



Farklı Ülkelerde Fen Eğitimi: Türkiye’de ve Farklı Bölgelerde Gözlenen Eğilimler Arasındaki Farklılıklar

İbrahim Delen ^{1,2}, Özgül Yılmaz Tüzün ²

Öz

Bu derleme çalışması, fen eğitimindeki eğilimlerin 2000'den 2021'e nasıl değiştiğini ve bu eğilimlerin farklı bölgelerde nasıl araştırıldığını belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında Web of Science (WoS) veritabanında yayınlanan fen eğitimi makalelerini incelenmiştir ve yayın yapan ülkeler beş bölgeye ayrılmıştır: Kuzey Amerika, Avrupa, Avustralya, Asya ve Güney Amerika ve Afrika. 2000'den 2010'a kadar 2159 yayınlanmış makaleye ulaşılmıştır ve bu çalışmaların %51'i Kuzey Amerika'daki ülkelerde yayınlanmıştır. 2011'den 2021'e kadar yayın sayısı 7186 makaleye yükselmektedir ve makalelerin %43'ünü Kuzey Amerika ülkelerinin çalışmaları oluşturmaktadır. 2000'den 2010'a kadar Asya ülkelerinde, Avustralya'dan daha az çalışma yayınlandığı, ancak Asya ülkelerinin 2011-2021 yılları arasında daha fazla makale yayınladığı tespit edilmiştir. En çok yayın yapılan dergi analizi, yerel dergilerin ve teknoloji ile ilgili dergilerin ana dili İngilizce olmayan ülkelerdeki araştırmacılar tarafından sık tercih edilen dergiler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Farklı bölgelerde ortaya çıkan ortak anahtar kelimelerin sayısının, çalışma sayısı ile eş zamanlı olarak arttığı görülmektedir. 2000'den 2010'a kadar dört farklı bölgede kavramsal değişimin ve fen okur yazarlığının en sık kullanılan anahtar kelimeler olarak ortaya çıkmıştır. Diğer yandan, öğretmen eğitimi, hizmet içi eğitim, fen okuryazarlığı, argümantasyon ve bilimin doğası anahtar kelimeleri, 2011'den 2021'e kadar olan zaman aralığında dört bölgede yüksek frekanslı anahtar kelimeler olarak bulunmuştur. Fen okuryazarlığı, her iki zaman aralığında da ortak bir eğilim olarak ortaya çıkarken, kavramsal değişime yapılan vurgu daha sonraki dönemde argümantasyona ve bilimin doğasına yönelmiştir. Bu derleme, iki farklı zaman aralığında değişen dinamikleri ortaya koyarken, farklı ülkelerdeki akademisyenlerin 2011'den 2021'e kadar farklı bölgelerde benzer fikirleri araştırdıklarına yönelik bulgular da sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler

Fen eğitimi

Eğilimler

Ortam

Yerel

Bölgesel farklılıklar

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 11.02.2023

Kabul Tarihi: 20.09.2023

Elektronik Yayın Tarihi: 05.01.2024

DOI: 10.15390/EB.2024.12578

¹ Uşak Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, ibrahim.delen@usak.edu.tr

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, ozgul@metu.edu.tr

Giriş

Fen eğitimi alanındaki derleme çalışmaları, bazı dergileri inceleyerek artan yayın sayısını ve çalışma alanlarının zaman içinde nasıl değiştiğini vurgulamaktadır. Lin, Lin ve Tsai (2014), Lin, Lin, Potvin ve Tsai (2019), Tsai ve Wen (2005) ve Lee, Wu ve Tsai'nin (2009) çalışmalarını temel alarak tarama çalışması yapmıştır. Bu çalışmalar, *International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* ve *Science Education* dergilerinde 1998 ile 2002 yılları arasında yayınlanan makaleleri içermiştir. Lin ve diğerleri (2019), inceleme bulgularını 1998'den 2017'ye uzanan beşer yıllık zaman aralıklarıyla karşılaştırmıştır. Seçilen bu dergilerdeki çalışmalar incelendiğinde, altı ülkenin bu beş yıllık aralıklarla her zaman ilk ona girdiği bulunmuştur: Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Birleşik Krallık, Avustralya, Tayvan, İsrail ve Kanada. İsveç, Güney Afrika, Hollanda, Almanya, İspanya ve Türkiye farklı zamanlarda bu ülkelerin olduğu sıralamaya katılmaktadır. Lin ve diğerleri (2019), bu dergilerdeki uygulamalı çalışmaların oranının arttığını ortaya koymuştur. Ayrıca çalışılan konular incelendiğinde öğrenme durumlarının 2003 yılından sonra yüksek frekansa sahip olduğu görülmüştür. Öğrenme ile ilişkili kavramları inceleyen araştırmaların yüzdesi azalmakla birlikte hala en çok çalışılan üç araştırma konusundan biri olmaya devam etmektedir.

Wang, Chen, Lv ve Xu (2022), başka bir derleme çalışmasında yedi farklı derginin bibliyometrik incelemesini gerçekleştirmiştir. Wang ve diğerleri (2022), Lin ve diğerlerinin (2019) incelemesini *Research in Science Education*, *Studies in Science Education*, *Science & Education* ve *Journal of Baltic Science Education* dergilerini de dahil ederek genişletmiştir. Wang ve diğerlerinin (2022) çalışmasına göre Türkiye, yayın sayısı açısından ABD, Avustralya ve İngiltere'nin ardından dördüncü sıraya yükselmiştir. Türkiye'yi Kanada, Tayvan, Almanya, İsrail, İsveç ve Çin Halk Cumhuriyeti izlemiştir. Wang ve diğerleri (2022), Lin ve diğerleri gibi (2019), 2001'den 2005'e, 2006'dan 2015'e ve 2016'dan 2020'ye kadar olan çalışmaları gözden geçirerek araştırma konularındaki değişiklikleri incelemiştir. Wang ve diğerleri (2022) 2001'den 2005'e kadar araştırmalarda öğrenmenin önemli bir araştırma alanı olduğunu, 2006'dan 2015'e kadar ise çalışmaların fen okuryazarlığına ve sosyobilimsel konulara odaklandığını belirlemiştir. Son beş yılda (2016'dan 2020'ye kadar) argümantasyon ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimine vurgu yapılmıştır. Yakın zamanda yapılan diğer bir çalışmada incelemeye daha fazla akademik dergisi dahil edilmiştir ve benzer bir yaklaşım izlemiştir (Tosun, 2022). Tosun, "fizik" veya "kimya" veya "biyoloji" ve "öğretim" veya "eğitim" veya "öğrenme" veya "öğretim" ve "fen eğitimi" anahtar sözcüklerine sahip 14 dergiyi araştırmasına dahil etmiştir. Tosun, bu dergileri fen eğitimi araştırma dergileri olarak adlandırmış ve STEM, bilimin doğası, değerlendirme ve mesleki gelişimin fen eğitimi dergilerinde en çok kullanılan anahtar kelimeler olduğunu belirtmiştir.

Fen eğitimi ile ilgili önceki inceleme çalışmaları (Lee vd., 2009; Lin vd., 2014; Lin vd., 2019; Tosun, 2022; Tsai ve Wen, 2005; Wang vd., 2022) belirli dergilerde yayınlanan çalışmaları inceleyerek genel bir bakış sağlamıştır. Bu derleme çalışmaları, fen eğitimi araştırmacılarını alanın mevcut durumu ve gelecekteki yönelimleri hakkında bilgilendirmek için önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak hızlı küreselleşme dikkate alındığında, bölgeler ve ülkeler arasında karşılaştırmalara odaklanan inceleme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Önceki çalışmalar, belirli dergilere dayalı olarak ülke bazlı farklılıkları araştırmıştır (örn. Tosun, 2022). Dolayısıyla bu çalışmanın ilk amacı fen eğitimi çalışmalarını dergi sınırlılıkları olmaksızın inceleyerek daha geniş bir bakış açısı sağlamaktır.

