan ve hacim hesaplamaları gibi becerileri kullanabilme yeteneğini içeriyordu. Zamanla dijitalleşen dünya matematiksel olarak yetkin olmanın ne anlama geldiğini yeniden şekillendirdi. 21. yüzyılda donanımlı ve topluma etkin olarak fayda sağlayabilen bir vatandaş olmak için öncelikle matematiği anlamak ve matematiksel olarak akıl yürütmek büyük bir öneme sahiptir. Bireyler çeşitli alanlardaki sorunları çözmek için matematiği formülleştirebilmeli, matematiği tanımlamak için kavramları, prosedürleri ve araçları açıklayabilmelidir (OECD, 2018). Matematiği başarılı bir şekilde kullanabilen biri günlük hayat koşullarında karşılaştığı çeşitli durumlara kolaylıkla yeni çözüm yolları bulabilir.

Matematik okuryazarlığı 2003, 2012 yıllarında ağırlık alan olarak belirlenmiştir. 2012 yılındaki tanımı 2015 ve 2018 yıllarında da kullanılmıştır.

PISA matematik okuryazarlığı, bireylerin gelecekteki özel hayatı, iş hayatı ya da sosyal yaşantısında etkili bir vatandaş olabilmesi için matematikteki muhakeme ve hesaplama becerilerini günlük yaşantısında kıvrak bir şekilde kullanabilme becerisini ölçer (OECD, 2000). Matematik okuryazarlığı, bir bireyin matematiğin öğrenmede oynadığı rolü belirleyebilmesi yani ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde matematiksel yargılarda bulunabilmesi, ilgili ve düşünceli bir vatandaş olabilmesi için yaşamında her alanda matematiği anlamlandırabilmesidir.

Matematik okuryazarlığı açısından, öğrencinin sayısal muhakeme becerilerini günlük yaşantısında uygulayabilmesi soru çözebilme yeteneğinden daha kıymetlidir. Matematik okuryazarlığı bir bireyin kendi rolünü anlama ve belirleme kapasitesidir. Öğrenciler gerçek dünya yaşantısı içinde alışveriş yaparken, seyahat ederken, yemek pişirirken, sosyal ortamlarda matematiksel akıl yürütme becerilerini kullanabilmelidirler. PISA öğrencilerin,

markette alışverişte para ile ilgili işleri başarıyla yürütme, hava durumu, ekonomi ya da tablo ve grafikleri yorumlayabilme yeteneklerini değerlendirir (OECD, 2006).

2012 yılında matematik okuryazarlığı; bireyin matematiği çeşitli bağlamlarda yorumlama ve kullanma, formüle etme, matematiksel olarak akıl yürütme becerisi olarak tanımlanmıştır. Bireyler günlük yaşantısındaki problemleri matematikle ilişkilendirebilmelidir (OECD, 2013a). Olguları tanımlamak, açıklamak ve tahmin etmek için akıl yürütmeyi ve matematiksel kavramları, prosedürleri ve araçları kullanabilmelidir. Matematik okuryazarlığı öğrencilerin analiz etme, akıl yürütme ve iletişim kurma becerileri ile ilişkilidir. Matematiğin temel taşlarından biri olan modelleme kavramı 2012 yılında PISA değerlendirmesine entegre edilmiştir (OECD, 2019g). Tanımda kullanılan matematiksel araçlar, çeşitli fiziksel ve dijital yazılım, hesaplama cihazlarını ifade etmektedir.

Matematik okuryazarlığı, bireyin yaşamın gereksinimlerini yapıcı olarak karşılayacak şekilde ilgili ve etkili bir vatandaş olmak için kendini anlama ve tanımlama, sağlam temellere dayanan yargılarda bulunma becerisidir (OECD, 2018). PISA matematik değerlendirmesinde öğrenciden okulda öğrendikleri bilgileri günlük problemlere uygulamaları beklenmektedir. Öğrenciler bir vatandaş gibi ele alınırken, konuyla ilgili akıl yürütmeleri, olayları analiz etmeleri ve çeşitli durumlarda matematiksel bilgi ve becerilerini kullanmaları istenmektedir (OECD, 2010a).

2.3.3 PISA Bilimsel Okuryazarlık

Bilimsel okuryazarlık bilimle ilgili konular ve bilimsel fikirlerle ilgilenme yeteneğidir. Bireylerin bilimsel kavramları bilmeleri önemlidir ancak yeterli değildir; bireyler aynı zamanda bilimsel düşünebilmeli ve olayları bilimsel olarak açıklayabilmelidirler (OECD, 2007). Bilimle uğraşmak günümüz toplumlarında ve ekonomilerinde önemlidir çünkü neredeyse herkesin yaşamı üzerinde önemli etkiye sahip teknolojik gelişmeler bilimle ilgilidir. Bilimsel okuryazarlık, zaman içinde bilimsel bilginin bir bağlam içinde kullanılması, uygulanması olarak genişletilmiş ve derinleştirilmiştir. Öğrencilerin bilimle ilgili kendi zevkleri, yetenekleri ve kişisel değerlerinin yanı sıra bilime olan ilgileri, gelecekte bilimi kullanmak için motivasyonlarının keşfedilmesine izin verir.

Bilimsel okuryazarlık 2006 ve 2015 yıllarında ağırlıklı alan olarak belirlenmiştir.

PISA 2000’de bilimsel okuryazarlık, öğrencilerin bilimsel bilgiyi kullanabilme yeteneği, bilimsel araştırmalarda yer alan soruları tanıyabilme, bilimsel araştırmada ne olduğunu anlayabilme bilimsel veriler ile sonuçlar arasında bağlantı kurabilme kapasitesini değerlendirmiştir. Bilimsel okuryazarlığın önemli olan bir yönü ise, öğrencilerin bilimsel kaynaklara ulaşabilme becerisi eğitimin bir çıktısı olarak görölmektedir (OECD, 2003).

PISA 2006 yılında bilimsel okuryazarlık çerçevesi hem tanım hem de değerlendirme yaklaşımı açasında genişletilmiştir. Öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumlarını ve bilim yeterliliklerine sahip olmanın verdiği yaşam fırsatlarının ne ölçüde farkında olduklarını değerlendirilerek, bu sınavda ilk kez öğrencilerin bilimsel konulara yönelik tutumları sadece anketlerle değil, aynı konularla ilgili test soruları ile paralel olan bilimsel konulara yönelik sorularla da değerlendirilmiştir (OECD, 2006). Ayrıca, 2006 yılında uygulanan bilimsel okuryazarlık testinde isteğe bağlı olarak bilgisayar tabanlı bir değerlendirme uygulanmıştır (OECD, 2010c).

Bilimsel okuryazar bireyler, bilimsel bilgi ve bu bilginin sorularını belirleyebilmeli yeni bilgiler edinmek için kullanabilmeli, olguları bilimsel olarak açaıklayabilmeli ve bilimsel kanıtları kullanabilmelidir. Bilim ve teknolojinin maddi, entelektüel ve kültürel değerlerimizi nasıl şekillendirdiğinin farkında olmalıdırlar. Bir vatandaş olarak bilimle ilgili tartışmalara katılabilmelidirler. Bu yetkinlikleri kullanabilmeleri bilimsel bilgiyi uygulamaya koyabildiklerini göstermektedir ve ayrıca öğrencilerin bilimsel konulara yönelik tutumlarını da yansıtmaktadır (OECD, 2006).

OECD (2015) raporunda bilimsel okuryazarlık, bir vatandaşın bilimle ilgili olguları bilimsel olarak açaıklayabilme, bilimsel araştırmayı tasarlayıp değerlendirebilme ve verileri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlayabilme yeterliliği olarak tanımlanmıştır.

2018 yılındaki PISA döngüsündeki bilimsel okuryazarlık tanımı 2015 yılındaki tanımla aynıdır. Bununla birlikte bazı eklemeler bulunmaktadır. 2018 yılındaki PISA bilimsel okuryazarlık testinin 2015 yılındaki bilimsel okuryazarlık testinden farkı bilim çerçevesinde, olması gereken bilimsel bilgi ve yeterliliklerin dışında Webb’s Depth of Knowledge’in bilgi derinliği tablosuna uyarlanmış halinin kullanılmasıdır (OECD, 2019h). Webb’s Depth of Knowledge’in derinlik seviyeleri hem sorunun içeriği hem de karmaşıklığına göre belirlenir. OECD'nin (2019h) belirttiğine göre seviyeler dört bölümden oluşmaktadır: 1. seviye (hatırlama), 2. seviye (bilgi ve becerileri kullanabilme), 3. seviye (stratejik düşünme), 4.

seviye (genişletilmiş düşünme). Bu seviyeleri oluşturan çerçeve öğrenme ve değerlendirme görevlerine daha bütünsel bir yaklaşımla bakılmasını sağlar. Ayrıca Webb's Depth of Knowledge öğelerin bilgi ve yeterlilik boyutlarına göre eşleştirilmesi için bir çerçeve sağlamaktadır. Bu çerçevede bilgi derinlikleri üç seviyede açıklanmıştır: düşük, orta ve yüksek bilgi derinliği seviyesi. Düşük bilgi derinliği seviyesi bir gerçeği, terimi ya da bir kavramı hatırlama, grafik veya tablodan bir bilginin yerini belirleyebilmeyi içermektedir. Olguları tanımlamak veya açıklamak için kavramsal bilgiyi kullanmak, iki ya da daha fazla adım içeren prosedürleri seçmek, veriyi görselleştirmek ya da düzenlemek, basit veri setleri kullanmak ve yorumlamak ise orta seviye bilgi derinliğini kapsamaktadır. Yüksek seviye bilgi derinliği ise karmaşık bilgi veya verileri analiz etme, kanıtları sentezleme veya değerlendirme, bir plan geliştirme ya da probleme yönelik çözüm önerileri geliştirme şeklindedir.

2.4 STEM ve PISA Sınavı ile İlgili Çalışmalar

Bu bölümde STEM ve PISA sınavıyla ilgili ulusal ve uluslararası literatürdeki çalışmalar listelenmiştir. PISA sınavlarının bilimsel yayınlar üzerinde etkisini inceleyen, bilimsel yayınlar ile PISA sınavları arasındaki ilişkiyi inceleyen ya da PISA sınavlarının STEM eğitimi ile ilişkisini ve birbirlerine katkısını araştıran çalışmalara odaklanılmıştır. Öncelikle belirtmek gerekir ki STEM konusundaki yayınların bibliyometrik analizi ve PISA sınavlarıyla ilişkisini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle tez konusuna en benzer/yakın çalışmalar incelenmiştir.

2.4.1 Eğitim Sistemi ve Politikaları

Etkili STEM eğitim politikalarının farklı eğitim bağlamları, kültürel faktörler ve kaynaklar nedeniyle ülkeler arasında değişiklik gösterebilmektedir. Finlandiya'nın PISA bilim ve matematik okuryazarlığı yüksek puanlarının güçlü bir STEM eğitime, öğretmenlerinin eğitimi ve mesleki gelişimine bağlanmaktadır (Boğar ve Lavonen, 2022). PISA sınav sonuçlarına dayalı olarak, ülkelerin eğitim sistemlerindeki ve ekonomilerindeki sorunlara bir cevap olarak STEM eğitimi geliştirilebilir (Pugliese ve Santos, 2022). Ayrıca PISA sonuçları ülkelerin STEM eğitim politikalarını izlemede kullanılmaktadır. Düşük PISA puanlarına sahip ülkeler iddialı STEM projeleriyle bilim, teknoloji ve matematik alanlarına öğrencileri çekmeye çalışmaktadırlar (Kayan-Fadlelmula vd., 2022). Düşük PISA puanlarına sahip ülkelerde STEM eğitime gerekli yatırım yapılmadığı için gerekli kaynak ve fırsat eksikliğinden dolayı öğrenciler STEM eğitiminden mahrum kalabilmektedir. Öğrencilerin

STEM alanlarındaki performanslarını incelemek için TIMSS ya da PISA gibi uluslararası sınav sonuçları takip edilmektedir (Kayan-Fadlelmula vd., 2022). NSF'nin (2022) raporuna göre, PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sonuçları ülkelerde STEM eğitiminin iyileştirme alanlarını belirlemek için kullanabileceği gibi, PISA matematik ve bilimsel okuryazarlık sınav sonuçlarından yola çıkılarak öğrencilerin mühendislik becerilerini geliştiren STEM eğitiminde iyileştirmeler yapılabilir. PISA sonuçları ve sonuçların gösterdiği sorunlar eğitim sistemi ile iş gücü piyasasındaki krizlere yanıt olarak Brezilya'da STEM eğitimi müfredata girmiştir (NSF, 2022). Öğrencilerin STEM'e olan ilgilerini, öğrenmelerini ve başarılarını şekillendiren engeller ve faktörleri içeren literatürü inceleyerek, STEM eğitimine katılımı arttırmak için stratejiler geliştirilebilir (Kayan-Fadlelmula vd., 2022). Bu bilgilere dayanarak, eğitim politikası tartışmalarında PISA sonuçlarının kullanılmasının müfredat geliştirilmesine ve öğretim stratejileri hakkında bilinçli kararlar alınmasına olanak sağladığı söylenebilir.

2.4.2 Öğrenci Başarısı ve Performans Karşılaştırması

Birçok ülke eğitim politikaları ve öğrenci başarı düzeylerini karşılaştırmayı hedeflemektedir. STEM eğitimi ülkelere küresel düzeyde söz sahibi olabilmek için öğrencilerini geliştirme imkânı veren bir yaklaşımdır. Kaufmann ve Wittmann (2018) İsviçreli öğrencilerin STEM potansiyellerini hem kendi ülkelerindeki hem de diğer ülkelerdeki öğrencilere kıyasla STEM meslekleriyle ilgilenme kapasitelerini, PISA matematik ve okuma okuryazarlığı verilerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Öğrencileri genel başarı durumları ve yeteneklerine göre gruplandırmışlardır. Sonuç olarak İsviçreli kız öğrencilerin diğer ülkelerdeki akranlarına oranla STEM potansiyelinin yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Jeffries, Curtis ve Conner (2020) öğrencilerin STEM'le ilgili bir derse kaydolma kararlarını belirlemede öğrencilerin demografik özellikleri, bilime karşı tutumları, 15 yaşındaki PISA ve Longitudinal Surveys of Australian Youth'taki (LSAY) fen ve matematik verileri belirleyici faktörlerinin daha iyi veriler sağladığını belirtmişlerdir.

Ayrıca PISA sınav verilerinden yola çıkılarak öğrencilerin STEM alanlarındaki mesleki yönelimleri hakkında fikir sahibi olunabilir ve ihtiyaç duyulan daha geniş uluslararası düzeyde STEM kariyer profesyonelleri havuzu oluşturulabilir (Birney vd., 2021).

Han (2017) PISA 2000, 2003 ve 2006 verilerinden yola çıkarak öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarındaki mesleklere yönelimlerindeki ulusal

beklentileri hakkında bir çalışma yapmıştır. Öğrencilerin bilgisayar mühendisliği mesleğine yönelik beklentilerinde düşüş fakat sağlık hizmetleri alanındaki mesleklerde ise artış meydana geldiğini gözlemlemiştir. STEM birçok ülkede öğrencileri akademik ve meslek yaşantılarında kendi alanlarına teşvik etmekte olduğundan bilgisayar mühendisliğine yönelik beklentilerdeki düşüşler bazı ülkelerde sorun olarak kendini gösterebilir (Han, 2017).

2.4.3 Öğretmen Eğitimi ve Gelişimi

PISA sonuçları STEM öğretmenlerinin öğrenimini teşvik edebilir; ayrıca, PISA tabanlı materyaller ile PISA sınavlarında kullanılan görevler STEM öğretmede ve öğrenmede değerli birer araçtır (Silver ve Snider, 2014).

2.4.4 PISA sınavları ile Akademik Yayınların İlişkisi

STEM konusunda çok sayıda akademik yayın bulunmaktadır. PISA Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından 1999 yılında öğrencilerin yetişkin yaşamına hazır olma yönlerini çeşitli yönlerden ölçmek için tasarlanmıştır (OECD, 2000). PISA sonuçları birçok ülkede eğitim politikaları oluşturulurken kullanılmaktadır (Hopfenbeck vd., 2018). Ancak PISA verilerinin bir araştırma alanının ne ölçüde ilerlediği konusunda katkısını inceleyen ya da bir alan yazının PISA sonuçlarını etkilediğine dair çok az kaynak bulunmaktadır. Ülkelerin PISA sınav sonuçları ile STEM eğitimi üzerine akademik yayınları arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma bulunmamakla birlikte, Domínguez vd. (2012) PISA sınavlarının uluslararası akademik dergiler üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Bununla birlikte, Yıldırım Kırbacı'ya (2022) göre ülkelerin bilimsel okuryazarlık yayın sayıları ile PISA bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları arasında herhangi bir ilişki yoktur. Bu tez çalışması literatüre bu iki fikirden hangisinin ağır bastığına dair katkı sağlayacaktır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde sırasıyla yapılan araştırmanın modeli, evren ve örnekleme, veri toplama araçları, süreci ve analizi hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırma, var olan durumu betimlemeye yarayan ilişkisel tarama modeline göre tasarlanmıştır. Bu anlamda araştırma, WoS ve Scopus veri tabanlarında yayımlanmış STEM temalı bilimsel araştırmaların bibliyometrik analizini içeren, PISA sınavı uygulanan ülkelerdeki yayın sayıları ile PISA sınavı sonuçları arasındaki ilişkinin belirlenmesini amaçlayan keşfedici korelasyonel bir çalışmadır. Bir değişkende meydana gelen değişikliğe diğer değişkenin ne ölçüde eşlik ettiğini gösteren analize korelasyon denilmektedir (Scott ve Usher, 2010). Korelasyon, iki değişken arasındaki ilişkinin düzeyini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir istatistik yöntemidir (Şen ve Yıldırım, 2021). Korelasyonel araştırmalar, değişkenler arasındaki ilişkinin değişkenlere müdahale etmeden incelenmesidir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Erkan Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2019). Korelasyonel araştırmalar, değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma, ilişkinin düzeyini belirleme ve daha başka araştırmalara gerek olup olmadığını anlama konusunda yardımcı olan araştırmalardır (Büyüköztürk vd., 2019). İki veya daha fazla değişkeni inceleyerek aralarında bir ilişki bulunup bulunmamasını ortaya koymayı amaçlayan ilişkisel araştırmalarda (Büyüköztürk vd., 2019) korelasyon oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Şen ve Yıldırım, 2021).

3.2 Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın temel verilerini WoS ve Scopus veri tabanlarında indekslenen, 1999–2023 yılları arasında yayımlanmış olan, “STEM” temalı İngilizce bilimsel yayınlar oluşturmaktadır. Bu anlamda, araştırmanın evrenini WoS veri tabanında yayımlanan 7326 bilimsel çalışma ve Scopus veri tabanında yayımlanan 14669 bilimsel çalışma ile PISA sınavı sonuçlarına sahip 93 ülke oluşturmaktadır. Araştırmanın verilerine 14 Aralık 2022 tarihinde ulaşılmıştır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda çalışmaya dahil etme kriterleri çerçevesinde tanıma uyan tüm yayın ve ülkeler çalışmaya dahil edilmiştir. Bu anlamda çalışmanın verileri tamsayım yoluyla elde edilmiştir. Evrenin tüm birimlerine ulaşılabilirdiği durumlarda örnekleme ihtiyaç duyulmaz. Hakkında bilgi edinilmek istenen evreni oluşturan bütün birimlerin

gözlemlenmesine sayım denir (Büyüköztürk vd., 2019). Daha önce de belirtildiği gibi çalışmada STEM terimi ile ilgili akademik yayımlar çalışmanın verilerinin bir kısmını oluşturmuştur. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiği içinde barındıran ve en az bu dört disiplini birbirine entegre bir şekilde çalışmalarında STEM'i kullanan, araştırmanın STEM tanımına uygun bütün çalışmalar bu tez kapsamına dahil edilmiştir. Disiplinlerden birinin bile kullanılmadığı STM (bilim, teknoloji ve mühendislik), MINT (matematik, bilişim, doğa bilimleri ve teknoloji) ya da GEMS (mühendislikteki kızlar, matematik ve bilim) gibi çalışmalar araştırmanın verilerine dahil edilmemiştir.

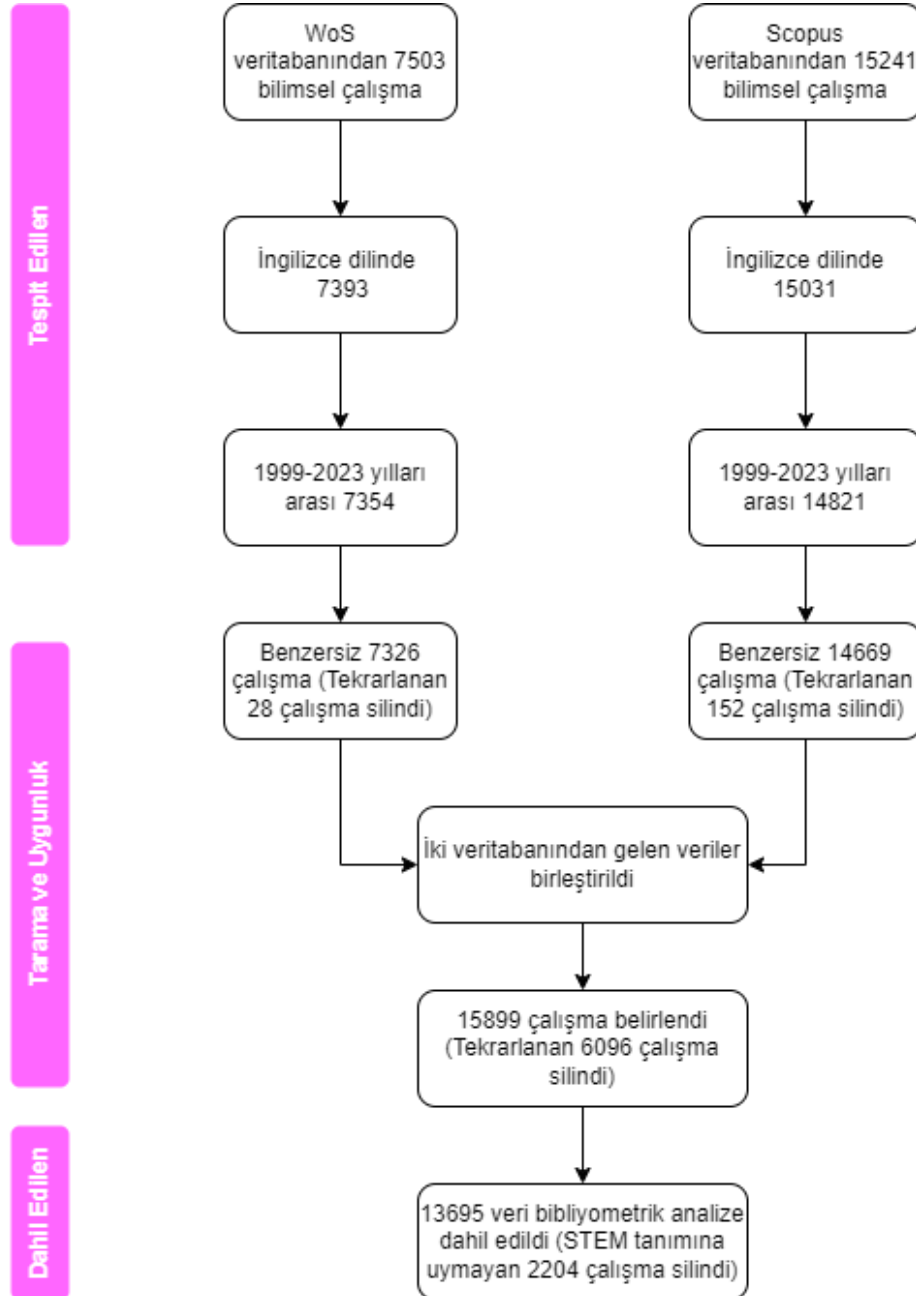
PISA sınavlarının başlangıcı 2000 yılı ve bu tez çalışmasının yürütüldüğü yıllar itibariyle son sınav yılı 2022 yılıdır. Araştırma soruları kapsamında korelasyonu incelemek için sınav yılından bir yıl öncesi ve sonrasına ait yayınlar olmak üzere 1999–2023 tarihleri arasındaki yayınlar çalışmaya dahil edilmiştir.

Bu araştırmanın verilerini WoS ve Scopus veri tabanlarında 1999–2023 yılları arasında “STEM” ile ilgili yayımlanmış olan, araştırmanın konusuna uygun olarak seçilen 13695 adet bilimsel çalışma ve 2000 yılından itibaren “en fazla bir PISA sınav sonucuna sahip olmayan” 35 ülke oluşturmaktadır. Bununla birlikte, en fazla bir sınava katılmama şartını sağlamasına rağmen — araştırmanın sınırlılıklarında da belirtildiği gibi — İzlanda, Letonya, Lüksemburg, Macaristan, Macao ve Uruguay ülkelerinin yayın sayılarına dair net bir sayıya ulaşılamadığı için bu ülkeler yayın sayılarının kullanıldığı analizlere dahil edilmemiştir. Çin Halk Cumhuriyeti için B-S-J-Z sırasıyla Pekin, Shanghai, Jiangsu ve Zhejiang eyaletlerini ifade etmektedir (OECD, 2019c). Bu bölgelerden Shanghai 2009 yılından itibaren tüm sınavlara katılmıştır. Diğer üç bölge 2015 yılında Shanghai bölgesine ek olarak sınavlara katılmışlardır. Bu bölgeler için en fazla tek bir sınava katılmamış olma durumu söz konusu olmadığı için çalışmaya dahil edilmemiştir. Fakat Çin’e ait diğer bölgeler olan Hong Kong ve Macao Çin (B-S-J-Z)’den ayrı olarak sınava katılmaktadırlar.

3.3 Veri Toplama

Bu çalışmada kullanılan verileri WoS ve Scopus veri tabanlarında yayımlanan “STEM” temalı çalışmalar oluşturmaktadır. İlgili çalışmaları belirlemek için, “stem”, “science”, “technology”, “engineering” ve “mathematics” kelimeleri anahtar kelimeler olarak aratılmıştır. WoS veri tabanında abstract, title, author keywords ve keyword plus alanlarında arama yapılmıştır (Ek A). Scopus veri tabanında ise article title, abstract ve keywords alanlarında arama yapılmıştır (Ek B). Anahtar kelimelerin kendileri arasında “and” operatörü

anlamında virgöl kullanılarak, kombinasyonlarının aralarında “or” operatörü kullanılarak arama yapılmıştır. İngilizce’de stem kelimesi Türkçesi “kök”, “gövde” gibi yorumlanabilecek başka anlamlara da sahiptir. STEM terimini içeren fakat tez çalışmasının konusuyla ilgisi olmayan belirgin terimlerden olan “stem cell” ifadesi veri setine dahil olmaması için “not” seçeneği yardımıyla engellenmiştir. Çalışmanın veri tabanlarından indirilen veriler toplanırken şu adımlar izlenmiştir (Şekil 3.1):



Şekil 3.1: Veri toplama adımları.

Bibliometrix, bibliyometrik ve scientometrics gibi nicel araştırmalar için R programlama dilinin kullandığı bir pakettir. Açık kaynak kodlu bir pakettir. R programlama dilinde geliştirilmiştir (wikipedia, t.y.). Bibliometrix'in Biblioshiny adında web arayüzü sağlayan bir uygulaması bulunmaktadır. Biblioshiny sunduğu web arayüzünde bibliometrix paketinin fonksiyonlarını kullanarak bilimsel haritalama işlemini kolayca yapmamızı sağlar (Howson, 2023). Bibliometrix bibliyometrik göstergeler, ortak alıntı, ortak yazarlık, ortak kelime ağları ve dergi etki faktörleri gibi analizler için gerekli işlevleri sağlar (Bibliometrix, 2023c).

WoS ve Scopus veri tabanlarından elde edilen akademik çalışmalar BibText dosya türünde 1000'erli olarak indirilebilmektedir — veri tabanları kayıtların tümünü bir arada indirmeye izin vermemektedir — ve bu şekilde parçalar halinde indirilmiştir. İndirilen dosyalar R programının bibliometrix paketi ile tek tek R Studio programına yüklenmiştir. WoS ve Scopus'tan yüklenen dosyalar birleştirilmiş ve Microsoft Excel'in xlsx dosya türünde kaydedilmiştir. Verileri birleştirmek ve aynı olan verileri R programı ile R Studio'da silmek için kullanılan kodlar Ek C'de verilmiştir. Birleştirme esnasında WoS ve Scopus veri tabanlarından elde edilen verilerden 6096 tanesinin aynı olduğu belirlenmiş ve her kopya yayından sadece biri çalışmaya dahil edilmiştir. Bu aşamada veri seti 15998 tane kayıttan oluşmuştur.

Araştırmanın diğer bir veri setini oluşturan PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları ise OECD resmî web sitesinden temin edilmiştir. Sınav sonuçları 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015 ve 2018 yılları altında okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık olarak üç kısma ayrılmıştır. Her yıl yayınlanan bu üç tür okuryazarlık sınav sonuçları Excel dosyasında ülkelere göre düzenlenmiştir. Ülkelerin hangi yıllarda sınava girdiği ve ortalama kaç puan aldığını belirten genel bir tablo oluşturulmuştur.

3.4 Veri Analizi

Veri Toplama başlığı altında listelenen bilgileri özetleyerek analiz için kullanılan verileri özetlemek gerekirse, araştırmaya dahil edilen veriler olan 1999 yılından itibaren yayımlanmış 15899 adet bilimsel yayın WoS ve Scopus veri tabanları üzerinden betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Yayınlardan araştırma kapsamındaki STEM tanımına uymayan çalışmalar dosyadan çıkarılmıştır ve toplamda 13695 bilimsel çalışma ile araştırmaya devam edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen yayınlar, iki veritabanından toplanan verileri birleştirebilme özelliğinden dolayı R programının Bibliometrix paketinin Biblioshiny web uygulaması kullanılarak bibliyometrik analize tabi tutulmuştur. Bibliyometrik analiz yöntemine göre çalışmalar; anahtar kelimelere, yıllara, ülkelere, kurumlara, dergilere ve yayın türüne göre analiz edilmiştir. Ayrıca bibliyometrik haritalama yöntemi ile WoS ve Scopus veri tabanlarından elde edilen ve birleştirilen veriler R programının Bibliometrix paketinin Biblioshiny web uygulamasında görselleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan grafiklerde kullanılan veriler aynı şekilde R programının Bibliometrix paketinin web kullanım arayüzü olan Biblioshiny aracılığıyla tablo şeklinde oluşturularak Excel dosyası olarak indirilmiştir. Sonrasında ise grafikler oluşturulmuştur.

OECD resmî web sitesi üzerinden elde edilen PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınavı sonuçları SPSS 24 programı ile analiz edilmiştir. Ülkelerin PISA okuryazarlık sınavı sonuçları betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. PISA sınav sonuçları ülkelere ve yıllara göre bir Excel tablosunda her yılın başlığı altında sırayla okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık olarak üçerli gruplar halinde düzenlenmiştir. Düzenlenen verilerin ortalama puanları hesaplanmıştır. Ayrıca STEM temalı yayın ve atıf sayılarının PISA sınavıyla aynı yıl, sınavdan önceki yıl ve sınavdan sonraki yıl olarak dağılımlarını belirlemek için yayın ve atıf sayıları bir Excel tablosunda düzenlenmiştir.

Çalışmada incelenen 35 ülkenin yayımladığı STEM temalı yayınlar ile PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınavı sonuçları arasındaki ilişkinin anlamlılığı belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Verilerin analizinde parametrik ya da parametrik olmayan testlerden hangilerinin kullanılacağını belirlemek amacıyla PISA okuryazarlık testlerinden alınan puanların ortalamalarını ve STEM temalı yayın ve atıf sayılarını içeren bir Excel tablosu oluşturulmuş ve verilerin normal dağılıp dağılmadığına bakılmıştır. PISA sınav sonuçlarının yıllara göre ortalama puanlarının ve STEM temalı yayınların yıllara göre yayın ve atıf sayılarının normalliğe uygun olup olmadığı incelenirken gözlenen değer sayısı 50'den küçük olduğu için Shapiro-Wilk testi sonuçları kullanılmıştır (Mayers, 2013). Hesaplanan puanların basıklık ve çarpıklık değerleri de incelenmiştir (Büyüköztürk, 2020). Büyüköztürk'e (2020) göre basıklık ve çarpıklık değerleri -1,0 ile +1,0 aralığında, Tabachnick ve Fidell'e (2013) göre ise -1,5 ve +1,5 arasında bulunuyorsa verilerin normal dağıldığı varsayılmaktadır. Basıklık ve çarpıklık değerlerinin kendi standart hatalarına bölünmesiyle elde edilen sonuçların -1,96 ile +1,96 arasında olması da verilerin

normal dağıldığını göstermektedir (Büyüköztürk, 2020). Aynı doğrultuda incelenen Shapiro-Wilk testi anlamlılık değerlerinin de 0,05'in altında olması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2020). PISA okuryazarlık sınavı sonuçlarının yıllara göre ortalama puanlarının ve yayın ve atıf sayılarının bütün ülkeler bazında Shapiro-Wilk testi sonuçları (Bölüm 4.3.1) altında verilmiştir. Yayın sayıları ile okuryazarlık testi sonuçları normal dağılmış, fakat atıf sayıları normalden sapma göstermiştir. Bu nedenle PISA sınav puan ortalamaları ve yayın sayıları arasındaki ilişki Pearson korelasyon yöntemi ile, PISA sınav puan ortalamaları ve atıf sayıları arasındaki ilişki ise Spearman korelasyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın veri setinde bulunan 35 ülkenin PISA sınavlarında üç okuryazarlık alanında yıllara göre aldıkları ortalama puanlar ile yayın sayılarının Shapiro-Wilk testi sonuçları (Bölüm 4.3.2) altında her sınav yılına göre yedi başlık altında verilmiştir. Yayın sayıları ve sınav puanlarının arasındaki ilişki Spearman korelasyon yöntemi ile incelenmiştir. Son olarak çalışmanın veri setinde bulunan ülkeler arasında PISA sınavlarında okuryazarlık alanına göre en yüksek puanları alan beş ülke ve Türkiye'nin sınav puanları ile yayın sayıları arasındaki ilişki (Bölüm 4.3.3) altında incelenmiştir. Sınav puanları ve yayın sayıları arasındaki ilişki Spearman korelasyon yöntemiyle incelenmiştir.

Biblioshiny web arayüzünde kavramsal yapı (Conceptual Structure) kısmından eş kelime ağı (Co-occurrence Network) alanından yazarların anahtar kelimeleri (Author's Keywords) seçilmiştir. Anahtar kelimeler analiz edilirken metod parametrelerinden (method parameters) otomatik ağ düzeni (Network Layout=Automatic Layout), kümeleme algoritması öne çıkan değer (Clustering Algorithm=Leading Eigenvalues) olarak belirlenmiştir. Normalleşme için kapsayan (Normalization=Inclusion) seçeneği seçilmiştir. Analiz sırasında 17526 tane anahtar kelimenin haritada gösterilmesi çok karmaşık bir yapı oluşturacağı için anahtar kelime sayısı 200 adet ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca çok fazla çalışma olduğundan, karışık bir görüntü oluşmaması için programın aralarındaki bağlantı sayısı beşten az olan çalışmaları göstermemesi (Minimum Number of Edges=5) seçilmiştir. Anahtar kelimeleri ifade eden yuvarlaklar düğüm olarak adlandırılmaktadır. Anahtar kelimelerin etiketleri karmaşık bir görüntü oluşturmaması açısından grafik parametrelerinden (Graphical Parameters) etiket büyüklüğü ise 15 (Label Size=15) olarak ayarlanmıştır. Farklı 13 renk ile temsil edilen 13 küme elde edilmiştir. Elde edilen harita html dosyası olarak indirilerek düğüm ve yazı renkleri, yazı boyutları daha etkili bir sunum için haritanın kodlarından değiştirilmiştir. Aslında kırmızı olan renk koyu pembe olarak ve orijinali kahverengi olan renk koyu turuncu olarak değiştirilmiştir. Diğer renklerin sadece daha canlı görünmesi sağlanmıştır. Haritada görünen diğer renklerin hepsi orijinal rengindedir. Ayrıca konu alanlarının haritada daha net görülmesi için haritanın şekli değiştirilmeden düğümler biraz ortaya kaydırılmıştır.

Konu alanlarının (anahtar kelimelerin) çalışmalarda birlikte kullanılması bir yapı oluşturmaktadır; bu yapı da kümeleri vermektedir. Yani, aynı renk olan kelimelerin birlikte daha çok kullanıldığı anlamına gelmektedir. Bağlantısı daha güçlü olan kelimelere ait düğümler, oluşturulan bibliyometrik görsel üzerinde daha merkezi bir konumda olmaktadır. Düğümlerin boyutu konu alanının ya da anahtar kelimenin kullanılma sıklığını göstermektedir. Büyük olan düğümlerde, anahtar kelimenin tekrarlanma sayısı o kadar büyüktür. Bir konunun küme içinde veya kümeler arası bağlantıları bağlantı çizgileri ile gösterilmektedir. Bağlantı çizgilerinin kalınlığı ise kelimeler arası ilişkinin frekansını vermektedir.

Ortaya çıkan anahtar kelimelerden bazıları “malumun ilamı” olduğundan grafikten çıkartılmıştır. Çıkarılacak kelimeler şu strateji dahilinde belirlenmiş ve bir csv dosyasında aralarına virgül konularak bir satıra yazılıp Biblioshiny’ye yüklenmiştir: Araştırmanın zaten bir eğitim araştırması olmasından dolayı genel anlamda eğitim ve bunun düzeylerini

ilgilendiren eğitim (education, training), öğretim (teaching), öğrenme (learning), ilköğretim (elementary education, primary education), ilkokul (elementary school), kolej (college), yüksek öğretim (higher education), yüksek okul (high school), ortaokul (secondary school, middle school), orta öğretim (secondary education), üniversite (university), lisans (undergraduate), k-12 eğitimi (k-12 education), k-12, meta-analiz (meta-analysis), araştırma (research) gibi kelimeler grafikten çıkartıldı. Bu tür kelimeler doğrudan STEM’le bağlantılı da değildir. Cinsiyet (gender), müfredat (curriculum), öğrenciler (students), çocuk (children), teachers (öğretmenler), pedagoji (pedagogy) ve kadınlar (women), nitel (qualitative) gibi çok genel anlam ifade eden kelimeler de grafikten çıkartılmıştır. Araştırma hali hazırda STEM ile ilgili yayımları incelediği için STEM, STEAM, bilim (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics, math) kelimeleri de grafikten çıkartılmıştır. Dolayısıyla bu düğümlere ait bağlantılar grafikten dışlandıktan sonra eş kelime ağında (Şekil 4.1) 100 konu alanı arasındaki ilişki görülmektedir.

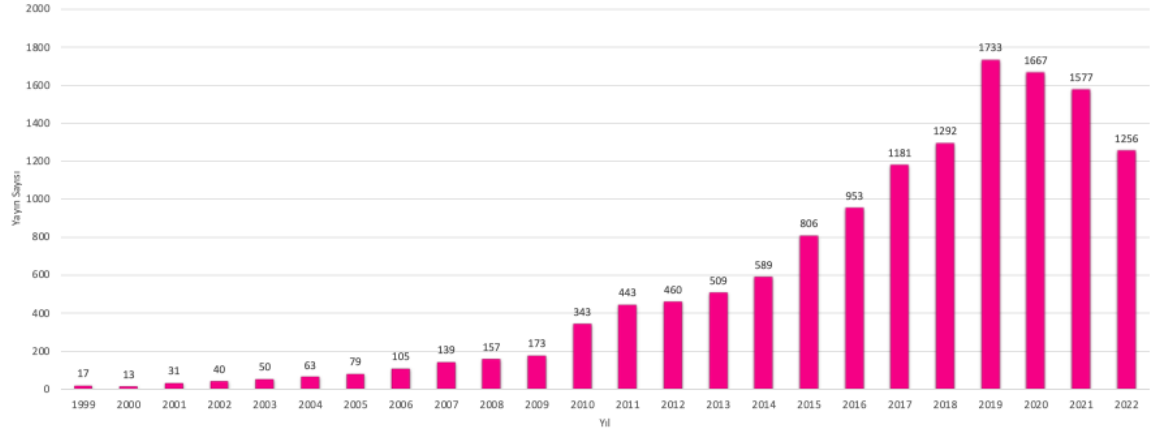
STEM ile ilgili en baskın anahtar kelimenin stem eğitimi (stem education) (n=986), mühendislik eğitimi (engineering education) (n=260), farklılık (diversity) (n=195) bilim eğitimi (science education) (n=192), robotik (robotic) (n=187), hesaplamalı düşünme (computational thinking) (n=187) ve proje tabanlı öğrenme (project-based learning) (n=157) olduğu görülmektedir. Bu liste, ilgili anahtar kelimelerin araştırmacıların 1999–2023 yılları arasında STEM alanındaki çalışmalarda en çok ilgilendiği ve tartıştığı konular arasında olduğu anlamına da gelmektedir. Öz yeterlik (self-efficacy) (n=129), motivasyon (motivation) (n=128), mentörlük (mentoring) (n=120), gibi konular da önem arz etmektedir. Eğitsel teknoloji (educational technology) (n=7), eğitsel robot (educational robot) (n=7), mobil robot (mobile robot) (n=5), makine öğrenmesi (machine learning) (n=39) gibi konular ise diğer anahtar kelimelerle daha az ele alınan konulardır.

Şekle (Şekil 4.1) göre pembe küme içinde bağlantısı en güçlü olan kelimeler stem eğitimi (stem education), artırılmış gerçeklik (augmented reality), problem tabanlı öğrenme (problem-based learning), sanal gerçeklik (virtual reality) ve e-öğrenmedir (e-learning). Fizik eğitimi (physics education), nesnelerin interneti (internet of things), 3d yazıcı (3d printing) ve cinsiyet farklılıkları (gender differences) kelimeleri arasındaki bağlantının ise zayıf olduğu görülmektedir. Sol üst köşedeki koyu mavi kümede etniklik ve ırk kendi aralarında bir küme oluşturmuştur. Mor kümede farklılık (diversity), mentörlük (mentoring),

süreklilik (persistence) ve kesişimsellik (intersectionality) kelimeleri dikkat çekmektedir. Sarı kümede robotik (robotics), bilgisayar bilimi (computer science), STEM öğrenme (STEM learning), problem çözme (problem solving) kelimeleri birlikte bir küme oluşturmuştur. Sarı kümenin altındaki açık turuncu olan kümede covid-19 onun altındaki turkuaz kümede ise yapay zekâ (artificial intelligence) ve makine öğrenmesi (machine learning) konu alanlarının birlikte bir küme oluşturduğunu görmekteyiz. Açık pembe kümede inovasyon (innovation), aktif öğrenme (active learning), yenilik (creativity), tasarım (design) ve ters yüz edilmiş sınıf (flipped classroom) konu alanlarının birlikte kullanıldığını söyleyebiliriz. Pembe kümenin üzerindeki açık mavi olan kümede proje tabanlı öğrenme, motivasyon ve öz yeterlik anahtar kelimeleri öne çıkmaktadır. Koyu turuncu olan kümede ise matematik eğitimi (mathematics education), mühendislik eğitimi (engineering education), profesyonel geliştirme (professional development), öğretmen eğitimi (teacher education), mühendislik tasarımı (engineering design) gibi kelimeler bir grup oluşturmuştur. Yeşil kümede ise modelleme (modeling) anahtar kelimesi görülmektedir. Sağdaki gri kümede zihinsel rotasyon (mental rotation) ve mekânsal yetenek (spatial ability) kavramları görülmektedir. En altta lime yeşili olan düğüm erken çocukluk (early childhood) kavramını temsil etmektedir.

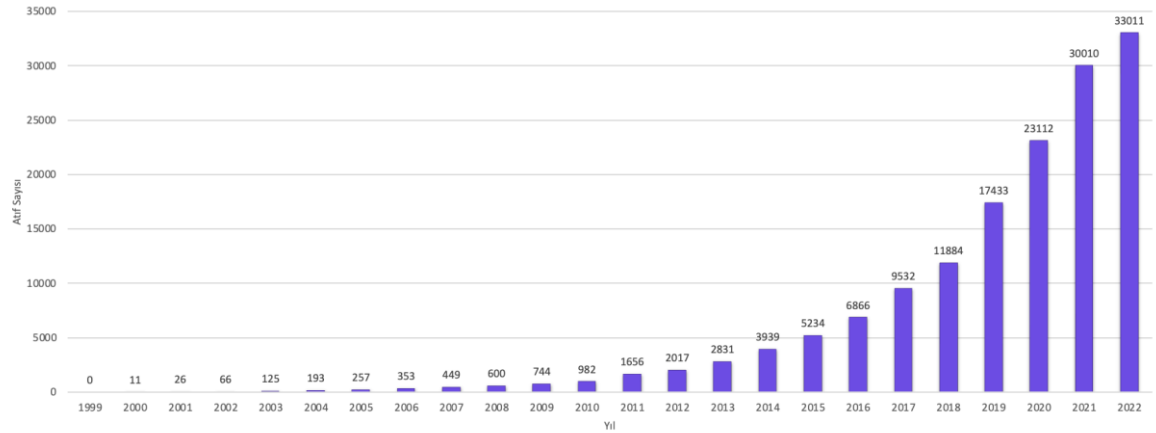
4.1.2 Yayın ve Atıf Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı

STEM temalı bilimsel çalışmaların yıllara göre dağılım grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.2). Şekle (Şekil 4.2) göre, 1999 yılından 2009 yılına kadar yayın sayılarının oldukça düşük olduğu, 2010 yılından itibaren 2015 yılına kadar biraz daha artmış olduğu ve 2015 yılından 2019 yılına doğru yayın sayılarının zirve yaptığı görülürken, 2020 yılından itibaren bir düşüş gözlemlenmektedir. Yayın sayıları 2019 yılında (n=1733) maksimum seviyeye ulaşmıştır. En az sayıdaki yayın ise 2000 yılında yayımlanmıştır (n=13). Çalışmaların verileri 14 Aralık 2022 tarihinde indirildiği için 2023 yılındaki yayınların 19 tanesine ulaşılmıştır. Bu yayınlar 2023 yılını tam yansıtamayacağı için grafikte (Şekil 4.2) gösterilmemiştir.



Şekil 4.2: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmaların yıllara göre dağılımı.

Yayınların yıllara göre atıf sayıları grafikte gösterilmiştir (Şekil 4.3). En yoğun olan yılın 2022 olduğu söylenebilir. İlk atıf 2000 yılında yapılmıştır. 2010 yılına kadar atıf sayılarının nispeten düşük olduğu 2010 yılından sonra, yayın sayılarına paralel olarak, atıf sayılarında artışın yükseldiği görülmektedir.



Şekil 4.3: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmaların yıllara göre atıf sayılarının dağılımı.

Genel olarak, her yıl artan bir atıf eğilimi gözlemlenmektedir. Atıf sayılarındaki artış oranlarında en fazla artış 2021 yılında olmuştur. Ancak, 2021 yılından sonra artış yavaşlamıştır. Atıfların, yayın sayılarında 2019 yılından sonra yaşanan düşüşü eğilimini geriden takip ettiğini söylemek mümkündür. Bununla birlikte, atıf sayıları azalmamış, atıflardaki artış hızı yavaşlamıştır.

4.1.3 Yayın ve Atıf Sayılarının Ülkelere Göre Dağılımı

Çalışma kapsamında 108 farklı ülkeden akademisyenler tarafından yayımlanmış STEM konulu yayına ulaşılmış olmakla beraber, bu çalışmada puanları incelenen 35 ülkenin STEM konulu akademik çalışmalarının sayısının yıllara göre dağılım tablosu oluşturulmuştur (Tablo 4.1). Çalışmanın veri setinde bulunan İzlanda, Letonya, Lüksemburg, Macaristan, Macao ve Uruguay ülkelerinin araştırmanın sınırlılıklarında da belirtildiği gibi yayın sayılarına ait tam net bir sayıya ulaşamadığı için listeye eklenmemiştir. Bilimsel yayınların bazıları birden fazla ülkedeki yazarlar tarafından yayınlandığı için bir yayın birden fazla ülkeye ait olabilmektedir. Dolayısıyla ülkelere göre toplam yayın sayısı toplam yayın sayısından daha fazla çıkmaktadır. İndekslenen çalışmalardan 794 adet çalışmanın ülke bilgisine ise ulaşamamıştır. Ayrıca, R programının Bibliometrix paketi ülkelerin yıllık bilimsel yayın sayısında 50 ülkenin yıllara göre yayın sayısını vermektedir. İncelemeler sonucunda bu 50 ülkenin, en fazla yayın yapan 50 ülke olduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla her ülkenin yayın sayısına ulaşamamıştır.

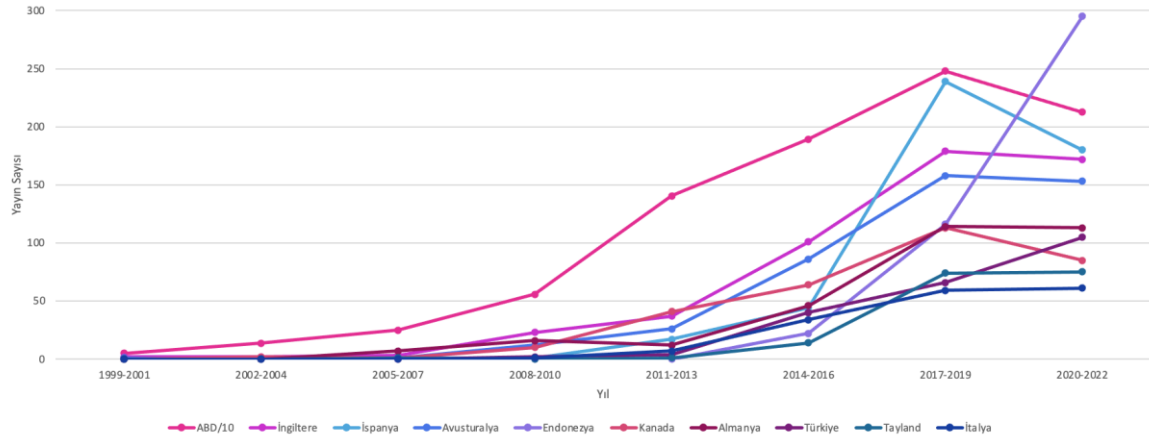
STEM konulu çalışmaların en fazla yayınlandığı ülke, diğer ülkelerden ciddi bir farkla Amerika Birleşik Devletleri'dir (n=8897). İngiltere (n=519) ise ikinci sırada gelmektedir. Üçüncü sıradaki İspanya'daki akademisyenler 482 yayın üretmiştir. Sonrasında ise sırasıyla Avustralya (n=437) ve Endonezya (n=433) takip etmektedir. Kanada (n=316) iken onu Almanya (n=308) takip etmektedir. Türkiye ise (n=218) yayın ile 8. sırada yer almaktadır.

Yayın eğilimlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için WoS ve Scopus veri tabanlarında 1999-2023 yılları arasında STEM kavramı ile ilgili en fazla yayın yapan ilk on ülkenin yayın grafiği de oluşturulmuştur (Şekil 4.4). PISA sınavı yıllarına paralel olacak şekilde yayınlar üçer yıllık periyotlarla gruplandırılmıştır. Grafikte tüm ülkelerin yayın sayılarının karşılaştırılabilecek düzeyde ayrıntılı bir şekilde görüntülenebilmesi için, yayın sayısı çok fazla olan Amerika Birleşik Devletleri'nin verisi 10'a bölünerek verilmiştir.

Tablo 4.1: Ülkelerin STEM Temalı Yayın Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı.

Ülkeler	Bilimsel Yayın Sayıları									Toplam
	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	2011-2013	2014-2016	2017-2019	2020	2021-2023	
ABD	50	137	249	557	1404	1892	2479	839	1290	8897
Almanya	0	0	7	16	12	46	114	42	71	308
Avustralya	1	0	1	12	26	86	158	55	98	437
Avusturya	0	1	1	2	2	5	29	10	12	62
Belçika	0	0	0	0	1	12	22	7	13	55
Brezilya	0	0	1	0	4	15	46	15	33	114
Bulgaristan	0	0	0	0	0	1	31	8	4	44
Çek Cumhuriyeti	0	0	0	0	4	7	14	4	2	31
Danimarka	0	0	0	0	0	13	10	5	8	36
Endonezya	0	0	0	0	0	22	116	135	160	433
Finlandiya	0	0	0	0	3	9	26	5	21	64
Fransa	0	0	1	0	4	25	30	1	13	74
Hollanda	0	0	3	2	5	13	22	9	17	71
Hong Kong	0	0	0	1	0	6	29	19	31	84
İngiltere	2	2	3	23	37	101	179	44	128	519
İrlanda	0	0	3	1	2	15	34	15	35	105
İspanya	0	0	1	1	17	44	239	77	103	482
İsrail	0	1	3	1	6	16	29	8	26	90
İsveç	0	0	0	1	3	8	26	6	19	63
İsviçre	1	0	0	0	3	10	10	7	10	41
İtalya	0	0	0	1	7	34	59	24	38	163
Japonya	1	0	0	3	6	11	51	30	15	117
Kanada	0	2	1	10	41	64	113	35	50	316
Kore	0	2	0	0	12	26	34	9	28	111
Meksika	1	0	0	0	5	9	36	24	33	108
Norveç	0	0	1	0	6	14	15	9	9	54
Polonya	0	0	0	1	4	1	14	3	8	31
Portekiz	0	0	0	0	5	38	66	16	29	154
Rusya	0	0	0	2	1	4	9	2	20	38
Slovakya	0	0	0	0	1	5	27	2	3	38
Şili	0	0	0	0	0	3	8	5	16	32
Tayland	0	0	1	0	1	14	74	18	57	165
Türkiye	0	0	0	2	4	40	66	28	78	218
Yeni Zelanda	0	0	0	1	0	12	27	5	49	94
Yunanistan	0	0	1	1	8	13	57	19	19	118
Toplam	56	145	277	638	1634	2634	4299	1540	2546	13767

Not: Bilimsel yayınların bazıları birden fazla ülkedeki yazarlar tarafından yayınlandığı için bir yayın birden fazla ülkeye ait olabilmektedir. Dolayısıyla ülkelere göre toplam yayın sayısı toplam yayın sayısından daha fazla çıkmaktadır.



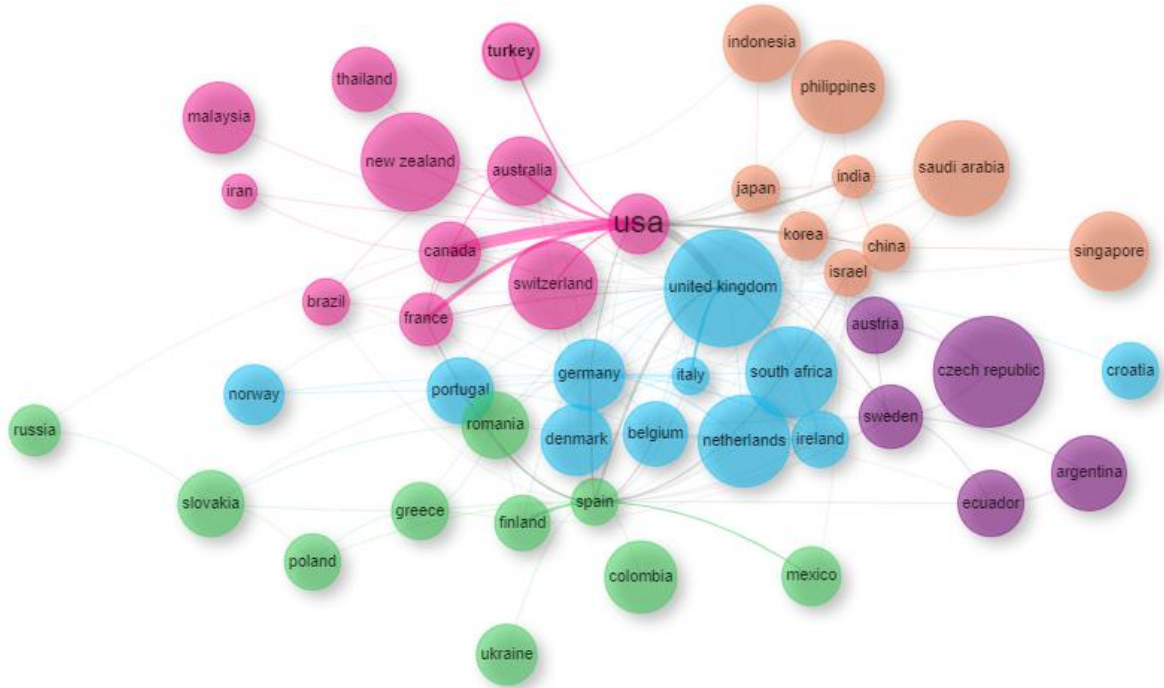
Şekil 4.4: 1999-2023 STEM ile ilgili en çok yayın çıkaran ilk 10 ülkenin yıllara göre yayın sayılarının dağılımı. Amerika Birleşik Devletleri'nin yayın sayısı diğer ülkelere göre çok fazla olduğu için 10'a bölünerek gösterilmiştir.

Şekil (Şekil 4.4) incelendiğinde yıllar geçtikçe yayın sayılarının arttığı ve ülkelerin yayın eğilimlerinin birbirine çok benzediği ilk dikkat çeken bulgulardır. Amerika Birleşik Devletleri'nin en aktif ülke olduğu görülmektedir — yayın sayıları 10'a bölündüğü halde ilgili ülkenin grafiği son yıl grubu hariç şekilde yine de en üstte görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri için 2011–2013 yılları arasında yayın sayılarında bir sıçrama görülmektedir. Tüm ülkeler bazında, 2020 sonrasında yayın sayılarında genel bir düşüş yaşandığı, bütün ülkelerin 2017–2019 yılları arasında yayın sayılarında en yüksek rakama ulaştığı görülmektedir.

1999-2023 yılları arasında yapılan STEM temalı çalışmaların ülkelere göre iş birliği ilişki ağı haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.5). Aşağıdaki görsel için, R programının Bibliometrix kütüphanesinin Biblioshiny web uygulamasında sosyal yapı (Social Structure) kısmında iş birliği ağı (Collaboration Network) sekmesinden ülkeler (Countries) seçilmiştir. Metot parametrelerinden (Method Parameters) ağın ilişki gücünün benzerlik indeksinin normalliği jaccard (Normalization=Jaccard) seçilmiştir. Otomatik ağ düzeni (Network Layout=Automatic Layout) ve kümeleme türü ise spinglass (Clustering Algorithm=Spinglass) tercih edilmiştir. Grafik parametrelerden (Graphical Parameters) ise düğüm şekli (Node Shape=Circle) daire olarak ayarlanmıştır. Burada düğümlerin büyük olması ülkenin diğer ülkelerle daha fazla ilişkide olduğu anlamına gelmemektedir. Aynı renkte olan düğümler ülkelerin birlikte daha fazla ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Bağlantı çizgilerinin kalınlığı ülkeler arası iş birliği ilişkisinin yoğun olduğu anlamına

gelmektedir. Diğer ayarlar orijinal halinde bırakılmıştır. Ülkeler birlikte çalıştıkları ortak konu alanlarına göre beş farklı renk ile sınıflandırılmıştır. Analiz sonrası elde edilen ülkeler arası iş birliği ağı haritası html dosyası olarak indirilmiş ve dosyada resimdeki düğüm, bağlantı çizgileri ve yazıların renk kodları daha iyi bir görünüm elde etmek için değiştirilmiştir. Düğümlerden pembe renkte olanlar haritanın aslında kırmızı renktedir. Diğer renklerin sadece daha canlı görünmesi sağlanmıştır. Renkleri değiştirilmemiştir.

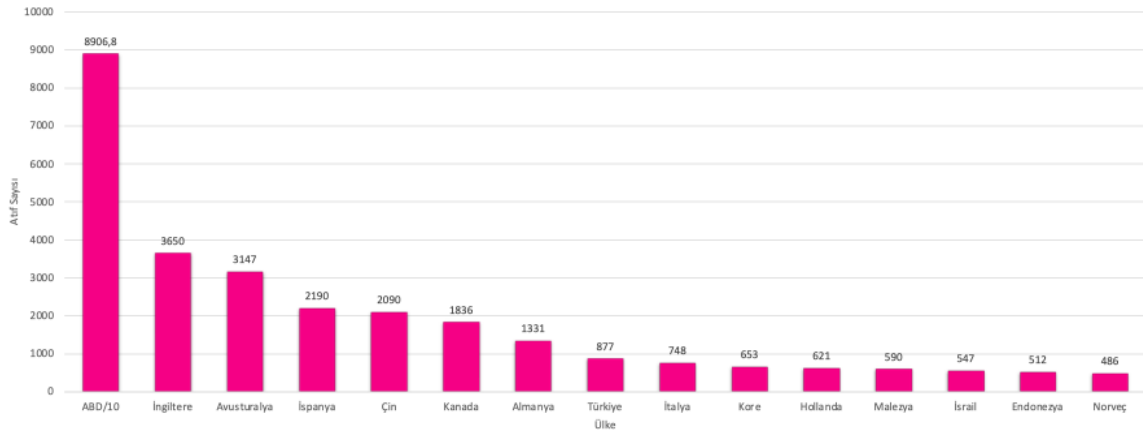
Şekle (Şekil 4.5) göre diğer ülkeler ile yayın ilişkisi en fazla olan ülkenin Amerika Birleşik Devletleri olduğu görülmektedir. Ülkelerle iş birliği ağı incelendiğinde diğer ülkelerle bilimsel yayınlar konusunda en fazla iş birliği içinde olan diğer bir ülkenin İspanya olduğu, sonrasında İngiltere, Almanya, Avustralya ve Kanada'nın ön plana çıktığı görülmektedir. STEM alanındaki bilimsel çalışmalar konusunda Türkiye'nin ise sadece Amerika Birleşik Devletleri ile ilişkisi ön plana çıkmaktadır.



Şekil 4.5: 1999-2023 yılları arasında yapılan STEM temalı çalışmaların ülkelere göre iş birliği ağı.

Bilimsel yayınların ülkelere göre atıf sayıları grafiği de oluşturulmuştur (Şekil 4.6). Grafiğe bakıldığında en fazla atıf alan ülkenin Amerika Birleşik Devletleri (n=89068) olduğu görülmekte. Amerika Birleşik Devletleri'nin atıf sayısı diğer ülkelerin atıf sayılarından çok fazla olduğu için daha etkili bir sunum sağlamak adına bu ülkenin atıf sayısı grafikte (Şekil

4.6) 10'a bölünerek verilmiştir. 10'a bölüldüğü halde bu ülke ile diğer ülkeler arasında çok fazla fark bulunmaktadır. İkinci sırada en fazla atıf alan ülke İngiltere (n=3650) ve sonrasında ise Avusturalya (n=3157) gelmektedir. İspanya (n=2190), Çin (n=2090), Kanada (n=1836) ve Almanya (n=1331) sırasıyla en fazla atıf alan ülkelerdir. Türkiye'nin 877 atıf ile sekizinci sırada olduğu görülmektedir. Dokuzuncu sırada İtalya (n=748) ve onuncu sırada Kore'nin (n=653) atıf aldığı görülmektedir.

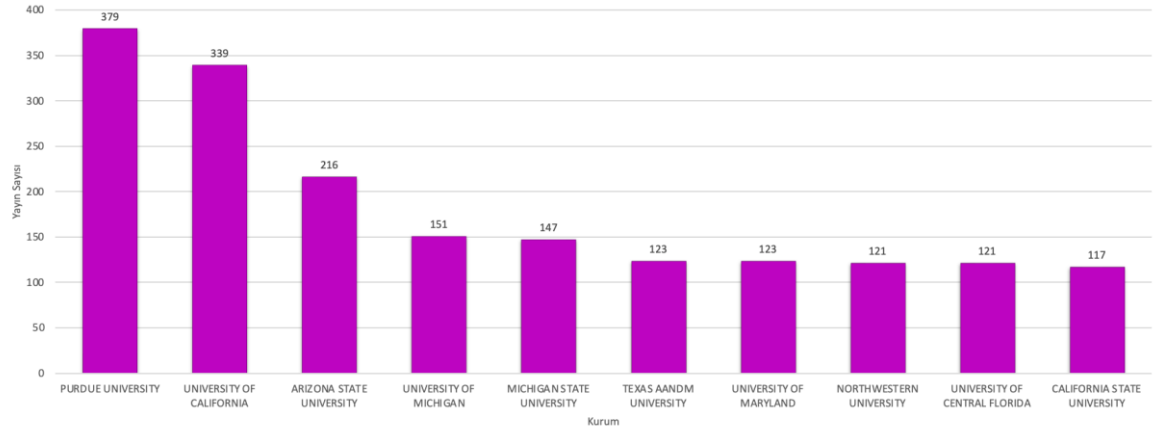


Şekil 4.6: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmaların ülkelere göre atıf sayıları.

Ülkelerin yayın sayıları ile atıf sayıları incelendiğinde Amerika Birleşik Devleti'nin ön plana çıktığı görülmektedir. Amerika Birleşik Devleti bu konuda diğer ülkelere büyük bir fark atmıştır. İngiltere yayın ve atıf sayıları konusunda ikinci sırada gelmektedir. Ülkeler arası iş birliği ağı incelendiğinde de benzer bir sıralama görmekteyiz. Çalışmada Türkiye'nin hem yayının hem atıf sayısı bazında öne çıkan ülkeler arasında olması dikkat çekmektedir.

4.1.4 Yayın ve Atıf Sayılarının Kurumlara Göre Dağılımı

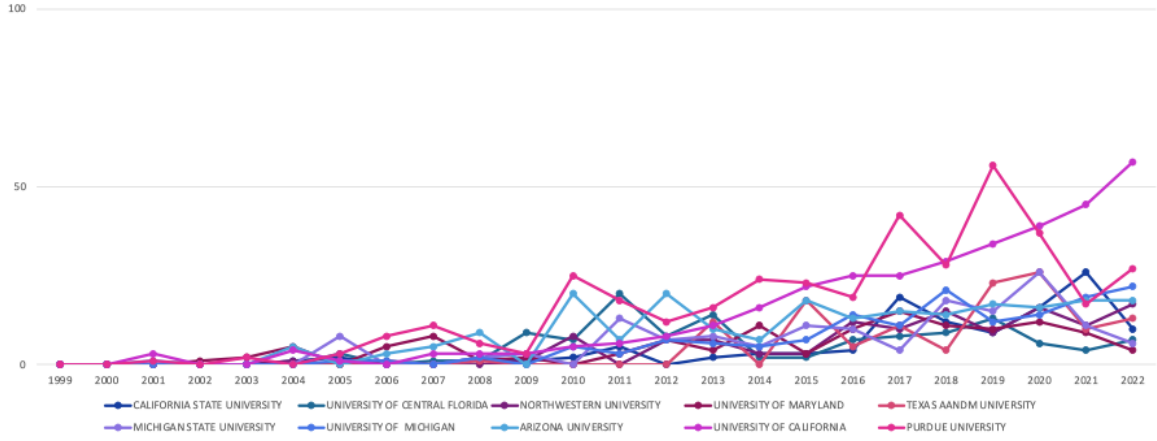
1999–2023 yılları arasında WoS ve Scopus veri tabanlarında indekslenen STEM konulu 13695 akademik çalışmanın kurumlara göre yayın sayılarının dağılımı grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.7). STEM temalı yayınlar 8737 farklı kurumdan yayınlanmıştır. Kurum analizinde 4956 yayının kurum bilgisine ise ulaşılammıştır. Grafikte en çok yayın çıkaran ilk 10 kurum belirtilmektedir.



Şekil 4.7: 1999-2023 yılları arasında yayınlanan STEM temalı çalışmaların kurumlara göre dağılımı.

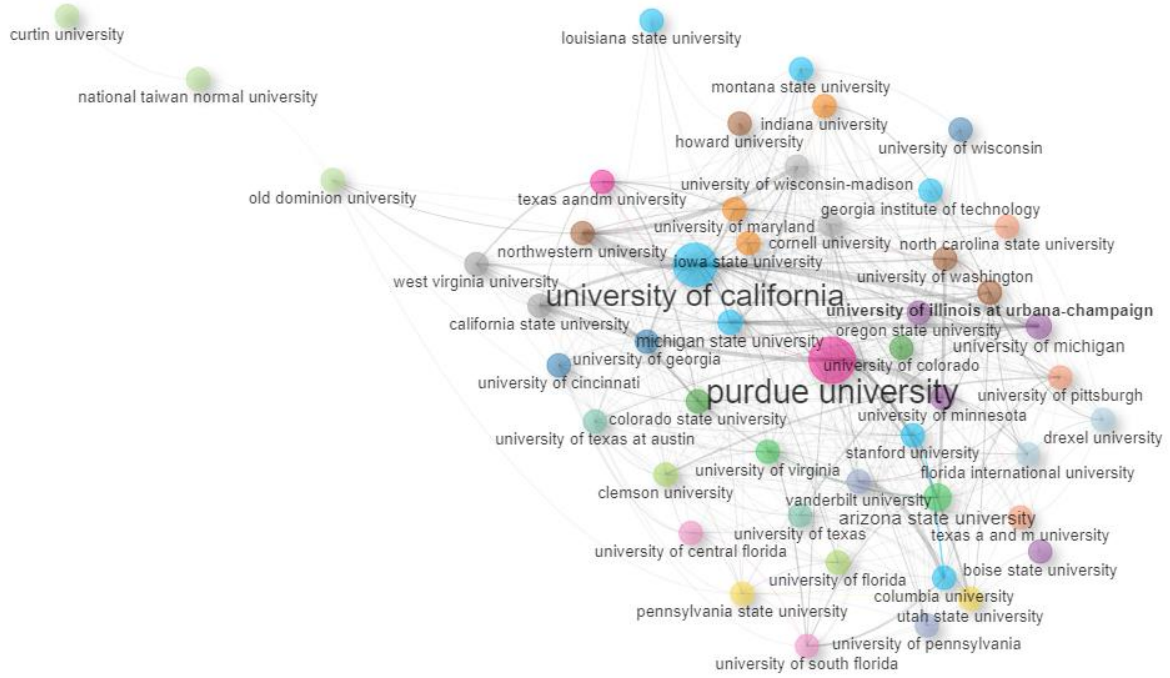
En fazla yayın çıkaran kurum Purdue Üniversitesi (n=379) olduğu görülmektedir. Kaliforniya Üniversitesi (n=339) yayın ile ikinci sırada olmuştur. Üçüncü sırada (n=216) yayın ile Arizona Üniversitesi gelmektedir. Michigan Üniversitesi (n=151) yayın ile dördüncü sırada gelmektedir. Michigan Eyalet Üniversitesi ise (n=147) yayın çıkarmıştır. Grafikte yer almayan Türkiye’den STEM konusunda en fazla yayın üreten kurum ise İstanbul Üniversitesi’dir (n=14).

Çalışmanın veri setinde bulunan ülkelerdeki en çok yayın yapan ilk on kurumun ürettikleri yayın sayıları yıllara göre incelenmiştir (Şekil 4.8). En fazla yayına sahip olan Purdue Üniversitesi’nin 2001 yılından itibaren STEM temalı yayın üretmeye başladığı ve en fazla yayını 2017 yılında çıkardığı görülmektedir. Kaliforniya Üniversitesi 2001 yılında en fazla yayın çıkarmış olan kurumdur. Bu on kurumun en fazla STEM temalı yayınlara katkı sağladıkları yılın 2020 yılı olduğu görülmektedir (n=208). Kurumların yıllık katkıları söz konusu olduğunda en fazla 2022 yılında Kaliforniya Üniversitesi’nin yayın yaptığını görmekteyiz (n=57). Grafikte (Şekil 4.8) 2023 yılı yayın sayıları, ilgili yılı tam yansıtamayacakları için gösterilmemiştir.



Şekil 4.8: 1999-2022 yılları arasında yayınlanan STEM temalı yayın yapan kurumların yıllara göre yayın sayıları.

Farklı kurumlardan araştırmacılar beraber bilimsel bir çalışma yaptığında kurumlar arası bir iş birliği söz konusu olmaktadır. Bibliyometrik analiz, iş birliği ağını belirlemek için etkili bir yöntemdir. STEM temalı bilimsel yayınlara ilişkin kurumlar arası iş birliği ağı haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.9). Aşağıdaki görsel için R programının Bibliometrix kütüphanesinin Biblioshiny web uygulamasında sosyal yapı (Social Structure) kısmında iş birliği ağı (Collaboration Network) sekmesinden kurumlar (Institutions) seçilmiştir. Metod parametreleri (Method Parameters) fruchterman reingold düzeni (Network Layout=Fruchterman & Reingold), kümeleme algoritması infomap (Clustering Algoritm=InfoMap) ve normalliği jaccard (Normalization=Jaccard) olarak düzenlenmiştir. Bütün kurumlara ait bir haritanın çok karmaşık olacağı düşüncesiyle 50 kuruma ait bir iş birliği ağı haritası oluşturması için düğüm sayısı 50 (Number of Nodes=50) olarak ayarlanmıştır. Grafik parametrelerinden (Graphical Parameters) düğüm şekli (Node Shape=Dot) ise nokta olarak seçilmiştir. Elde edilen harita html dosyası olarak indirilmiştir. Düğümlerin renkleri değiştirilmemiştir ancak yazıların renkleri diğer haritalarla uyumlu olması bakımından kümeler bozulmadan daha siyah olacak şekilde değiştirilmiştir.