Bu çalışmanın ikinci amacı ise ile karşılaştırmalar yaparak eğilimlerin farklı bölgeler arasında nasıl değiştiğini inceleyerek bibliyometrik çalışmalara farklı bir bakış açısı sunmaktır. Bölgeler Kuzey Amerika (Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada), Avrupa (Türkiye, İngiltere, İspanya, Almanya, İsveç, İsrail, Hollanda, Finlandiya, Yunanistan, Portekiz ve Norveç), Avustralya (Avustralya ve Yeni Zelanda), Asya (Tayvan, Çin Halk Cumhuriyeti, Güney Kore ve Singapur) ve Güney Amerika ve Afrika (Brezilya ve Güney Afrika) olarak belirlenmiştir.

Bölgesel incelememiz fen eğitimindeki bağlamın önemini incelemektedir. Örneğin, Gonzalez-Weil ve diğerleri (2014) öğretmenlerin öğretim programında kendi yerel bağlamlarına göre değişiklikler yaptığını belirtmiştir ve Sanchez Tapia, Krajcik ve Reiser (2018) yerli öğrenciler için kültürel uyarlamaların önemini tartışmıştır. Bu çalışmalardan yola çıkarak, derleme çalışmamız bölgesel fen eğitimi eğilimlerinin yerel bağlama nasıl uyarlandığını araştırmıştır. Bu süreçte, Türk araştırmacılar tarafından yayınlanmış makaleler incelenmiştir. Türkiye'yi seçme sebebimiz Türkiye'nin önceki derleme çalışmalarındaki yeriyile bağlantılıdır. Lin ve diğerlerinin (2019) çalışması, Türkiye'nin farklı zaman aralıklarında ilk on ülke içerisinde yer aldığını ortaya çıkarmıştır. Wang ve diğerleri (2022) ile Tosun'un (2022) incelemesinde de yayın sayılarına bakıldığında ülkemizin fen eğitimi literatüründe ana dili İngilizce olmayan ülkeler arasında yayın sayısı olarak önde olduğu görülmektedir.

Genel olarak bakıldığında, fen eğitimi dergilerinin analizlerini sunan çalışmalar (örn. Tosun, 2022; Wang vd., 2022) fen eğitimi araştırmacılarına, farklı ülkelerin alandaki literatürde mevcut durumu hakkında genel bir bakış sağlamıştır. Önceki derleme çalışmaları, fen eğitimi literatürünü analiz etmek için bir ön çerçeve sağlamaktadır ve çalışmamız daha fazla yayın yapan ülkelerdeki çalışmalarda sıklıkla kullanılan anahtar kelimeleri temele almaktadır. Bu ölçütleri belirlerken önceki çalışmalar incelenmiştir. Song ve diğerleri (2021) 1980 ila 2019 yılları arasında diyabet hakkındaki çalışmaları incelemiştir ve derlemeye 100'den fazla çalışmada yer alan anahtar kelimeleri dahil etmiştir. Diğer yandan, Tosun (2022) yazarları incelerken, 100'den fazla alıntılanması olan yazarları derlemeye dahil etmiştir. Bu çalışmalarla bağlantılı olarak, Web of Science (WoS) veritabanında en az 100 makale yayınlamış olan ülkeler çalışmaya dahil edilmiştir. Bunun yanı sıra, sadece sıklıkla kullanılan anahtar kelimelerin arasındaki bağlantının incelenmesi sunulmuştur. Son olarak, bölgeler arasındaki güncel durum ve araştırma eğilimleri incelenmiştir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi: Uluslararası Eğilimler Ülkemizde Nasıl Yer Almaktadır?

Sözbilir ve Kutu (2008), ülkemizde fen eğitimi alanında 413 çalışmayı incelemiştir. Araştırmacılar 1987'den 2008'e kadar, Türk fen eğitimi literatürüne genel bir bakış sunmuşlardır. Bu derlemede yer alan makalelerin %76'sının dört konuya odaklandığı bulunmuştur: farklı fen kavramlarının nasıl öğretileceği, kavramların, tutumların ve kavram yanlışlarının analiz edilmesi. Kalan konular (örneğin, öğretmen eğitimi ve öğretim materyallerinin nasıl geliştirileceği) çalışmaların %5'inden daha azında incelenmiştir. Sözbilir ve Kutu'ya (2008) göre fen eğitiminde ilk çalışma 1987 yılında yapılmıştır. Araştırmacıların %66'sı nicel araştırma yöntemlerini tercih etmiştir ve araştırmaların %33'ü lisans öğrencileri ile yürütülmüştür.

Sözbilir ve Kutu'nun (2008) bulguları Lee ve diğerlerinin (2009) bulguları ile benzerlik göstermektedir. Birçok uluslararası dergide en çok araştırılan konular öğrencilerin öğrenme ve kavramları anlamalarını incelemek olmuştur ve bu araştırma alanları Türkiye'de de ön plana çıkmıştır. 2010'dan sonra, fen eğitiminde tematik alanları inceleyen çok sayıda derleme makalesi bulunmaktadır. Minner, Levy ve Century (2010) çeşitli sorgulama yaklaşımlarını inceleyen araştırmaları incelemiştir. Cavagnetto (2010) argümantasyon aktivitelerinin yapısını ve bileşenlerini, Zohar ve Barzilai (2013) öğrencilerde üstbilişi teşvik etmek için öğretim stratejilerini, Li ve Tsai (2013) oyun tasarımı ve kullanımını ve Duschl, Maeng ve Sezen (2011) araştırmacıların öğrenme basamaklarını nasıl geliştirdiğini, uyguladığını ve değerlendirdiğini inceleyen çalışmaları derlemelerinde analiz etmiştir.

Türk fen eğitiminde yapılan derleme çalışmaları da 2010 yılından sonra daha tematik konulara kaymış ve sosyobilimsel konu (SSI) çalışmaları (Topçu, Mugaloğlu ve Güven, 2014), pedagojik alan bilgisi (PAB) çalışmaları (Aydın ve Boz, 2012) ve STEM (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) veya STEAM (bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik) eğitimi çalışmaları (Ormancı, 2020; Yılmaz, Gülgün, Çetinkaya ve Doganay, 2018) araştırmacılar tarafından ele alınmıştır. Bu derleme çalışmaları, yerel çalışmaları ve tez çalışmalarını incelemiştir. Aydın ve Boz (2012), PAB ile ilgili 28 tez ve makaleyi incelemiştir. Topçu ve diğerleri (2014), sosyobilimsel konular ile ilgili ilk tezin 2008 yılında, sosyobilimsel konu ile ilgili ilk makalenin de 2009 yılında yayınlandığını belirtmiştir. Sosyobilimsel konular hakkında 2008-2014 yılları arasında 13 tez ve 11 makale yayınlamıştır (Topçu vd., 2014). Ormancı (2020), STEM eğitimindeki doktora tezlerini incelemiştir ve 2016'dan 2019'a kadar STEM veya

STEAM eğitimine odaklanan 30 doktora tezinin tamamlandığını tespit etmiştir. Yılmaz ve diğerleri (2018) başka bir derlemede 2010 yılından sonra yerel indekste (ULAKBİM) 200 adet STEM veya STEAM eğitimi çalışması olduğunu bulmuştur.

Bu derleme çalışmasının amacı, fen eğitimindeki ana araştırma eğilimlerini dergi sınırlılıkları olmaksızın incelemek ve fen eğitimindeki önemli eğilimlerin bölgeler arasında nasıl farklılık gösterdiğini sunmaktır. Ayrıca, bu çalışma bölgesel eğilimler ve Türkiye'deki çalışmalar arasında ki bağlantıları tartışarak, araştırmacılara hem yerel hem de küresel çalışılan konular hakkında fikir sunma potansiyeline sahiptir. Bu çalışmanın dört araştırma sorusu bulunmaktadır:

- 2000'den 2021'e kadar fen eğitimi literatüründeki araştırma eğilimleri nelerdir?
- Fen eğitimi araştırma eğilimleri bölgeler arasında nasıl farklılık göstermektedir?
- Bölgesel fen eğitimi eğilimleri ülkemizde nasıl yer almaktadır?
- 2000'den 2021'e kadar Türkiye'de ve farklı bölgelerde en çok tercih edilen dergiler hangileridir?

Yöntem

Bu çalışmanın analizi iki aşamaya ayrılmıştır: (1) Bölgelere dayalı fen eğitimi araştırması ve (2) Türkiye'de fen eğitimi araştırması (bkz. Tablo 1). Derleme için WoS veritabanında arama yapılmıştır. Çalışmaya ülkeleri dahil etmek için bir seçim kriteri kullanılmıştır. Bu seçim kriterinde Ocak 2022'ye kadar en az 100 makale yayınlamış olan ülkeler seçilmiş ve bu ülkeler beş bölgeye ayrılmıştır: Kuzey Amerika, Avrupa, Avustralya, Asya ve Güney Amerika ve Afrika. 100'den fazla makale yayınlamış ülkeler, örneklemimizdeki makalelerin %84'ini oluşturmaktadır. Bu veri seti incelenerek eğilimler analiz edilmiştir. Ülkeler belirlenirken WoS veritabanında sağlanan ülke bilgisi kullanılmıştır.

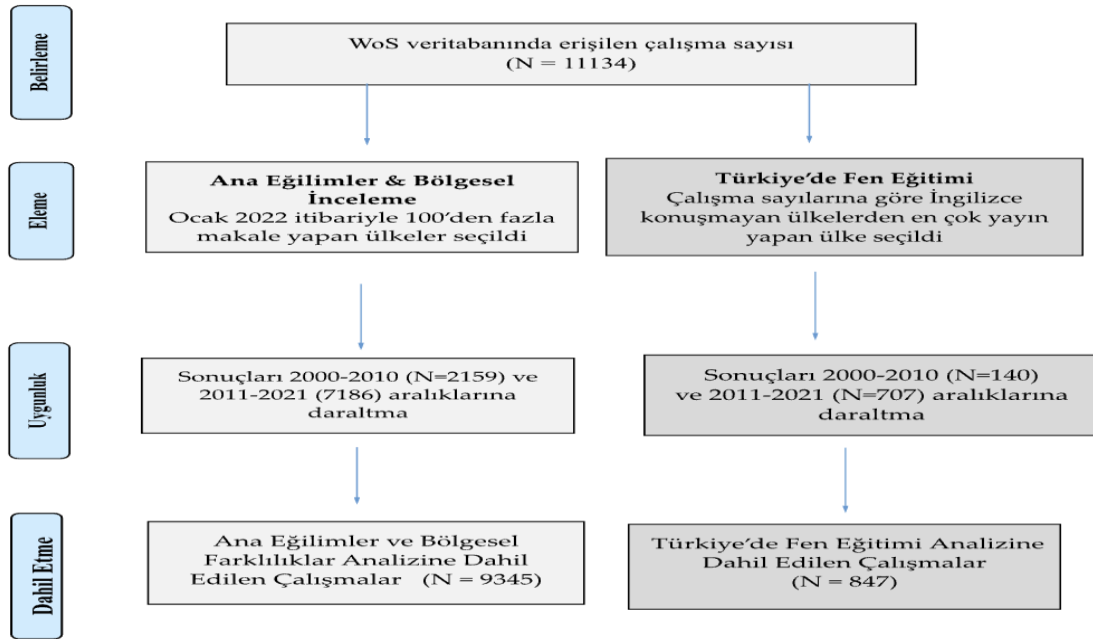
Bölgesel araştırma aşamasında, 2000'den 2010'a ve 2011'den 2021'e kadar en sık kullanılan anahtar kelimeler karşılaştırılarak fen eğitimindeki eğilimlerin bölgeler arasında nasıl farklılık gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır. İkinci aşamada, Türkiye'de yapılan çalışmalar benzer yöntemle incelenmiştir. Yerel çalışmalar incelenirken ülkemizin neden seçildiği bu çalışmanın giriş kısmında da belirtilmiştir. Ülkemiz ana dili İngilizce olmayan ülkeler arasında makale sayısı açısından lider ülke konumundadır.

Tablo 1. Çalışmanın Aşamaları

Çalışmanın Aşamaları	Açıklaması
WoS Çalışmalarının Özetlerin İncelenmesi	- Özetlerin İncelenmesi - 11.000'den fazla çalışmanın özetine ulaşılmıştır
I. Aşama Farklı Bölgelerde ki Fen Eğitimi Eğilimleri	-Ocak 2022'ye kadar 100'den fazla makale yayınlayan ülkelerin seçilmesi - 2000'den 2021'e kadar ana eğilimlerin belirlenmesi -Ülkelerin beş bölgede gruplanması - 2000-2010 ve 2011-2021 yılları arasında en sık kullanılan anahtar kelimelerin incelenmesi -En sık yayın yapılan dergilerin incelenmesi
II. Aşama Türkiye'de Fen Eğitimi Eğilimleri	-Ana dili İngilizce olmayan ülkeler arasında yayın sayısı olarak en çok makale yayınlanan ülke: Türkiye - 2000-2010 ve 2011-2021 yılları arasında en çok kullanılan anahtar kelimelerin incelenmesi - En çok yayın yapılan dergilerin incelenmesi

Farklı Aşamalar için Çalışmaların Seçimi

İlk aşamada genel karşılaştırmaları sunmak için anahtar kelimeler sadece özetlerde aranmıştır. Arama terimlerimiz "fen eğitimi", "fen öğrenimi" ve "fen öğretimi" olarak belirlenmiştir. Bu anahtar kelimeler konu bölümünde aranmıştır ve sadece İngilizce yayınlanan makaleler derlemeye dahil edilmiştir. Bu anahtar kelimeler kullanılarak, Eğitim Araştırmaları altında 11.000'den fazla makale bulunmuştur. Bu makalelerin büyük çoğunluğu (%92) 2000 yılından sonra yayınlanmıştır ve bu aramada 100'den fazla makale yayınlayan ülkeler, WoS veritabanının sağladığı bilgilere göre makalelerin %84'ünü yayınlamıştır. Daha önce Tosun (2022), alandaki en iyi yazarları belirlemek ve Song ve diğerleri de (2021) en sık kullanılan anahtar kelimeleri belirleme için 100 eşik değerini kullanmıştır, dolayısıyla bu çalışmada da benzer kriter en sık kullanılan anahtar kelimeleri analiz etmek için kullanılmıştır. Bu çalışmalarla bağlantılı olarak 1 Ocak 2022'e kadar 100'den fazla makale yayınlayan ülkeler çalışmaya dahil edilmiştir. Bu ülkeler arasında Amerika Birleşik Devletleri (3836 makale), Türkiye (847 makale), Avustralya (656 makale), İngiltere (606 makale) İspanya (512 makale), Kanada (454 makale), Tayvan (425 makale), Almanya (385 makale), Brezilya (352 makale), İsveç (270 makale), Çin Halk Cumhuriyeti (256 makale), İsrail (245 makale), Hollanda (196 makale), Güney Afrika (168 makale), Finlandiya (166 makale), Yunanistan (160 makale), Güney Kore (138 makale), Yeni Zelanda (135 makale), Portekiz (121 makale), Singapur (114 makale) ve Norveç (103 makale) yer almaktadır. Şekil 1'de Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman ve The PRISMA Group (2009) tarafından önerilen Sistematiik İncelemeler ve Meta-analizler için Tercih Edilen Raporlama Ögeleri (PRISMA) rehberinin nasıl takip edildiği sunulmuştur.