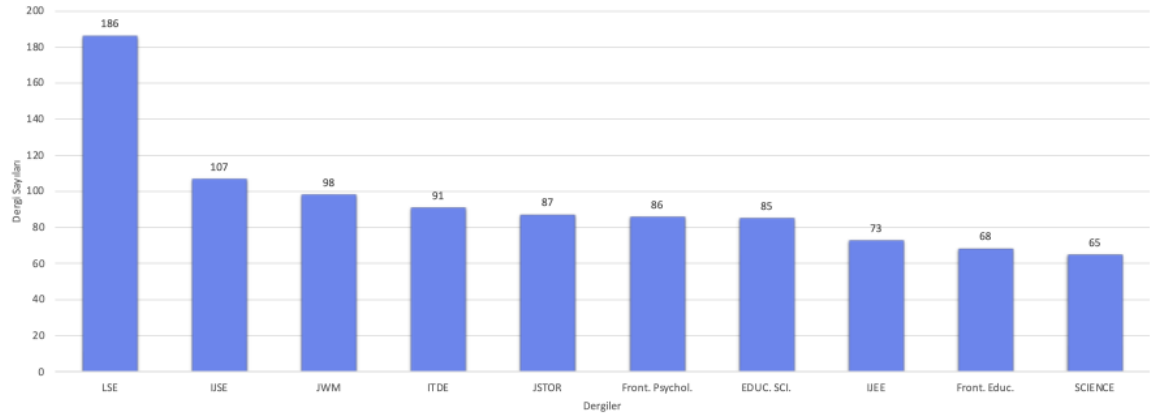


Şekil 4.9: 1999-2023 yılları arasında yayımlanan STEM temalı çalışmalarda kurumların iş birliği ağı.

Şekilde (Şekil 4.9) düğümlerin büyük olması kurumun bu alanda etkin olduğu yani diğer kurumlarla iş birliğinin fazla olduğu anlamına gelmektedir. Bağlantı çizgilerinin kalınlığı ise kurumlar arası iş birliği sayısının çok olduğu anlamına gelmektedir. Diğerlerinden ayrılan düğümler diğer kurumlarla daha az iş birliğinde bulunan kurumlardır. 1999-2023 yılları arasında STEM temalı çalışmaları ile diğer kurumlarla en çok etkileşimde olan kurum Kaliforniya Üniversitesi olmuştur. Diğer kurumlara göre Kaliforniya Üniversitesi daha merkezi bir konumda yer almaktadır. Kurumlar arası iş birliği söz konusu olduğunda öne çıkan diğer bir kurum ise Purdue Üniversitesi olduğu görülmektedir. 216 çalışmasıyla Arizona Merkez Üniversitesi, Michigan Üniversitesi 151 bilimsel çalışma ile en çok iş birliği içinde olan kurumlar arasında olduğu görülmektedir. Aktif üniversitelerden sırayla diğerleri Michigan Merkez Üniversitesi, Northwestern Üniversitesi ve Maryland Üniversitesi'dir.

4.1.5 Yayın ve Atıf Sayılarının Dergilere Göre Dağılımı

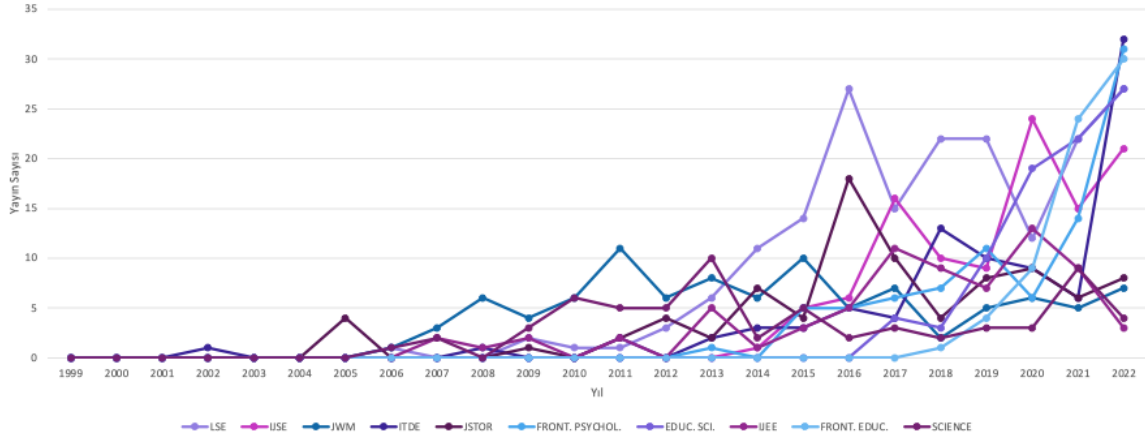
Web of Science ve Scopus veri tabanlarındaki 1999-2023 yılları arasında indekslenen 13695 adet akademik çalışma 3566 farklı dergide yayımlanmıştır. STEM temalı yayınların dergilere göre dağılımını incelemek amacıyla, en popüler dergileri sergileyen bir grafik oluşturulmuştur (Şekil 4.10). STEM alanında yayın yapılan dergiler incelenirken R tarafından dergi olarak listelense de dergi olmayan konferans kitapçıklarının da listelendiği tespit edilmiştir. Bu tür yayınların kaynakları grafiğe dahil edilmemiştir.



Şekil 4.10: 1999-2023 yılları arasında yapılan STEM temalı çalışmaların dergilere göre dağılımı.

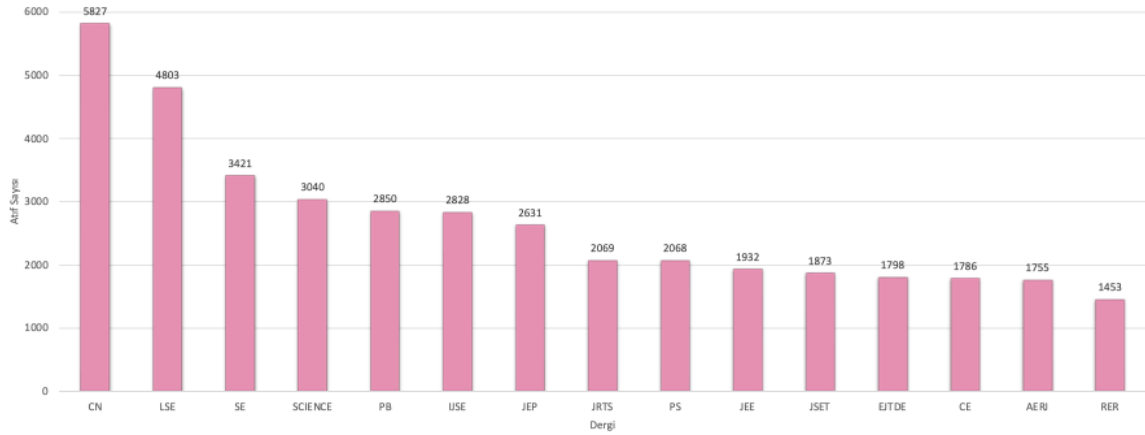
Yapılan analiz sonucunda en fazla yayın çıkaran derginin CBE: Life Science Education (LSE) olduğu görülmektedir (n=186). International Journal of STEM Education (IJSE) ikinci en fazla yayın çıkaran (n=107) dergidir ve üçüncü sırada Journal of Women and Minorities in Science and Engineering (JWM) (n=98) bulunmaktadır. Bunlardaki yayın sayılarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Dördüncü sıradaki International Journal of Technology and Design Education (ITDE) n=91 yayın ile en fazla yayın çıkartan dergilerden biridir.

En çok yayın yapan dergilerin yıllara göre yayın sayıları da bir grafikte incelenmiştir (Şekil 4.11). Grafikte (Şekil 4.11) 2023 yayın sayıları ilgili yılı yeterince temsil etmediği için gösterilmemiştir. En çok yayını bulunan LSE, 2006 yılında STEM temalı yayın yapmaya başlamıştır. Bu dergi en fazla 2016 ve 2022 yıllarında ve eşit sayıda yayın çıkarmıştır. En fazla yayın yapan dergilerin içinde en eski yayın tarihi olan 2002 yılından itibaren yayın yapan derginin ITDE olduğu görülmektedir. En fazla yayın 2022 yılında ve ITDE dergisi tarafından yapılmıştır. Frontiers in Education (Front. Educ.) 2014 yılında STEM ile ilgili yayınlar çıkarmaya başlamasına rağmen en fazla yayın yapan dergiler arasında yer almayı başarmıştır.



Şekil 4.11: 1999-2022 yılları arasında yapılan STEM temalı yayın yapan dergilerin yıllara göre sayıları.

Dergilere göre atıf sayıları grafikte incelenmiştir (Şekil 4.12). En fazla atıf alan 15 derginin frekans ve yüzde analizleri yapılmıştır. Burada R programının Biblioshiny uygulaması konferans kitapçıklarını da dergi olarak değerlendirdiği için bu kitapçıklar grafikte değerlendirme kapsamına alınmamıştır. En fazla atıf Clinical Neurophysiology (CN) dergisinin olduğu görülmektedir (n=5827).



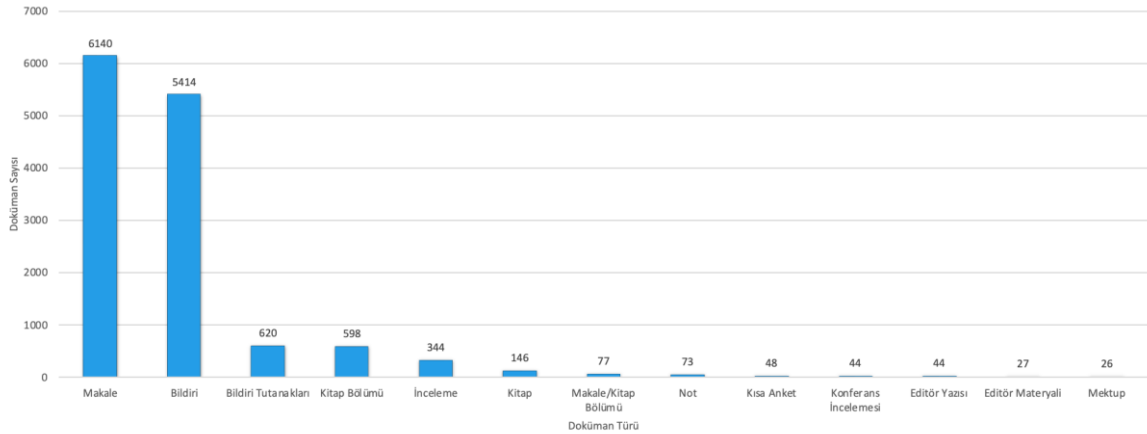
Şekil 4.12: 1999–2023 yılları arasında yapılan STEM temalı çalışmaların dergilere göre atıf sayıları.

Dergilerin atıf sayıları incelendiğinde 2006 yılında yayın yapmaya başlayan CBE: Life Sciences Education (LSE) (n=4803) dergisinin ikinci en fazla atıf alan dergi olduğu belirlenmiştir. Sırasıyla Science Education (SE) (n=3421) ve Science (n=3040) dergileri gelmektedir. Beşinci sırada en fazla yayın çıkartan Psychological Bulletin (PB) (n=2850), en çok yayın çıkartan dergilerden bir diğeri International Journal of STEM Education (IJSE) n=2828 atıf almıştır. Yedinci sırada Journal of Educational Psychology (JEP) (n=2631) ve

sekizinci sırada Journal of Research in Science Teaching (JRST) (n=2069) görülmektedir. 2007 yılından itibaren yayın yapan Psychological Science (PS) n=2068, 2000 yılında STEM'le ilgili yayın yapmaya başlamış olan Journal of Engineering Education (JEE) n=1932, Journal of Science Education and Technology (JSET) n=1873 atıf almıştır. 2002 yılında yayın yapmaya başlamış olan International Journal of Technology and Design Education (IJTDE) n=1798 ve Computers and Education (CE) n=1786 tane atıf aldığı görülmektedir. Son olarak, American Educational Research Journal (AERJ) n=1755 ve Review of Educational Research (RER) dergisi n=1453 atıf aldığı görülmektedir.

4.1.6 Yayın Sayılarının Yayın Türüne Göre Dağılımı

1999–2023 yılları arasında WoS ve Scopus veri tabanlarında indekslenen STEM temalı 13695 akademik çalışmanın yayın türüne göre dağılımı frekans ve yüzde analizleri ile belirlenmiştir. Yayın türlerinin 12 tanesine ait dağılım grafikte gösterilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13: 1999–2023 yılları arasında yayımlanan STEM temalı yayınların yayımlandığı yayın türüne göre dağılımı.

1999–2023 yılları arasında WoS ve Scopus veri tabanlarında 27 türde yayın indekslenmiştir yayınlar. Yapılan analiz sonucunda en çok listelenen yayın türünün makale (n=6140) olduğu görülmektedir. Bildiri (n=5414) ikinci kullanılan yayın türü olduğu belirlenmiştir. Sonrasında ise bildiri tutanakları (n=620), kitap bölümleri (n=598), inceleme (n=344), kitap (n=146), makale/kitap bölümü (n=77), not (n=73), kısa anket (n=48), konferans incelemesi (n=44), editör yazısı (n=44), editör materyali (n=27) ve mektup (n=26) gelmektedir.

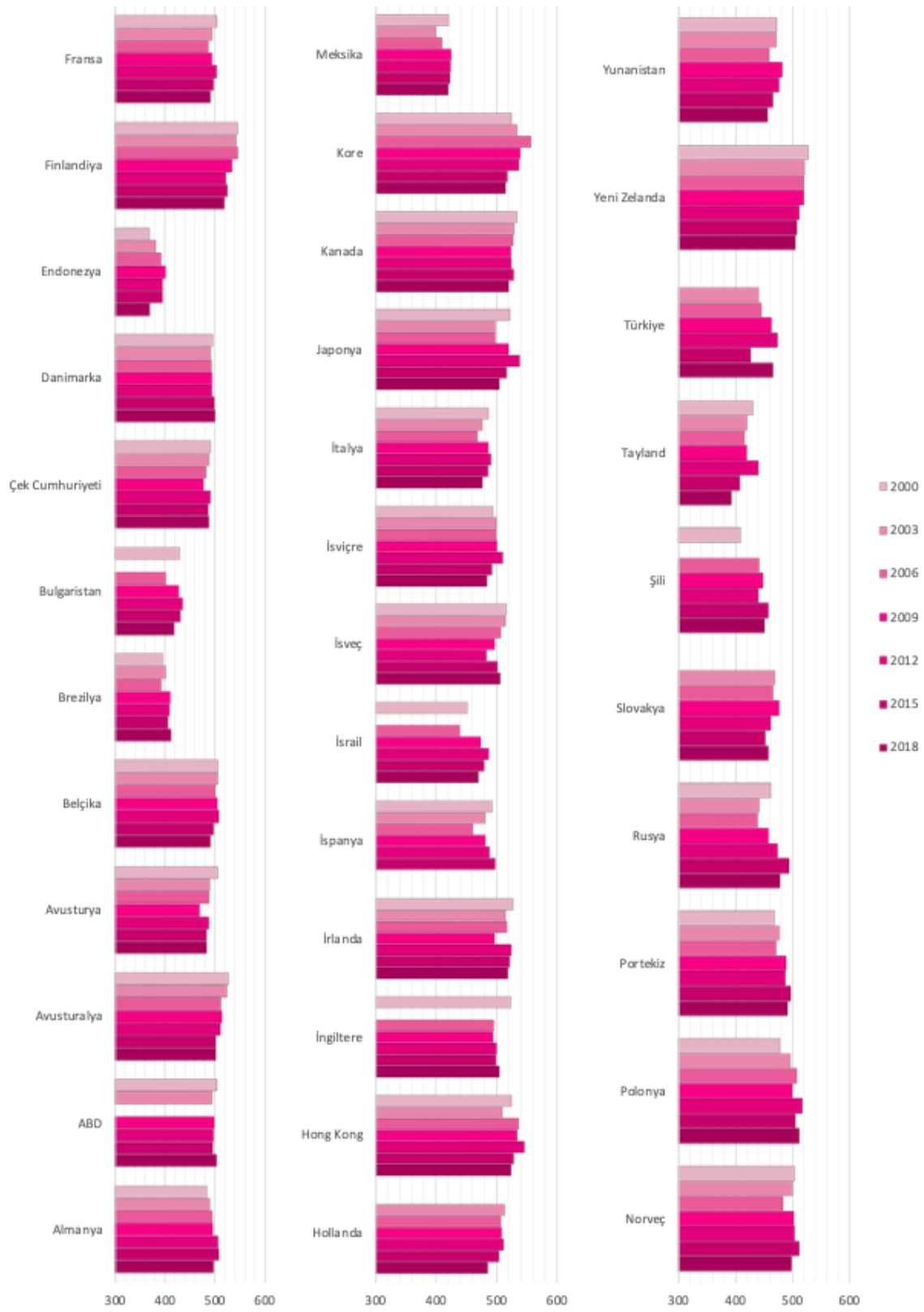
Yayın türlerinin arasında herhangi bir atıf, birlikte kullanılma gibi bir ilişki olmadığı için bibliyometrik görsel oluşturulamamıştır.

4.2 PISA Testi Sonuçları

Bu bölümde PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık test sonuçları incelenmiştir. PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık alanlarındaki sınavlara 2000–2018 yılları arasında düzenli olarak katılım sağlamış ülkeler ve sadece bir sınava girmemiş olan ülkeler dikkate alındığında 35 ülke için PISA sınavı sonuçları üç okuryazarlık alanında ayrıntılı bir şekilde irdelenmiştir.

4.2.1 PISA Okuma Okuryazarlık Testi Sonuçları

Tüm yıllara ait PISA okuma okuryazarlık testi sonuçlarının yıllara göre dağılımı oluşturulan grafiklerle incelenmiştir (Şekil 4.14) 2000 yılındaki PISA okuma okuryazarlık sınavında OECD üye ülkelerin ortalaması 493 olmuştur (Wikipedia, 2022). Şekle (Şekil 4.14) göre ilk yapılan PISA okuma okuryazarlık testinde, yani 2000 yılındaki sınavda, en başarılı ülke Finlandiya olmuştur ($\bar{x}=546$). 2000 yılındaki puanlara bakıldığında Kanada ($\bar{x}=534$), Yeni Zelanda ($\bar{x}=529$), Avusturalya ($\bar{x}=528$), İrlanda ($\bar{x}=527$) ve Hong Kong ($\bar{x}=525$) ülkelerinin öne çıktığını görmekteyiz. Her PISA sınavına katılım sağlamış olan Brezilya'nın 2000 yılında oldukça düşük bir puan aldığı görülmektedir ($\bar{x}=396$). Endonezya da ilk yapılan PISA okuma okuryazarlık sınavında oldukça düşük puan alan ülkeler arasındadır ($\bar{x}=371$). Türkiye ise 2000 yılındaki ilk PISA sınavına katılmamıştır.



Şekil 4.14: Ülkelerin PISA okuma okuryazarlığı ortalama sınav sonuçlarının yıllara göre dağılımı.

OECD'nin (2007) yayınladığı rapora göre 2003 yılında OECD ortalaması 494 olarak belirlenmiştir. Finlandiya'nın 2003 yılında yapılan ikinci PISA okuma okuryazarlığı testinde de başarılı bir performans göstererek birinci sırada olduğu görülmektedir ($\bar{x}=543$). Kore 2003 yılında ikinci olmuştur ($\bar{x}=534$). Kanada $\bar{x}=528$ puanla üçüncü ve Avusturalya 2003 yılında da yüksek bir başarı göstererek dördüncü olan ülke olmuştur ($\bar{x}=525$). Şekli (Şekil 4.14) incelediğimizde Kore'nin yüksek puanlar aldığını görmekteyiz. Türkiye ise ilk PISA döngüsü olan 2003 yılındaki PISA okuma okuryazarlığı testinde düşük denilebilecek bir puan almıştır ($\bar{x}=441$).

OECD ortalama okuma puanı 2006 yılında $\bar{x}=492$ olarak belirlenmiştir (OECD, 2007). Kore'nin 2006 yılında $\bar{x}=556$ puanla hem birinci olduğu hem de okuma okuryazarlık testinde yıllar içinde alınmış en yüksek puanı aldığı görülmektedir. Ülkelerin yıllara göre performanslarına bakıldığında Finlandiya'nın 2006 yılında da oldukça başarılı olduğu görülmektedir. 2006 yılında Finlandiya $\bar{x}=547$ puanla ikinci olmuştur. Hong Kong ($\bar{x}=536$) puanla üçüncü, Kanada ise dördüncü olmuştur ($\bar{x}=527$). Yeni Zelanda $\bar{x}=521$ puan olarak beşinci sıradadır. 2006 yılındaki PISA okuma okuryazarlığı sınavında ise Türkiye 2003 yılındaki performansına göre puanını yükseltmiş olsa da genel anlamda bakıldığında düşük bir puana sahip olmuştur ($\bar{x}=447$).

2009 yılında da sıralamada ilk üç 2006 yılıyla aynıdır. Genel olarak ülkelerin 2009 puanlarına bakıldığında Finlandiya öğrencilerinin yüksek puanlarla öne çıktığı görülmekte ve ilk üçte olduğu anlaşılmaktadır ($\bar{x}=536$). 2009 yılında 493 olarak belirlenen OECD ortalamasının üzerinde puan alan 24 ülke bulunmaktadır. Kore, Finlandiya, Hong Kong, Kanada, Yeni Zelanda, Japonya en yüksek puan alan ilk on ülke arasında bulunmaktadır. 2009 yılındaki puanlara Türkiye açısından bakılırsa, bu döngüde de bir yükseliş göstermiş olduğu görülmektedir ($\bar{x}=464$).

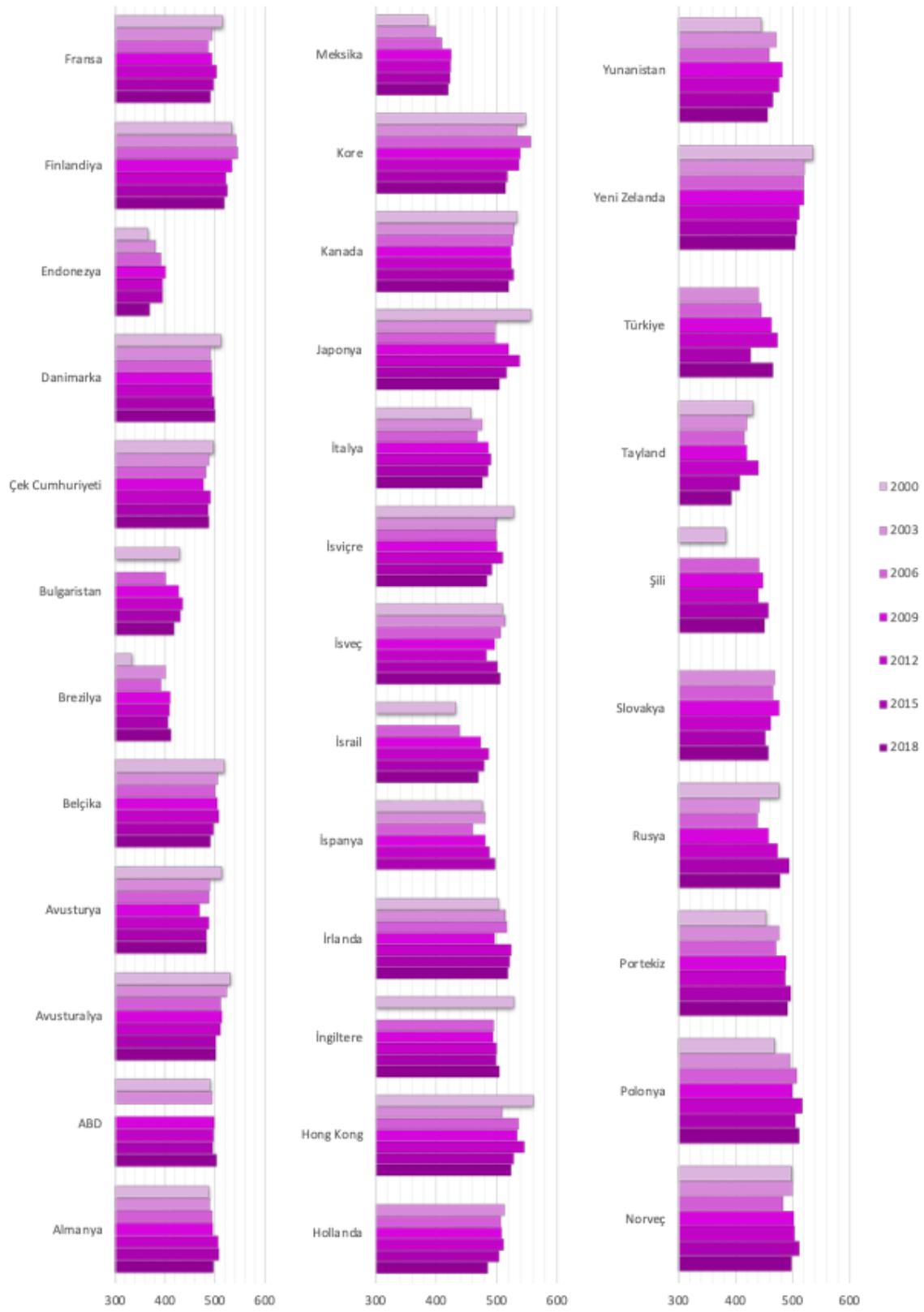
Okuma okuryazarlığı alanında 2012 yılında OECD üyesi ülkelerin ortalaması ise 496'dır. Hong Kong $\bar{x}=545$ puan olarak birinci olmuştur. Finlandiya 2012 yılında ilk yıllardaki başarısını altıncı sıraya bırakmıştır ($\bar{x}=524$). Türkiye'nin ise en yüksek aldığı puan 2012 yılında ($\bar{x}=475$), en düşük aldığı puan ise 2006 yılında ($\bar{x}=424$) puandır. 2003 yılından bütün sınavlara katılmasına rağmen hiçbir sınavda OECD ortalamasının üzerinde bir puan alamamıştır.

OECD ortalaması 2015 yılında 493 olarak belirlenmiştir ve 27 ülke ortalamasının üzerinde puanlar almıştır. Hong Kong ($\bar{x}=527$) ve Kanada ($\bar{x}=527$) eşit puan almışlardır. Finlandiya ($\bar{x}=526$) puanla sıralamada onların hemen arkasında bulunmaktadır. Türkiye'nin PISA okuma okuryazarlığı puanı 2015 yılında düşmüştür ve en düşük puanı 2015 yılındaki PISA döngüsünde aldığı puandır ($\bar{x}=428$).

2018 yılında ise okuma okuryazarlık alanındaki OECD ortalaması 487'dir. 2018 yılında yapılan PISA okuma okuryazarlık testinde OECD üyesi olan İspanya okuma okuryazarlık sınavına katılmadığı için OECD ortalamasına dahil edilmemiştir. Makao ($\bar{x}=525$), Hong Kong ($\bar{x}=524$), Estonya ($\bar{x}=523$), Kanada ($\bar{x}=520$), Finlandiya ($\bar{x}=520$) ve İrlanda'nın ($\bar{x}=518$) OECD ortalamasının üzerinde puanlar alarak yüksek performans sergiledikleri görülmektedir. Türkiye 2018'de $\bar{x}=466$ puan almıştır.

4.2.2 PISA Matematik Okuryazarlık Testi Sonuçları

Tüm yıllara ait PISA matematik okuryazarlık testi sonuçlarının yıllara göre dağılımı grafikte verilmiştir (Şekil 4.15). 2000 yılında matematik okuryazarlığı alanında OECD ortalaması 492 olarak belirlenmiştir ve 19 ülke ortalamasının üzerinde puanlar almıştır (Wikipedia, 2022). Grafikte (Şekil 4.15) PISA 2000 yılındaki matematik okuryazarlık testinde çalışmada incelenen 35 ülke arasında en başarılı ülke Japonya olduğu görülmektedir ($\bar{x}=557$). 2000 yılında en yüksek puanlara sahip ülkelere baktığımızda sırasıyla Kore ($\bar{x}=547$), Yeni Zelanda ($\bar{x}=537$), Finlandiya ($\bar{x}=536$), Avusturalya ($\bar{x}=533$), Kanada ($\bar{x}=533$), İsviçre ($\bar{x}=529$), Amerika Birleşik Devletleri ($\bar{x}=529$), Belçika ($\bar{x}=520$) ve Fransa ($\bar{x}=517$) gelmektedir.



Şekil 4.15: Ülkelerin PISA matematik okuryazarlığı ortalama sınav sonuçlarının yıllara göre dağılımı.

2003 yılında OECD ortalama puanı 499 olmuştur. Finlandiya 2003 yılında da yüksek bir puanla çalışmanın veri seti içindeki ülkeler içinde birinci fakat sınava giren bütün ülkeler bazında bakıldığında ikinci sırada olduğu görülmektedir ($\bar{x}=544$). Hollanda ($\bar{x}=538$), Kanada ($\bar{x}=532$), İsviçre ($\bar{x}=527$) ve Avusturalya ($\bar{x}=524$) OECD ortalamasının üzerinde performans sergileyen ülkelerdir. 2003 yılında Meksika ($\bar{x}=385$), Endonezya ($\bar{x}=360$), Tayland ($\bar{x}=417$) ve Uruguay'ın ($\bar{x}=422$) düşük sırada oldukları görülmektedir. Türkiye ilk katıldığı 2003 yılı PISA sınavlarının matematik okuryazarlığı testinde $\bar{x}=423$ puan almıştır.

2006 yılında uluslararası OECD ortalaması 494 olarak belirlenmiştir. Finlandiya 2006 yılında da çalışmaya dahil edilen ülkeler arasında birinci fakat bütün ülkeler bazında bakıldığında ikinci sırada olan ülkedir ($\bar{x}=548$). 2003 yılında PISA matematik okuryazarlığı alanında Kore ($\bar{x}=542$), Hollanda ($\bar{x}=538$), Japonya ($\bar{x}=534$), Kanada ($\bar{x}=532$), Belçika ($\bar{x}=529$) ve İsviçre ($\bar{x}=527$) puanla öne çıkan ülkeler olmuşlardır. Çalışmanın veri setine dahil edilen ülkelerden Hollanda ($\bar{x}=531$), İsviçre ($\bar{x}=530$), Kanada ($\bar{x}=527$), Japonya ($\bar{x}=523$) ve Yeni Zelanda ($\bar{x}=522$) puanlarla 2006 yılında sıralamada ilk ona girmiştir. Brezilya ($\bar{x}=370$), Endonezya ($\bar{x}=391$) ve Meksika ($\bar{x}=406$) düşük sıralamada olan ülkelerdir. Türkiye 2006 yılındaki PISA döngüsünde performansını bir önceki yıla göre bir puan yükselmiştir ($\bar{x}=424$).

2009 yılında OECD ortalaması 496 puan olarak belirlenmiştir. 2009 yılında Finlandiya'nın altıncı sırada yer aldığı ve çalışmanın veri setinde bulunan ülkeler arasında en üst sırada yer aldığı görülmektedir ($\bar{x}=541$). İsviçre ($\bar{x}=534$), Japonya ($\bar{x}=529$), Kanada ($\bar{x}=527$) ve Hollanda ($\bar{x}=526$) 2009 yılında matematik okuryazarlığı testinde yüksek puanlar alan ülkeler olmuşlardır. Endonezya ($\bar{x}=371$) ve Brezilya ($\bar{x}=386$) 2009 yılında da düşük puanlara sahip olmuşlardır. 2009 yılında Türkiye diğer OECD ülkelerine göre düşük bir performans sergilese de daha önceki yıllardaki kendi puanlarına göre bir yükseliş göstermiştir ($\bar{x}=445$).

2012 yılında OECD ortalaması 494 olarak belirlenmiştir. 2012 yılında Japonya ($\bar{x}=536$), İsviçre ($\bar{x}=531$), Hollanda ($\bar{x}=523$), Finlandiya ($\bar{x}=519$), Kanada ($\bar{x}=518$) şekle (Şekil 4.15) göre öne çıkan ülkelerdir. Endonezya ($\bar{x}=375$), Brezilya ($\bar{x}=391$) ve Uruguay ($\bar{x}=409$) düşük puanlara sahip olan ülkeler olmuşlardır. Türkiye 2012 yılındaki sınavda $\bar{x}=448$ puan almıştır.

2015 yılında OECD ortalaması 490 olmuştur. Şekle (Şekil 4.15) göre Japonya ($\bar{x}=532$) 2015 yılında ilk sırada gelmektedir. Kanada $\bar{x}=516$ puanla çalışmaya dahil edilen ülkeler içinde öne çıktığı gözlemlenmektedir. Finlandiya'nın ($\bar{x}=511$) son yıllarda düşüşe geçtiği

görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri ($\bar{x}=470$) OECD ortalamasına göre düşük performans gösterdiği görülmektedir. Türkiye'nin matematik okuryazarlığı testindeki en düşük puanını 2015 yılında almış olduğu görülmektedir ($\bar{x}=420$).

2018 yılında matematik okuryazarlığı alanında OECD ortalaması 489 olmuştur. Japonya'nın 2015 yılında $\bar{x}=532$, 2018 yılında ise $\bar{x}=527$ puanlarla çalışmanın veri setinde en fazla puanlara sahip olan ülke olduğu görülmektedir. Türkiye en yüksek puanı 2018 yılındaki PISA sınavında almıştır ($\bar{x}=454$).

2003 yılından itibaren her değerlendirmeye katılan Brezilya, İtalya, Meksika, Polonya, Portekiz ve Türkiye performanslarında her yıl iyileşme olduğu görülmektedir (OECD, 2013b). Türkiye'nin 2015 yılına kadar her yıl artan puanlara sahip olduğu görülmektedir ($\bar{x}_{2003}=423$, $\bar{x}_{2006}=424$, $\bar{x}_{2009}=445$, $\bar{x}_{2012}=448$, $\bar{x}_{2015}=420$, $\bar{x}_{2018}=454$). 2015 yılında bir düşüş yaşamış ancak 2018 yılında puanı tekrar artmıştır. Sınava katılan ülkelerin yarısından fazlasının ortalamasının altında puanlar aldığı görülmektedir (OECD, 2019a).

4.2.3 PISA Bilimsel Okuryazarlık Testi Sonuçları

Tüm yıllara ait PISA bilimsel okuryazarlık testi sonuçlarının yıllara göre dağılımı oluşturulan grafikte verilmiştir (Şekil 4.16). Şekil incelendiğinde ilk PISA bilimsel okuryazarlık testinde en yüksek puana sahip olan ülkenin Kore ($\bar{x}_{2000}=552$) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.16: Ülkelerin PISA bilimsel okuryazarlık ortalama sınav sonuçlarının yıllara göre dağılımı.

Her PISA bilimsel okuryazarlık testine düzenli katılım sağlamış olan Kore ($\bar{x}=552$) ilk sınavda en yüksek puanı almıştır ve zaman içindeki en iyi performansını da 2000 yılında göstermiştir. Japonya $\bar{x}=550$ puanla 2000 yılındaki bilimsel okuryazarlık sınavında ikinci olmuştur. İngiltere'nin ($\bar{x}=532$) de 2000 yılındaki bilimsel okuryazarlık sınavında oldukça iyi bir puan aldığı görülmektedir. Finlandiya'nın aldığı puanlarla şekilde (Şekil 4.16) öne çıktığı görülmektedir ($\bar{x}_{2000}=538$, $\bar{x}_{2003}=548$, $\bar{x}_{2006}=563$, $\bar{x}_{2009}=554$, $\bar{x}_{2012}=545$, $\bar{x}_{2015}=531$, $\bar{x}_{2018}=522$). 2003, 2006 ve 2009 yıllarında Finlandiya bilimsel okuryazarlık alanında birinci olan ülke olmuştur. Brezilya ($\bar{x}=375$) ve Endonezya'nın ($\bar{x}=393$) düşük puanları dikkat çekmektedir. Türkiye 2000 yılındaki sınava katılmamıştır.

PISA 2003'te en yüksek performansı eşit puanlar olarak Finlandiya ($\bar{x}=548$) ve Japonya ($\bar{x}=548$) göstermişlerdir. Kore ($\bar{x}=538$), Avusturalya ($\bar{x}=525$) ve Hollanda ($\bar{x}=524$) yüksek puanlar alan ülkelerdir. Brezilya ($\bar{x}=390$), Endonezya ($\bar{x}=395$), Meksika ($\bar{x}=405$) ve Türkiye'nin ($\bar{x}=434$) puanlarla en düşük performans gösteren ülkeler arasında oldukları görülmektedir.

PISA bilimsel okuryazarlık OECD ortalaması 2006 yılında 498 olmuştur (Wikipedia, 2022). 2006 yılında Finlandiyalı öğrencilerin aldığı puan diğer ülkelerden 21 puan daha yüksekti. 2006 yılına kadar Finlandiya'nın puanları artarken 2006 yılından sonra düşmeye başlamıştır. Kore 2006 yılında ($\bar{x}=522$) bilimsel okuryazarlık alanında en yüksek performans gösteren ülkeler arasında bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ($\bar{x}=489$) ise 2006 yılında OECD ortalamasının altında performans göstermiştir. Türkiye de 2006 yılında OECD ortalamasının altında performans gösteren ülkeler arasında bulunmaktadır ($\bar{x}=424$).

2009 yılında OECD ortalaması 501 olmuştur. 2009 yılında tekrar Finlandiya ($\bar{x}=554$) bilimsel okuryazarlık alanında birinci olmuştur. Şekilde (Şekil 4.16) aldığı yüksek puanlarla öne çıkan bir diğer ülke olan Japonya ($\bar{x}_{2000}=550$, $\bar{x}_{2003}=548$, $\bar{x}_{2006}=531$, $\bar{x}_{2009}=539$, $\bar{x}_{2012}=547$, $\bar{x}_{2015}=538$, $\bar{x}_{2018}=529$) ilk PISA bilimsel okuryazarlık testinde en yüksek puanını almış olduğu görülmektedir. Sırasıyla Kore ($\bar{x}=538$), Yeni Zelanda ($\bar{x}=532$), Kanada ($\bar{x}=529$) ve Avusturalya ($\bar{x}=527$) gibi ülkelerin yüksek puanlar aldığı görülmektedir. Endonezya ($\bar{x}=383$), Brezilya ($\bar{x}=405$) ve Meksika ($\bar{x}=416$) yıllara göre ülkelerin aldığı puanlara bakıldığında düşük performans sergilemişlerdir. Türkiye $\bar{x}=454$ puan olarak önceki yıllardaki puanlarına göre artış gösterse de OECD ülkelerine göre düşük bir performans göstermiştir.

2012 yılında da OECD ortalaması 501 olmuştur. Şekilde (Şekil 4.16) 2012 yılında en yüksek puanı Japonya'nın aldığı görülmektedir. Finlandiya ($\bar{x}=545$) 2012 yılında düşüş yaşamıştır. Kore ($\bar{x}=538$), Kanada ($\bar{x}=525$) ve Almanya'nın ($\bar{x}=524$) öne çıktığı gözlemlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri ($\bar{x}=497$) OECD ortalamasının altında puan sergilemektedir. 2012 yılında Endonezya ($\bar{x}=382$) ve Brezilya'nın ($\bar{x}=402$) oldukça düşük puanlar aldıkları görülmektedir. Türkiye ise 2012 yılındaki PISA döngüsünün bilimsel okuryazarlık testinde $\bar{x}=463$ puan almıştır.

2015 yılında OECD ortalaması 493'tür. Şekilde (Şekil 4.16) Japonya'nın ($\bar{x}=538$) öne çıktığı görülmektedir. Finlandiya ($\bar{x}=531$) 2015 yılında da birinci olmasa da yüksek performansla öne çıkan ülkeler arasında olduğu gözlemlenmiştir. Kanada ($\bar{x}=528$), Kore ($\bar{x}=516$), Slovakya ($\bar{x}=513$), Avusturalya ($\bar{x}=510$), Almanya ($\bar{x}=509$), Hollanda ($\bar{x}=509$) ve İngiltere ($\bar{x}=509$) 2015 yılında yüksek puanlarla öne çıkan ülkeler olmuşlardır. Amerika Birleşik Devletleri $\bar{x}=496$ puan alarak 2015 yılında bilimsel okuryazarlık sınavında OECD ortalamasının üzerinde puan almıştır. İspanya ($\bar{x}=493$) ve İsviçre ($\bar{x}=493$) OECD ortalamasıyla aynı puanı almışlardır. Brezilya ($\bar{x}=401$), Endonezya ($\bar{x}=403$) ve Meksika ($\bar{x}=416$) 2015 yılındaki sınavda da düşük performansları gözlemlenmiştir. 2015 yılındaki PISA döngüsünde Türkiye'nin bilimsel okuryazarlık testi sınav sonucunda düşüş gözlemlenmektedir ($\bar{x}=425$).

2018 yılında OECD ortalaması 498 olarak belirlenmiştir. Şekilde (Şekil 4.16) 2018 yılında Japonya'nın ($\bar{x}=529$) birinci ve Finlandiya'nın ($\bar{x}=522$) ikinci sırada geldiği görülmektedir. Kore ($\bar{x}=519$), Kanada ($\bar{x}=518$), Polonya ($\bar{x}=511$) ve Yeni Zelanda ($\bar{x}=508$) öne çıkan ülkeler olmuşlardır. Amerika Birleşik Devletleri'nin ($\bar{x}=502$) 2018 yılındaki puanının diğer sınav yıllarına göre yükseldiğini ve OECD ortalamasının üzerinde puan aldığını görmekteyiz. Avusturalya ($\bar{x}=503$) bilimsel okuryazarlıkta OECD ortalamasının üzerinde puan almıştır. Sırasıyla Endonezya ($\bar{x}=396$), Brezilya ($\bar{x}=404$), Meksika ($\bar{x}=419$) ve Bulgaristan'nın ($\bar{x}=424$) en düşük performanslara sahip ülkeler olduğu görülmektedir. Türkiye'nin ise 2018 yılında puanını bir önceki yıl aldığı puana göre yükseltmiş olduğu gözlemlenmektedir ($\bar{x}=468$).

Türkiye bilimsel okuryazarlık testinde ($\bar{x}_{2003}=434$, $\bar{x}_{2006}=424$, $\bar{x}_{2009}=454$, $\bar{x}_{2012}=463$, $\bar{x}_{2015}=425$, $\bar{x}_{2018}=468$) en yüksek puanı 2018 yılında, en düşük puanı ise 2015 yılında almıştır. Türkiye her yıl OECD ortalamasının altında performans göstermiştir.

4.3 PISA Sınavı Sonuçları ile Bilimsel Çalışmalar Arasındaki İlişki

PISA sınav sonuçları ile bilimsel yayınlar arasındaki ilişki üç başlık altında farklı açılardan ve betimsel analizlerden de faydalanılarak incelenmiştir.

İlk başlık kapsamında, PISA sınavına katılmış olan *bütün ülkelerin* sınav yılı bazında almış oldukları ortalama okuryazarlık puanları ile STEM temalı toplam yayın ve atıfları sayıları arasındaki ilişki okuryazarlık alanlarına göre üç alt başlık altında incelenmiştir.

İkinci başlık kapsamında, çalışmanın verilerinde bulunan ve yayın sayısına ulaşılabilen 35 *ülkenin* her PISA sınavında elde ettiği ortalama okuryazarlık puanının, 1999–2023 yılları arasında yayımladıkları STEM temalı toplam yayın sayıları ile aralarındaki ilişki yayın yılı bazında incelenmiştir. Bu işlem her PISA döngüsü için gerçekleştirilmiş ve yedi alt başlık altında derinlemesine incelenmiştir.

Son olarak, çalışmanın veri setinde bulunan ve yıllara göre aldıkları puanları en yüksek olan *beş ülkenin* sınav yılında, sınav yılından önceki yıl ve sınav yılından sonraki yıl yayımlamış olduğu yayın sayıları arasındaki ilişki okuryazarlık alanlarına göre üç alt başlık altında detaylı incelenmiştir.

4.3.1 Sınav Yılı Bazında Tüm Ülkelerin Ortalama PISA Okuryazarlık Puanları ile Toplam Yayın ve Atıf Sayıları Arasındaki İlişkiler

PISA sınavlarının en az bir döngüsüne katılmış olan *bütün ülkelerin* ortalama sınav puanları ile sınav yılında, sınav yılından önceki yıl ve sınav yılından sonraki yıl yayımladıkları STEM temalı toplam yayın ve atıf sayıları sınav yıllarına göre tabloda (Tablo 4.2) düzenlenmiştir. Bu değişkenler arasındaki genel ilişki üç okuryazarlık alanına göre üç alt başlık altında incelenmiştir. Tabloda “aynı yıl” ilgili sınav yılını, “önceki yıl” ilgili sınav yılından bir yıl önceki değerleri ve “sonraki yıl” ilgili sınav yılından bir yıl sonraki değerleri temsil etmektedir. Örneğin, 2003 sınav yılı için, aynı yıl = 2003, önceki yıl = 2002, sonraki yıl = 2004 toplamlarını göstermektedir. Bu doğrultuda, yayın ve atıf sayıları 1999–2019 yılları aralığında elde edilmiş verileri temsil etmektedir. Bu tabloda (Tablo 4.2) her yayın, daha önce ülkelere göre hazırlanmış olan tablodan (Tablo 4.1) farklı olarak, sadece bir kez sayıldığı takdirde oluşan toplamlar görülebilmektedir.

Tablo 4.2: Sınav yılı bazında tüm ülkelerin ortalama PISA okuryazarlık puanları ve toplam yayın ve atıf sayıları.

Değişken	Sınav Yılı						
	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018
Ortalama Okuryazarlık Puanı							
Okuma	473	480	460	464	476	462	453
Matematik	472	485	469	468	475	462	459
Bilimsel	474	488	473	472	481	466	459
Toplam Yayın Sayısı							
Aynı Yıl	20	50	105	173	460	806	1292
Önceki Yıl	17	40	79	157	443	589	1181
Sonraki Yıl	31	63	139	343	509	953	1733
Toplam Atıf Sayısı							
Aynı Yıl	11	125	353	744	2017	5234	11884
Önceki Yıl	0	66	257	600	1656	3939	9532
Sonraki Yıl	26	193	449	982	2831	6866	17433

Not: Bu tablo yayın bazında her sene üretilmiş yayın sayısını ülkelere bağımsız olarak göstermektedir.

İlgili değişkenlere ait verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla uygulanan analiz sonuçları, çarpıklık ve basıklık değerlerine ilave olarak tabloda (Tablo 4.3) verilmiştir. Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre, ortalama PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınav sonuçlarının ve toplam yayın sayılarının normal dağılımdan anlamlı bir fark göstermediği; fakat, toplam atıf sayılarının normal dağılımdan sapma gösterdiği görülmektedir (Büyüköztürk, 2020). Çarpıklık ve basıklık değerleri benzer sonuçları teyit etmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013).

Tablo 4.3: Sınav yılı bazında ülkelerin PISA sınavı ortalama okuryazarlık puanlarının ve STEM temalı toplam yayın ve atıf sayılarının normallik testi sonuçları.

Değişken	Çarpıklık		Basıklık		Shapiro-Wilk		
	Değer	SH	Değer	SH	İstatistik	sd	p
Ortalama Okuryazarlık Puanı							
Okuma	0,037	0,794	-1,295	1,587	0,955	7	0,774
Matematik	0,607	0,794	0,567	1,587	0,965	7	0,864
Bilimsel	0,094	0,794	0,161	1,587	0,979	7	0,956
Toplam Yayın Sayısı							
Aynı Yıl	1,242	0,794	0,609	1,587	0,840	7	0,099
Önceki Yıl	1,445	0,794	0,788	1,587	0,828	7	0,077
Sonraki Yıl	1,458	0,794	0,731	1,587	0,838	7	0,095
Toplam Atıf Sayısı							
Aynı Yıl	1,862	0,794	3,258	1,587	0,739	7	0,010
Önceki Yıl	1,919	0,794	3,588	1,587	0,735	7	0,009
Sonraki Yıl	1,982	0,794	3,883	1,587	0,721	7	0,006

Not. sd: serbestlik derecesi; p: anlamlılık düzeyi; SH: ortalamanın standart hatası.

Normallik sonuçları doğrultusunda, alt başlıklarda ele alınan değişkenler arası ilişkiler iki farklı korelasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Açmak gerekirse, tüm ülkelerin ortalama PISA okuryazarlık testi puanlarının STEM temalı toplam bilimsel yayın sayıları ile ilişkisi Pearson r korelasyon katsayıları, bilimsel yayınların yıllara göre aldığı toplam atıf sayıları ile ilişkisi ise değişkenlerin (birinin ya da ikisinin de) normal dağılmadığı durumlarda kullanılabilen ve Pearson r korelasyonunun parametrik olmayan karşılığı olarak bilinen Spearman rho korelasyon ile hesaplanmıştır (Alpar, 2020). Korelasyon katsayısı -1 ile +1 aralığında değişmektedir ve her iki yönde de 0'a yaklaşırken ilişkinin kuvveti azalırken, her iki yönde de 1'e yaklaşırken ilişkinin kuvveti artmaktadır (Alpar, 2020). Büyüköztürk (2020)'e göre korelasyon kat sayısının mutlak değeri olarak 0,70 ile 1,00 aralığında olması yüksek düzey, 0,70 ile 0,30 aralığında olması orta düzey ve 0,30 ile 0,00 aralığında olması ise düşük düzey bir ilişkiyi göstermektedir. Alpar (2020) ise mutlak değerine göre 0,00 ile 0,19 arasında ilişki yok ya da önemsenmeyecek düzeyde az bir ilişki, 0,20 ile 0,39 arası zayıf düzey ilişki, 0,40 ile 0,69 arası orta düzey, 0,70 ile 0,89 arası kuvvetli ilişki ve 0,90 ile 1,00 arası çok kuvvetli düzey ilişki olarak nitelendirmiştir.

4.3.1.1 Ortalama PISA Okuma Okuryazarlığı Sınavı Puanları ile Toplam Bilimsel Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Tüm ülkelerin sınav yılı bazında ortalama PISA okuma okuryazarlığı testi puanları ile toplam yayın sayıları arasındaki korelasyon ilişkisi incelenmiştir (Tablo 4.4). Tabloya (Tablo 4.4) göre, ilgili değişkenler arasında aynı yıl, önceki yıl veya sonraki yıla ait toplam yayın sayılarına bakılmaksızın herhangi bir anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Tablo 4.4: Tüm ülkelerin ortalama PISA okuma okuryazarlığı puanları ile toplam bilimsel yayın sayıları arasındaki Pearson r korelasyon ilişkisi.

Ortalama Okuryazarlık Puanı		Toplam Yayın Sayısı	N	Pearson r	p
Okuma	↔	Aynı Yıl	7	-0,649	0,115
Okuma	↔	Önceki Yıl	7	-0,631	0,129
Okuma	↔	Sonraki Yıl	7	-0,694	0,084

Sınav yılı bazında uluslararası ortalama PISA okuma okuryazarlık testi puanları ile toplam atıf sayıları arasındaki ilişki de tablo sunulmuştur (Tablo 4.5). Toplam yayın sayılarıyla olan korelasyon sonuçlarında olduğu gibi, atıflar için de anlamlı bir korelasyon ilişkisi tespit edilmemiştir.

Tablo 4.5: Tüm ülkelerin ortalama PISA okuma okuryazarlık puanları ile bilimsel yayınlara yapılan toplam atıf sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Ortalama Okuryazarlık Puanı		Toplam Atıf Sayısı	N	Spearman rho	p
Okuma	↔	Aynı Yıl	7	-0,571	0,180
Okuma	↔	Önceki Yıl	7	-0,571	0,180
Okuma	↔	Sonraki Yıl	7	-0,571	0,180

4.3.1.2 Ortalama PISA Matematik Okuryazarlığı Sınavı Puanları ile Toplam Bilimsel Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Uluslararası PISA sınavı matematik okuryazarlığı testi sonuçlarının yıllara göre ortalama puanlarının yayın sayıları ile ilişkisi tüm ülkeler bazında incelenmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Tüm ülkelerin ortalama PISA matematik okuryazarlığı puanları ile toplam bilimsel yayın sayıları arasındaki Pearson r korelasyon ilişkisi.

Matematik Okuryazarlık Puanı		Toplam Yayın Sayısı	N	Pearson r	p
Matematik	↔	Aynı Yıl	7	-0,731	0,062
Matematik	↔	Önceki Yıl	7	-0,698	0,081
Matematik	↔	Sonraki Yıl	7	-0,753	0,051

Tablo (Tablo 4.6) incelendiğinde tüm ülkelerin sınav yılı bazında yayın sayıları ile matematik okuryazarlığı testinden alınan puanların yıllara göre ortalamaları arasında bir anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir ($r=-0,639$; $p=0,122$). Matematik okuryazarlığı sonuçlarının ortalamaları ile sınav yılından önceki yıl yayımlanmış yayın sayıları arasındaki ilişki de anlamlı bulunamamıştır ($r=-0,624$; $p=0,134$). Son olarak sınav sonuçlarının yıllara göre ortalama puanları ile sınav yılından sonraki yıl yayımlanan yayın sayıları arasındaki ilişkininde anlamlı olmadığı görülmektedir ($r=-0,718$; $p=0,069$).

Tüm ülkelerin sınav yıllarına göre PISA sınavı matematik okuryazarlığı testi sonuçlarının yıllara göre ortalama puanlarının atıf sayıları ile ilişkisi tabloda gösterilmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Tüm ülkelerin ortalama PISA matematik okuryazarlığı puanları ile bilimsel yayınlara yapılan toplam atıf sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Matematik Okuryazarlık Puanı		Toplam Atıf Sayısı	N	Spearman rho	p
Matematik	↔	Aynı Yıl	7	-0,714	0,071
Matematik	↔	Önceki Yıl	7	-0,714	0,071
Matematik	↔	Sonraki Yıl	7	-0,714	0,071

Tablodaki (Tablo 4.7) verilere göre tüm ülkelerin sınav yıllarına göre aldıkları matematik okuryazarlığı sınav sonuçlarının yıllara göre ortalama puanları ile yayınlara yapılan sınav yılında, sınav yılından önceki yıl ve sınav yılından sonraki yıl atıfların ilişkisi anlamlı olmadığı görülmektedir (her ikisi için de $\rho=-0,714$; $p=0,071$).

4.3.1.3 Ortalama PISA Bilimsel Okuryazarlık Sınavı Puanları ile Toplam Bilimsel Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

PISA sınavına katılan bütün ülkelerin sınav yıllarına göre aldıkları bilimsel okuryazarlık testi sonuçlarının yıllara göre ortalama puanlarının yayın sayıları ile ilişkisi tabloda sunulmuştur (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Tüm ülkelerin ortalama PISA bilimsel okuryazarlık puanları ile toplam bilimsel yayın sayıları arasındaki Pearson r korelasyon ilişkisi.

Bilimsel Okuryazarlık Puanı		Toplam Yayın Sayısı	N	Pearson r	p
Bilimsel	↔	Aynı Yıl	7	-0,749	0,052
Bilimsel	↔	Önceki Yıl	7	-0,724	0,066
Bilimsel	↔	Sonraki Yıl	7	-0,781*	0,038

Tablo (Tablo 4.8) incelendiğinde tüm ülkelerin sınav yılı ve sınav yılından önceki yıl bazında yayın sayıları ile bilimsel okuryazarlık testinden alınan puanların yıllara göre ortalamaları arasındaki ilişkinin anlamlı olmadığı görülmektedir. Ancak sınav yılından sonraki yıl çıkan ilgili yayın sayıları ile ortalama bilimsel okuryazarlık puanları arasında güçlü derecede negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir ($\rho=-0,781$; $p=0,038$).

Tüm ülkelerin uluslararası PISA sınavı bilimsel okuryazarlık testi sonuçlarının yıllara göre ortalama puanlarının atıf sayıları ile ilişkisi tabloda verilmiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Tüm ülkelerin ortalama PISA bilimsel okuryazarlık puanları ile bilimsel yayınlara yapılan toplam atıf sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Bilimsel Okuryazarlık Puanı		Toplam Atıf Sayısı	N	Spearman rho	p
Bilimsel	↔	Aynı Yıl	7	-0,714	0,071
Bilimsel	↔	Önceki Yıl	7	-0,714	0,071
Bilimsel	↔	Sonraki Yıl	7	-0,714	0,071

Tablo (Tablo 4.9) verileri incelendiğinde tüm ülkelerin yıllara göre bilimsel okuryazarlık puanlarının hesaplanan ortalamaları ile atıf sayıları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($\rho=-0,714$; $p=0,071$).

4.3.2 Yayın Yılı Bazında Ülkelerin Ortalama PISA Okuryazarlık Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Her PISA yılındaki sınav sonuçları ile yayın yılı bazında toplam yayın sayıları arasındaki ilişki incelenirken araştırmanın sınırlılıklarında da belirtildiği üzere *35 ülkenin* yayın sayısına net olarak ulaşılabildiği için araştırmanın veri setinde bulunan ama analizlere dahil edilmeyen diğer 6 ülke bu başlık altındaki korelasyon analizlerine dahil edilememiştir. İlgili ortalama okuryazarlık ve yayın sayısı verilerinin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 4.10).

Tabloda (Tablo 4.10) ortalama okuryazarlık puanları, her sınav yılı için 35 ülkenin ortalama sınav puanlarının normal dağılıp dağılmadığını dikkate almaktadır; toplam yayın sayıları ise her yayın yılı için 35 ülkenin toplam yayın sayılarının normal dağılıp dağılmadığını dikkate almaktadır. Bu başlık altında, 35 ülke için elde edilebilen 1999–2023 yılları aralığındaki toplam yayın sayıları analizlere dahil edilmiştir. Tablo, istatistiksel analizlere ilave olarak çarpıklık ve basıklık değerlerini sunmaktadır. Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre, 2000 yılı bilimsel okuryazarlık verileri ($p=0,132$) ve 2006 yılındaki okuma okuryazarlığı verileri ($p=0,238$) dışında hiçbir sınav verisinin veya toplam yayın sayısı verisinin normal dağılmadığı görülmektedir. Dolayısıyla ülkelerin PISA sınavı puanları ile yayın sayıları arasındaki ilişkiler, incelenen değişkenin normal dağılmadığı durumlarda kullanılan Spearman sıra (rank) korelasyonu (ρ) ile belirlenmiştir.

Tablo 4.10: 35 ülkenin PISA sınavı ortalama okuryazarlık puanlarının ve yayın yılı bazında STEM temalı toplam bilimsel yayın sayılarının normallik testi sonuçları.

Değişken	Yıl	Çarpıklık		Basıklık		Shapiro-Wilk		
		Değer	SH	Değer	SH	İstatistik	SS	p
Ortalama Puan: Okuma Okuryazarlık	2000	-1,02	0,41	0,37	0,81	0,91	32	0,009
	2003	-1,11	0,42	0,73	0,82	0,90	31	0,005
	2006	-0,46	0,40	-0,41	0,79	0,96	34	0,238
	2009	-0,80	0,40	0,17	0,78	0,93	35	0,032
	2012	-0,96	0,40	0,58	0,78	0,93	35	0,020
	2015	-1,15	0,40	0,32	0,78	0,85	35	<0,000
	2018	-1,37	0,40	1,36	0,79	0,86	34	<0,000
Ortalama Puan: Matematik Okuryazarlık	2000	-0,96	0,41	0,32	0,81	0,92	32	0,019
	2003	-1,28	0,42	0,98	0,82	0,86	31	0,001
	2006	-0,76	0,40	-0,31	0,78	0,93	35	0,021
	2009	-0,86	0,40	0,37	0,78	0,93	35	0,029
	2012	-0,80	0,40	0,56	0,78	0,94	35	0,074
	2015	-1,10	0,40	0,55	0,78	0,88	35	0,001
	2018	-1,15	0,40	0,81	0,78	0,88	35	0,001
Ortalama Puan: Bilimsel Okuryazarlık	2000	-0,72	0,41	-0,07	0,81	0,95	32	0,132
	2003	-1,09	0,42	0,75	0,82	0,89	31	0,004
	2006	-0,78	0,40	-0,05	0,78	0,93	35	0,030
	2009	-0,90	0,40	0,43	0,78	0,93	35	0,034
	2012	-0,96	0,40	0,79	0,78	0,93	35	0,037
	2015	-0,99	0,40	0,08	0,78	0,88	35	0,001
	2018	-1,08	0,40	0,35	0,78	0,89	35	0,002
Toplam Yayın Sayısı	1999	5,92	0,40	35,00	0,79	0,16	35	<0,000
	2000	5,66	0,40	32,76	0,79	0,22	35	<0,000
	2001	5,85	0,40	34,45	0,78	0,19	35	<0,000
	2002	5,88	0,40	34,69	0,78	0,19	35	<0,000
	2003	5,91	0,40	34,92	0,78	0,17	35	<0,000
	2004	5,91	0,40	34,98	0,78	0,17	35	<0,000
	2005	5,86	0,40	34,50	0,78	0,20	35	<0,000
	2006	5,90	0,40	34,86	0,78	0,18	35	<0,000
	2007	5,91	0,40	34,93	0,78	0,18	35	<0,000
	2008	5,91	0,40	34,91	0,78	0,18	35	<0,000
	2009	5,83	0,40	34,25	0,78	0,21	35	<0,000
	2010	5,90	0,40	34,85	0,78	0,19	35	<0,000
	2011	5,90	0,40	34,90	0,78	0,18	35	<0,000
	2012	5,90	0,40	34,88	0,78	0,18	35	<0,000
	2013	5,89	0,40	34,77	0,78	0,20	35	<0,000
	2014	5,88	0,40	34,72	0,78	0,20	35	<0,000
	2015	5,86	0,40	34,56	0,78	0,21	35	<0,000
	2016	5,83	0,40	34,32	0,78	0,23	35	<0,000
	2017	5,82	0,40	34,22	0,78	0,23	35	<0,000
	2018	5,72	0,40	33,37	0,78	0,26	35	<0,000
	2019	5,70	0,40	33,19	0,78	0,27	35	<0,000
	2020	5,62	0,40	32,44	0,78	0,28	35	<0,000
	2021	5,40	0,40	30,53	0,78	0,32	35	<0,000
2022	5,74	0,40	33,52	0,78	0,26	35	<0,000	
2023	3,90	0,40	17,98	0,78	0,42	35	<0,000	

Bu tez çalışmasındaki temel amaç ülkelerin ürettikleri yayın sayılarının sınav yılı ile onun öncesindeki yıl ve sonrasındaki yıl arasında bir bağlantı olup olmadığının incelenmesi olmakla beraber, herhangi bir sınav yılında alınmış puanın diğer herhangi bir yayın yılı ile ilişkisi olup olmadığı da keşif amaçlı incelenmiştir.

Aşağıdaki başlıklarda her PISA sınavı yılı için korelasyon analizleri tablolar halinde sunulmuştur. Tablolardaki yayın yılı sütunu, ilgili yılda ülkelerin toplam yayın sayısını temsil etmektedir.

4.3.2.1 Ülkelerin 2000 Yılı PISA Okuryazarlık Puanları ile Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Ülkelerin 2000 yılında uygulanan ilk PISA sınavı puanları ile 1999–2023 yılları arasında yayımlanmış olan STEM temalı toplam yayın sayıları arasındaki ilişki tabloda (Tablo 4.11) gösterilmiştir.

Tabloda (Tablo 4.11) Ülkelerin 2000 yılı PISA okuma okuryazarlık sınavı puanları ile yayımladıkları STEM temalı toplam yayın sayıları arasındaki ilişkinin 2002 ($\rho=0,358$; $p=0,044$), 2008 ($\rho=0,356$; $p=0,046$), 2009 ($\rho=0,409$; $p=0,020$), 2011 ($\rho=0,377$; $p=0,033$), 2012 ($\rho=0,318$; $p=0,076$) ve 2015 ($\rho=0,377$; $p=0,033$) yayın yıllarında orta düzeyde anlamlı olduğu görülmektedir. Matematik okuryazarlığı alanında ise 2009 ($\rho=0,379$; $p=0,032$) yayın yılında sınav puanları ve yayın sayıları arasında orta düzey bir ilişki olduğu görülmektedir. 2000 yılı bilimsel okuryazarlık sınav puanları ile yayın sayıları arasındaki ilişkinin ise 2002 ($\rho=0,426$; $p=0,015$), 2008 ($\rho=0,372$; $p=0,036$), 2009 ($\rho=0,412$; $p=0,053$), 2011 ($\rho=0,386$; $p=0,029$) yayın yıllarında pozitif ve anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.11: Ülkelerin 2000 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Yayın Yılı	Okuma Okuryazarlığı		Matematik Okuryazarlık		Bilimsel Okuryazarlık	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
1999	0,029	0,874	-0,029	0,874	0,029	0,874
2000	0,153	0,402	0,184	0,314	0,120	0,514
2001	0,199	0,276	0,232	0,201	0,310	0,085
2002	0,358*	0,044	0,313	0,081	0,426*	0,015
2003	0,007	0,969	-0,035	0,848	0,018	0,920
2004	0,218	0,231	0,114	0,535	0,164	0,370
2005	0,155	0,398	0,074	0,684	0,169	0,354
2006	0,154	0,400	0,021	0,910	0,137	0,455
2007	-0,110	0,550	-0,255	0,216	-0,176	0,335
2008	0,356*	0,046	0,308	0,086	0,372*	0,036
2009	0,409*	0,020	0,379*	0,032	0,412*	0,019
2010	0,207	0,255	0,128	0,484	0,228	0,209
2011	0,377*	0,033	0,238	0,117	0,386*	0,029
2012	0,318*	0,076	0,289	0,109	0,345	0,053
2013	0,070	0,704	-0,054	0,769	0,102	0,508
2014	0,323	0,071	0,248	0,171	0,308	0,087
2015	0,377*	0,033	0,274	0,129	0,295	0,101
2016	0,180	0,324	0,103	0,576	0,127	0,488
2017	0,257	0,155	0,135	0,463	0,293	0,104
2018	0,024	0,894	-0,125	0,495	-0,036	0,846
2019	0,014	0,940	-0,088	0,633	0,025	0,892
2020	0,013	0,944	-0,073	0,691	0,035	0,847
2021	-0,063	0,733	-0,188	0,303	-0,102	0,580
2022	0,238	0,190	0,103	0,575	0,160	0,382
2023	0,279	0,122	0,098	0,593	0,153	0,402

Not: N:32; * p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

4.3.2.2 Ülkelerin 2003 Yılı PISA Okuryazarlık Puanları ile Yayın Sayıları

Arasındaki İlişkiler

Ülkelerin PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık alanlarındaki 2003 yılındaki sınav sonuçlarının ve ülkelerin sınavın aynı yapıldığı yıl, sınavdan önceki yıl ve sınavdan sonraki yıla denk gelen 1999-2023 yılları arasında üretilmiş olan STEM konulu toplam yayın sayılarının korelasyon ilişkisi tabloda (Tablo 4.12) gösterilmiştir.

Tablo 4.12: Ülkelerin 2003 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Yayın Yılı	Okuma Okuryazarlığı		Matematik Okuryazarlık		Bilimsel Okuryazarlık	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
1999	0,000	1,000	-0,122	0,512	-0,051	0,785
2000	0,189	0,309	0,099	0,596	0,168	0,366
2001	0,043	0,820	0,065	0,727	0,168	0,366
2002	0,260	0,157	0,184	0,322	0,149	0,425
2003	0,000	1,000	-0,122	0,512	-0,051	0,785
2004	0,185	0,320	0,051	0,785	0,062	0,742
2005	0,148	0,426	0,036	0,848	0,069	0,712
2006	0,166	0,372	0,054	0,772	0,068	0,716
2007	-0,093	0,621	-0,252	0,171	-0,176	0,343
2008	0,294	0,109	0,178	0,339	0,253	0,170
2009	0,360*	0,047	0,300	0,101	0,385*	0,033
2010	0,043	0,819	-0,042	0,824	0,083	0,657
2011	0,347	0,056	0,236	0,201	0,270	0,141
2012	0,227	0,220	0,162	0,384	0,213	0,249
2013	-0,028	0,883	-0,223	0,227	-0,082	0,661
2014	0,232	0,208	0,079	0,672	0,040	0,829
2015	0,214	0,247	0,034	0,857	0,034	0,856
2016	-0,040	0,830	-0,146	0,434	-0,118	0,529
2017	-0,031	0,868	-0,140	0,453	0,005	0,979
2018	-0,180	0,333	-0,345	0,057	-0,260	0,157
2019	-0,230	0,214	-0,333	0,067	-0,238	0,198
2020	-0,178	0,339	-0,267	0,147	-0,223	0,227
2021	-0,266	0,148	-0,430*	0,016	-0,331	0,069
2022	0,095	0,609	-0,130	0,484	-0,057	0,760
2023	0,150	0,422	-0,062	0,742	-0,055	0,770

Not: N:31; * p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo (Tablo 4.12) 2003 yılı okuma okuryazarlık sınav sonuçları ile STEM ile ilgili yayınlar arasında 2009 yayın yılı (rho=0,360; p=0,047) dışında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir. Aynı yıl matematik okuryazarlığı alanında 2021 yayın yılında (rho=-0,430; p=0,016) negatif bir ilişki görülmektedir. Bilimsel okuryazarlık alanında ise 2009 yayın yılında ülkelerin sınav sonucu ile STEM temalı yayınları arasında orta düzeyde bir ilişki (rho=0,385; p=0,033) görülmektedir.

4.3.2.3 Ülkelerin 2006 Yılı PISA Okuryazarlık Puanları ile Yayın Sayıları

Arasındaki İlişkiler

2006 yılında ülkelerin PISA sınavı okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık alanlarında aldıkları puanlar ve STEM temalı toplam yayın sayıları arasındaki ilişki aşağıdaki tabloda (Tablo 4.13) gösterilmiştir.

Tablo 4.13: Ülkelerin 2006 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Yayın Yılı	Okuma Okuryazarlığı		Matematik Okuryazarlık		Bilimsel Okuryazarlık	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
1999	- ^a	- ^a	-0,102	0,560	-0,034	0,846
2000	0,204	0,247	0,147	0,400	0,155	0,373
2001	0,095	0,593	0,036	0,839	0,193	0,268
2002	0,320	0,065	0,204	0,241	0,280	0,103
2003	-0,108	0,542	-0,167	0,337	-0,041	0,815
2004	0,240	0,172	0,067	0,703	0,152	0,382
2005	0,136	0,444	0,092	0,598	0,210	0,227
2006	0,092	0,604	0,009	0,958	0,096	0,581
2007	-0,132	0,458	-0,217	0,210	-0,148	0,396
2008	0,329	0,057	0,149	0,394	0,280	0,103
2009	0,395*	0,021	0,314	0,066	0,507**	0,002
2010	0,130	0,463	0,053	0,761	0,228	0,188
2011	0,315	0,070	0,281	0,102	0,348*	0,041
2012	0,226	0,198	0,202	0,245	0,299	0,081
2013	0,028	0,873	-0,121	0,490	0,037	0,834
2014	0,282	0,107	0,153	0,380	0,211	0,224
2015	0,197	0,265	0,096	0,583	0,182	0,296
2016	0,072	0,685	0,010	0,953	0,070	0,689
2017	0,120	0,500	0,000	0,999	0,169	0,332
2018	-0,138	0,438	-0,270	0,117	-0,122	0,484
2019	-0,140	0,430	-0,229	0,186	-0,096	0,582
2020	-0,093	0,602	-0,181	0,298	-0,044	0,803
2021	-0,175	0,324	-0,316	0,065	-0,173	0,319
2022	0,166	0,349	-0,034	0,844	0,107	0,541
2023	0,149	0,399	-0,012	0,946	-0,023	0,894

Not: N_{Okuma Okuryazarlığı}:34, N:35; * p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır; ^a1999 yayını bulunan tek ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. 2006 yılında bu ülke okuma okuryazarlık sınavına dahil olmadığı için korelasyona bakılamamaktadır.

2006 yılında uygulanan PISA sınav sonuçlarına sahip ve çalışmanın verilerine dahil olan 35 ülkenin sınav sonuçları ile STEM konulu yayınları arasındaki ilişkiyi gösteren tablo (Tablo 4.13) incelediğinde okuma okuryazarlık alanında 2009 yayın yılında (rho=0,395; p=0,021) anlamlı ilişki olduğu görülmektedir. Bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları ile yayın sayıları

arasında 2009 ($\rho=0,507$; $p=0,002$) ve 2012 yılında ($\rho=0,348$; $p=0,041$) pozitif yönde anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

4.3.2.4 Ülkelerin 2009 Yılı PISA Okuryazarlık Puanları ile Yayın Sayıları

Arasındaki İlişkiler

Ülkelerin 2009 yılında uygulanan PISA sınavı sonuçları ile 1999-2023 yılları arasında ürettikleri toplam yayın sayıları arasındaki ilişki oluşturulan tablo ile gösterilmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4.14: Ülkelerin 2009 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Yayın Yılı	Okuma Okuryazarlığı		Matematik Okuryazarlık		Bilimsel Okuryazarlık	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
1999	0,093	0,594	-0,068	0,698	0,051	0,771
2000	0,235	0,174	0,173	0,320	0,218	0,208
2001	0,163	0,350	0,061	0,728	0,245	0,155
2002	0,225	0,194	0,192	0,270	0,268	0,120
2003	-0,030	0,866	-0,160	0,357	0,003	0,988
2004	0,235	0,175	0,092	0,599	0,180	0,302
2005	0,230	0,183	0,133	0,448	0,250	0,148
2006	-0,004	0,982	-0,071	0,685	0,091	0,603
2007	-0,088	0,616	-0,209	0,228	-0,105	0,547
2008	0,269	0,119	0,139	0,425	0,279	0,104
2009	0,429*	0,010	0,331	0,052	0,513**	0,002
2010	0,112	0,522	0,020	0,908	0,207	0,232
2011	0,357*	0,035	0,264	0,125	0,352*	0,038
2012	0,331	0,052	0,242	0,161	0,333	0,05
2013	0,126	0,472	-0,076	0,666	0,090	0,607
2014	0,291	0,090	0,163	0,351	0,260	0,131
2015	0,267	0,121	0,133	0,447	0,247	0,153
2016	0,152	0,382	0,018	0,916	0,121	0,489
2017	0,111	0,526	-0,014	0,938	0,153	0,380
2018	-0,061	0,727	-0,252	0,143	-0,095	0,589
2019	-0,073	0,675	-0,198	0,254	-0,086	0,625
2020	-0,020	0,907	-0,172	0,324	-0,019	0,912
2021	-0,152	0,383	-0,352*	0,038	-0,154	0,376
2022	0,120	0,492	-0,064	0,713	0,138	0,429
2023	0,193	0,267	0,018	0,917	0,100	0,567

Not: N:35; * $p<0,05$; ** $p<0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Tabloda (Tablo 4.14) 2009 yılındaki okuma okuryazarlık sınav sonuçları ile STEM temalı yayınlar arasındaki ilişki incelendiğinde 2009 yılındaki yayın sayıları ile ($\rho=0,429$; $p=0,010$) ve 2011 yılındaki yayın sayıları ile ($\rho=0,357$; $p=0,035$) ilişki anlamlı

görülmüştür. Matematik okuryazarlığı puanları ile yayın sayıları arasında 2021 yılında ($\rho=-0,352$; $p=0,038$) negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Bilimsel okuryazarlık alanındaki sınav puanları ile yayın sayıları arasında ise 2009 ($\rho=0,531$; $p=0,002$) ve 2011 ($\rho=0,352$; $p=0,038$) düzeyinde korelasyon olduğu görülmektedir.