Şekil 1. PRISMA akış şeması

Çalışmada yer alan ülkeler beş bölge altında toplanmıştır: Kuzey Amerika (Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada), Avrupa (Türkiye, İngiltere, İspanya, Almanya, İsveç, İsrail, Hollanda, Finlandiya, Yunanistan, Portekiz ve Norveç), Avustralya (Avustralya ve Yeni Zelanda), Asya (Tayvan, Çin Halk Cumhuriyeti, Güney Kore ve Singapur) ve Güney Amerika ve Afrika (Brezilya ve Güney Afrika). Avrupa araştırma programları (örn. ERASMUS+, Horizon) aracılığıyla güçlü işbirliklerine sahip olan Türkiye ve İsrail Avrupa'da yer alan çalışmalara dahil edilmiştir. Bölgesel inceleme, 2000'den 2010'a ve 2011'den 2021'e kadar bu bölgelerdeki en sık kullanılan anahtar kelimelerin belirlenmesine olanak sağlamıştır. Tüm veriler WoS veri tabanından filtrelenmiştir ve yıllara ve bölgelere göre indirilmiştir (ör. Asya 2000-2010, Asya 2011-2021, Avrupa 2000-2010, Avrupa 2011-2021). Türkiye'de yer alan çalışmalar da benzer şekilde WoS veritabanından indirilmiştir (Türkiye 2000-2010, Türkiye 2011-2021).

Veri Analizi

Birinci ve ikinci araştırma sorularını yanıtlamak için anahtar kelime ilişkilerini ve anahtar kelime sıklığını gösteren VOSviewer yazılımının özellikleri kullanılmıştır. Zupic ve Cater'a (2015) göre, anahtar kelime ilişkileri bir alanın kavramsal yapısını ve temalarını ortaya çıkarmaktadır. Bu analizde Van Eck ve Waltman'ın (2018) belirttiği gibi dairenin boyutu, bir ögenin sıklığına göre belirlenir. Bağlantılar, bu daireler arasındaki bağlantıları temsil eder. Bağlantı gücü arttıkça bağlantı da artar (Van Eck ve Waltman, 2018). Analiz için WoS veritabanında en az 100 makale yayımlanmış ülkeler seçilmiştir ve yalnızca 2000'den 2021'e kadar yayınlanmış çalışmalar incelenmiştir. İlk araştırma sorusunu yanıtlamak için bibliyometrik analizde en az 100 makalede yer alan anahtar kelimeler arasındaki bağlantılar küme analizi ile belirlenmiştir. İlk araştırma sorusu, tüm bölgeler için 2000 sonrası eğilimleri incelemektedir.

İkinci ve üçüncü araştırma soruları için farklı bölgelerde ve Türkiye'de en sık kullanılan anahtar kelimeler incelenmiştir. Bu amaca ulaşmak için veri seti 2000- 2010 ve 2011- 2021 olmak üzere iki aralığa ayrılmıştır. Daha sonra sonuçlar farklı bölgelere göre analiz edilmiştir. En sık kullanılan anahtar kelimeleri belirlemek için VOSviewer kullanılmıştır. Tablo 2 ve 3, anahtar kelimeleri kullanım sıklığına göre sunmaktadır. Son satırda iki anahtar kelime aynı sıklığa sahipse, bağlantı gücü daha güçlü olan anahtar kelime listelenmiştir. Dördüncü araştırma sorusu, Türkiye'de ve farklı bölgelerde popüler dergilere odaklanmıştır. Bu analizde WoS veritabanında yer alan veriler kullanılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde önce genel eğilimler sunulacaktır, ardından farklı bölgelerde ve Türkiye'de eğilimler incelenecektir.

2000'den 2021'e Kadar Fen Eğitimi Literatüründeki Araştırma Eğilimleri Nelerdir?

Bölgesel verilerde, küresel olarak incelenen konuların çeşitliliğini gösteren 14160 anahtar kelime bulunmaktadır. Ülke seçim kriterine benzer şekilde 100'den fazla makalede bulunan anahtar kelimeler incelemeye alınmıştır (bkz. Şekil 2). Dört farklı kümede gruplandırılmış 63 anahtar kelime bulunmaktadır. Bu anahtar kelimelerden üçü 1000'den fazla makalede yer almıştır: fen eğitimi (frekans=1880, bağlantı gücü= 4450), fen (frekans =1256, bağlantı gücü= 3481), bilgi (frekans=1187, bağlantı gücü= 4478).

Kırmızı kümede, tutum (frekans =411, bağlantı gücü= 1547), başarı (frekans =443, bağlantı gücü= 1809) ve teknoloji (frekans =316, bağlantı gücü= 1168) ana temalar olarak ortaya çıkmıştır. Bu küme ayrıca kültür, temel eğitim, katılım, eşitlik, deneyimler, cinsiyet, kimlik, dil, matematik, motivasyon, katılım, pedagoji, algı, performans, öz yeterlilik ve STEM'i de içermektedir.

Yeşil kümenin merkezinde fen (frekans =1256, bağlantı gücü= 3481), fen eğitimi (frekans =1880, bağlantı gücü= 4450) ve bilgi (frekans =1187, bağlantı gücü= 4478) bulunmaktadır. Bu kümedeki diğer anahtar kelimeler biyoloji, kimya, çocuklar, kavramsal değişim, yapılandırma, tasarım, evrim, açıklama, çerçeve, zihinsel model, kavram yanlışları, model, fizik, temsiller, fen öğrenimi ve düşünme olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mavi küme merkezde sorgulama (frekans =850, bağlantı gücü= 3182), inanç (frekans =493, bağlantı gücü= 2075) ve öğretim programını (frekans =396, bağlantı gücü= 1359) içermektedir. Bu küme aynı zamanda değerlendirme, kavram, etki, öğretim, bilimin doğası, pedagojik alan bilgisi, mesleki gelişim, reform, fen öğretimi, bilimsel sorgulama, öğretmen eğitimi ve görüşleri de içermektedir.

Sarı kümenin merkezinde argümantasyon (oluşma=395, bağlantı gücü= 1712) ve fen okuryazarlığı (oluşma=368, bağlantı gücü= 1111) yer almaktadır. Bu küme, bağlam, karar verme, söylem, okuryazarlık, bakış açıları, okulda fen eğitimi, argümantasyon ve sosyobilimsel konuları da içermektedir.

Tablo 2. Farklı Bölgelerde Farklı Aralıklarda En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler

# 2000'den 2010'a kadar en çok tekrar eden 11 anahtar kelime				
Kuzey Amerika (1115 makale)	Avrupa (683 makale)	Avustralya (205 makale)	Asya (161 makale)	Güney Amerika & Afrika (75 makale)
1 Fen Eğitimi ⁵	Fen Eğitimi ⁵	Fen Eğitimi ⁵	Fen Eğitimi ⁵	Fen Eğitimi ⁵
2 Hizmet içi Eğitim ²	Kavramsal Değişim ⁴	Fen Öğrenimi ³	Fen Öğrenimi ³	Fen Öğretimi ⁵
3 Fen Öğretimi ⁵	Fen Öğretimi ⁵	Fen Öğretimi ⁵	Yapılandırıcılık ³	Öğretmen Eğitimi ¹
4 Sorgulama ¹	Fen Okuryazarlığı ⁴	Yapılandırıcılık ³	Değerlendirme ³	Çok kültürlü eğitim ¹
5 Fen ⁴	Fen ⁴	Kavramsal Değişim ⁴	Fen ⁴	Söylem Analizi ²
6 Kavramsal Değişim ⁴	Ortaöğretim ¹	Fen ⁴	Öğretim Programı ²	Fen Okuryazarlığı ⁴
7 Fen Okuryazarlığı ⁴	Çevre Eğitimi ²	Fen Okuryazarlığı ⁴	Mobil Öğrenme ¹	Çevre Eğitimi ²
8 Söylem Analizi ²	Cinsiyet ¹	Öğretim Programı ²	Bilimin Doğası ¹	Yöreye Özgü Bilgi ¹
9 Fen Öğrenimi ³	Yapılandırıcılık ³	Pedagoji ¹	Kavramsal Değişim ⁴	Bilim Tarihi ve Felsefesi ¹
10 Değerlendirme ³	Bilgisayar Bilimi Eğitimi ¹	Değerlendirme ³	Fen Öğretimi ⁵	Hizmet içi Eğitim ²
11 Kentsel Eğitim ¹ *	Argümantasyon ¹	Öğretmen Gelişimi ¹	İnternet ¹	Öğretmenlerin Öğrenmesi ¹
# 2011'den 2021'e kadar en çok tekrar eden 11 anahtar kelime				
Kuzey Amerika (3093 makale)	Avrupa (2710 makale)	Avustralya (564 makale)	Asya (721 makale)	Güney Amerika & Afrika (439 makale)
1 Fen Eğitimi ⁵	Fen Eğitimi ⁵	Fen Eğitimi ⁵	Fen Eğitimi ⁵	Fen Eğitimi ⁵
2 Hizmet içi Eğitim ⁴	Fen Öğretimi ⁵	Fen Öğrenimi ⁴	Fen Öğrenimi ⁴	Fen Öğretimi ⁵
3 Eşitlik ¹	Öğretmen Eğitimi ⁴	Fen ⁴	Fen Okuryazarlığı ⁴	Öğretmen Gelişimi ¹
4 Fen ⁴	Fen ⁴	Fen Öğretimi ⁵	Öz Yeterlilik ¹	Kırsal Eğitim ¹
5 Öğretmen Eğitimi ⁴	Bilimin Doğası ⁴	Fen Okuryazarlığı ⁴	Oyun Temelli Öğrenme ¹	Çevre Eğitimi ¹
6 Fen Öğrenimi ⁴	Argümantasyon ⁴	Yükseköğretim ¹	İşbirlikli Öğrenme ¹	Öğretmen Eğitimi ⁴
7 Bilimin Doğası ⁴	Fen Öğrenimi ⁴	Bilimin Doğası ⁴	Pedagojik Sorunlar ¹	Argümantasyon ⁴
8 Bilgisayar Bilimi Eğitimi ²	Hizmet içi Eğitim ⁴	Öğretmen Eğitimi ⁴	Fen Öğretimi ⁵	Fen ⁴
9 STEM ¹	Fen Okuryazarlığı ⁴	Öğretim Programı ¹	Öğrenme & Öğretme Yaklaşımları ¹	Bilimin Doğası ⁴
10 Argümantasyon ⁴	Temel Eğitim ¹	Hizmet içi Eğitim ⁴	Mobil Öğrenme ¹	Fen Okuryazarlığı ⁴
11 Fen Öğretimi ⁵ *	Bilgisayar Bilimi Eğitimi ²	Sosyobilimsel Konular ¹	Argümantasyon ⁴	Hizmet içi Eğitim ⁴

* Aynı frekansa sahip iki anahtar kelime varsa bağlantı gücü daha fazla olan anahtar kelime seçilmiştir. (1: Bir Bölgede Yer Alan Anahtar Kelime, 2: İki Bölgede Yer Alan Anahtar Kelime, 3: Üç Bölgede Yer Alan Anahtar Kelime, 4: Dört Bölgede Yer Alan Anahtar Kelime, 5: Beş Bölgede Yer Alan Anahtar Kelime)

Bölgesel Fen Eğilimleri Ülkemizde Nasıl Yer Almaktadır?

Türkiye'deki yayın sayısında dikkat çekici bir artış vardır ve çalışmamızda yerel eğilimleri sunmak için ABD'den sonra yer aldığı için seçilmiştir. Örneklelimizdeki Türk akademisyenler tarafından yayınlanan ilk çalışma 2001 yılında yapılmış (Irzik, 2001) ve 2008 yılından sonra Türkiye'de çalışma sayısı 30'a ulaşmıştır. Fen, fen eğitimi ve fen öğretimi, bölgesel verilere benzer şekilde her iki aralıkta da anahtar kelimeler olarak yer almaktadır (bkz. Tablo 3). Ayrıca her iki aralıkta da tutum ve bilimin doğası ortaya çıkmaktadır. Kavramsal değişim, kavram yanılığları, yapılandırıcılık ve başarı gibi anahtar kelimelerden argümantasyon, öz-yeterlilik, bilimsel süreç becerileri ve motivasyon gibi anahtar kelimelere geçiş ülkemizdeki çalışmalarda görülmektedir. Başarı, tutum, bilimsel süreç becerileri, motivasyon gibi anahtar kelimeler sadece Türkiye'de en çok ortaya çıkan anahtar kelimeler arasında yer almaktadır.

Tablo 3. Türkiye'deki Fen Eğitimi Araştırmalarında Farklı Aralıklarda En Sık Kullanılan Anahtar Kelimeler

#	2000'den 2010'a kadar en yüksek frekanslı 11 anahtar kelime	2011'den 2021'e kadar en yüksek frekanslı 11 anahtar kelime
1	Fen Eğitimi ²	Fen Eğitimi ²
2	Fen ²	Fen Öğretimi ²
3	Öğrenme Ortamı ¹	Bilimin Doğası ²
4	Fen Öğretimi ²	Öğretmen Eğitimi ¹
5	Kavramsal Değişim ¹	Argümantasyon ¹
6	Kavram Yanılığları ¹	Öz-yeterlilik ¹
7	Yapılandırıcılık ¹	Tutum ²
8	Başarı ¹	Bilimsel Süreç Becerileri ¹
9	Tutum ²	Fen ²
10	Cinsiyet ¹	Motivasyon ¹
11*	Bilimin Doğası ²	Öğretmen Adayları ¹

* Aynı frekansa sahip iki anahtar kelime varsa bağlantı gücü daha fazla olan anahtar kelime seçilmiştir. (1: Bir Aralıkta Yer Alan Anahtar Kelime, 2: İki Aralıkta Yer Alan Anahtar Kelime)

2000'den 2021'e Kadar Türkiye'de ve Farklı Bölgelerde En Çok Tercih Edilen Dergiler Hangileridir?

Bölgeler bazında en çok yayın yapılan ilk on dergiye baktığımızda (bkz. Tablo 4), International Journal of Science Education ve Cultural Studies of Science Education tüm bölgelerde ilk onda yer almaktadır. Aynı zamanda, dört farklı bölgede ilk onda yer alan iki dergi vardır: Research in Science Education, Journal of Research In Science Teaching.