4.3.2.5 Ülkelerin 2012 Yılı PISA Okuryazarlık Puanları ile Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Ülkelerin PISA sınavı 2012 okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sonuçları ile STEM alanında yaptıkları toplam yayın sayıları arasındaki ilişki tablo (Tablo 4.15) ile gösterilmiştir.

Tablo 4.15: Ülkelerin 2012 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Yayın Yılı	Okuma Okuryazarlığı		Matematik Okuryazarlık		Bilimsel Okuryazarlık	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
1999	0,017	0,923	-0,119	0,496	-0,017	0,923
2000	0,168	0,336	0,121	0,487	0,127	0,468
2001	0,183	0,292	0,068	0,698	0,192	0,269
2002	0,228	0,188	0,206	0,234	0,262	0,128
2003	-0,029	0,871	-0,163	0,349	-0,050	0,776
2004	0,161	0,357	0,037	0,835	0,129	0,458
2005	0,171	0,326	0,108	0,537	0,200	0,250
2006	0,110	0,528	0,042	0,811	0,116	0,505
2007	-0,036	0,836	-0,186	0,285	-0,086	0,625
2008	0,178	0,306	0,053	0,762	0,172	0,322
2009	0,398*	0,018	0,292	0,089	0,429*	0,010
2010	0,215	0,215	0,156	0,372	0,280	0,103
2011	0,347*	0,041	0,281	0,102	0,336*	0,048
2012	0,314	0,066	0,265	0,125	0,331	0,052
2013	0,089	0,610	-0,046	0,793	0,091	0,603
2014	0,251	0,145	0,176	0,312	0,229	0,186
2015	0,280	0,103	0,128	0,462	0,207	0,234
2016	0,103	0,555	-0,005	0,978	0,064	0,716
2017	0,143	0,414	0,034	0,847	0,186	0,285
2018	-0,090	0,609	-0,253	0,143	-0,130	0,457
2019	-0,133	0,447	-0,214	0,217	-0,119	0,494
2020	-0,011	0,950	-0,111	0,527	-0,020	0,907
2021	-0,144	0,408	-0,298	0,082	-0,161	0,355
2022	0,120	0,492	-0,046	0,791	0,101	0,565
2023	0,173	0,321	0,018	0,920	0,050	0,776

Not: N:35; * $p<0,05$; ** $p<0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

2012 yılındaki PISA okuryazarlığı testi sonuçları ile 1999-2023 yılları arasında yayımlanan STEM temalı yayınların sayıları arasındaki ilişkinin 2009 yılında ($\rho=0,398$; $p=0,018$) ve 2011 yılında ($\rho=0,347$; $p=0,041$ anlamlı olduğu, diğer yıllardaki yayın sayılarıyla anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmektedir. Matematik okuryazarlığı testi sonuçları ile yayın sayıları arasında manidar bir ilişki yoktur. Bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları ile yayın sayıları arasında ise 2009 ($\rho=0,429$; $p=0,010$) ve 2011 ($\rho=0,336$; $p=0,048$) yıllarındaki yayın sayılarının ilişkisinin anlamlı olduğu görülmektedir.

4.3.2.6 Ülkelerin 2015 Yılı PISA Okuryazarlık Puanları ile Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Ülkelerin 2015 yılındaki PISA sınavı sonuçları ile ürettikleri STEM temalı toplam yayın sayıları arasındaki korelasyon sonuçları aşağıdaki tablo (Tablo 4.16) aracılığı ile gösterilmiştir.

Tabloda (Tablo 4.16) PISA okuma okuryazarlık sonuçları ile 2009 ($r=0,378$; $p=0,025$) yılında yayımlanan STEM temalı yayın sayıları arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu görülmektedir. Matematik okuryazarlığı alanında ise 2018 ($\rho=-0,364$; $p=0,031$) ve 2021 ($\rho=-0,344$; $p=0,043$) yıllarındaki yayın sayılarının negatif ilişkili olduğu görülmektedir. Son olarak bilimsel okuryazarlık sınav puanları ile 2009 ($\rho=0,525$; $p=0,001$), 2011 ($\rho=0,338$; $p=0,047$) ve 2012 ($\rho=0,400$; $p=0,017$) yıllarında yayımlanmış olan STEM konulu çalışma sayıları arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon olduğu görülmektedir.

Tablo 4.16: Ülkelerin 2015 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Yayın Yılı	Okuma Okuryazarlığı		Matematik Okuryazarlık		Bilimsel Okuryazarlık	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
1999	-0,017	0,923	-0,144	0,408	0,000	1,000
2000	0,014	0,937	0,056	0,747	0,177	0,310
2001	0,109	0,534	0,031	0,858	0,253	0,143
2002	0,182	0,296	0,158	0,365	0,282	0,101
2003	-0,084	0,630	-0,204	0,241	0,010	0,955
2004	0,183	0,293	0,047	0,787	0,178	0,307
2005	0,217	0,210	0,063	0,721	0,247	0,153
2006	0,041	0,813	-0,005	0,977	0,103	0,554
2007	-0,027	0,876	-0,195	0,262	-0,111	0,525
2008	0,204	0,240	0,040	0,821	0,240	0,166
2009	0,378*	0,025	0,238	0,169	0,525*	0,001
2010	0,170	0,328	0,093	0,597	0,236	0,172
2011	0,265	0,124	0,188	0,279	0,338*	0,047
2012	0,288	0,093	0,194	0,263	0,400*	0,017
2013	0,109	0,531	-0,123	0,483	0,088	0,615
2014	0,261	0,130	0,154	0,377	0,306	0,074
2015	0,244	0,158	0,087	0,617	0,299	0,081
2016	0,054	0,757	-0,112	0,521	0,152	0,384
2017	0,151	0,386	-0,054	0,756	0,193	0,266
2018	-0,113	0,517	-0,364*	0,031	-0,050	0,777
2019	-0,149	0,393	-0,308	0,072	-0,058	0,742
2020	-0,047	0,790	-0,176	0,311	0,035	0,843
2021	-0,124	0,478	-0,344*	0,043	-0,101	0,564
2022	0,122	0,485	-0,120	0,494	0,175	0,315
2023	0,149	0,392	0,019	0,914	0,051	0,769

Not: N:35; * p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

4.3.2.7 Ülkelerin 2018 Yılı PISA Okuryazarlık Puanları ile Yayın Sayıları

Arasındaki İlişkiler

2018 yılında uygulanan PISA sınav sonuçları ile 1999-2023 yılları arasında üretilen toplam STEM konulu çalışma sayıları arasındaki korelasyonlar aşağıdaki tabloda (Tablo 4.17) verilmiştir.

Tablo 4.17: Ülkelerin 2018 yılı PISA okuryazarlık puanları ile 1999–2023 arası yıllardaki yayın sayıları arasındaki Spearman rho korelasyon ilişkisi.

Yayın Yılı	Okuma Okuryazarlığı		Matematik Okuryazarlık		Bilimsel Okuryazarlık	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
1999	0,151	0,394	-0,136	0,436	0,102	0,560
2000	0,110	0,534	0,003	0,987	0,152	0,382
2001	0,239	0,174	0,133	0,448	0,327	0,055
2002	0,335	0,053	0,200	0,248	0,338*	0,047
2003	0,090	0,613	-0,110	0,53	0,064	0,715
2004	0,297	0,088	0,030	0,864	0,241	0,163
2005	0,192	0,278	0,075	0,668	0,233	0,179
2006	0,136	0,443	0,042	0,811	0,096	0,582
2007	-0,027	0,881	-0,246	0,155	-0,101	0,562
2008	0,393*	0,022	0,130	0,456	0,332	0,051
2009	0,377*	0,028	0,230	0,184	0,535**	0,001
2010	0,209	0,236	0,077	0,66	0,275	0,109
2011	0,294	0,091	0,179	0,304	0,311	0,069
2012	0,308	0,076	0,169	0,331	0,367*	0,030
2013	0,158	0,372	-0,025	0,886	0,188	0,281
2014	0,334	0,053	0,206	0,236	0,319	0,061
2015	0,255	0,146	0,045	0,799	0,232	0,180
2016	0,103	0,561	-0,090	0,606	0,145	0,406
2017	0,252	0,151	-0,048	0,783	0,228	0,188
2018	-0,045	0,802	-0,370*	0,028	-0,049	0,779
2019	-0,094	0,598	-0,290	0,091	-0,043	0,806
2020	-0,013	0,94	-0,188	0,279	-0,002	0,989
2021	-0,051	0,776	-0,356*	0,036	-0,085	0,628
2022	0,239	0,174	-0,162	0,351	0,163	0,348
2023	0,203	0,249	0,006	0,973	0,077	0,660

Not: N_{Okuma Okuryazarlığı}:34, N:35; * p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Tabloda (Tablo 4.17) 2018 yılındaki PISA sınav sonuçlarının STEM temalı yayın sayıları ile ilişkilerine bakıldığında, okuma okuryazarlık puanları ile yayın sayıları arasında 2008 (rho=0,393; p=0,022) ve 2009 (rho=0,377; p=0,028) yıllarında orta düzeyde anlamlı korelasyonlar görülmektedir. Matematik okuryazarlığı puanları ile 2018 (rho=-0,370; p=0,028) ve 2021 (rho=-0,356; p=0,036) yıllarındaki yayın sayıları arasında negatif yönde ilişkiler görülmektedir. Bilimsel okuryazarlık alanındaki sınav puanları ile 2002 (rho=0,338; p=0,047), 2009 (rho=0,535; p=0,001) ve 2012 (rho=0,367; p=0,030) yıllarındaki yayın sayıları arasında anlamlı korelasyon görülmektedir. Bu sınav yılında (2018 yılı) yapılan yayın sayıları ile okuryazarlık puanları arasında anlamlı fakat sınav yılından önceki ve sonraki yıl yayımlanmış olan yayınların sayıları okuryazarlık puanları ile anlamlı bir ilişki sergilememektedir.

4.3.3 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye'nin Ortalama PISA Okuryazarlık Sınav

Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Üç okuryazarlık alanının her biri için, ilgili alanda en başarılı beş ülkenin ve Türkiye'nin ortalama PISA sınavı puanları ile sınav yılında, sınav yılından önceki yıl ve sınav yılından sonraki yıl yayımladıkları STEM temalı yayın sayılarının ilişkisi okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık alanlarına göre üç alt başlık altında incelenmiştir. Sonuçlar ilgili alt başlıklarda tablolar halinde sunulmuştur.

4.3.3.1 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye'nin Ortalama PISA Okuma Okuryazarlığı

Sınav Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Bahsi geçen ülkelerin ortalama PISA okuma okuryazarlığı sınav puanları ile yayımladıkları yayın sayılarının sınav yılıyla aynı yıl, sınav yılından önceki yıl ve sınav yılından sonraki yıl olmak üzere Shapiro-Wilk testi sonuçları çarpıklık ve basıklık değerleri ile tabloda gösterilmiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18: Sınav yılı bazında en başarılı beş ülke ve Türkiye'nin PISA sınavı ortalama okuma okuryazarlığı puanlarının ve STEM temalı toplam bilimsel yayın sayılarının normallik testi sonuçları.

Değişken	Çarpıklık		Basıklık		Shapiro-Wilk	
	Değer	SH	Değer	SH	İstatistik	sd p
Ortalama Okuma Okuryazarlığı Puanı						
Finlandiya	-0,147	0,794	-2,195	1,587	0,887	7 0,259
Kore	0,493	0,794	0,068	1,587	0,952	7 0,752
Hong Kong	-0,284	0,794	0,847	1,587	0,973	7 0,920
Kanada	0,582	0,794	0,982	1,587	0,956	7 0,778
Yeni Zelanda	-0,067	0,794	-1,292	1,587	0,929	7 0,546
Türkiye	-0,308	0,845	-1,333	1,741	0,951	6 0,750
Toplam Yayın Sayısı – Aynı Yıl						
Finlandiya	2,075	0,794	4,399	1,587	0,684	7 0,002
Kore	0,764	0,794	-1,687	1,587	0,732	7 0,008
Hong Kong	2,540	0,794	6,530	1,587	0,533	7 0,000
Kanada	1,340	0,794	1,387	1,587	0,817	7 0,060
Yeni Zelanda	1,520	0,794	1,034	1,587	0,690	7 0,003
Türkiye	1,975	0,794	3,618	1,587	0,655	7 0,001
Toplam Yayın Sayısı – Önceki Yıl						
Finlandiya	2,601	0,794	6,814	1,587	0,521	7 0,000
Kore	0,692	0,794	-0,992	1,587	0,860	7 0,153
Hong Kong	2,306	0,794	5,483	1,587	0,635	7 0,001
Kanada	2,088	0,794	4,585	1,587	0,692	7 0,003
Yeni Zelanda	2,646	0,794	7,000	1,587	0,453	7 0,000
Türkiye	1,486	0,794	0,739	1,587	0,651	7 0,001
Toplam Yayın Sayısı – Sonraki Yıl						
Finlandiya	1,265	0,794	-0,621	1,587	0,628	7 0,001
Kore	1,403	0,794	0,494	1,587	0,713	7 0,005
Hong Kong	2,347	0,794	5,580	1,587	0,582	7 0,000
Kanada	0,831	0,794	-1,390	1,587	0,803	7 0,044
Yeni Zelanda	2,082	0,794	4,183	1,587	0,621	7 0,000
Türkiye	1,338	0,794	0,014	1,587	0,713	7 0,005

* p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo (Tablo 4.18) incelendiğinde ülkelerin okuma okuryazarlık puan ortalamalarının tümünün normal dağıldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, toplam yayın sayıları açısından, sınav yılıyla aynı yıl yayımlanmış olan Kanada menşeli yayın sayılarının (p=0,060) ve sınav yılından önceki yıl yayımlanmış olan Kore menşeli yayın sayılarının (p=0,153) normal dağıldığı, bunun dışındaki toplam yayın sayılarının normal dağılmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, her ne kadar yayın sayılarında iki durum için normal dağılım söz konusu olsa da, karşılaştırılabilir değerler elde etmek için ülkelerin ortalama PISA okuma okuryazarlık

sınav puanları ile yayımladıkları toplam yayın sayıları arasındaki ilişkiler Spearman rho korelasyon analiziyle belirlemiştir (Tablo 4.19).

Tablo 4.19: Ülkelerin PISA okuma okuryazarlığı sınav sonuçları ile yayın sayıları arasındaki ilişki.

Ortalama Okuma Okuryazarlığı Puanı	Yayın Sayısı					
	Aynı Yıl		Önceki Yıl		Sonraki Yıl	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
Finlandiya	-0,906**	0,005	-0,896**	0,006	-0,579	0,173
Kore	-0,697	0,082	-0,741	0,057	-0,709	0,074
Hong Kong	-0,356	0,433	-0,256	0,579	0,356	0,433
Kanada	-0,785*	0,036	-0,561	0,190	-0,700	0,080
Yeni Zelanda	-0,765*	0,045	-0,618	0,139	-0,809*	0,028
Türkiye	0,213	0,686	-0,068	0,899	0,290	0,577

Tablo (Tablo 4.19) incelendiğinde, görüldüğü üzere, birçok ülkenin ilgili verileri arasında negatif yönlü anlamlı korelasyonlar söz konusudur. Örneğin, Kore’de STEM temalı yayınların sınav öncesi ($\rho=-0,741$; $p=0,057$), sınav yılı ($\rho=-0,695$; $p=0,082$) ve sınav sonrası sayıları ($\rho=-0,709$; $p=0,074$) ortalama okuma okuryazarlığı puanları ile güçlü negatif yönlü korelasyonlar göstermektedir. Benzer şekilde, Finlandiya’nın okuma okuryazarlık puanları ile sınav yılıyla aynı yıl ($\rho=-0,906$; $p=0,005$) ve sınavdan önceki yıl ($\rho=-0,896$; $p=0,006$) yayımladığı yayın sayıları arasında yüksek düzey korelasyonlar olduğu görülmektedir. Yeni Zelanda’nın sınav yılı ($\rho=-0,765$; $p=0,045$) ve sınav yılı sonrası ($\rho=-0,809$; $p=0,028$) puanları ile ortalama okuma okuryazarlığı puanları arasında negatif yönlü korelasyonlar gözlemlenmiştir. Türkiye’de ise sınav puanları ve yayınlar arasında hiçbir anlamlı korelasyonel bağlantı gözlenmemiştir.

4.3.3.2 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye’nin Ortalama PISA Matematik

Okuryazarlığı Sınav Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Ülkelerin PISA matematik okuryazarlığı sınavı sonuçları ve yıllara göre yayımladıkları yayınların sayılarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için uygulanan Shapiro-Wilk testi sonuçları aşağıdaki tabloda (Tablo 4.20) gösterilmiştir.

Tablo 4.20: Sınav yılı bazında en başarılı beş ülke ve Türkiye'nin PISA sınavı ortalama matematik okuryazarlığı puanlarının ve STEM temalı toplam bilimsel yayın sayılarının normallik testi sonuçları.

Değişken	Çarpıklık		Basıklık		Shapiro-Wilk	
	Değer	SH	Değer	SH	İstatistik	sd p
Ortalama Matematik Okuryazarlığı Puanı						
Hong Kong	-0,944	0,794	-0,876	1,587	0,842	7 0,104
Kore	-0,817	0,794	-0,913	1,587	0,850	7 0,123
Japonya	1,795	0,794	3,929	1,587	0,828	7 0,077
Finlandiya	-0,364	0,794	-2,065	1,587	0,886	7 0,256
İsviçre	-1,064	0,794	0,480	1,587	0,908	7 0,385
Türkiye	0,124	0,845	-2,771	1,741	0,845	6 0,144
Toplam Yayın Sayısı – Aynı Yıl						
Hong Kong	2,540	0,794	6,530	1,587	0,533	7 0,000
Kore	0,764	0,794	-1,687	1,587	0,732	7 0,008
Japonya	1,306	0,794	0,413	1,587	0,785	7 0,029
Finlandiya	2,075	0,794	4,399	1,587	0,864	7 0,002
İsviçre	1,520	0,794	2,713	1,587	0,781	7 0,026
Türkiye	1,975	0,794	3,618	1,587	0,655	7 0,001
Toplam Yayın Sayısı – Önceki Yıl						
Hong Kong	2,306	0,794	5,483	1,587	0,635	7 0,001
Kore	0,692	0,794	-0,992	1,587	0,860	7 0,153
Japonya	2,593	0,794	6,772	1,587	0,510	7 0,000
Finlandiya	2,601	0,794	6,814	1,587	0,521	7 0,000
İsviçre	0,651	0,794	-1,704	1,587	0,760	7 0,016
Türkiye	1,486	0,794	0,739	1,587	0,651	7 0,001
Toplam Yayın Sayısı – Sonraki Yıl						
Hong Kong	2,347	0,794	5,580	1,587	0,582	7 0,000
Kore	1,403	0,794	0,494	1,587	0,713	7 0,005
Japonya	2,449	0,794	6,199	1,587	0,629	7 0,001
Finlandiya	1,265	0,794	-0,621	1,587	0,803	7 0,044
İsviçre	1,279	0,794	-0,536	1,587	0,631	7 0,001
Türkiye	1,338	0,794	0,014	1,587	0,713	7 0,005

* p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Tabloya (Tablo 4.20) göre, ülkelerin PISA matematik okuryazarlığı puanlarının normal dağıldığı görülmektedir. Ülkelerin yayımladıkları yayın sayılarının ise genel olarak normal dağılmadığı görülmüştür. Normal dağılmayan verilere istinaden ülkelerin PISA matematik okuryazarlığı testi sonuçları ile yayımladıkları yayın sayıları arasındaki ilişki Spearman rho korelasyonu ile belirlenmiştir. Ülkelerin sınav sonuçları ile yayın sayıları arasındaki ilişki aşağıdaki tabloda (Tablo 4.21) gösterilmiştir.

Tablo 4.21: Ülkelerin PISA matematik okuryazarlığı sınav sonuçları ile yayın sayıları arasındaki ilişki.

Ortalama Matematik Okuryazarlığı Puanı	Yayın Sayısı					
	Aynı Yıl		Önceki Yıl		Sonraki Yıl	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
Hong Kong	-0,802*	0,030	-0,709	0,074	-0,802*	0,030
Kore	-0,503	0,250	-0,561	0,190	-0,477	0,279
Japonya	-0,222	0,632	-0,356	0,433	0,000	1,000
Finlandiya	-0,867*	0,012	-0,896**	0,006	-0,757*	0,049
İsviçre	-0,501	0,252	-0,538	0,213	-0,802*	0,030
Türkiye	0,334	0,518	0,169	0,749	0,406	0,425

Tabloya (Tablo 4.21) göre, Hong Kong'un sınav yılı ($\rho=-0,802$; $p=0,030$), sınav yılından önceki yıl ($\rho=-0,709$; $p=0,074$) ve sınav yılından sonraki yıl ($\rho=-0,802$; $p=0,030$) yayımladığı yayın sayıları ile sınav puanı arasındaki korelasyonun yüksek düzeyde negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Yine, Finlandiya'nın sınav yılı ($\rho=-0,867$; $p=0,012$), sınav yılından önceki yıl ($\rho=-0,896$; $r=0,006$) ve sınav yılından sonraki yıl ($r=-0,757$; $p=0,049$) yayımlanan yayın sayıları ve sınav puanları arasındaki korelasyonun yüksek düzeyde ve negatif olduğu görülmektedir. Türkiye'nin ise yayın sayıları ile sınav puanları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir.

4.3.3.3 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye'nin Ortalama PISA Bilimsel Okuryazarlık Sınav Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

En başarılı ülkelerin PISA bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları ile yayımladıkları yayın sayılarının anlamlı derecede ilişkili olup olmadığını öğrenmek için öncelikle ilgili verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir (Tablo 4.22).

Tablo 4.22: Sınav yılı bazında en başarılı beş ülke ve Türkiye'nin PISA sınavı ortalama bilimsel okuryazarlık puanlarının ve STEM temalı toplam bilimsel yayın sayılarının normallik testi sonuçları.

Değişken	Çarpıklık		Basıklık		Shapiro-Wilk		
	Değer	SH	Değer	SH	İstatistik	sd	p
Ortalama Okuma Okuryazarlığı Puanı							
Finlandiya	-0,143	0,794	-0,517	1,587	0,992	7	0,997
Japonya	-0,229	0,794	-1,755	1,587	0,907	7	0,377
Hong Kong	0,102	0,794	-0,435	1,587	0,942	7	0,656
Kore	0,186	0,794	-1,166	1,587	0,898	7	0,316
Kanada	-0,342	0,794	-0,876	1,587	0,920	7	0,469
Türkiye	0,083	0,845	-2,538	1,741	0,875	6	0,247
Toplam Yayın Sayısı – Aynı Yıl							
Finlandiya	2,075	0,794	4,399	1,587	0,684	7	0,002
Japonya	1,306	0,794	0,413	1,587	0,785	7	0,029
Hong Kong	2,540	0,794	6,530	1,587	0,533	7	0,000
Kore	0,764	0,794	1,687	1,587	0,732	7	0,008
Kanada	1,340	0,794	1,387	1,587	0,817	7	0,060
Türkiye	1,975	0,794	3,618	1,587	0,655	7	0,001
Toplam Yayın Sayısı – Önceki Yıl							
Finlandiya	2,601	0,794	6,814	1,587	0,521	7	0,000
Japonya	2,593	0,794	6,772	1,587	0,510	7	0,000
Hong Kong	2,306	0,794	5,483	1,587	0,635	7	0,001
Kore	0,692	0,794	-0,992	1,587	0,860	7	0,153
Kanada	2,088	0,794	4,585	1,587	0,692	7	0,003
Türkiye	1,486	0,794	0,739	1,587	0,651	7	0,001
Toplam Yayın Sayısı – Sonraki Yıl							
Finlandiya	1,265	0,794	-0,621	1,587	0,628	7	0,001
Japonya	2,449	0,794	6,199	1,587	0,629	7	0,001
Hong Kong	2,347	0,794	5,580	1,587	0,582	7	0,000
Kore	1,403	0,794	0,494	1,587	0,713	7	0,005
Kanada	0,831	0,794	-1,390	1,587	0,803	7	0,044
Türkiye	1,338	0,794	0,014	1,587	0,713	7	0,005

* p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Sınav sonuçlarının normal dağılım gösterdiği ama yayın sayılarının genellikle normal dağılıma sahip olmadığı görülmektedir (Tablo 4.22). Değişkenlerin bazılarının normal bazılarının normal dağılmaması nedeniyle aralarındaki ilişki Spearman rho korelasyonu ile incelenmiştir (Alpar, 2020).

Aşağıdaki tabloda (Tablo 4.23) ise başarılı ülkelerin yayın sayıları ile bilimsel okuryazarlık puanları arasındaki ilişkiyi gösteren Spearman rho korelasyon sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.23: Ülkelerin PISA bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları ile yayın sayıları arasındaki ilişki.

Ortalama Bilimsel Okuryazarlık Puanı	Yayın Sayısı					
	Aynı Yıl		Önceki Yıl		Sonraki Yıl	
	Spearman rho	p	Spearman rho	p	Spearman rho	p
Finlandiya	-0,729	0,063	-0,777*	0,040	-0,757*	0,049
Japonya	-0,593	0,161	-0,668	0,101	-0,396	0,379
Hong Kong	0,356	0,433	0,453	0,307	0,356	0,433
Kore	-0,724	0,066	-0,654	0,111	-0,695	0,083
Kanada	-0,561	0,190	-0,823*	0,023	-0,473	0,284
Türkiye	0,516	0,295	0,338	0,512	0,609	0,200

Tablo (Tablo 4.23) incelendiğinde Finlandiya'nın bilimsel okuryazarlık testi sonuçları ile sınav yılından önceki yıl ($\rho=-0,777$; $p=0,040$) ve sınav yılından sonraki yıl ($\rho=-0,757$; $p=0,049$) yayımlanmış olduğu yayın sayıları arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur. Kanada'nın sınav yıllarından önceki ($\rho=-0,823$; $0,023$) yıllarda yayımlanmış olduğu yayın sayıları ile sınav puanları arasındaki ilişki negatif yönde anlamlı bulunmuştur. Japonya, Hong Kong ve Kore'nin bütün sınav sonuçlarıyla yayın sayıları arasındaki ilişkilerin anlamlı olmadığı görülmektedir. Benzer şekilde Türkiye'nin de bilimsel okuryazarlık sınav sonuçlarıyla yayınladığı yayın sayıları arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadığı gözlemlenmiştir.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulgular bir bütün olarak ve alanyazın eşliğinde değerlendirilmiştir.

5.1 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada STEM temalı yayınların bibliyometrik analizi yapılarak, alanyazında bu alanda takip edilen konu alanları (anahtar kelimeler), bu konuda yayın yapan dergiler, ülkeler ve kurumlar ve bu konudaki yayın türleri yayın sayıları ve atıflar açısından incelenmiştir. Yayınların hangi yayın türünde daha çok yayımlandığı, yıllara göre hangi dergiler, kurumlar ve ülkelerin daha aktif olduğu belirlenmiştir. Bu alanda yapılmış olan çalışmalarda eğilimler görsel olarak da incelenmiş ve böylelikle gelecek çalışmalara yol gösterilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, bu bilgiler ile PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları arasındaki ilişki incelenmiştir.

5.1.1 Bibliyometrik Analiz

Çalışmanın verilerinin bir kısmını oluşturan 1999–2023 yılları arasında WoS ve Scopus veri tabanlarında yayımlanmış olan STEM temalı yayınlar incelenmiştir. 13695 adet çalışmanın bibliyometrik analizleri yapılmıştır. Bibliyometrik analiz, belirli bir alanda yapılan çalışmaların sayısal görüntüsünü ortaya koyan çalışmalardır. İlgili alanyazındaki çalışmaların ve atıfların yıllara göre sayılarını, o konudaki en fazla yayın üreten ülke, kurum ve yazarların iş birliği yapısını ortaya koyar. Konuyla ilgili çalışmaların, kaynakların ve yazarların atıflarını yorumlamaya olanak verir. Ayrıca çalışmalar, kullanılan anahtar kelimelerin birlikte kullanılma sıklığını ve araştırmacılar tarafından hangi konu alanlarının daha çok tercih edildiğini gösteren çalışmalardır.

STEM kavramı ile ilgili çalışılan yayınlarda anahtar kelimelere göre ilişki ağı incelendiğinde en çok kullanılan anahtar kelimelerin doğal olarak STEM eğitimi, mühendislik eğitimi, robotik, proje tabanlı öğrenme, problem tabanlı öğrenme, yapay zekâ, makine öğrenmesi, inovasyon, yenilik ve arttırılmış gerçeklik gibi STEM eğitiminin içeriğini, öğretme methodlarını ve bireylere kazandırdığı özellikleri temsil eden kelimeler olduğu görülmektedir. Bu terimlerin dışında en fazla tercih edilen/çalışılan anahtar kelimeler ise, motivasyon, farklılık, bilgisayar bilimi, öz yeterlik, ters yüz edilmiş sınıf, disiplinler arası, cinsiyet farklılıkları ve mentorluktur. Bu kavramların da 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye yardımcı, STEM eğitiminin içeriğini destekleyen konular olduğu söylenebilir. Phuong

vd.'nin (2023) Scopus veri tabanındaki 2006–2022 yılları arasında yayımlanmış olan STEM temalı yayınlar konusundaki bibliyometrik analiz çalışmasına göre de farklılık, proje tabanlı öğrenme, bilgisayarca düşünme gibi konu alanları da akademisyenler tarafından sıkça çalışılmıştır. Benzer bulgular Tas ve Bolat'ın (2022) 1992–2022 yılları arasındaki STEM temalı yayınları inceledikleri çalışmasında da ortaya çıkmıştır; STEM temalı yayınlarda en fazla kullanılan anahtar kelimelerin içinde STEM eğitimi görülmüştür. Li vd.'ne (2020) göre birçok araştırmacı STEM eğitimiyle ilgili araştırmalarını vurgulamak için çalışmaların başlıklarına STEM kelimesini dahil etmektedir. Bu yüzden bu çalışmada diğer konu alanlarının neler olduğuna odaklanılmıştır.

STEM temalı yayınların yıllara göre dağılımı incelendiğinde 1999–2023 yılları arasında sayıların 2019 yılına kadar arttığı fakat daha sonra düşüşe geçtiği görülmektedir. 2020 yılında yayın sayılarında görülen düşüşün COVID-19 pandemisi olduğu düşünülmektedir. En yüksek artışın 2018 ile 2019 yılı arasında olduğu görülmüştür. En fazla düşüş ise 2021 ile 2022 yılı arasındaki dönemde olmuştur. COVID-19 salgını, COVID-19 ile ilgili yayınların katlanarak artmasına sebep olmuştur (Khalifa vd., 2021; Sepúlveda-Vildósola, Mejía-Aranguré, Barrera-Cruz, Fuentes-Morales ve Rodriguez-Zeron, 2020), bu durum kadın akademislerin yayın sayılarında düşüş meydana getirmekle birlikte (Vincent-Lamarre, Sugimoto ve Larivière, 2020) diğer alanlardaki yayınlarda da bu durumun gözlemlendiği açıktır. 2022 yılındaki yayın sayılarında daha da fazla bir düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu durum da pandeminin etkileriyle ilişkilendirilebilir. Yaşanan düşüşün sebeplerinden birisi, çabaların ve kaynakların önemli bir kısmının pandemiyle mücadeleye kaydırılmış olması olabilir (Khalifa vd., 2021).

Çalışmaların atıf sayılarına bakıldığında 1999 yılından 2022 yılına kadar düzenli olarak sürekli artış gösterdiği görülmektedir. Bu durum STEM konusunun popülerliğinin sürdüğüyle ilişkilendirilebilir. Herhangi bir yayının önemi ile atıf sayısı arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır (Aydinoğlu, İlhan ve Özer, 2022). Yüksek atıf alan çalışmalar o konunun önemli olduğunu ve ilgi çektiğini gösterebilir. Herhangi bir alanyazındaki yayınların önemini belirlemenin en basit yolu atıf sayısıdır (Donthu, Kumar, Mukherjee, Pandey ve Lim, 2021). Eski çalışmalar, yeni çalışmalara göre daha fazla atıf alabilir (Szomszor vd., 2021), bir çalışmada atıf alan yayın daha fazla kişiye ulaşabilir dolayısıyla daha eski olan yayınlar daha fazla atıf alabilir. Bir çalışmanın atıf sayısı diğer araştırmacılar tarafından ne kadar ilgi gördüğünü değerlendirme olanağı sunar. Yıllar

geçtikçe STEM konusunun popülarlığı ile yayın sayıları arttikça ülkeler arası iş birliği ilişkisiyle uluslararası yayın sayıları da artmıştır. Bu durumda atıf sayılarını olumlu etkilemiş olabileceği düşünölmektedir. Ayrıca STEM konusunun toplumsal ve ekonomik sorunlara bir cevap olarak gösterilmesi bu alanda yapılan yayın ve atıf sayılarını pozitif yönde etkilemiş olabilir.

1999–2023 yılları arasındaki STEM temalı yayınların ülkelere göre dağılımlarına bakıldığında en çok yayın çıkaran ülkenin, diğerlerinden büyük bir farkla, Amerika Birleşik Devletleri olduğu görölmektedir. Sonrasındaki sıralamadaki ülkelerin yayın sayılarının birbirlerine daha yakın olduğu gözlemlenmektedir. İkinci sırada İngiltere, üçüncü sırada İspanya ve sonra sırayla Avusturalya, Endonezya, Kanada ve Almanya gelmektedir. Türkiye'nin ise en çok yayın üreten sekizinci ülke olduğu görölmüştür. Bu çalışmaya paralel olarak, Zhan, Shen, Xu, Niu ve You (2022) yaptıkları çalışmada STEM alanında en üretken ülkenin Amerika Birleşik Devletleri olduğunu belirlemişler. STEM eğitiminin ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmış olması, Amerika Birleşik Devletleri'nin STEM kavramını ilk tanımlayan ülke olması ve kavramın Amerika Birleşik Devletleri'nden yayılması bu durumun sebeplerinden olabilir. Amerika Birleşik Devletleri'nin büyük ve gelişmiş bir ülke olması bu duruma katkı sağlamış olabilir. Bu çalışmadaki verilerin WoS ve Scopus veri tabanlarındaki İngilizce dilindeki bilimsel çalışmalardan derlenmesi de bu durumun sebeplerinden biri olarak düşünölebilir. PISA sınavında başarı gösteren ülkelerin sınav öncesi ve sınav sonrası yayın sayıları incelendiğinde göze çarpan bir değişiklik olmadığı dikkat çekmiştir.

Atıf sayıları ülkelere göre incelendiğinde de en fazla atıf alan ülkenin diğerlerinden ciddi bir farkla yine Amerika Birleşik Devletleri olduğu görölmektedir. Diğer en çok atıf alan ülkeler ise İngiltere, Avusturalya, İspanya, Kanada ve Almanya olmuştur. Türkiye ise en çok atıf alan 8. ülkedir. Amerika Birleşik Devletleri'nin en fazla yayın üreten ülke olması ve hatta diğer ülkelerle arasında ciddi bir fark olması bu duruma sebep gösterilebilir. Ayrıca STEM konusunda en fazla yayın çıkaran ilk on kurum incelendiğinde de hepsinin Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunması da bu durumun göstergesidir.

Ülkelerin STEM temalı yayın sayılarının yıllara göre dağılımına bakıldığında, genellikle en çok yayının 2017–2019 yılları arasında üretildiği görölmüştür. Ülkelerin iş birliği ağı incelendiğinde Amerika Birleşik Devletleri'nin en fazla iş birliği içinde olan ülke olduğu görölmektedir. Diğer yoğun ilişki içinde olan ülkelerin İspanya, İngiltere, Almanya,

Avusturalya ve Kanada olduğu belirlenmiştir. STEM konulu yayınlarla ilgili olarak Türkiye'nin, analizlerde belirlenen parametreler doğrultusunda, sadece Amerika Birleşik Devletleri ile iş birliği içerisinde olduğu görülmüştür. Özkaya (2019) STEM eğitimi ile ilgili WoS veri tabanında “STEM Education” anahtar kelimesi ile gerçekleştirdiği bibliyometrik analiz çalışmasında diğer ülkelerle en fazla iş birliği içerisinde olan ülkelerin sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Avusturalya, Kanada olduğunu belirlemiştir. Türkiye'nin ise altıncı sırada olduğu görülmüştür. Aynı şekilde Silva Díaz vd.'nin (2022) WoS ve Scopus veri tabanlarını birleştirerek 2010–2020 yılları arasındaki STEM eğitimi ile ilgili yayınlar hakkında gerçekleştirdikleri bibliyometrik analiz çalışmalarında da Amerika Birleşik Devletleri'nin en fazla yayın üreten ülke olduğu görülmüştür. Türkiye'nin ise üçüncü sırada olduğu dikkat çekmektedir. Türkiye'nin de STEM temalı yayınlar hususunda en çok iş birliği içinde olduğu ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir.