School Science and Mathematics yalnızca Kuzey Amerika'da; Revista Eureka Sobre Ensenanza Y Divulgacion De Las Ciencias, Ensenanza De Las Ciencias ve Practice yalnızca Avrupa'da; Australian Journal of Teacher Education and Research in Science Technological Education yalnızca Avustralya'da; Computers and Education, Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education and Education Technology and Society yalnızca Asya'da; Brazilian Journal of Rural Education, Remea Revista Eletronica Do Mestrado Em Educacao Ambiental, Educar Em Revista, Dialogia ve South African Journal of Education dergileri yalnızca Güney Amerika ve Afrika'da çok tercih edilen dergiler arasındadır. Kuzey Amerika dışında yer alan bölgelerde yalnızca o bölgede çok tercih edilen bir dergi bulunmaktadır. İspanyolca veya Portekizce yayınlanan dergiler nedeniyle, Avrupa, Güney Amerika ve Afrika'da diğer bölgelerde yer almayan dergiler bulunmaktadır.

Tablo 4. Farklı Bölgelerde En Sık Tercih Edilen Dergiler

#	Kuzey Amerika		Avrupa		Avustralya		Asya		Güney Amerika & Afrika	
	Dergi	MS*	Dergi	MS *	Dergi	MS *	Dergi	MS *	Dergi	MS *
1	Journal of Research in Science Teaching ⁴	393	International Journal of Science Education ⁵	350	Research in Science Education ⁴	106	International Journal of Science Education ⁵	136	Cultural Studies of Science Education ⁵	38
2	Cultural Studies of Science Education ⁵	374	Research in Science Education ⁴	180	International Journal of Science Education ⁵	78	International Journal of Science and Mathematics Education ⁴	63	International Journal of Science Education ⁵	34
3	Science Education ³	318	Science & Education ³	130	Cultural Studies of Science Education ⁵	60	Journal of Baltic Science Education ²	43	Science & Education ³	33
4	International Journal of Science Education ⁵	312	Journal of Baltic Science Education ²	107	Journal of Research in Science Teaching ⁴	27	Research in Science Education ⁴	41	Brazilian Journal of Rural Education ¹	19
5	Journal of Science Teacher Education ²	279	Revista Eureka Sobre Ensenanza Y Divulgacion De Las Ciencias ¹	104	Science Education ³	23	Journal of Science Education and Technology ³	39	Remea Revista Eletronica Do Mestrado Em Educacao Ambiental ¹	18
6	Journal of Science Education and Technology ³	192	Cultural Studies of Science Education ⁵	101	Australian Journal of Teacher Education ⁵	21	Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education ¹	38	Research in Science Education ⁴	18
7	Research in Science Education ⁴	169	Journal of Research In Science Teaching ⁴	92	International Journal of Science and Mathematics Education ⁴	19	Computers & Education ¹	36	Educar Em Revista ¹	16
8	School Science and Mathematics ¹	119	Science Education ³	88	Journal of Science Teacher Education ²	13	Educational Technology and Society ⁵	26	Dialogia ¹	15
9	International Journal of Science and Mathematics Education ⁴	96	Ensenanza De Las Ciencias ¹	85	Journal of Science Education and Technology ³	12	Journal of Research in Science Teaching ⁴	24	South African Journal of Education ¹	14
10	Science & Education ³	92	International Journal of Science and Mathematics Education ⁴	80	Research in Science Technological Education ²	12	Cultural Studies of Science Education ⁵ / Research in Science & Technological Education ²	23	Americana De Estudos Em Educacao ¹	12

*MS: Makale Sayısı; 1: Bir Bölgede Çok Yayın Yapılan Dergi, 2: İki Bölgede Çok Yayın Yapılan Dergi, 3: Üç Bölgede Çok Yayın Yapılan Dergi, 4: Dört Bölgede Çok Yayın Yapılan Dergi; 5: Beş Bölgede Çok Yayın Yapılan Dergi

Türk araştırmacıların en çok tercih ettiği dergi Journal of Baltic Science Education'dır (bkz. Tablo 5). Bölgesel eğilimlere benzer şekilde, Türkçe ve İngilizce çalışma yayınlayan üç dergi (Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Eğitim ve Bilim Dergisi ve Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi) çok tercih edilen dergiler arasındadır. Farklı bölgelerde araştırmacılar tarafından tercih edilen beş dergi (International Journal of Science Education, Research in Science Education, Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education, Journal of Baltic Science Education ve Journal of Science Education and Technology) Türk araştırmacılar tarafından da sıkça tercih edilmektedir.

Tablo 5. Türk Araştırmacıların En Sık Tercih Ettiği Dergiler

#	Dergi	Makale Sayısı
1	Journal of Baltic Science Education	78
2	Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	67
3	Eğitim ve Bilim	46
4	Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education	35
5	International Journal of Science Education	33
6	Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	33
7	Eurasian Journal of Educational Research	32
8	Journal of Science Education and Technology	32
9	Energy Education Science and Technology Part B-Social and Educational Studies	30
10	Research in Science Education	29

Tartışma

Kavramların ve fikirlerin öğrencilere nasıl sunulduğunun araştırılması fen eğitimi araştırmacıları için önemli bir konu olmuştur (Rivet ve Kracik, 2008). Birçok çalışma öncelikle fen kavramlarının yerel bağlamlarda nasıl uygulanabileceğini anlamaya odaklanmıştır (Gonzalez-Weil vd., 2014; Sanchez-Tapia vd., 2018), ancak araştırmalar uygulamalar arasında farklılıklar da bildirmiştir (Barab vd., 2009; Bell, Mulvey ve Maeng, 2016). Fen kavramlarının nasıl araştırıldığı bağlama göre değişebilir ve bu derlemenin amacı, fen eğitimindeki bağlamları farklı bir açıdan incelemek olmuştur. 2021 yılı sonuna kadar WoS veritabanında 100'den fazla makale yayınlanmış ülkeleri seçerek fen eğitimi araştırmaları beş bölgeye (Kuzey Amerika, Avrupa, Avustralya, Asya ve Güney Amerika ve Afrika) ayrılmıştır. Örneğimiz, 2000'den 2010 yılına kadar 2159 makaleyi içermektedir ve bu makalelerin %51'i Kuzey Amerika'da yayınlanmıştır. 2011'den 2021'e kadar yayın sayısı 7186 makaleye yükselmiştir ve Kuzey Amerika'da yayınlanan çalışmalar toplam çalışmaların yüzde 43'ünü oluşturmuştur. Bu, 2010'dan sonra fen eğitimi araştırmalarında değişen bir dinamik olduğunu göstermektedir. 2000'den 2010'a kadar Asya, Avustralya'dan daha az çalışma yayınlanmıştır, ancak 2011'den 2021'e kadar Asya ülkeleri Avustralya'dan daha fazla yayın yapmıştır.

2000'den 2021'e kadar 100'den fazla makalede yer alan anahtar kelimelere ilişkin bibliyometrik analizimiz dört temayı ortaya çıkarmıştır: (1) tutum, başarı ve teknoloji, (2) fen, fen eğitimi ve bilgi (3) argümantasyon ve fen okuryazarlığı, (4) sorgulama, inanç ve öğretim programı. Fen eğitimi çalışmalarındaki eğilimleri daha iyi anlamak için en çok kullanılan anahtar kelimeler iki farklı zaman aralığında incelenmiştir.

2000'den 2010'a ve 2011'den 2021'e kadar beş farklı bölgede 55 anahtar kelime karşılaştırılmıştır. Bu aralıklarda çalışma sayısı arttıkça (2159 makaleden 7186 makaleye) dört farklı bölgede görünen ortak anahtar kelimeler de artmıştır. Bu, farklı ülkelerdeki akademisyenlerin 2011'den 2021'e kadar farklı bölgelerde benzer fikirleri incelediklerinin kanıtı olabilir. Bu bölümde, bu değişimin bölgeler arasında nasıl farklılık gösterdiği, bunun öğretim programları üzerindeki etkileri ve Türkiye'de yürütülen araştırmaları nasıl etkilediği tartışılmıştır.