Yayın sayılarının kurumlara göre sayıları incelendiğinde, en fazla yayın üreten kurumların Purdue Üniversitesi başta olmak üzere, Kaliforniya Üniversitesi, Arizona Üniversitesi, Michigan Üniversitesi ve Michigan Eyalet Üniversitesi olduğu görülmüştür. Teksas A&M Üniversitesi ve Maryland Üniversitesi eşit sayıda yayın çıkarmıştır. Sonrasında gelen Northwestern Vakıf Üniversitesi ve Florida Merkez Üniversitesi de eşit sayıda yayın üretmiştir. Son olarak Kaliforniya Devlet Üniversitesi en fazla yayın çıkartan 10 kurum arasında yer almaktadır. İlk on kurumun yayın sayılarına ilişkin grafikte bütün kurumların Amerika Birleşik Devletleri'nde olduğu dikkat çekmektedir. Kaliforniya ve Michigan bölgelerinden ikişer tane kurumun ilk on kurum arasına girmiş olması da dikkat çekmektedir. Tas ve Bolat'ın (2022) WoS veri tabanında STEM eğitimi ile ilgili yayınların ülke, kurum ve yıllara göre dağılımlarını inceledikleri çalışmalarında en çok yayın üreten kurumun Purdue Üniversitesi olduğu görülmüştür. Türkiye'de ise STEM alanında en fazla yayın üreten kurumun 14 yayın ile İstanbul Üniversitesi olduğu görülmüştür. Kurumların yıllara göre ürettikleri yayın sayıları incelendiğinde 1999 ve 2000 yıllarında kurumlarla ilişkilendirilebilen hiç yayın bulunmadığı görülmektedir. En fazla yayın üreten ilk 10 kurumun yıllara göre yayımladıkları yayın sayıları incelenirken en fazla yayınının 2020 yılında çıkarılmış olması, yayın sayılarının yıllara göre artışının incelendiği tabloda 2020 yılında düşüş olması sebebiyle şaşırtıcıdır. Kurumlar arası iş birliği ağına göre STEM temalı yayınlar konusunda diğer kurumlarla en baskın iş birliği içinde olan kurumun Kaliforniya Üniversitesi olduğu, sonrasında ise Purdue Üniversitesi, Michigan Devlet Üniversitesi ve Maryland Üniversitesi olduğu görülmüştür. Kurumlar arası iş birliği ağına da öne çıkan

ülkelerin Amerika Birleşik Devletleri'nde olması dikkat çekmektedir. Kumari, Uddin, Lee ve Choi (2020) iş birliğinin alıntı hızını arttırdığını, ayrıca erken yayınlanan yayınların gelecekte daha fazla atıf alma olasılığının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla uluslararası iş birliği içeren yayınlar farklı ülke ve alanlardaki araştırmacılar tarafın okunma ve alıntılanma durumları daha yüksek olabileceği gibi genel anlamda daha fazla atıf da alabilirler. Çalışma bulgularına göre en üretken ülkenin Amerika Birleşik Devletleri olması da bu durumun sebeplerinden olabileceği düşünülmektedir.

STEM konusunda en çok yayın çıkaran dergiler incelendiğinde ilk sırada gelen derginin 186 yayın çıkaran CBE: Life Sciences Education (LSE) dergisi olduğu görülmektedir. İkinci sırada 107 yayın sayısı ile International Journal of STEM Education (IJSE) dergisi ve sonrasında sırasıyla Journal of Women and Minorities in Science and Engineering (WMS), International Journal of Technology and Design Education (ITDE) dergileri STEM alanında en fazla yayını bulunan dergilerdir. Dergilerin yayımladıkları yayın sayıları yıllara göre incelendiğinde, en çok yayın sayısına sahip olan LSE dergisinin 2009 yılından itibaren yayınlarında bir süreklilik olduğu fakat yıllara göre dalgalanma gösterdiği ve LSE dergisinin STEM temalı en fazla yayınlarını 27 yayın ile 2016 ve 2022 yıllarında yayımladığı görülmektedir. İkinci sırada bulunan International Journal of STEM Education dergisi ilk yayını 2014 yılında yayımlamış ve her yıl düzenli olarak STEM alanında yayın çıkarmıştır. Tüm yıllar ve tüm dergiler açısından değerlendirildiğinde, ITDE dergisi 2022 yılında 32 yayımla en fazla yayın çıkartan dergidir. Dergilerdeki STEM temalı yayınların eğilimi incelendiğinde, 2022 ve 2023 yılları hariç, incelenen ve yayın konusunda başı çeken dergilerden sonda gelen dergilere doğru yayınların gecikmeyle arttığı görülebilmektedir. En fazla atıf alan derginin ise en çok yayın yapan dergiden farklı olarak Clinical Neurophysiology (CN) olduğu görülmüştür. İkinci en çok atıf alan derginin en çok yayın çıkartan dergi olan CBE: Life Sciences Education (LSE) olduğu ve sonrasında Science Education (SE) ve Science dergilerinin geldiği görülmektedir. En çok yayına sahip olan ikinci sıradaki International Journal of STEM Education (IJSE) en fazla atıf alan altıncı dergidir. Daha fazla referansa sahip olan yayınların alandaki diğer araştırmalarla daha fazla ilişkili olma olasılığı yüksek olduğu için daha fazla alıntı alma ihtimalleri yüksek olabilir (Alpay, Danacıoğlu ve Çankaya, 2022). Ayrıca kurumların, enstitülerin, dergilerin, ülkelerin ya da yazarların belli bir alanda aldıkları atıf sayıları onları uluslararası düzeyde sıralamamıza olanak verebilir.

Yayın türüne göre yayınların dağılımı söz konusu olduğunda makalelerin sıklık açısından ilk sırada olduğu görülmüştür. Bu türü bildirimler, bildiri tutanakları, kitap bölümleri, incelemeler, kitaplar, makale/kitap bölümü, notlar, kısa anketler, konferans incelemeleri, editör yazıları, editör materyalleri ve mektupların izlediği belirlenmiştir.

5.1.2 PISA Sınavı Sonuçları

2000–2018 yılları aralığında PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık sınavlarının tamamına katılan ya da en fazla bir sınava katılmayan ve STEM alanında yaptığı yayınların yıllara göre sayılarına ulaşılan 35 ülkenin sonuçları yıllara ve ülkelere göre kıyaslayarak incelenmiştir. Ülkeler için öğrenci performanslarını özetlemenin ve dolayısıyla ülkelerin eğitim durumlarını karşılaştırmanın bir yolu PISA değerlendirmelerindeki ortalama puanlardır. Ortalama performansları yüksek olan ülkeler, ekonomik ve sosyal anlamda avantajlı ülkelerdir (OECD, 2010d). Bir ülkenin eğitim sistemi PISA puanlarını doğrudan etkileyen bir faktördür. Öğrencilerin sınava karşı motivasyonu ve tutkusu da PISA puanlarını etkileyebilir.

Bu tez çalışması sonucunda üç okuryazarlık alanında da Finlandiya'nın yüksek performans gösterdiği görülmüştür. Finlandiya'nın oyun temelli öğrenmeyi vurgulayan kapsamlı bir erken çocukluk eğitime sahip olması PISA başarısını olumlu etkileyen sebeplerden biri olabilir (OECD, t.y.-c). Finlandiya'da öğretmenlerin mesleğe başlaması için yüksek lisans derecesi gerekmektedir ve öğretmen yetiştirme programları ülkedeki en seçkin okullar arasında bulunmaktadır (Partanen, 2011). Üstün ve Eryılmaz (2018) Finlandiya'nın başarısının altında birçok faktörün birbiriyle ilişkisi olduğunu fakat en önemlisinin öğretmenlerin ve öğretmen eğitiminin kalitesi olduğunu vurgulamışlardır. Simola (2005) Finlandyalı öğretmenlerin profesyonellikleri, akademik statüleri ve öğretme motivasyonlarının öğrencilerin ataerkil ve otoriter kültürleri tarafından desteklendiğini vurgulamıştır. Finlandiya okulları öğrencilere daha az sayıda ödev ama daha fazla sayıda yaratıcı oyunlar teşvik etmektedir (Partanen, 2011). Ayrıca Finlandiya'da okullar arası rekabet değil eşitlik önemlidir (Partanen, 2011). This is Finland'ın (2019) belirttiği üzere de Finlandiya eğitim sisteminin başarısının sırrı coğrafi konum ya da sosyo-ekonomik duruma bakılmadan ülkenin her yerindeki çocuklar için eşit ve yüksek standartta eğitim veriliyor olmasıdır.

Bununla beraber, OECD (2019a) PISA 2000'deki ilk döngüden bu yana Avusturalya, Finlandiya, Kore, Hollanda ve Yeni Zelanda'nın üç okuryazarlık alanında da puanlarının

zaman içinde düştüğünü belirtmiştir. Çocukların ilköğretim öncesi dönemde aldıkları eğitimde ülkelerin bazı programlar uygulaması ülkelerin PISA puanlarına etki etmektedir (OECD, 2019a). Ülkelerde eğitim söz konusu olduğunda ebeveynleri daha yüksek eğitilmiş ve yetenekli olan çocuklar, ebeveynleri daha az eğitilmiş çocuklara göre daha avantajlıdır (OECD, 2019a). Ülkelerin eşitlik odaklı eğitim politikaları uygulaması ve tüm öğrencilerin yüksek kaliteli eğitim alabilmeleri için programlar düzenlemesi önemlidir. Kanada yerli ve yerli olmayan öğrenciler arasındaki başarı farkını azaltmak için öğrencileri destekleyici eşit eğitim imkanları sağlayan politikalar uygulamıştır (World Population Review, t.y.). PISA’da başarılı olan ülkeler, öğrencilerin 21. yüzyılın dünya çapında bilgi ekonomisinde başarılı olabilmeleri için gereken bilgi ve becerileri öğrenmelerini sağlayıcı müfredat yenilikleri uygulamışlardır (OECD, 2020b). Finlandiya öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerine sahip olmalarını sağlamak için, eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliğini vurgulayan bir dijital okuryazarlık müfredatı geliştirmiştir (OECD, t.y.-d). Genel olarak teknoloji ve dijital okuryazarlık PISA sınavlarında yüksek performans gösteren ülkelerin eğitim politikalarında önemli bir role sahiptir (OECD, 2021a). Teknoloji geliştikçe, bilgisayarların giderek daha fazla rol oynadığı iş dünyasında bireylerin teknolojiyi nasıl kullanmaları gerektiği konusunda yeni bilgi ve beceriler edinmek için kendilerini geliştirmeleri daha önemli hale gelmektedir (OECD, t.y.-b). Tabii ki herkes yazılım mühendisi olmayacaktır, fakat insanlar hesaplamalı modellemelerle ve simüle edilmiş gerçekliklerle etkileşime girebilmeyi ve dijital araçları kullanarak sorunların üstesinden gelebilmeyi bilmelidir.

Türkiye’nin PISA puanları zaman içinde değişkenlik göstermiştir. OECD’e (2022) göre Türkiye’nin ortalama PISA puanları zaman içinde olumlu bir tablo çizmektedir. Ayrıca farklı okullardaki öğrenci performansı ve sosyo-ekonomik durum açısından büyük farklılıklar bulunmaktadır. Eğitim eşitsizlikleri Türkiye’de büyük bir sorundur. Eğitim kaynaklarının farklılıkları okullar arasında dengesizlik oluşturmaktadır. Ebeveynlerinin eğitim düzeyine göre öğrenci başarısı değişmektedir. Ebeveynleri daha yüksek eğitim seviyesine sahip olan öğrenciler PISA sınavlarında daha iyi performans göstermektedir (Yalçın ve Tavşancıl, 2014). STEM alanlarındaki öğretmen yetkinliği, eğitim politikaları ve öğrencinin motivasyonu gibi durumlar PISA sınavlarındaki öğrenci performanslarını değiştirmektedir (Kirman, 2016; MEB, 2016). Türkiye OECD ülkeleri ortalamasının altında performanslar göstermiştir. Matematik ve bilim alanındaki puanları okuma okuryazarlığı alanındaki puanlardan daha düşüktür. Türkiye’de eğitim sistemini iyileştirmek amacıyla

çeşitli reformlar gerçekleştirilmiştir fakat bu değişikliklerin PISA sonuçlarına etkisini görmek için zaman gerekmektedir.

5.1.2.1 PISA Okuma Okuryazarlığı Sınavı Sonuçları

Bu tez çalışmasının veri setinde bulunan ülkeler arasında okuma okuryazarlığı alanında sergilenen en yüksek ortalama puan Kore'nin 2006 yılında ulaştığı 556 puandır. Genel olarak PISA okuma okuryazarlığı ortalama puanları incelendiğinde ise en başarılı ülkenin Finlandiya olduğu görülmektedir. Finlandiya'nın aldığı en yüksek puan 2006 yılında aldığı 547, en düşük puan 2018 yılında aldığı 520 puandır. Clausnitzer (2022) tarafından yayımlanan raporda da Finlandiya'nın 2000 yılından itibaren OECD ortalamasının oldukça üzerinde performanslar sergilediği ancak son yıllarda okuma puanlarında düşüş meydana geldiği belirtilmiştir. Bunun sebebi olarak diğer ülkelerin eğitim sistemlerini daha fazla güncellemesi olabilir. Okuma okuryazarlığı alanında öne çıkan bir diğer ülke ise Kanada'dır. Kanada en yüksek performansını ilk PISA sınavında 534 puan alarak göstermiştir. En düşük aldığı puan ise 2018 yılında aldığı 520 puan olmuştur. Tüm ülkeler arasında tüm zamanların en yüksek puanı alan ülke olmasının yanı sıra, Kore PISA okuma okuryazarlığı puanları incelenirken öne çıkan bir başka ülkedir. Kore'nin aldığı en yüksek puan 2006 yılında almış, en düşük puanı ise 2018 yılında 514 puandır. PISA sınavlarının ilk döngüsünden beri sınava katılan Hong Kong genel olarak en üst sıralarda yer almıştır. 2012 yılında okuma okuryazarlığı sınavında 545 puan alarak birinci olmuştur. En düşük olarak 2003 yılında 510 puan almıştır. 2009 yılındaki puanı da 2006 yılında sergilediği 536 puandan üç puan düşük olup 533 puandır. Lau ve Ho (2016) Hong Kong'lu öğrencilerin okuma derslerinde daha disiplinli bir sınıf ortamında bulduklarını ve etkili okuma stratejileri geliştirdiklerini vurgulayarak okuma kontrol stratejilerinin öğrencilerin okuma performansını kolaylaştıran en önemli etkenlerden olduğu belirtilmişlerdir. En düşük puanları her PISA döngüsünde Endonezya'nın aldığı görülmüştür. Endonezya'nın aldığı en düşük puan 2018 ve 2000 yıllarında ve 371'dir. Brezilya'nın da yıllara göre okuma okuryazarlığı puanları incelenirken oldukça düşük sırada olduğu belirlenmiştir. PISA sonuçları, Brezilya'da eğitim sistemini güçlendirmek için STEM eğitim hareketinin kurulmasına katkıda bulunmuştur (NSF, 2022). Öğrenci başına yapılan harcama ile okuryazarlık puanı arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır; yüksek performans gösteren ülkeler eğitim için yeterli kaynaklara sahiptir (OECD, 2019a).

Türkiye 2003 yılından itibaren PISA sınavlarına dahil olmaya başlamıştır. Genel olarak her yıl düşük puanlar almıştır. OECD ortalamasının altında performans sergilemiştir. Türkiye'nin okuma okuryazarlığı alanında 2012 yılında aldığı 475 puan en yüksek, 2015 yılında aldığı 428 puan da en düşük puan olmuştur. Dilekçi (2022) Türk öğrencilerin 2003, 2006 ve 2009 PISA okuma okuryazarlığı sınavlarında düşük puanlar aldığını dolayısıyla Türkiye'nin diğer OECD ülkelerinin gerisinde olduğunu ve bir standart oluşturamadığını belirtmiştir. OECD (2019h) yayımladığı raporda öğretmenlerin okuma alanına ilgi duyması ile öğrencilerin okuma zevki arasında çok güçlü bir bağ bulunmaktadır. Bu rapora göre, okumayı seven öğrenciler PISA okuma okuryazarlığı değerlendirmelerinde daha başarılı olmaktadır. Öğretmenin eğitimi ve motivasyonu da öğrencilerin okuma okuryazarlığı performansına katkıda bulunabilir.

5.1.2.2 PISA Matematik Okuryazarlığı Sınavı Sonuçları

Matematik okuryazarlığı alanında Hong Kong 2000 ve 2003 döngülerinde birinci olmuştur. Diğer döngülerde de en yüksek sıralamalarda bulunduğu görülmektedir. Magen-Nagar'a (2016) göre kontrol ve öğrenme stratejilerinin matematik okuryazarlığına önemli katkıları bulunmaktadır. Çalışmanın veri setinde bulunan 35 ülke arasında genel olarak matematik okuryazarlığı testinde Japonya'nın da ilk sıralarda geldiği görülmektedir. Japonya ilk PISA sınavında 557 puan ile tüm ülkeler arasındaki en yüksek puanı almıştır. Ayrıca bu puan bütün PISA döngülerinde matematik okuryazarlığı alanında alınan en yüksek puan olmuştur. Japonya'nın aldığı en düşük puan ise 2006 yılındaki 523'tür. Japonya'nın performansı yıllar içinde azalıp artan bir durum sergilemektedir. Knipprath (2010) Japonya'nın PISA matematik ve bilimsel okuryazarlıkta 2003 ve 2006 yıllarındaki düşüş yaşamasına rağmen Japon öğrencilerin diğer OECD öğrencilerine göre daha iyi olduğunu belirtmiştir. Kore de matematik okuryazarlığı sınavında yüksek puanlar sergilemiştir. 2012 yılındaki 554 en yüksek, 2015 yılındaki 524 ise en düşük puandır. Finlandiya matematik okuryazarlığı sınavlarında da öne çıkan bir ülke olmuştur. En yüksek aldığı 2006 yılındaki 548, en düşük puanı 2018 yılında aldığı 507 puandır. Finlandiya'nın puanları 2009 yılına kadar sürekli artarken 2009 yılı itibariyle düşmeye başlamıştır. University of Jyväskylä (2019) yayımladığı raporda Finlandiya'nın puanlarının 2009 yılından itibaren düştüğünü fakat yine de OECD ortalamasının oldukça üzerinde puanlar aldığını belirtmiştir. Bunun sebebi, birçok ülke matematik performansını geliştirmeye çaba sarf ederken Finlandiya'nın matematik performansını geliştirme gayreti içerisinde olmayışı olabilir (Sahlberg, 2014). İsviçre de her yıl sınavlara düzenli katılım sağlayarak en yüksek puan alan ülkeler arasında olmuştur.

Endonezya'nın okuma okuryazarlığında olduğu gibi matematik okuryazarlığı sınavlarında da düşük puanlar aldığı görülmektedir. Brezilya her ne kadar kendi sınavları içinde artış yaşasa da diğer ülkelere kıyasla sürekli düşük performans sergileyen diğer bir ülkedir. Crato (2021) PISA, TIMSS gibi sınavlarda matematik testlerinde yüksek puan alamamanın yetersiz STEM eğitiminin bir göstergesi olduğunu belirtmektedir. Türkiye genel olarak matematik okuryazarlığı alanında düşük puanlar sergilemektedir. PISA 2003 sınavından bu yana Türk öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanlarında artış olsa da bu artış Türkiye'nin sıralamadaki yerini pek değiştirmemiştir (Bilican Demir, 2018). Türkiye 2012 yılında OECD ortalamasının altında fakat OECD ülkelerine yakın bir performans sergilemiştir (Ergül, 2015). Yalçın ve Tavşancıl (2014) liseler arasındaki kalite farklarının, düşük ekonomik düzeydeki okullar ve öğrencilerin sosyal ve kültürel indeks seviyelerinin PISA alanındaki başarıyı etkilediğini belirtmektedir. Sınıf içi etkinlikler, öğrenci merkezli öğrenme, öğretmenlerin bilişsel süreçleri harekete geçirmeleri öğrencilerin matematik okuryazarlığını geliştirmektedir (Bilican Demir, 2018).

5.1.2.3 PISA Bilimsel Okuryazarlık Sınavı Sonuçları

Çalışmada puanları incelenen 35 ülkenin tüm sınav sonuçlarına göre dağılımları incelendiğinde bütün bilimsel okuryazarlık sınavları içinde en yüksek puan Finlandiya'nındır ve 2006 yılında 563 puandır. Japonya ise bilimsel okuryazarlık sınavlarındaki en yüksek puanını ilk PISA sınavında sergilemiştir ve bu puan 550'dir. Japonya'nın en düşük puanı ise 2018 yılındaki sınavda aldığı 529 puandır. Hong Kong 2018 yılındaki bilimsel okuryazarlık sıralamasında biraz gerilemiştir. Ama genel olarak ilk sıralarda yer almaktadır. Lam ve Lau'ya (2014) göre Hong Kong'un bilim başarısını etkilen faktörler arasında ailenin bilime olan merakı küçükte olsa öğrenciye katkı sağlamaktayken öğrencinin gittiği okulun ortalama başarısının, okulun sosyo-ekonomik durumunun güçlü bir katkısı bulunmaktadır. Kore 2000 yılında 552 puan alarak bilimsel okuryazarlık sınavlarındaki en yüksek puanını almış ve 2015 yılında 516 puan alarak en düşük puanını sergilemiştir. Bilimsel okuryazarlık sınavlarında öne çıkan diğer bir ülke, Kanada en yüksek 2006 yılında 534 puan almış, en düşük ise 2018 yılında 518 puan almıştır. Bilimsel okuryazarlık alanında alınan en düşük puan ise Brezilya'nın 2000 yılında aldığı 375 puandır. Brezilya bilimsel okuryazarlık sınavlarında en düşük puanları alan ülke olmuştur. Brezilya'nın aldığı en yüksek puan 2009 ve 2012 yıllarında aldığı 405 puandır. Endonezya da bilimsel okuryazarlık alanındaki sınavlarda oldukça düşük puanlar almıştır. Endonezya'nın aldığı en yüksek puan 2015 yılındaki 403 puandır. Türkiye ise bilimsel

okuryazarlık alanında en yüksek puanını 2018 yılında sergilemiştir ve puanı 468'dir. En düşük puanı ise 2009 yılındaki 424 puandır. Genel olarak ülkelerin puanlarının sınavın ilk yıllarında daha yüksek olduğu, son yıllarında ise düşüşe geçtiği görülmektedir. Türkiye'nin puanları ise döngüsel bir artış ve azalış seyri izlemiştir. Cansız ve Cansız (2019) Türkiye'de fen bilimleri dersi programının içeriğinin daha çok içerik bilgisiyle sınırlı kaldığını, içeriğin fen okuryazarlığının boyutlarını vurgulamada yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenin moral ve motivasyonunun bilimsel okuryazarlık alanında öğrencilerin başarılarını arttırmaya yönelik katkısı olduğu (Abazaoğlu ve Aztekin, 2016), yüksek performans gösteren ülkelerde öğretmenin önemi daha önceki okuryazarlık alanlarının yorumlarında da belirtilmiştir.

5.1.3 Bilimsel Yayınlar ile PISA Sınavları İlişkisi

2000–2018 yılları arasında uygulanan PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık puanları ile ülkelerin STEM temalı yayın ve atıf sayıları arasındaki ilişki incelenmiştir.

Aşağıdaki ilk başlıkta bütün ülkeler için bilimsel yayın ve atıf sayıları ile yedi kez uygulanan PISA sınavının yıllık ortalama puanları arasındaki ilişki tartışılmıştır.

İkinci başlıkta, çalışma kapsamında incelenen 35 ülkenin yayın sayıları ve PISA sınav sonuçları yıllara göre eşleştirilmiş ve STEM hakkındaki bilimsel yayın sayıları ile her PISA döngüsündeki okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık puanları arasındaki ilişki tartışılmıştır.

Üçüncü başlıkta ise bu ilişkiler her okuryazarlık alanında en başarılı olan beş ülke ve Türkiye açısından tartışılmıştır.

5.1.3.1 Sınav Yılı Bazında Tüm Ülkelerin Ortalama PISA Puanları ile Toplam Yayın ve Atıf Sayıları Arasındaki İlişkiler

Bu tez çalışmasında bu başlık altında 2000–2018 yılları arasında yapılan sınavların yıllık ortalama okuryazarlık puanları ile STEM temalı toplam yayın ve atıf sayıları arasındaki ilişki ülke ayrımı gözetmeksizin incelenmiştir. Bu analize en az bir sınava katılmış olan ülkeler dahil edilmiştir. Yani PISA sınavlarının bütün döngülerinde okuma becerileri, matematik ve bilimsel okuryazarlık alanlarında yıllara göre belirlenen ortalama puanlar ile STEM konulu yayınların yayın ve atıf sayılarının ilişkisi incelenmiştir. Okuryazarlık puanlarının yayın sayıları ile ilişkilerini belirlemek için Pearson, okuryazarlık puanlarının atıf sayıları ile ilişkilerini belirlemek için ise Spearman korelasyon analizleri yapılmıştır.

Analizler, ilgili değişkenler arasında — ortalama bilimsel okuryazarlık puanları ve sonraki yıl yayın sayıları arasındaki korelasyon hariç — anlamlı korelasyon ilişkisi olmadığını göstermiştir. Bu da en geniş kapsamlı veri seti bazında *genel anlamda bakıldığında*, önceki cümlede belirtilen istisna hariç, PISA puanları yüksek olan ülkelerin yayın ya da atıf sayılarının anlamlı derecede fazla ya da az olması anlamına gelemeyeceğini göstermektedir. İstisna göz önünde bulundurulursa, örnek olarak Finlandiya üç okuryazarlık alanında yüksek performanslar sergilemesine rağmen yayın sayılarının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nin yayın sayılarının çok yüksek olması ve PISA sınavlarında yüksek bir başarı elde edememesi de yayın ve puanlar arasındaki negatif ilişkiyi açıklayabilir. Yıldırım Kırbacı'nın (2022) çalışmasında benzer şekilde bilimsel okuryazarlık temalı çalışmaların sayısı artarken PISA bilimsel okuryazarlık sınav puanlarında düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu durum sınav puanları düşük ülkelerdeki akademisyenlerin STEM eğitimiyle ilgili akademik çalışmalar yaparak konuya dikkat çekmeye çalışması olarak yorumlanabilir. Domínguez vd. (2012) ise PISA sınavlarının eğitim ve sosyal bilimler alanındaki akademik yazarların yayımladığı bilimsel araştırmalar üzerinde önemli bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Bu anlamda bu tez çalışmasının bulguları Domínguez vd.'nin (2012) bulguları ile genel kapsamda çelişmekte ancak özelde bilimsel okuryazarlık puanları ve sonraki yıl yayın sayıları açısından örtüşmektedir. Bulgular, bu iki değişken arasında güçlü bir negatif ilişki olduğunu göstermektedir. Yani, genellemek gerekirse, sınavda başarısız ülkelerin yayın sayıları artmış, sınavda başarılı ülkelerin yayın sayıları azalmıştır. Eğitim başarıları ile ilgili problem yaşadıklarını düşünmemelerinden dolayı STEM alanında araştırma yapma ihtiyaçları da olmamıştır denilebilir.

Şunu belirtmek gerekir ki, bu analizde yıllar bazında elde edilebilen tüm sınav puan ortalamaları ve yayın ve atıf sayıları dikkate alınmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi, sadece bir sınava dahi girmiş olan ülkelerin puanları da analizler içinde yer almıştır. Bu durum analiz sonuçlarının genel anlamda tahmin edilen ilişkiden sapmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca analizler, sınav yılına dayalı olduğu için ortalamalar ve genel toplamlar üzerinden az sayıda veri kaydı kullanılarak yapılmak durumunda kalmıştır. Bu da anlamlı ilişkilerin sergilenmesi için yeterince güçlü olmayabilir. Daha güçlü bir tespit için, daha fazla sayıda sınavın gerçekleşmesine ihtiyaç vardır.

5.1.3.2 Yayın Yılı Bazında Ülkelerin Ortalama PISA Okuryazarlık Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Yayın yılı bazında toplam yayın sayıları ile ortalama PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık puanları arasındaki korelasyon incelenmiştir. Bu analizde çalışmanın veri setinde bulunan 35 ülkenin PISA sonuçları ve yayınları dikkate alınmıştır.

Korelasyon tablolarında PISA okuryazarlık puanlarının sınav yılındaki, sınav yılından bir önceki yıldaki ve sınav yılından bir sonraki yıldaki yayın sayıları ile olan ilişkisinde dikkate değer birkaç bulgu bulunmaktadır. 2009 sınav yılı için her üç okuryazarlık sınavı puanları aynı yılın akademik yayın sayıları ile pozitif yönde ilişkilidir. Yani puanı yüksek olan ülkelerin yayın sayıları da anlamlı düzeyde yüksektir. 2012 sınav yılı için de tüm okuryazarlık sınav puanları ile önceki yıl yayın sayıları arasında ve okuma ve bilimsel okuryazarlık puanları ile aynı yılın yayın sayıları arasında orta düzeyde pozitif korelasyon saptanmıştır. 2015 sınav yılında ise sadece bilimsel okuryazarlık sınavı puanları aynı yılın yayın sayıları ile pozitif korelasyona sahiptir. Son olarak, 2018 sınav yılında sadece matematik okuryazarlık sınavı puanları aynı yılın yayın sayıları ile bu kez negatif yönde ilişkilidir.

Bu tez çalışmasında temel amaç sınav puanlarının sınav yılındaki ve birer yıl önceki ve sonraki yayın sayılarıyla ilişkisini incelemek olmakla beraber, büyük resmi görmek açısından tüm korelasyon verilerine bir arada da bakılmıştır. Bu anlamda, aşağıda *her okuryazarlık alanı için* bütün sınav yıllarına ve yayın yılı bazında yayın sayılarına ait bulguları topluca gösteren birer Excel tablosu (Tablo 5.1, Tablo 5.2 ve Tablo 5.3) oluşturulmuştur. Tablolarda sınav puanları ve yayın sayıları arasındaki hesaplanan korelasyon değerleri yön ve büyüklüklerine bağlı olarak, anlamlı olup olmadıklarına bakılmaksızın, renklendirilmiştir. Her hücrede korelasyon düzeyi pozitif ve yüksek ise mavi renk tonu koyulaşmaktadır. Korelasyon düzeyi negatif ve yüksek düzeyde ise kırmızı renk tonu koyulaşmaktadır. Korelasyon yok ise hücre rengi beyazdır. Sınav yılından bir önceki sene, sınav yılı ve sınav yılından bir sonraki senenin yayınlarının tablolarında rahat takip edilebilmesi açısından ilgili hücreler kesikli çizgilerle işaretlenmiştir. Tüm bu biçimlendirmeler yoluyla bulgularda oluşan desenler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Yayın yılı bazında toplam yayın sayıları ile ortalama PISA okuma okuryazarlığı sınav puanları arasındaki korelasyon sonuçlarının yorumlandığı tablo (Tablo 5.1) aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.1: Yıllara göre bilimsel yayın sayıları ile PISA okuma okuryazarlığı sınav puanlarının korelasyon tablosu.

Yayın Yılına Göre Yayın Sayısı	Okuma Okuryazarlığı						
	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018
1999	0,029	0,000	- ^a	0,093	0,017	-0,017	0,151
2000	0,153	0,189	0,204	0,235	0,168	0,014	0,110
2001	0,199	0,043	0,095	0,163	0,183	0,109	0,239
2002	0,358*	0,260	0,320	0,225	0,228	0,182	0,335
2003	0,007	0,000	-0,108	-0,030	-0,029	-0,084	0,090
2004	0,218	0,185	0,240	0,235	0,161	0,183	0,297
2005	0,155	0,148	0,136	0,230	0,171	0,217	0,192
2006	0,154	0,166	0,092	-0,004	0,110	0,041	0,136
2007	-0,110	-0,093	-0,132	-0,088	-0,036	-0,027	-0,027
2008	0,356*	0,294	0,329	0,269	0,178	0,204	0,393*
2009	0,409*	0,360*	0,395*	0,429*	0,398*	0,378*	0,377*
2010	0,207	0,043	0,130	0,112	0,215	0,170	0,209
2011	0,377*	0,347	0,315	0,357*	0,347*	0,265	0,294
2012	0,318*	0,227	0,226	0,331	0,314	0,288	0,308
2013	0,070	-0,028	0,028	0,126	0,089	0,109	0,158
2014	0,323	0,232	0,282	0,291	0,251	0,261	0,334
2015	0,377*	0,214	0,197	0,267	0,280	0,244	0,255
2016	0,180	-0,040	0,072	0,152	0,103	0,054	0,103
2017	0,257	-0,031	0,120	0,111	0,143	0,151	0,252
2018	0,024	-0,180	-0,138	-0,061	-0,090	-0,113	-0,045
2019	0,014	-0,230	-0,140	-0,073	-0,133	-0,149	-0,094
2020	0,013	-0,178	-0,093	-0,020	-0,011	-0,047	-0,013
2021	-0,063	-0,266	-0,175	-0,152	-0,144	-0,124	-0,051
2022	0,238	0,095	0,166	0,120	0,120	0,122	0,239
2023	0,279	0,150	0,149	0,193	0,173	0,149	0,203

Not: ^a1999 yayını bulunan tek ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. 2006 yılında bu ülke okuma okuryazarlığı sınavına dahil olmadığı için korelasyona bakılamamaktadır; * p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Tablodaki en belirgin desen, 2009 yılı yayın sayıları ile tüm sınav yıllarında ortalama okuma okuryazarlık puanları arasında pozitif ve anlamlı korelasyon olmasıdır. Diğer bir deyişle, 2009 yılı yayınları belirleyici bir durum sergilemektedir; ülkelerin 2009 yılı yayın sayılarına bakılarak okuma okuryazarlığı performansları hakkında belirli bir düzeyde fikir elde edilebilir. Bu durum bir sonraki PISA sınavı için de geçerli olabilir.

Anlamlı istatistiksel sonuçlardan bağımsız olarak, tabloda 2008 yılı öncesi yayın sayılarının sınav puanlarıyla genelde zayıf pozitif korelasyon sergilediği, 2008-2017 yılları arasındaki korelasyonun daha güçlü ve pozitif olduğu görülmektedir. 2018 ve sonrasındaki yıllarda ise genelde zayıf ve negatif korelasyonlar görülmektedir. Ayrıca sınav sonuçlarının birbirine benzer şekilde ilerlediği, bu nedenle de yayın sayıları ile eşleştirildiğinde bantlar halinde benzer renklerde korelasyonlar ürettiği görülmektedir. Özellikle 2012 sınav yılından sonra; sınav yılından önceki yıl, sınav yılıyla aynı yıl ve sınav yılından sonraki yıl yayın sayıları ile olan korelasyonlarda bir azalış, hatta negatife kayış deseni dikkat çekmektedir.

Yayın yılı bazında toplam yayın sayıları ile tüm ortalama PISA matematik okuryazarlık sınav puanları arasındaki korelasyon sonuçları aşağıdaki tabloda (Tablo 5.2) birleştirilmiştir.

Tablo 5.2: Yıllara göre bilimsel yayın sayıları ile PISA matematik okuryazarlığı sınav puanlarının korelasyon tablosu.

Yayın Yılına Göre Yayın Sayısı	Matematik Okuryazarlık						
	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018
1999	-0,029	-0,122	-0,102	-0,068	-0,119	-0,144	-0,136
2000	0,184	0,099	0,147	0,173	0,121	0,056	0,003
2001	0,232	0,065	0,036	0,061	0,068	0,031	0,133
2002	0,313	0,184	0,204	0,192	0,206	0,158	0,200
2003	-0,035	-0,122	-0,167	-0,160	-0,163	-0,204	-0,110
2004	0,114	0,051	0,067	0,092	0,037	0,047	0,030
2005	0,074	0,036	0,092	0,133	0,108	0,063	0,075
2006	0,021	0,054	0,009	-0,071	0,042	-0,005	0,042
2007	-0,255	-0,252	-0,217	-0,209	-0,186	-0,195	-0,246
2008	0,308	0,178	0,149	0,139	0,053	0,040	0,130
2009	0,379*	0,300	0,314	0,331	0,292	0,238	0,230
2010	0,128	-0,042	0,053	0,020	0,156	0,093	0,077
2011	0,238	0,236	0,281	0,264	0,281	0,188	0,179
2012	0,289	0,162	0,202	0,242	0,265	0,194	0,169
2013	-0,054	-0,223	-0,121	-0,076	-0,046	-0,123	-0,025
2014	0,248	0,079	0,153	0,163	0,176	0,154	0,206
2015	0,274	0,034	0,096	0,133	0,128	0,087	0,045
2016	0,103	-0,146	0,010	0,018	-0,005	-0,112	-0,090
2017	0,135	-0,140	0,000	-0,014	0,034	-0,054	-0,048
2018	-0,125	-0,345	-0,270	-0,252	-0,253	-0,364*	-0,370*
2019	-0,088	-0,333	-0,229	-0,198	-0,214	-0,308	-0,290
2020	-0,073	-0,267	-0,181	-0,172	-0,111	-0,176	-0,188
2021	-0,188	-0,430*	-0,316	-0,352*	-0,298	-0,344*	-0,356*
2022	0,103	-0,130	-0,034	-0,064	-0,046	-0,120	-0,162
2023	0,098	-0,062	-0,012	0,018	0,018	0,019	0,006

Not: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Çalışmada sınav sonuçları incelenen ülkelerin her bir PISA döngüsündeki matematik okuryazarlığı puanları ile STEM temalı yayınlarının sayıları arasındaki korelasyonda yayın yılı bazında genel olarak 2021 yılı yayın sayılarının oldukça belirleyici olduğu göze çarpmaktadır. Bu yıl yapılan yayınların sayısı önceki birçok matematik okuryazarlığı puanı ile negatif korelasyona sahiptir. Bunun haricinde, tabloya (Tablo 5.2) göre matematik okuryazarlığı 2000 yılı sınav puanları ile 2009 yılı yayın sayıları arasındaki ilişki anlamlı bulunmuş ve 2006 ve 2012 yılı sınav puanları ile hiçbir yılın yayın sayıları arasında korelasyon olmadığı gözlenmiştir. 2003 yılı sınav puanları ile 2021 yılı sınav puanları arasında negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Ayrıca 2015 ve 2018 sınav puanları ile 2018 yılı yayın sayıları arasında negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir.

Okuma okuryazarlığında olduğu gibi, sınav sonuçlarının birbirine benzer şekilde ilerlediği, bu nedenle de yayın sayıları ile eşleştirildiğinde bantlar halinde benzer renklerde korelasyonlar ürettiği görülmektedir. Ancak bu bantlarda sınav yılı bazında zaman içerisinde pozitiften azalan veya negatife doğru hafif bir kayış da göze çarpmaktadır.

Bu okuryazarlık türü açısından da — okuma okuryazarlığındaki eğilime benzer şekilde ve 2000 sınav yılı hariç — sınav yılından önceki yıl, sınav yılıyla aynı yıl ve sınav yılından sonraki yıl yayın sayıları ile olan korelasyonlarda genelde bir azalış, hatta negatife kayış deseni dikkat çekmektedir.

Bilimsel yayın sayıları ile PISA bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları arasındaki korelasyon sonuç tablosu (Tablo 5.3) verilmiştir.

Tablo 5.3: Yıllara göre bilimsel yayın sayıları ile PISA bilimsel okuryazarlık sınav puanlarının korelasyon tablosu.

Yayın Yılına Göre Yayın Sayısı	Bilimsel Okuryazarlık						
	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018
1999	0,029	-0,051	-0,034	0,051	-0,017	0,000	0,102
2000	0,120	0,168	0,155	0,218	0,127	0,177	0,152
2001	0,310	0,168	0,193	0,245	0,192	0,253	0,327
2002	0,426*	0,149	0,280	0,268	0,262	0,282	0,338*
2003	0,018	-0,051	-0,041	0,003	-0,050	0,010	0,064
2004	0,164	0,062	0,152	0,180	0,129	0,178	0,241
2005	0,169	0,069	0,210	0,250	0,200	0,247	0,233
2006	0,137	0,068	0,096	0,091	0,116	0,103	0,096
2007	-0,176	-0,176	-0,148	-0,105	-0,086	-0,111	-0,101
2008	0,372*	0,253	0,280	0,279	0,172	0,240	0,332
2009	0,412*	0,385*	0,507**	0,513**	0,429*	0,525*	0,535**
2010	0,228	0,083	0,228	0,207	0,280	0,236	0,275
2011	0,386*	0,270	0,348*	0,352*	0,336*	0,338*	0,311
2012	0,345	0,213	0,299	0,333	0,331	0,400*	0,367*
2013	0,102	-0,082	0,037	0,090	0,091	0,088	0,188
2014	0,308	0,040	0,211	0,260	0,229	0,306	0,319
2015	0,295	0,034	0,182	0,247	0,207	0,299	0,232
2016	0,127	-0,118	0,070	0,121	0,064	0,152	0,145
2017	0,293	0,005	0,169	0,153	0,186	0,193	0,228
2018	-0,036	-0,260	-0,122	-0,095	-0,130	-0,050	-0,049
2019	0,025	-0,238	-0,096	-0,086	-0,119	-0,058	-0,043
2020	0,035	-0,223	-0,044	-0,019	-0,020	0,035	-0,002
2021	-0,102	-0,331	-0,173	-0,154	-0,161	-0,101	-0,085
2022	0,160	-0,057	0,107	0,138	0,101	0,175	0,163
2023	0,153	-0,055	-0,023	0,100	0,050	0,051	0,077

Not: * p<0,05; ** p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

1999-2023 yılları arasında yayımlanmış olan ve WoS ve Scopus veri tabanlarında taranmış olan STEM temalı yayınların sayısı ile PISA bilimsel okuryazarlık sınav puanlarının korelasyonları incelendiğinde, 2009 yayın yılı açısından okuma okuryazarlığına çok benzer bir eğilim gözlenmiş ve pozitif ve anlamlı korelasyonlar tespit edilmiştir. Yani 2009 yayın sayıları bilimsel okuryazarlık açısından da oldukça belirleyicidir. Buna ilave olarak, 2011 yılındaki yayın sayıları ile bilimsel okuryazarlık sınav sonuçları arasında da 2003 ve 2018 yılı sınav sonuçları haricinde anlamlı ve pozitif korelasyonlar mevcuttur. Bu öne çıkan iki yayın yılı haricinde başka anlamlı korelasyonlar da 2002, 2008 ve 2012 yayın yılları için gözlemlenmiştir. Tüm anlamlı korelasyonlar pozitif yönlüdür.

Diğer okuryazarlıklar için olduğu gibi, sınav sonuçlarının birbirine benzer şekilde ilerlediği, bu nedenle de yayın sayıları ile eşleştirildiğinde bantlar halinde benzer renklere korelasyonlar ürettiği görülmektedir.

Diğer okuryazarlık türlerin eğilime benzer şekilde özellikle son sınav yıllarına doğru; sınav yılından önceki yıl, sınav yılıyla aynı yıl ve sınav yılından sonraki yıl yayın sayıları ile olan korelasyonlarda genelde bir azalış, hatta negatife kayış deseni dikkat çekmektedir.

5.1.3.3 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye'nin Ortalama PISA Okuryazarlık Sınav Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Bu bölümde tüm PISA sınavlarına katılan veya en fazla bir PISA sınavına katılmayan ülkeler arasında en yüksek puanları alan ilk beş ülke ve Türkiye'nin PISA okuma, matematik ve bilimsel okuryazarlık puanları ile STEM temalı toplam yayın sayıları arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Çalışmanın başında ülkelerin sınav yılında, sınav yılından önceki yıl ve sınav yılından sonraki yıl yayımladıkları yayınların sayıları ile sınav puanları arasındaki ilişkinin anlamlı olabileceği düşünülmüştür.

Tüm okuryazarlık türleri açısından ortaya çıkan en önemli üç bulguyu şu şekilde listelemek mümkündür: (1) başarılı ülkeler için yayın ve sınav puanları arasındaki ilişkiler anlamlı olup olmadığına bakılmaksızın birkaç istisna hariç genelde negatif yönlüdür; Türkiye için ise genelde pozitif yönlüdür. (2) Finlandiya, Kore ve Hong Kong her üç okuryazarlık türünde en başarılı beş ülke arasına girmeyi başarmıştır; bunlardan Finlandiya'nın yayın sayıları ile sınav puanları arasındaki korelasyonlar her üç okuryazarlık türü için de anlamlı, Hong Kong için ise sadece matematik okuryazarlığı açısından anlamlı bulunmuştur. Kore'nin ise yayın sayıları ve sınav puanları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. (3) Önceki yıl, aynı

yıl ve sonraki yıl yayın sayıları okuryazarlık puanları ile belirgin bir korelasyon deseni sergilememektedir. Her üç yıl grubundan yayın sayıları ile başarılı ülkelerin bazılarının okuryazarlık puanları arasında korelasyonlar mevcuttur.

Okuryazarlık türlerine bağımlı diğer analiz sonuçları ile ilgili yorumlar aşağıda üç başlık altında sunulmuştur.

5.1.3.3.1 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye'nin Ortalama PISA Okuma Okuryazarlığı Sınav Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

PISA okuma okuryazarlık sınavlarında en yüksek puanı almış olan Finlandiya'nın sınav yılından önceki yıllarda ve sınav yılıyla aynı yıllarda yayımlanmış olan STEM temalı yayınlarının sayıları ile sınav puanları arasındaki korelasyon anlamlı bulunmuştur. Hong Kong, Kore ve Türkiye hariç sınav yılıyla aynı yıllardaki akademik yayınların sayısı ile ülkelerin puanları arasındaki korelasyon anlamlı bulunmuştur. Sınav yılından önceki yıl yayımlanan yayın sayıları ile sınav puanları arasındaki korelasyon sadece Finlandiya için anlamlı bulunmuştur. Yeni Zelanda'nın ise sınav yılından sonraki yıl yayımladığı yayın sayılarının sayısı ile sınav puanları arasındaki korelasyon yüksek düzeyde ve negatiftir.

En yüksek okuma okuryazarlığı puanlarına sahip beş ülkenin tek tek puanları ve yayın sayıları incelendiğinde yayın sayılarının 2020 yılına kadar arttığı, 2020 yılında bir düşüş sonrası tekrar artış gösterdiği görülmektedir. 2020 yılındaki düşüşün Covid-19 pandemisinin etkisiyle olduğu düşünülmektedir. Yeni Zelanda haricindeki diğer başarılı 4 ülkenin puanlarının sınavdan sınava dalgalanmalar gösterdiği fakat Yeni Zelanda'nın puanlarının 2000 yılından itibaren her yıl düşüş gösterdiği görülmektedir. Türkiye'nin ise 2020 yılı haricinde sürekli artan oranda yayın sayısına sahip olduğu ve sınav puanlarının da 2003 yılından 2015 yılına kadar devamlı artarken 2015 yılında bir düşüş gösterdiği, 2018 yılında ise tekrar arttığı görülmektedir. Bu durumda Türkiye haricindeki ülkelerin sınav yıllarındaki yayın sayıları ile sınav puanlarının birbirleriyle negatif yönde ilişkili olduğunu, yani yayın sayıları artarken sınav puanlarının düştüğünü söyleyebiliriz. Finlandiya'nın sınav puanları ile sınav yılından önceki yıllarda yayımladığı yayın sayıları arasındaki ilişkide yüksek negatif bir korelasyon görülmektedir. Yeni Zelanda'nın her yıl puanları düşerken yayın sayıları artmıştır. Türkiye'nin ise sınav puanları ve yayın sayıları arasında herhangi bir korelasyon bağlantısı bulunmamaktadır.

5.1.3.3.2 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye'nin Ortalama PISA Matematik Okuryazarlığı Sınav Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Hong Kong ve Finlandiya'nın sınav puanları yıllar içinde değişim göstermiştir. Sınav yıllarında yayımladıkları yayın sayıları ile puanları arasında yüksek oranda negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Hong Kong'un sınav puanları ile sınav yıllarından sonraki yıllarda yayımlanmış olan yayın sayıları arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Yayın sayıları artarken sınav puanlarının düştüğünü söyleyebiliriz. Finlandiya'nın hem sınavdan önceki yıllarda hem de sınavdan sonraki yıllardaki yayın sayıları ile sınav puanları arasındaki korelasyon anlamlı bulunmuştur. Japonya, Kore ve Türkiye'nin sınav puanları ile yayın sayıları arasında anlamlı bir paralel artış ya da azalış yoktur. İsviçre'nin ise sınav yıllarından sonraki yıllardaki yayın sayıları ile sınav puanları arasındaki korelasyon yüksek ve negatif yönlüdür. İsviçre'nin puanları yıllar içinde dalgalanma göstermektedir. İlk yıllarda artarken son yıllara doğru düşüş meydana gelmiştir. PISA puanlarında düşüş meydana geldikçe STEM eğitimi alanındaki araştırmalara daha fazla ilgi artmış ve sınav puanları yükseldikçe STEM ile ilgili bilimsel yayınlara ilgi azalmış olabilir. Japonya'nın matematik okuryazarlığı puanı her yıl artan ya da azalan bir değişim göstererek değişmiştir. Sınav öncesi yayın sayılarının ise sınav sonrasındaki yıllardakilere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Türkiye'nin STEM konusunda taranan ilk yayını 2008 yılındadır. Sınav öncesi yıllardaki yayın sayılarının düşük olduğu sınav sonrası yıllarda yayın sayılarının yükseldiği görülmektedir. Türkiye'nin matematik okuryazarlığı puanları ise 2003 yılından 2015 yılına kadar devamlı artarken 2015 yılında düşmüştür. Türkiye'nin 2018 yılında matematik okuryazarlığı puanı tekrar yükselmiştir. Finlandiya'nın sınav puanları 2009 yılına kadar artarken, 2009 yılından itibaren her yıl düşmeye başlamıştır. Finlandiya'nın taranan ilk yayını 2011 yılındadır. Sınav yıllarından sonraki puanları ise 2016 ve 2019 yıllarında yükseldiği görülmektedir. İsviçre'nin ise taranan ilk yayını 2012 yılındadır ve sınavdan sonraki yıllarda puanları artarak devam etmiştir. Sınav puanları azalıp artarak her döngüde değişim göstermiştir.

5.1.3.3.3 En Başarılı Beş Ülke ve Türkiye'nin Ortalama PISA Bilimsel Okuryazarlık Sınav Puanları ile Toplam Yayın Sayıları Arasındaki İlişkiler

Bilimsel okuryazarlık alanında yapılan sınavlarda en başarılı ülke olan Finlandiya'nın sınav yıllarından önceki ve sonraki yıllarda yayımlanan yayın sayıları ile bilimsel okuryazarlık puanları arasındaki korelasyon negatif yönde anlamlı bulunmuştur. Finlandiya'nın bilimsel okuryazarlık puanları 2006 yılına kadar artarken 2006 yılından sonraki yıllarda her yıl

düşmüştür. Yayın sayıları ise 2020 yılına kadar artan ve pandemi dolayısıyla bir düşüştten sonra tekrar artmıştır. Kanada'nın ise sınav yılından önceki yıllarda yayımladığı yayınların sayıları ile sınav puanları arasındaki korelasyon negatif yönde anlamlı bulunmuştur. Japonya, Hong Kong, Kore ve Türkiye'nin sınav puanları ile yayın sayıları arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı gözlemlenmiştir. Türkiye'nin yıllar içinde artıp azalarak değişkenlik gösteren bilimsel okuryazarlık puanları ile 2008 yılından itibaren her yıl artış gösteren yayın sayıları arasında korelasyonel anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

5.2 Öneriler

Bu tez çalışması kapsamında WoS ve Scopus veri tabalarından elde edilen 13695 adet akademik yayın anahtar kelimeler, yayın ve atıf sayılarına, dergilere, kurumlara, yayın türlerine ve ülkelere göre bibliyometrik olarak incelenmiştir. Ayrıca, yayın sayıları ile PISA sınav sonuçları arasındaki korelasyonel ilişki keşfedilmiştir.

5.2.1 Çalışmanın Bulgularına Yönelik Öneriler

Bütün ülkeler bazında yapılan analizlerde özellikle okuma okuryazarlığı ve bilimsel okuryazarlık açısından genellikle pozitif yönlü korelasyonlara rastlanmıştır (Tablo 5.1 ve Tablo 5.3). Fakat veriler en başarılı ülkeler açısından incelendiğinde sadece negatif yönlü korelasyonlara rastlanmıştır (Tablo 4.19, Tablo 4.21 ve Tablo 4.23). Bu, başarılı ülkeler açısından araştırma sayılarının sınav performansının kötüye gittiği durumlarda daha fazla araştırmayla sonuçlandığı, iyiye gittiği durumlarda ise daha az araştırma ile sonuçlandığı şeklinde yorumlanabilir. Diğer bir deyişle, özellikle başarılı ülkeler söz konusu olduğunda, çok sayıda yayına sahip olmak PISA sınavında daha yüksek başarı elde etmek anlamına gelmemektedir. Nitekim Türkiye için durum böyledir. Benzer şekilde, diğer ülkelere kat ve kat daha fazla sayıda STEM yayını bulunan Amerika Birleşik Devletleri, en başarılı beş ülke arasına girememiştir. Bu anlamda, PISA başarısına katkı sağlamak açısından çalışmaların sayısından ziyade, niteliklerine önem vermek etkili bir strateji olabilir. Ancak başarılı ülkeler için bahsi geçen korelasyon sonuçlarının tüm ülkeler bazında aynı ilişkiyi göstermemesi, verilerde gizli bazı diğer etkenlerin varlığına da işaret ediyor olabilir. Bu çalışma kapsamında genel resmin yanında, başarılı ülkelere derinlemesine de bakılmıştır. Başarısız ülkelere de benzer şekilde bakılarak nasıl bir desen elde edileceği araştırılabilir. Ayrıca, PISA sınavı sonuçları en yüksek ve en düşük olan ülkelerdeki STEM temalı yayınlar arasındaki farklar incelenebilir. Ülkelerin eğitim sistemlerindeki hangi faktörlerin PISA başarısını ve STEM temalı yayınların niceliğini ve kalitesini etkilediği incelenebilir.

Türkiye'nin PISA sınavlarında uluslararası seviyeleri yakalayabilmesi için STEM araştırmalarına daha fazla önem vermesi katkı sağlayabilir.

Bibliyometrik analiz sonuçları Türkiye'deki araştırmacıların ağırlıklı olarak Amerika Birleşik Devletleri'ndeki araştırmacılar ile iş birliği içinde akademik faaliyetler yürüttüğünü ortaya koymaktadır. Atıf indekslerinde ilk sıralarda yer alan kurumların Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alıyor olması, bu ülkedeki birden fazla üniversitenin ön sıralara yerleşmiş olması, bilimsel faaliyetlerin (konferans, seminer vs.) daha yoğun gerçekleştiği merkezlerin avantajlarını kullanıyor olmaları gibi durumlarla açıklanabilir. Türkiye ve diğer ülkelerde bilimsel faaliyetleri teşvik edecek merkezlere daha fazla önem verilebilir. PISA ve STEM bağlamında, daha başarılı olan ülkelerle bilimsel iş birliğinin artırılması daha etkili sonuçlar üretebilir. Ayrıca, iş birliğinin çeşitlendirilmesi şüphesiz farklı kültürel bakış açılarından yararlanma fırsatı sunacaktır. Türkiye ve diğer ülkelerdeki çalışmaların iş birliği ağında öne çıkabilmesi için STEM alanında öne çıkan kurumlar olan Kaliforniya Üniversitesi, Purdue Üniversitesi ya da Arizona Üniversitesi gibi halihazırda bu konuda iyi performans sergileyen kurumlarla iş birliği teşvik edilebilir. Araştırmacıların farklı ülkelerdeki farklı kurumlardaki araştırmacılarla iş birliği teşvik edilebilir. Tübitak'ın bu konuda birçok proje desteği ve benzeri yöntemlerle girişimleri bulunmaktadır. Bunların artırılması akademisyenler arası iş birliğine katkı sağlayabilir. İş birliği grafiğinde yer alabilmek için Amerika Birleşik Devletleri potansiyel araştırma ortağı olarak hedef alınabilir. Diğer taraftan da PISA puanı yüksek olan ülkelerle iş birliği teşvik edilebilir. Amerika Birleşik Devletleri, Purdue Üniversitesi, Kaliforniya Üniversitesi ve Science Education (SE) dergisi gibi unsurlar bu araştırmada öne çıkmış olan unsurlardır. Başka bir çalışmada STEM alanında öne çıkan kurumlarda ya da dergilerde diğerlerine kıyasla neyin farklı olduğu, nelere odaklanıldığı incelenebilir. Örneğin, Türkiye'deki üniversiteler Purdue Üniversitesi'nin akademisyenlerini teşvik etmek için kullandığı yöntemleri kullanabilir. Benzer şekilde STEM alanıyla ilgilenen araştırmacılar CBE-Life Science Education dergisinin yayınlarını kendilerine örnek almak isteyebilirler.

Bu çalışmada hedef kitlenin yaş sınırı gözetilmeksizin bütün STEM temalı çalışmalar ile tüm PISA sınavlarına katılan veya sadece bir PISA sınavına katılmayan ülkelerin yayın sayıları ve puanları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Sonuçlar yayın yılı bazında sistematik örüntüler sergilememiştir. PISA 15 yaşındaki öğrencilerin yaşama hazırbulunluşluk düzeylerini okuryazarlık teması altında ölçen bir sınavdır. Bu gerçeği analiz sürecine daha

fazla dahil edebilmek açısından, lise düzeyine odaklanan STEM temalı çalışmalar ile ülkelerin PISA sınav puanları arasındaki ilişki incelenebilir. Ancak şüphesiz bu işlemi yapmak yayınlar üzerinden çok daha detaylı ve dolayısıyla daha uzun soluklu bir inceleme yapmayı gerektirecektir. Benzer şekilde, ülkelerin STEM odaklı eğitim politikaları, proje tabanlı öğrenme ya da oyun tabanlı öğrenme gibi yöntemler ile ilgili yayınları ile PISA sonuçları arasındaki ilişkinin de araştırılması literatüre farklı bakış açıları sunabilir.

Bu çalışmada 1999-2023 yılları arasında WoS ve Scopus veri tabanlarında yayımlanmış olan İngilizce dilindeki bütün yayınlar incelenmiştir. Yayın türüne kısıtlama getirilerek araştırma tekrarlanabilir. Kapsam STEM alanındaki öğretim yöntemlerine göre daraltılarak PISA sınavlarıyla ilişki incelenebilir. Sadece Türkiye’de yapılan STEM temalı yayınlar ile PISA okuryazarlık sınav türleri arasındaki ilişkiyi derinlemesine incelemek de Türkiye açısından farklı bakış açıları sunabilir.

5.2.2 Gelecek Çalışmalara Yönelik Öneriler

Bu çalışmada anahtar kelimeler, ülkeler, kurumlar ve dergiler açısından bibliyometrik analizlere odaklanılmıştır. Başka bir çalışmada anahtar kelimelerin yıllar içindeki evrimi izlenebilir. Tematik ağ analizi gibi yöntemler kullanmak konular veya anahtar kelimeler arasındaki ilişkilerin grafiksel olarak görselleştirilmesine ve bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılara daha iyi bir resim çizilmesine yardımcı olabilir. STEM alanında yayın yapan yazarlar, STEM alanında yapılan çalışmalarda hangi yayınlara daha çok atıfta bulunduğu incelenebilir. Atıf yapılan yayınların zaman içindeki değişimi gözlenebilir. STEM alanında sadece belirli bir yayın türüne odaklanılarak metinlerin içeriğinin zenginliği de alanda yapılan yayınların kalitesi açısından fikir verebilir. Farklı dillerdeki bilimsel yayınlar incelenerek, raporların evrensel erişebilirliği ve dağılımın birleştirilebilmesi için analizler yapılabilir, bu tür bir araştırma uluslararası iş birliği ve gelişen küresel süreçlerin anlaşılması için önemli olabilir.

STEM temalı yayınlar için herhangi bir dil sınırlaması yapmadan ülkelerin kendi dillerinde yayımladıkları yayınların da katılmasıyla yayın sayıları ve PISA sınavı sonuçları arasında daha farklı bir görüntü ortaya çıkabilir. Ayrıca PISA sınavında öğrencilerin cinsiyete göre değerlendirilmeleri ile STEM alanında cinsiyet açısından öğrencilerin karşılaştırıldığı çalışmalar da literatüre katkı sağlayabilir.

6. KAYNAKÇA

- Abazaoğlu, İ. ve Aztekin, S. (2016). The role of teacher morale and motivation on students' science and math achievement: Findings from Singapore, Japan, Finland and Turkey. *Universal Journal of Educational Research*, 4(11), 2606-2617. doi:10.13189/ujer.2016.041114
- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N. ve Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4), e15100. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e15100
- Access College America. (t.y.). STEM academic publications in medicine and health technologies. 21 Ağustos 2023 tarihinde <https://www.accesscollegeamerica.org/importance-of-stem-education-for-healthcare-professionals> adresinden erişildi.
- Akaygün, S., Aslan Tutak, F. ve Özel, S. (2020). Türkiye'de STEM eğitiminde araştırmalar ve uygulamalar. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 1-2. dergipark.org.tr/tr/pub/buje/issue/58376/842630 adresinden erişildi.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Sencer Çorlu, M., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. İstanbul: Scala Basım.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Çorlu, M. S., Ger, A. M. ve Türk, Z. (2018). *STEM eğitiminin öğretim programına entegrasyonu: Çalıştay raporu*. İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları. İstanbul.
- Aldemir, J. ve Kermani, H. (2017). Integrated STEM curriculum: improving educational outcomes for Head Start children. *Early Child Development and Care*, 187(11), 1694-1706. doi:10.1080/03004430.2016.1185102
- Alıcı, M. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri*. (Yüksek lisans). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 507585).
- Almarashdi, H. S. ve Jarrah, A. M. (2023). Assessing tenth-grade students' mathematical literacy skills in solving PISA problems. *Social Sciences*, 12(1), 33. doi:10.3390/socsci12010033
- Alpar, R. (2020). *Uygulamalı istatistik ve geçerlik-güvenirlilik* (6. Baskı.). Ankara: Detay Yayıncılık.

- Alpay, O., Danacıoğlu, N. ve Çankaya, E. (2022). Modelling of Factors Influencing the Citation Counts in Statistics. *Academic Platform Journal of Engineering and Smart Systems*, 10(3), 157-167. doi:10.21541/apjess.1075099
- American Association of School Librarians (AASL). (2007). *Standards for the 21 st century learner*. Chicago: American Association of School Librarians.
- American Management Association. (2012). *AMA 2012 critical skills survey*.
- American Psychological Association. (2022, 20 Nisan). STEM psychology as a core science, technology, engineering, and mathematics discipline. 23 Haziran 2023 tarihinde <https://www.apa.org/pubs/reports/stem-discipline> adresinden erişildi.
- Ananiadou, K. ve Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers*, 41. doi:10.1787/218525261154
- Aria, M. ve Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. doi:10.1016/j.joi.2017.08.007
- Assefa, S. G. ve Rorissa, A. (2013). A bibliometric mapping of the structure of STEM education using co-word analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(12), 2513-2536. doi:10.1002/asi.22917
- Ay, K. ve Seferoğlu, S. S. (2021). Farklı ülkelerin STEM eğitimi politikalarının incelenmesi ve Türkiye için çıkarımlar. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 82-105. doi:10.17556/erziefd.669988
- Aydınoglu, A. U., İlhan, A. ve Özer, Ö. K. (2022). Bir sosyal bilimler araştırma yöntemi olarak bibliyometri: Akademik girişimcilik örneği. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*. doi:10.30794/pausbed.1124926
- Badri, M., Alnuaimi, A., Mohaidat, J., Al Rashedi, A., Yang, G. ve Al Mazroui, K. (2016). My science class and expected career choices—a structural equation model of determinants involving Abu Dhabi high school students. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 12. doi:10.1186/s40594-016-0045-0
- Baharin, N., Kamarudin, N. ve Manaf, U. K. A. (2018). Integrating STEM education approach in enhancing higher order thinking skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(7). doi:10.6007/IJARBS/v8-i7/4421
- Bellanca, J. ve Brandt, R. (2010). *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn*. Solution Tree.

- Berk, L. J., Muret-Wagstaff, S. L., Goyal, R., Joyal, J. A., Gordon, J. A., Faux, R. ve Oriol, N. E. (2014). Inspiring careers in STEM and healthcare fields through medical simulation embedded in high school science education. *Advances in Physiology Education*, 38(3), 210-215. doi:10.1152/advan.00143.2013
- Bibliometrix. (2023a). Bibliographic databases supported by Bibliometrix and Biblioshiny: characteristics and differences. 22 Mart 2023 tarihinde <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/blog/134-bibliographic-databases-supported-by-bibliometrix-and-biblioshiny-characteristics-and-differences> adresinden erişildi.
- Bibliometrix. (2023b, 8 Şubat). The exponential growth of scientific publications. 2 Ağustos 2023 tarihinde <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/blog/133-the-exponential-growth-of-scientific-publications> adresinden erişildi.
- Bibliometrix. (2023c, 22 Şubat). Main software to analyze bibliometric data. 19 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/blog/135-main-software-to-analyze-bibliometric-data> adresinden erişildi.
- Bilican Demir, S. (2018). The Effect of Teaching quality and teaching practices on PISA 2012 Mathematics Achievement of Turkish Students. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 5(4), 645-658. doi:10.21449/ijate.463409
- Bircan, M. A. ve Köksal, Ç. (2020). Özel yetenekli öğrencilerin STEM tutumlarının ve STEM kariyer ilgilerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education*, 5(1), 16-32. dergipark.org.tr/tr/pub/tujped/issue/55035/738824 adresinden erişildi.
- Birney, L. B., Evans, B. R., Kong, J., Solanki, V., Mojica, E.-R., Kondapuram, G. ve Kaoutzanis, D. (2021). A case study of undergraduate and graduate student research in STEM education. *Journal of Curriculum and Teaching*, 10(1), 29. doi:10.5430/jct.v10n1p29
- Blotnick, K. A., Franz-Ondendaal, T., French, F. ve Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 22. doi:10.1186/s40594-018-0118-3
- Boğar, Y. ve Lavonen, J. (2022). *Status and trends of STEM education in highly competitive countries: Country reports and international comparison*. Taiwan: Technological and Vocational Education Research Center.

- Botzees. (2022, 31 Mayıs). Top 6 trends in STEM education in June 2022. 1 Temmuz 2023 tarihinde <https://botzeestoys.com/blogs/news/top-trends-in-stem-education> adresinden erişildi.
- Bryan, L. ve Guzey, S. S. (2020). K-12 STEM Education: An Overview of Perspectives and Considerations. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(1), 5-15. doi:10.51724/hjstemed.v1i1.5
- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Erkan Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2019). *Bilimsel araştırma yöntemleri. Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35. <https://eric.ed.gov/?id=EJ898909> adresinden erişildi.
- Bybee, R. W. (2013a). *Challenges and opportunities the case for education*. Virginia: National Science Teachers Association.
- Bybee, R. W. (2013b). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Virginia: National Science Teachers Association-NTSA.
- Can, K. ve Sağır Uluçınar, Ş. (2018). Sınıf öğretmenlerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (FETEMM) uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2018(11), 62-83. dergipark.org.tr/tr/pub/goputeb/issue/39821/450515 adresinden erişildi.
- Cansız, N. ve Cansız, M. (2019). Evaluating Turkish science curriculum with PISA scientific literacy framework. *Turkish Journal of Education*, 8(3), 217-236. doi:10.19128/turje.545798
- Capraro, R. M. ve Han, S. (2014). STEM: The education frontier to meet 21st century challenges. *Middle Grades Research Journal*, 9(4), xv-xviii. <https://www.semanticscholar.org/paper/STEM%3A-The-education-frontier-to-meet-21st-century-Capraro-Han/1e0371ea105e096017e9ec24af83a821cd63cffc> adresinden erişildi.
- Capraro, R. M. ve Slough, Scott. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project-based learning. *STEM Project-Based Learning* içinde (ss. 1-5). Rotterdam: SensePublishers.

- Care, E., Scoular, C. ve Griffin, P. (2016). Assessment of Collaborative Problem Solving in Education Environments. *Applied Measurement in Education*, 29(4), 250-264. doi:10.1080/08957347.2016.1209204
- Carroll, M. (2015). Stretch, Dream, and Do - A 21st Century Design Thinking & STEM Journey. *Journal of Research in STEM Education*, 1(1), 59-70. doi:10.51355/jstem.2015.9
- Cavanagh, A. J., Aragón, O. R., Chen, X., Couch, B. A., Durham, M. F., Bobrownicki, A., ... Graham, M. J. (2016). Student buy-in to active learning in a college science course. *CBE—Life Sciences Education*, 15(4), ar76. doi:10.1187/cbe.16-07-0212
- Chen, S.-K., Yang, Y.-T. C., Lin, C. ve Lin, S. S. J. (2023). Dispositions of 21st-century skills in STEM programs and their changes over time. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(4), 1363-1380. doi:10.1007/s10763-022-10288-0
- College Board. (2022, 14 Kasım). What is a STEM major? 1 Temmuz 2023 tarihinde <https://blog.collegeboard.org/what-stem-major> adresinden erişildi.
- Construction Placements. (2023, 21 Şubat). The future of STEM education: Emerging technologies and trends [2023 updated guide]. 28 Ağustos 2023 tarihinde https://www.constructionplacements.com/future-of-stem-education/#Implications_of_STEM_Education_Trends adresinden erişildi.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85. https://www.researchgate.net/publication/260517903_Introducing_STEM_Education_Implications_for_Educating_Our_Teachers_For_the_Age_of_Innovation adresinden erişildi.
- Crato, N. (2021). Setting up the scene: Lessons learned from PISA 2018 statistics and other international student assessments. *Improving a Country's Education* içinde (ss. 1-24). Cham: Springer International Publishing.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10. doi:10.19128/TURJE.181071
- Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M. ve Hazari, Z. (2012). Out-of-school time science activities and their association with career interest in STEM. *International Journal of Science Education, Part B*, 2(1), 63-79. doi:10.1080/21548455.2011.629455

- Dağyar, M. ve Demirel, M. (2015). Effects of problem-based learning on academic achievement: A meta-analysis study. *Ted Eğitim ve Bilim*. doi:10.15390/EB.2015.4429
- Dare, E. A., Ellis, J. A. ve Roehrig, G. H. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 4. doi:10.1186/s40594-018-0101-z
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M. ve Li, F. (2021). Beyond content: The role of STEM disciplines, real-world problems, 21st century skills, and STEM careers within science teachers' conceptions of integrated STEM education. *Education Sciences*, 11(11), 737. doi:10.3390/educsci11110737
- Demir, H. ve Erigüç, G. (2018). Bibliyometrik bir analiz ile yönetim düşünce sisteminin incelenmesi. *Cilt-Sayı* |, 5(2), 91-114. doi:10.18394/iid.395214
- Dieker, L., Grillo, K. ve Ramlakhan, N. (2012). The use of virtual and simulated teaching and learning environments: Inviting gifted students into science, technology, engineering, and mathematics careers (STEM) through summer partnerships. *Gifted Education International*, 28(1), 96-106. doi:10.1177/0261429411427647
- Dinçer, H. (2014). STEM eğitimi ve işgücü: Bilgi ekonomisinin 'olmazsa olmazı', (85). <https://www.tusiadstem.com/kesfet/makaleler/4-stem-egitimi-ve-isqueue-bilgi-ekonomisinin-olmazsa-olmazi> adresinden erişildi.
- Domínguez, M., Vieira, M.-J. ve Vidal, J. (2012). The impact of the Programme for International Student Assessment on academic journals. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 19(4), 393-409. doi:10.1080/0969594X.2012.659175
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. ve Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. doi:10.1016/j.jbusres.2021.04.070
- Dönmez, İ. ve İdin, Ş. (2020). Determination of the STEM career interests of middle school students. *International Journal of Progressive Education*, 16(4), 1-12. doi:10.29329/ijpe.2020.268.1
- Du, H., Xing, W., Pei, B., Zeng, Y., Lu, J. ve Zhang, Y. (2022). Trends and issues in STEM + C research: A bibliometric perspective. *Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education* içinde (ss. 69-80). SCITEPRESS - Science and Technology Publications.

- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. Australia: 6th Biennial International Conference on Technology Education Research.
- Durik, A. M., Hulleman, C. S. ve Harackiewicz, J. M. (2015). One size fits some: Instructional enhancements to promote interest. *Interest in Mathematics and Science Learning* içinde (ss. 49-62). American Educational Research Association.
- English, L. D., King, D. ve Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271. doi:10.1080/00220671.2016.1264053
- English, L. D. ve King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 14. doi:10.1186/s40594-015-0027-7
- Ergül, D. (2015). Türkiye'de on beş yaş grubu öğrencilerin matematik okuryazarlık becerileri ile ilişkili duyuşsal özellikleri. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 48(2), 165-184. doi:10.1501/Egifak_0000001369
- Fadel, C. (2008). *21st century skills: How can you prepare students for the new global economy?* Paris.
- Falk, J. H., Staus, N., Dierking, L. D., Penuel, W., Wyld, J. ve Bailey, D. (2016). Understanding youth STEM interest pathways within a single community: the synergies project. *International Journal of Science Education, Part B*, 6(4), 369-384. doi:10.1080/21548455.2015.1093670
- Falone, O. (2020, 26 Ekim). How to integrate 21st century learning into the STEM classroom. *Inspired Instruction*. 30 Haziran 2023 tarihinde <https://www.inspiredinstruction.com/post/how-to-integrate-21st-century-learning-into-the-stem-classroom> adresinden erişildi.
- Fan, S.-C., Yu, K.-C. ve Lin, K.-Y. (2021). A Framework for Implementing an Engineering-Focused STEM Curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(8), 1523-1541. doi:10.1007/s10763-020-10129-y
- Fastiggi, W. (2023). The relationship between STEM education and environmental sustainability. *Technology for learners*. 22 Ağustos 2023 tarihinde <https://technologyforlearners.com/the-relationship-between-stem-education-and-environmental-sustainability/> adresinden erişildi.
- Federal Aviation Administration. (2022). Why STEM? 22 Ağustos 2023 tarihinde https://www.faa.gov/education/why_stem adresinden erişildi.