Tutum, Başarı ve Teknoloji Teması

Lin ve diğerleri (2019) öğrenme bağlamını inceleyen çalışmaların arttığını belirtmiştir. Lin ve diğerleri (2019) ilgi, motivasyon veya tutumun "Öğrenme Bağlamı" olarak sınıflandırılabilirliğini belirtmektedir. Motivasyon ve tutum, Türkiye'deki araştırmalarda (ör. Gencer ve Çakıroğlu, 2007; Taş, Apaydın ve Çetinkaya, 2011) ilk on anahtar kelime arasındadır, ancak bölgesel analizde bulunmamaktadır. Asya'da yalnızca öz-yeterlilik en üstte yer almaktadır (ör. Chen, Wang ve Lin, 2015; Looi vd., 2014). Lin ve diğerleri (2019), öğrenme bağlamının öğrenci özelliklerini, öğrenme ortamını ve üst düzey düşünmeyi içeren geniş bir kategori olduğunu belirtmiştir.

Lin ve diğerleri (2019) fen eğitiminde eğitim teknolojisini araştıran çalışmaların düşüştüğünü de belirtmektedir. Bu sonuçla bağlantılı olarak, Avustralya, Güney Amerika veya Afrika'da teknolojiyle ilgili hiçbir anahtar kelime bulunmamaktadır. Diğer yandan, eğitim teknolojisine yapılan vurgu Asya'da artmaktadır ve Asya'daki çok atıf alan makaleler (Hwang, Tsai ve Yang, 2008; Wu, Lee, Chang ve Liang, 2013) eğitim teknolojisine odaklanmaktadır. Ayrıca sık tercih edilen dergiler arasında teknoloji eğitime odaklanan dört Asya dergisi bulunmaktadır (Journal of Science Education and Technology, Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education, Computers & Education, Educational Technology and Society). Bu sonuç, araştırma temalarının yazarların dergi seçimini nasıl etkilediğini göstermek için bir kanıt olabilir.

Ek olarak, bilgisayar bilimi eğitimi yalnızca Kuzey Amerika ve Avrupa'da en önemli anahtar kelime olarak ortaya çıkmıştır. Bilgisayar bilimi eğitimi, fen eğitimcileri için yeni fırsatlar sunmaktadır. Jayathirtha ve Kafai (2020), yeniden tasarlanmış mikrodenetleyici, sensör ve aktüatör kullanarak elektronik tekstil çalışmalarını incelemiştir. Hubwieser, Armoni ve Giannakos (2015) editöryal makalelerinde çeşitli vaka çalışmaları sunmuş ve bilgisayar bilimleri eğitimi ile ilgili birçok sorunun cevapsız kaldığını vurgulamıştır. Bilgisayar bilimleri eğitiminin ABD'de öne çıkması, orta öğretimde bu konu üzerinde çalışan öğretmenlerle ilgili olabilir (Yadav, Gretter, Hambrusch ve Sands, 2016). Ancak, akademisyenlerin ABD'de (Yadav vd., 2016) ve Avrupa'da (Nijenhuis-Voogt, Meijer ve Barendsen, 2018) gelişmekte olan bir araştırma alanı olarak bilgisayar bilimi eğitimi incelemeye devam ettiklerinin altını çizmek gerekmektedir.

Başarı fen eğitimi çalışmaları için merkezi bir tema olarak ortaya çıkmaktadır. Santos ve Prudente (2021), sanal laboratuvarlarda, oyunlarda (Riopel vd., 2019) ve artırılmış gerçeklik uygulamalarında (Kalemkuş ve Kalemkuş, 2022) akademik başarının etkisini araştırmıştır. Tüm bu çalışmalar fen eğitimi, teknoloji ve başarı arasındaki bağlantıyı ortaya koymaktadır. Küme analizi ayrıca matematik ve STEM eğitimi de içermektedir. STEM eğitimi, yalnızca Kuzey Amerika'da sık kullanılan bir anahtar kelime olarak ortaya çıkmıştır. Bulgular, fen eğitiminin STEM eğitiminde önde gelen disiplin haline geldiğini ve matematik eğitiminde daha az çalışma olduğunu belirten bir meta analiz çalışması ile benzerlik göstermektedir (Delen ve Şen, 2023).

Son olarak, eşitlik ve cinsiyet, bibliyometrik analizde sık kullanılan anahtar kelimeler olarak görülmektedir, ancak eşitlik yalnızca Kuzey Amerika'da sık kullanılan anahtar kelime arasındadır ve bu alanda çok atıf yapılan makaleler Amerika Birleşik Devletleri'nde yürütülen çalışmalardır (örn., Calabrese Barton ve Tan, 2010; Calabrese Barton vd., 2013). ABD'deki raporlar da fen eğitiminde eşitliğin nasıl teşvik edileceğine vurgu yapmaktadır (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2022a, 2022b).

Bilgi, Kavram ve Kavram Yanılgıları Teması

Bölgesel analizimizde kavramsal değişim, 2000'den 2010'a kadar yüksek frekanslı anahtar kelimelerdendir. Bu sonuçla bağlantılı olarak, Lin ve diğerleri (2019), öğrenme ve kavramları inceleyen çalışmalarda azalma olduğunu bulmuştur. Son yıllarda bir düşüş gözlenmektedir, ancak sonuçlarımız bilgiyle ilgili anahtar kelimelerin fen eğitiminde önemli olduğuna dair kanıt sunmaktadır. Çalışmalarda bilginin nasıl incelendiği bağlama göre değişebilir. Örneğin, Hannigan, Wickman, Ferguson, Prain ve Tytler (2022), öğrencilerin nesli tükenmekte olan Avustralya hayvanları hakkındaki bilgilerini araştırmıştır ve Gnesdilow ve Puntambekar (2021), öğrencilerin fizik kavramlarına ilişkin anlayışlarını incelemiştir. Bir başka çalışmada, Larkin, Carletta ve Evans (2022), bir fizik öğretmenin algı ve bilgilerinin on yıllık bir süre içinde nasıl geliştiğini anlamak için boylamsal bir çalışma oluşturmuştur.

Ayrıca kavram yanlışlığı araştırmaları da bilgiye farklı bir bakış açısıyla odaklanmıştır. Potvin, Masson, Lafortune ve Cyr (2015) ortaokul öğrencileri için kaldırma kuvvetine odaklanırken, Andersson ve Gullberg (2014) bir öğretmenin yoğunluk hakkındaki görüşlerinin erken çocukluk eğitiminde nasıl bir etkiye sahip olabileceğini incelemiştir.

Kavramsal değişime ek olarak, yapılandırmacılık 2000'den 2010'a kadar bir diğer yüksek frekanslı anahtar kelimedir. Bu, sonuç Türkiye'deki fen eğitimi bulgularıyla da ilişkilidir. 2005 yılında fen ve teknoloji müfredatı revize edilmiş ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı Türkiye'deki fen eğitimi uygulamalarına girmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005a). Yapılandırmacı yaklaşım, yeni öğrenilen bilgi ve kavramları daha önceki öğrenme deneyimleriyle ilişkilendirerek öğrencilerin bilgiyi anlamlı bir şekilde yapılandırmasına vurgu yapmaktadır. Ayrıca öğrencilerin kavram yanlışlığı varsa kavramsal değişim yaklaşımı kullanmanın önemine öncelik verir. Bununla ilişkili olarak, 2000'den 2010'a kadar Türkiye'deki araştırmalarda kavram yanlışlığı yüksek frekanslı bir anahtar kelime olmuştur.