- Geotab. (2021, 1 Kasım). How STEM education drives business innovation. 2 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.geotab.com/blog/stem-education/> adresinden erişildi.
- Get into Energy/Get into STEM. (t.y.). What are STEM skills? 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://stem.getintoenergy.com/stem-skills-list/> adresinden erişildi.
- Gomendie, M. (2023). PISA: Mission Failure – With so much evidence from student testing, why do education systems continue to struggle? *Education Next*, 23(2), 12-22. https://www.educationnext.org/wp-content/uploads/2023/04/ednext_XXIII_2_gomendio.pdf adresinden erişildi.
- Gunn, J. (2020, 2 Mart). The evolution of STEM and STEAM in the U.S. *Resilient Educator*. 1 Temmuz 2023 tarihinde <https://resilienteducator.com/classroom-resources/evolution-of-stem-and-steam-in-the-united-states/> adresinden erişildi.
- Hallinen, J. (2023). STEM. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/STEM-education> adresinden erişildi.
- Hallström, J., Norström, P. ve Schönborn, K. J. (2023). Authentic STEM education through modelling: an international Delphi study. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 62. doi:10.1186/s40594-023-00453-4
- Han, S. W. (2016). National education systems and gender gaps in STEM occupational expectations. *International Journal of Educational Development*, 49, 175-187. doi:10.1016/j.ijedudev.2016.03.004
- Han, S. W. (2017). From achievement to non-test outcomes in PISA: National trends in STEM career expectations (ss. 17-60).
- Harackiewicz, J. M., Rozek, C. S., Hulleman, C. S. ve Hyde, J. S. (2012). Helping parents to motivate adolescents in mathematics and science. *Psychological Science*, 23(8), 899-906. doi:10.1177/0956797611435530
- Hiğde, E. ve Aktamış, H. (2022). The effects of STEM activities on students' STEM career interests, motivation, science process skills, science achievement and views. *Thinking Skills and Creativity*, 43, 101000. doi:10.1016/j.tsc.2022.101000
- Holmlund, T. D., Lesseig, K. ve Slavitt, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 32. doi:10.1186/s40594-018-0127-2
- Hopfenbeck, T. N., Lenkeit, J., El Masri, Y., Cantrell, K., Ryan, J. ve Baird, J.-A. (2018). Lessons learned from PISA: A systematic review of peer-reviewed articles on the Programme for International Student Assessment. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 62(3), 333-353. doi:10.1080/00313831.2016.1258726

- Howson, I. (2023, 7 Mart). Biblioshiny: Shiny UI for bibliometrix package In bibliometrix: Comprehensive science mapping analysis. 29 Nisan 2023 tarihinde <https://rdrr.io/cran/bibliometrix/man/biblioshiny.html> adresinden erişildi.
- Hsu, Y.-S., Lin, Y.-H. ve Yang, B. (2017). Impact of augmented reality lessons on students' STEM interest. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 2. doi:10.1186/s41039-016-0039-z
- Huang, B., Jong, M. S.-Y., King, R. B., Chai, C.-S. ve Jiang, M. Y.-C. (2022). Promoting secondary students' twenty-first century skills and STEM career interests through a crossover program of STEM and community service education. *Frontiers in Psychology*, 13. doi:10.3389/fpsyg.2022.903252
- IEA. (t.y.-a). TIMSS. 27 Kasım 2022 tarihinde <https://www.iea.nl/studies/iea/timss> adresinden erişildi.
- IEA. (t.y.-b). PIRLS. 27 Kasım 2022 tarihinde <https://www.iea.nl/studies/iea/pirls> adresinden erişildi.
- İdin, Ş. (2019). STEM yaklaşımı ve Türkiye'nin geleceğine yansımaları. *Bilim ve Teknik*. https://www.researchgate.net/publication/342509752_STEM_Yaklasimi_ve_Turkiye_nin_Gelecegine_Yansimalari adresinden erişildi.
- Jeffries, D., Curtis, D. D. ve Conner, L. N. (2020). Student factors influencing STEM subject choice in year 12: a structural equation model using PISA/LSAY data. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(3), 441-461. doi:10.1007/s10763-019-09972-5
- Kaleva, S., Pursiainen, J., Hakola, M., Rusanen, J. ve Muukkonen, H. (2019). Students' reasons for STEM choices and the relationship of mathematics choice to university admission. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 43. doi:10.1186/s40594-019-0196-x
- Kärkkäinen, K. ve Vincent-Lancrin, S. (2013). *Sparkling innovation in STEM education with technology and collaboration: A case study of the HP catalyst initiative* (No: 91). OECD Education Working. Paris.
- Kaufmann, E. ve Wittmann, W. W. (2018). Underestimated Swiss STEM potential? Bright light on an international PISA comparison. *Cogent Education*, 5(1), 1443373. doi:10.1080/2331186X.2018.1443373
- Kay, K. (2010). 21st century skills: Why they matter, what they are, and how we get there. 21st century skills: Rethinking how students learn. <https://ci.nii.ac.jp/naid/20000989968/> adresinden erişildi.

- Kaya, N. ve Bulut, S. (2022). Investigation of students' career choices in stem fields. *Journal of Psychology & Clinical Psychiatry*, 13(2), 27-30. doi:10.15406/jpcpy.2022.13.00710
- Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N. ve Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 2. doi:10.1186/s40594-021-00319-7
- Kazu, İ. Y. ve Kurtoğlu Yalcin, C. (2021). The Effect of STEM education on academicpPerformance: A meta-analysis study. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 20(4), 101-116. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1313488> adresinden erişildi.
- Kelley, T. R. ve Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. doi:10.1186/s40594-016-0046-z
- Khalifa, S. A. M., Swilam, M. M., El-Wahed, A. A. A., Du, M., El-Seedi, H. H. R., Kai, G., ... El-Seedi, H. R. (2021). Beyond the Pandemic: COVID-19 Pandemic Changed the Face of Life. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5645. doi:10.3390/ijerph18115645
- Kirman, Y. (2016, 29 Aralık). PISA sonuçları bize ne anlatıyor? 2 Eylül 2023 tarihinde <https://yesimkirman.com/2016/12/29/pisa-sonuclari-bize-ne-anlatiyor/> adresinden erişildi.
- Knipprath, H. (2010). What PISA tells us about the quality and inequality of Japanese education in mathematics and science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 389-408. doi:10.1007/s10763-010-9196-5
- Koç, A., Gürler, G., Şimşir, İ., Bağış, M., Öztürk, O., Orhan, U. ve Çevik, Z. (2022). *Bir literatür incelemesi aracı olarak bibliyometrik analiz*. Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Koes-H, S. ve Putri, N. D. (2021). The effect of project-based learning in STEM on students' scientific reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1), 012006. doi:10.1088/1742-6596/1835/1/012006
- Kong, X., Dabney, K. P. ve Tai, R. H. (2014). The association between science summer camps and career interest in science and engineering. *International Journal of Science Education, Part B*, 4(1), 54-65. doi:10.1080/21548455.2012.760856

- Kulakoğlu, B. (2019). *STEM eğitiminde bilinmeyen alan: Okul y6neticilerinin STEM eğitimi hakkındaki g6r6şleri*. (Y6ksek lisans tezi). Y6ksek6đretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 591809).
- Kumari, R., Uddin, A., Lee, B.-H. ve Choi, K. (2020). Analyzing the Factors Influencing the Waiting Time to First Citation and Long-Term Impact of Publications. *Journal of Scientometric Research*, 9(2), 127-135. doi:10.5530/jscires.9.2.16
- LaForce, M., Noble, E., King, H., Century, J., Blackwell, C., Holt, S., ... Loo, S. (2016). The eight essential elements of inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 21. doi:10.1186/s40594-016-0054-z
- Lam, T. Y. P. ve Lau, K. C. (2014). Examining factors affecting science achievement of Hong Kong in PISA 2006 using hierarchical linear modeling. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2463-2480. doi:10.1080/09500693.2013.879223
- Lau, K. ve Ho, E. S. (2016). Reading performance and self-regulated learning of Hong Kong students: What we learnt from PISA 2009. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25(1), 159-171. doi:10.1007/s40299-015-0246-1
- Le, H. C., Nguyen, V. H. ve Nguyen, T. L. (2023). Integrated STEM approaches and associated outcomes of K-12 student learning: A systematic review. *Education Sciences*, 13(3), 297. doi:10.3390/educsci13030297
- Lemke, C. (2002). *EnGauge 21st century skills: Digital literacies for a digital age*. <https://eric.ed.gov/?id=ED463753> adresinden erişildi.
- Lesseig, K., Slavit, D. ve Nelson, T. H. (2017). Jumping on the STEM bandwagon: How middle grades students and teachers can benefit from STEM experiences. *Middle School Journal*, 48(3), 15-24. doi:10.1080/00940771.2017.1297663
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y. ve Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 11. doi:10.1186/s40594-020-00207-6
- Lou, S.-J., Shih, R.-C., Ray Diez, C. ve Tseng, K.-H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215. doi:10.1007/s10798-010-9114-8
- Ludwig, P. M., Nagel, J. K. ve Lewis, E. J. (2017). Student learning outcomes from a pilot medical innovations course with nursing, engineering, and biology undergraduate students. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 33. doi:10.1186/s40594-017-0095-y

- Luo, T., So, W. W. M., Wan, Z. H. ve Li, W. C. (2021). STEM stereotypes predict students' STEM career interest via self-efficacy and outcome expectations. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 36. doi:10.1186/s40594-021-00295-y
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R. ve Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM Mathematics Education*, 51(6), 869-884. doi:10.1007/s11858-019-01100-5
- Magen-Nagar, N. (2016). The effects of learning strategies on mathematical literacy: A comparison between lower and Higher Achieving Countries. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2(2), 306-321. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1105113.pdf> adresinden erişildi.
- Marín-Marín, J.-A., Moreno-Guerrero, A.-J., Dúo-Terrón, P. ve López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 41. doi:10.1186/s40594-021-00296-x
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. ve Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. doi:10.1002/sce.21522
- Mater, N., Amro, A. ve Abdullah, M. (2022). Online STEM education and 21st century skills development (ss. 67-73).
- May, M. A. ve Doob, L. W. (1937). Competition and cooperation: a report of the Sub-Committee on Competitive-Cooperative Habits, of the Committee on Personality and Culture, based on analyses of research achievement and opportunity by members of the Sub-Committee. *Social Science Research Council*. <https://searchworks.stanford.edu/view/44260> adresinden erişildi.
- Mayers, A. (2013). *Introduction to statistics and SPSS in psychology*. Pearson Education.
- Means, B., Wang, H., Wei, X., Young, V. ve Iwatani, E. (2021). Impacts of attending an inclusive STEM high school: meta-analytic estimates from five studies. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 4. doi:10.1186/s40594-020-00260-1
- MEB. (2010). *PISA 2006 projesi ulusal nihai rapor*. Ankara.
- MEB. (2016, Haziran). STEM eğitimi raporu. *Milli Eğitim Bakanlığı*. 14 Nisan 2023 tarihinde adresinden erişildi.
- MEB. (2019). *PISA 2018 Türkiye ön raporu*.
- MEB. (2022). *PISA 2022 tanıtım kitapçığı*. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Miller, D. P. ve Nourbakhsh, I. (2016). Robotics for education (ss. 2115-2134).

- Minnesota State University. (t.y.). Understanding science, technology, engineering and math (STEM) skills. 1 Temmuz 2023 tarihinde <https://careerwise.minnstate.edu/careers/stemskills.html> adresinden erişildi.
- Mishra, P. ve Mehta, R. (2017). What we educators get wrong about 21st-century learning: Results of a survey. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(1), 6-19. doi:10.1080/21532974.2016.1242392
- Moore, T. J., Johnston, A. C. ve Glancy, A. W. (2020). *Handbook of Research on STEM Education*. New York: Routledge.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W. ve Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* içinde (ss. 35-60). Purdue University.
- Moore, T. J. ve Tank, K. M. (2014). Nature- inspired design: A pictureSTEM curriculum for elementary STEM learning. (ss. 15-18). San Antonio, TX: Paper presented at the 2014 annual meeting of the Association of Science Teacher Educators.
- Nadelson, L. S. ve Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223. doi:10.1080/00220671.2017.1289775
- National Academies of Sciences, E. and M. (2018). *Graduate STEM education for the 21st century*. (A. Leshner ve L. Scherer, Ed.). Washington, D.C.: National Academies Press.
- National Inventors Hall of Fame®. (t.y.). The benefits of STEM education for children. 1 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.invent.org/blog/trends-stem/value-stem-education> adresinden erişildi.
- National Research Council. (2013). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. National Academies Press.
- National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies.
- National Science and Technology Council. (2013). *Federal science, technology, engineering and mathematics (STEM) education 5-year strategic plan*. Washington, D.C.
- National Science Board. (2007). *A national action plan for addressing the critical needs for U.S. science, technology, engineering, and mathematics education system*. Washington: National Science Foundation.

- Navruz, B., Erdoğan, N., Bicer, A., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Would a STEM school 'by any other name smell as sweet'? *International Journal of Contemporary Educational Research*, 1, 67-75. <https://www.semanticscholar.org/paper/Would-a-STEM-School-%E2%80%98by-any-Other-Name-Smell-as-Navruz-Erdogan/861645ccc4790c73743bf0b02ede2b2ec3c74d8d> adresinden erişildi.
- Newcombe, N. (2017). *Harnessing spatial thinking to support Stem learning* (No: 161). OECD Education Working Papers. Paris.
- NGSS. (2013). *Next generation science standards*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- NRC. (2011). *Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC. (2014). *STEM integration in K-12 education*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- NSF. (2020). *STEM education for the future - 2020 visioning report*.
- NSF. (2022). *The U.S. must Improve K-12 STEM education for all*.
- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C. ve Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088. doi:10.1080/09500693.2015.1017863
- OECD. (1999). *Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment*. France: OECD Publication Service.
- OECD. (2000). *Measuring student knowledge and skills. The PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. PISA. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2002). *Reading for change: Performance and engagement across countries*. Paris: OECD.
- OECD. (2003). *Literacy skills for the world of tomorrow*. Paris: OECD.
- OECD. (2005). *PISA 2003 technical report*. PISA. Paris: OECD.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy*. PISA. Paris: OECD.
- OECD. (2007). *PISA 2006: science competencies for tomorrow's world: Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.
- OECD. (2010a). *PISA 2009 assessment framework*. PISA. Paris: OECD.
- OECD. (2010b). *The nature of learning: Using research to inspire practice, educational research and innovation*. (H. Dumont, D. Istance ve F. Benavides, Ed.) Educational Research and Innovation. Paris: OECD.

- OECD. (2010c). *PISA 2009 results: What students know and can do*. PISA. Paris: OECD.
- OECD. (2010d). *PISA computer-based assessment of student skills in science*. PISA. Paris: OECD.
- OECD. (2013a). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. PISA. Paris: OECD.
- OECD. (2013b). *Executive summary*", in *PISA 2012 results: What students know and can do : Student performance in mathematics, reading and science* (C. 1). Paris: OECD.
- OECD. (2017a). *The nature of problem solving*. (B. Csapó ve J. Funke, Ed.). OECD.
- OECD. (2017b). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving*. PISA. Paris: OECD.
- OECD. (2018). *PISA 2022 mathematics framework (Draft)*.
- OECD. (2019a). *PISA 2018 results (Volume I). What students know and can do*. PISA. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2019b). *How does PISA define and measure reading literacy? PISA in Focus* (C. 101). Paris.
- OECD. (2019c). *PISA 2018 insights and interpretations*.
- OECD. (2019d). *"PISA 2018 financial literacy framework"*, in *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD.
- OECD. (2019e). *PISA 2021 creative thinking framework (Third draft)*.
- OECD. (2019f). *"PISA 2018 reading framework"*, in *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD.
- OECD. (2019g). *"PISA 2018 mathematics framework"*, in *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD.
- OECD. (2019h). *"PISA 2018 science framework"*, in *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD.
- OECD. (2019i). *PISA 2018 results (Volume III)*. OECD.
- OECD. (2020a). *PISA 2018 results (Volume VI)*. Paris: OECD.
- OECD. (2020b). *PISA 2018 results (Volume V)*. OECD.
- OECD. (2021a). *21st-century readers: Developing literacy skills in a digital world*. (OECD, Ed.)PISA. Paris: OECD.
- OECD. (2021b). *Sky's the limit: Growth mindset, students, and schools in PISA*. 27 Kasım 2022 tarihinde <https://www.oecd.org/pisa/growth-mindset.pdf> adresinden erişildi.
- OECD. (2022). *Student achievement in Türkiye*. OECD.

- OECD. (2023a). *OECD Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition*. Paris: OECD. doi:10.1787/27452f29-en
- OECD. (2023b). *Innovating assessments to measure and support complex skills*. (N. Foster ve M. Piacentini, Ed.). OECD.
- OECD. (t.y.-a). PISA 2022: Matematik çerçevesi. *OECD*. 1 Aralık 2022 tarihinde <https://pisa2022-maths.oecd.org/> adresinden erişildi.
- OECD. (t.y.-b). PISA 2025 learning in the digital world. 25 Haziran 2023 tarihinde <https://www.oecd.org/pisa/innovation/learning-digital-world/> adresinden erişildi.
- OECD. (t.y.-c). About-PISA-OECD. 29 Haziran 2023 tarihinde <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/> adresinden erişildi.
- OECD. (t.y.-d). PISA. 29 Haziran 2023 tarihinde <https://www.oecd.org/pisa/> adresinden erişildi.
- Özkaya, A. (2019). STEM eğitimi alanında yapılan yayınların bibliyometrik analizi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 590-628. doi:10.14686/buefad.450825
- Özmen, N., Adıgüzel, T. ve Özel, S. (2020). FeTeMM odaklı olarak tanımlanan ders planları için bir çerçeve: Bir meta-sentez çalışması. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 123-154. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/buje/issue/58376/842400> adresinden erişildi.
- Partanen, A. (2011, 29 Aralık). What Americans keep ignoring about Finland's school success. *The Atlantic*. 12 Ağustos 2023 tarihinde <https://www.theatlantic.com/national/archive/2011/12/what-americans-keep-ignoring-about-finlands-school-success/250564/> adresinden erişildi.
- Partnership For 21st Century Skills. (2019). Framework for 21st century learning. 27 Kasım 2022 tarihinde https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf adresinden erişildi.
- Patrick, L. E. (2020). Faculty and student perceptions of active learning. *Active Learning in College Science* içinde (ss. 889-907). Cham: Springer International Publishing.
- Peters, E. E. (2010). Shifting to a Student-Centered Science Classroom: An Exploration of Teacher and Student Changes in Perceptions and Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 21(3), 329-349. doi:10.1007/s10972-009-9178-z
- Peters-Burton, E. E., Lynch, S. J., Behrend, T. S. ve Means, B. B. (2014). Inclusive STEM high school design: 10 critical components. *Theory Into Practice*, 53(1), 64-71. doi:10.1080/00405841.2014.862125

- Phuong, N. L., Hien, L. T. T., Linh, N. Q., Thao, T. T. P., Pham, H.-H. T., Giang, N. T. ve Thuy, V. T. (2023). Implementation of STEM education: A bibliometrics analysis from case study research in Scopus database. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(6), em2278. doi:10.29333/ejmste/13216
- Pugliese, G. O. ve Santos, V. D. M. (2022). The connections between the PISA and the STEM education movement in Brazil. *Educação em Revista*, 38. doi:10.1590/0102-469835153t
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A. ve Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444-467. doi:10.1080/1046560X.2017.1356671
- Rivera, H. ve Li, J.-T. (2020). Potential factors to enhance students' STEM college learning and career orientation. *Frontiers in Education*, 5. doi:10.3389/feduc.2020.00025
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *TECHNOLOGY AND ENGINEERING TEACHER*, 71(8), 1-4. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86478&v=5409fe8e> adresinden erişildi.
- Roberts, A. (2013). STEM is here. Now what? *Technology & Engineering Teacher*, 73(1), 22-27. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1049206> adresinden erişildi.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H.-H. ve 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. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x
- Rotermund, S. ve Burke, A. (2021). *Elementary and secondary STEM education*.
- Sahlberg, P. (2014). Pasi Sahlberg on Finland's recent PISA results. *Pasisahlberg.com*. 28 Temmuz 2023 tarihinde <https://pasisahlberg.com/pasi-sahlberg-on-finlands-recent-pisa-results/> adresinden erişildi.
- Sanders, M. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*. <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf> adresinden erişildi.
- Savin-Baden, M. (2000). *Problem-based learning in higher education: Untold stories*. Buckingham: SRHE and Open University.
- Scientific American. (2019, Eylül). How STEM education must evolve. 28 Ağustos 2023 tarihinde <https://blogs.scientificamerican.com/observations/how-stem-education-must-evolve/> adresinden erişildi.

- Scott, D. ve Usher, R. (2010). *Researching education: Data, methods and theory in educational enquiry*. New York: NY:Continuum .
- Sellami, N., Toven-Lindsey, B., Levis-Fitzgerald, M., Barber, P. H. ve Hasson, T. (2021). A unique and scalable model for increasing research engagement, STEM persistence, and entry into doctoral programs. *CBE—Life Sciences Education*, 20(1), ar11. doi:10.1187/cbe.20-09-0224
- Sen, C., Ay, Z. S. ve Kiray, S. A. (2018). STEM skills in the 21 st century education (ss. 81-101). ISRES.
- Sepúlveda-Vildósola, A. C., Mejía-Aranguré, J. M., Barrera-Cruz, C., Fuentes-Morales, N. A. ve Rodriguez-Zeron, C. (2020). Scientific publications during the COVID-19 pandemic. *Archives of Medical Research*, 51(5), 349-354. doi:10.1016/j.arcmed.2020.05.019
- Seyranian, V., Madva, A., Duong, N., Abramzon, N., Tibbetts, Y. ve Harackiewicz, J. M. (2018). The longitudinal effects of STEM identity and gender on flourishing and achievement in college physics. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 40. doi:10.1186/s40594-018-0137-0
- Silva Díaz, F. R., Fernández-Ferrer, G., Vázquez-Vílchez, M., Ferrada, C., Narváez, R. ve Carrillo-Rosúa, J. (2022). Tecnologías emergentes en la educación STEM. Análisis bibliométrico de publicaciones en Scopus y WoS (2010-2020). *Bordón. Revista de Pedagogía*, 74(4), 25-44. doi:10.13042/Bordon.2022.94198
- Silver, E. A. ve Snider, R. B. (2014). Using PISA to stimulate STEM teacher professional learning in the United States: The case of mathematics. *Issues in Teacher Education*, 23(1), 11-30. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1045792.pdf> adresinden erişildi.
- Simola, H. (2005). The finnish miracle of PISA: historical and sociological remarks on teaching and teacher education. *Comparative Education*, 41(4), 455-470. doi:10.1080/03050060500317810
- Slough, Scott. W. ve Milam, J. O. (2013). Theoretical framework for the design of STEM project-based learning. *STEM Project-Based Learning içinde* (ss. 15-27). Rotterdam: SensePublishers.
- Smith, J. ve Karr-Kidwell, P. J. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*.
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., ... Smith, T. (2022). Principles of problem-based learning (PBL) in STEM education: Using expert

- Wisdom and research to frame educational practice. *Education Sciences*, 12(10), 728. doi:10.3390/educsci12100728
- Sparks, S. D. (2016, 7 Aralık). PISA: U.S. students interested in STEM, but scores are stagnant. 30 Haziran 2023 tarihinde <https://www.edweek.org/policy-politics/pisa-u-s-students-interested-in-stem-but-scores-are-stagnant/2016/12> adresinden erişildi.
- Sphero. (2022). 5 STEM trends in education for 2022. 22 Ağustos 2023 tarihinde <https://sphero.com/blogs/news/trends-in-education> adresinden erişildi.
- Statista. (2022, 4 Kasım). PISA student performance in Finland 2000-2018, by subject and score. *Statista*. 28 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.statista.com/statistics/986919/pisa-student-performance-by-field-and-score-finland/> adresinden erişildi.
- Staus, N. L., Lesseig, K., Lamb, R., Falk, J. ve Dierking, L. (2020). Validation of a measure of STEM interest for adolescents. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(2), 279-293. doi:10.1007/s10763-019-09970-7
- Stehle, S. M. ve Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 39. doi:10.1186/s40594-019-0192-1
- STEM Literacy. (2016, 9 Mart). STEM literacy and OER Commons Webinar. 30 Haziran 2023 tarihinde <https://oercommons.org/hubs/stem-literacy> adresinden erişildi.
- STEM School. (t.y.). Rich history of STEM education in the United States. 2 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.stemschool.com/articles/rich-history-of-stem-education-in-the-united-states> adresinden erişildi.
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J. ve Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407. doi:10.1080/09500693.2019.1607983
- Szomszor, M., Adams, J., Fry, R., Gebert, C., Pendlebury, D. A., Potter, R. W. K. ve Rogers, G. (2021). Interpreting bibliometric data [Original Research]. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 5. doi:10.3389/frma.2020.628703
- Şen, S. ve Yıldırım, İ. (2021). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. Ankara: Nobel.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics title: Using multivariate statistics* (C. 6). Boston: MA:pearson.

- Tas, N. ve Bolat, Y. İ. (2022). An examination of the studies on STEM in education: A bibliometric mapping analysis. *International Journal of Technology in Education and Science*, 6(3), 477-494. doi:10.46328/ijtes.401
- Taşkın, Z., Doğan, G., Akça, S., Şencan, İ. ve Akbulut, M. (2016). Scopus dergi seçim kriterleri üzerine bir değerlendirme. *Türk Kütüphaneciliği*, 30(1), 8-19. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tk/issue/48657/618820> adresinden erişildi.
- Taylor, K. (2023, 18 Nisan). 10 Top trends in STEM education to follow in 2023. *KIDSPARK EDUCATION*. 1 Temmuz 2023 tarihinde <https://blog.kidsparkeducation.org/blog/10-top-trends-in-stem-education-to-follow-in-2023> adresinden erişildi.
- This is Finland. (2019). Finland remains among top nations in PISA education survey. <https://finland.fi/life-society/finland-remains-among-top-nations-in-pisa-education-survey/> adresinden erişildi.
- TIMSS. (2020). *TIMSS 2019 Türkiye ön raporu*.
- Tsai, L.-T., Chang, C.-C. ve Cheng, H.-T. (2021). Effect of a STEM-oriented course on students' marine science motivation, interest and achievements. *Journal of Baltic Science Education*, 20(1), 134-145. doi:10.33225/jbse/21.20.134
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı. (t.y.). İktisadi işbirliği ve gelişme teşkilatı (OECD) / T.C. dışişleri bakanlığı. 27 Kasım 2022 tarihinde https://www.mfa.gov.tr/iktisadi-isbirligi_ve-gelisme-teskilati-_oecd_.tr.mfa adresinden erişildi.
- Uluyol, Ç. ve Pehlivan, K. (2019). STEM ve eğitimde uygulama örneklerinin incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(3), 848-861. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tsadergisi/issue/51239/633159> adresinden erişildi.
- University of Jyväskylä. (2019, 3 Aralık). PISA 2018: Finland has top readers. 28 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.jyu.fi/en/current/archive/2019/12/pisa-2018-finland-has-top-readers> adresinden erişildi.
- UTEP Connect. (2021, Aralık). What is STEM education and why is it important? *Utep Connect Extended University*. 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.utep.edu/extendeduniversity/utepconnect/blog/december-2021/what-is-stem-education-and-why-is-it-important.html> adresinden erişildi.
- UTEP Connect. (2023, Nisan). 6 Benefits of STEM education. *Utep Connect Extended University*. 23 Ağustos 2023 tarihinde <https://www.utep.edu/extendeduniversity/utepconnect/blog/april-2023/6-benefits-of-stem-education.html> adresinden erişildi.

- Uyanık Balat, G. ve Günşen, G. (2017). Okul öncesi dönemde STEM yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(42), 337-348. https://www.researchgate.net/publication/315378122_OKUL_ONCESI_DONEMDE_STEM_YAKLASIMI adresinden erişildi.
- Üstün, U. ve Eryılmaz, A. (2018). Analysis of finnish education system to question the reasons behind finnish success in PISA. *Studies in Educational Research and Development*, 2(2), 93-114. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED591431.pdf> adresinden erişildi.
- Velarde, J. (2020, 30 Ocak). STEM literacy – What it is and why you need it. *STEMcadia*. 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://stemcadia.com/stem-literacy/> adresinden erişildi.
- Vincent-Lamarre, P., Sugimoto, C. R. ve Larivière, V. (2020, 19 Mayıs). The decline of women’s research production during the coronavirus pandemic. *Nature Index*. 6 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.nature.com/nature-index/news/decline-women-scientist-research-publishing-production-coronavirus-pandemic> adresinden erişildi.
- Wan, Z. H., English, L., So, W. W. M. ve Skilling, K. (2023). STEM integration in primary schools: Theory, implementation and impact. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(S1), 1-9. doi:10.1007/s10763-023-10401-x
- Wang, H.-H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. ve Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 1-13. doi:10.5703/1288284314636
- Wang, M.-T. ve Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy–value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33(4), 304-340. doi:10.1016/j.dr.2013.08.001
- Wang, N., Tan, A.-L., Zhou, X., Liu, K., Zeng, F. ve Xiang, J. (2023). Gender differences in high school students’ interest in STEM careers: a multi-group comparison based on structural equation model. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 59. doi:10.1186/s40594-023-00443-6
- Warin, B., Talbi, O., Kolski, C. ve Hoogstoel, F. (2016). Multi-Role Project (MRP): A New Project-Based Learning Method for STEM. *IEEE Transactions on Education*, 59(2), 137-146. doi:10.1109/TE.2015.2462809
- Wei, B. ve Chen, Y. (2020). Integrated STEM education in K-12: theory development, status and prospects. *Theorizing STEM Education in the 21st Century* içinde (ss. 1-12). IntechOpen.

- White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? *White Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9. <http://www.fate1.org/journals/2014/white.pdf> adresinden erişildi.
- Wikipedia. (2022, 30 Aralık). Programme for international student assessment. 6 Eylül 2023 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Programme_for_International_Student_Assessment adresinden erişildi.
- Wikipedia. (t.y.). Web of Science. 2 Aralık 2022 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science adresinden erişildi.
- wikipedia. (t.y.). Bibliometrix. 22 Mart 2023 tarihinde <https://en.wikipedia.org/wiki/Bibliometrix> adresinden erişildi.
- World Population Review. (t.y.). PISA scores by country 2023. 29 Haziran 2023 tarihinde <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/pisa-scores-by-country> adresinden erişildi.
- Xu, S.-R. ve Zhou, S.-N. (2022). The effect of students' attitude towards science, technology, engineering and mathematics on 21 st century learning skills: A structural equation model. *Journal of Baltic Science Education*, 21(4), 706-719. doi:10.33225/jbse/22.21.706
- Yabas, D., Kurutas, B. S. ve Corlu, M. S. (2022). Empowering girls in STEM: Impact of the girls meet science project. *School Science and Mathematics*, 122(5), 247-258. doi:10.1111/ssm.12540
- Yalçın, S. ve Tavşancıl, E. (2014). The comparison of Turkish students' PISA achievement levels by year via data envelopment analysis. *Educational Sciences: Theory & Practice*. doi:10.12738/estp.2014.3.1748
- Yeti Academy. (2023, 27 Ocak). 5 Reasons why STEM education is mportant in 2023. 1 Temmuz 2023 tarihinde <https://yetiacademy.com/reasons-why-stem-education-is-important-in-2023/> adresinden erişildi.
- Yıldırım, B. (2021). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi- uygulama kitabı*. Ankara: Nobel Yayın.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40. doi:10.31202/ecjse.67132
- Yıldırım Kırbacı, G. (2022). *Bilimsel okuryazarlık ile ilgili akademik çalışmaların bibliyometrik analizi ve PISA sonuçları ile ilişkisi*. (Yüksek lisanstezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veritabanından erişildi (Tez No. 709115).

- Yılmaz, A., Fer, S., Kelecioğlu, H. ve Doğan, N. (2020). *PISA ve Türkiye (2000-2018)*. Ankara.
- Zhan, Z., Shen, W., Xu, Z., Niu, S. ve You, G. (2022). A bibliometric analysis of the global landscape on STEM education (2004-2021): towards global distribution, subject integration, and research trends. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 16(2), 171-203. doi:10.1108/APJIE-08-2022-0090
- Zhang, Q., Chia, H. M. ve Chen, K. (2022). Examining students' perceptions of STEM subjects and career interests: An exploratory study among secondary students in Hong Kong. *Journal of Technology Education*, 33(2), 4. doi:10.21061/jte.v33i2.a.1
- Zupic, I. ve Čater, T. (2014). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational research methods*, 18(3), 429-472. doi:10.1177/1094428114562629

EKLER

EKLER

EK A: WoS Veri Tabanı için Arama Anahtar Kelime Kombinasyonları

- Title, abstract, author keywords ve keyword plus alanlarında aranan anahtar kelime kombinasyonları (virgüller AND operatörünü simgelemekte, her madde OR operatörü işlevini görmektedir):

- “science”, “technology”, “engineering”, “mathematics”, “stem”
- “science”, “technology”, “engineering”, “mathematics”
- “science”, “technology”, “engineering”, “ stem”
- “science”, “technology”, “mathematics”, “stem”
- “science”, “engineering”, “mathematics”, “stem”
- “technology”, “engineering”, “mathematics”, “stem”
- “stem cell”

EK B: Scopus Veri Tabanı için Arama Anahtar Kelime Kombinasyonları

○ Article title, abstract ve keywords alanlarında aranan anahtar kelime kombinasyonları (virgüller AND operatörünü simgelemekte, her madde OR operatörü işlevini görmektedir):

- “science”, “technology”, “engineering”, “mathematics”, “stem”
- “science”, “technology”, “engineering”, “mathematics”
- “science”, “technology”, “engineering”, “ stem”
- “science”, “technology”, “mathematics”, “stem”
- “science”, “engineering”, “mathematics”, “stem”
- ”technology”, “engineering”, “mathematics”, “stem”
- “stem cell”

EK C: Verileri Birleştirmek ve Kopya Olan Verileri R Studio’da Silmek için

Kullanılan Kodlar

- library(bibliometrix)
- library(openxlsx)
- wosA <- “wosA.bib”
- wosB <- “wosB.bib”
- wosC <- “wosC.bib”
- wosD <- “wosD.bib”
- wosE <- “wosE.bib”
- wosF <- “wosF.bib”
- wosG <- “wosG.bib”
- scopusA <- “scopusA.bib”
- scopusB <- “scopusB.bib”
- scopusC <- “scopusC.bib”
- scopusD <- “scopusD.bib”
- scopusE <- “scopusE.bib”
- scopusF <- “scopusF.bib”
- scopusG <- “scopusG.bib”
- scopusH <- “scopusH.bib”
- wosA_df <- convert2df(wosA, dbsource = “wos”, format = “bibtex”)
- wosB_df <- convert2df(wosB, dbsource = “wos”, format = “bibtex”)
- wosC_df <- convert2df(wosC, dbsource = “wos”, format = “bibtex”)
- wosD_df <- convert2df(wosD, dbsource = “wos”, format = “bibtex”)
- wosE_df <- convert2df(wosE, dbsource = “wos”, format = “bibtex”)
- wosF_df <- convert2df(wosF, dbsource = “wos”, format = “bibtex”)
- wosG_df <- convert2df(wosG, dbsource = “wos”, format = “bibtex”)
- scopusA_df <- convert2df(scopusA, dbsource = “scopus”, format = “bibtex”)
- scopusB_df <- convert2df(scopusB, dbsource = “scopus”, format = “bibtex”)
- scopusC_df <- convert2df(scopusC, dbsource = “scopus”, format = “bibtex”)
- scopusD_df <- convert2df(scopusD, dbsource = “scopus”, format = “bibtex”)
- scopusE_df <- convert2df(scopusE, dbsource = “scopus”, format = “bibtex”)
- scopusF_df <- convert2df(scopusF, dbsource = “scopus”, format = “bibtex”)
- scopusG_df <- convert2df(scopusG, dbsource = “scopus”, format = “bibtex”)
- scopusH_df <- convert2df(scopusH, dbsource = “scopus”, format = “bibtex”)

- `scopusWos <- mergeDbSources(

 wosA_df, wosB_df, wosC_df, wosD_df, wosE_df, wosF_df, wosG_df,
 wosH_df, scopusA_df, scopusB_df, scopusC_df, scopusD_df, scopusE_df,
 scopusF_df, scopusG_df, scopusH_df, remove.duplicated=T)`

- `write.xlsx (scopusWos, file = "scopuswosData.xlsx`