Argümantasyon ve Fen Okuryazarlığı Teması

Fen eğitiminde argümantasyon, 2000 yılından bu yana birçok araştırmacının merkezinde yer almıştır (örneğin, Driver, Newton ve Osborne, 2000; Zohar ve Nemet, 2002) ve hem Türkiye'de (MEB, 2005b) hem de diğer ülkelerde öğretim programlarında vurgulanmıştır (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA], 2009). Argümantasyon, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin yanı sıra bilimsel kanıt ve verileri kullanarak sınıf içi tartışmalara katılmalarını teşvik eder (Osborne, Erduran ve Simon, 2004). Bunun yanı sıra, öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimini ve bu becerileri sosyobilimsel konuları, fen kavramlarını öğrenirken nasıl kullandıklarını inceleyen araştırmalar bulunmaktadır (Evagorou ve Osborne, 2013; Sampson ve Clark, 2008; Topçu, Sadler ve Yılmaz-Tüzün, 2010). Fen sınıflarında argümantasyonun etkili bir şekilde uygulanması, tartışmanın bir öğretim yöntemi olarak kullanılmasıyla sağlanmıştır. Öğrenciler ve öğretmenler arasındaki sınıf içi tartışmalardaki etkileşimler, araştırmacılar tarafından yoğun bir şekilde incelenmiştir (Mortimer ve Scott, 2003; Soysal ve Yılmaz Tüzün, 2021). Tüm bu uygulamalar bu tema ile ilişkilendirilebilir.

Bibliyometrik ve bölgesel analize göre, fen okuryazarlığı fen eğitimi araştırmacıları için bir diğer önemli temadır. American Association for the Advancement of Science (AAAS), tüm Amerikalıların fen okuryazarı olmalarına yardımcı olmak için 2061 Projesi'ni başlatmıştır (AAAS, 1993). Avrupa'da Fen Eğitimi raporuna göre, fen okuryazarlığı "iyi fen eğitimi"nin bir hedefidir (Forsthuber, Motiejunaite ve de Almeida Coutinho, 2011, s. 68). Fen okuryazarlığına yapılan vurgu, 2000'den 2021'e kadar bibliyometrik ve bölgesel analizde önemli temalar arasında yer almıştır.

Fen okuryazarlığı ve argümantasyon kümesinin ayrıca karar verme, söylem, okuryazarlık, bakış açıları, okulda fen eğitimi, argümantasyon ve sosyobilimsel konularla da bağlantıları vardır. Bu küme, son 10 yılda gerçekleştirilen müfredat değişikliklerinin Türkiye'de fen eğitimi araştırmaları üzerindeki etkisini göstermektedir. 2011-2021 yılları arasında sık kullanılan anahtar kelimeler dikkate alındığında, anahtar kelimeler ile bu küme arasında benzer eğilimler görülmektedir. Fen okuryazarlığı, 2005 yılından itibaren öğretim programının temel hedefi olarak kabul edilmektedir. 2013 yılında yapılan revizyonlarla bilimin doğası, sosyobilimsel konular ve sürdürülebilir kalkınma fen bilimleri öğretim programına dahil edilmiştir (MEB, 2013). 2018'deki revizyonlar, sorgulamaya dayalı öğrenmeyi vurgulamaktadır. Argümantasyonunun yanı sıra, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, işbirlikli öğrenme, problem temelli öğrenme öğretim programında yer almaktadır (MEB, 2018). Fen okuryazarlığı, bilimsel kavramları daha iyi anlamak için bilgi, beceri ve değerlerin kazanılması olarak kabul edilmektedir (Sadler ve Zeidler, 2009). Bu nedenle Türkiye'deki fen eğitimi araştırmacıları, öğretim programlarında belirtilen bu hedefe odaklanarak diğer değişkenlerle birlikte fen okuryazarlığının gelişimini incelemiştir. Fen okuryazarlığı, genetiği değiştirilmiş gıdalar, nükleer enerji vb. gibi toplumsal konularda bilinçli kararlar verme becerisine sahip öğrenciler yetiştirmede de önemli görülmektedir. Bu amaçla sosyobilimsel konuların öğretilmesi ve öğrenilmesi, 2013 öğretim programlarında yer almıştır. Bu değişimler Amerika (21. Yüzyıl Fen Eğitimi Projesi, 2003), Avrupa (Lpf 94, 1994) ve Asya'da (Endonezya: Nida, Mustikasari ve Eilks, 2021) yer alan uygulamalarla benzerlikler göstermiştir.

Sorgulama, İnanç ve Öğretim Programları Teması

Shymansky, Hedges ve Woodworth (1990), 1955'ten sonra geliştirilen fen eğitimi programlarının "sorgulamaya yönelik" (s. 131) olduğunu belirtmiştir ve Türkiye'deki öğretim programları son 20 yılda fen eğitiminde görülen eğilimlerden etkilenmiştir. Örneğin, Osborne ve Dillon (2008) Avrupa ülkelerinin fen eğitimi öğretim programlarını güncellemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bununla ilişkili olarak, Avrupa Fen Eğitimi raporuna göre birçok Avrupa ülkesi 2005 ve 2011 yılları arasında öğretim programlarını güncellemiştir (Forsthuber vd., 2011). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NSES), 2013 yılında Yeni Nesil Fen Eğitimi Standartları (NGSS) olarak güncellenmiştir. Ulusal Bilim Eğitimi Standartları (NSES), sorgulayıcı öğrenme, bilimsel okuryazarlık ve kavramsal anlamaya odaklanmaktadır. Bu kelimeler, 2000 ile 2010 yılları arasında yayınlanan araştırmaları incelediğimizde sık kullanılan anahtar kelimeler arasında yer almaktadır. NSES'in aksine, NGSS birbiri ile ilişkili kavramlara, STEM disiplinlerine, bilimin doğasına ve tartışmaya öncelik vermektedir. Bu değişikliklerle ilişkili olarak 2011-2021 yılları arasında bu konuların daha yaygın araştırıldığı görülmektedir. Bir diğer ülke olan Güney Afrika ise, öğretim programını yerli bilgi, bilimin doğası ve argümantasyona odaklanarak güncellemiştir (Erduran ve Msimanga, 2014). Öğretim programında yer alan bu değişim sadece bu bölgede yer alan yerel bilgi anahtar kelimesinin sık kullanılan bir kelime olmasının bir nedeni olabilir. Araştırmacılar, bu değişen eğilimlerle ilişkili olarak fen eğitiminde etkili hizmet içi eğitim programlarının nasıl tasarlanacağını incelemeye devam etmektedir (Hubers, Endedijk ve Van Veen, 2020). Sürekli değişen bu dinamiklerle ilgili olarak öğretmen inançlarının incelenmesi fen eğitimi çalışmaları için önemli bir konu haline gelmiştir (Christian, Kelly ve Bugallo, 2021; Nouri, Saberi, McComas ve Mohammadi, 2021).

Bibliyometrik ve bölgesel anahtar kelime analizimize göre, öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim 2011'den 2021'e kadar tüm bölgelerde önemli bir tema haline gelmiştir. Bu sonuç, diğer derleme çalışmalarıyla bağlantılıdır. Örneğin, Xu, Williams, Gu ve Zhang (2020) International Journal of Technology and Design Education dergisinde 2000'den 2018'e kadar yayınlanan çalışmaları incelemiştir. Xu ve diğerlerinin (2020) çalışmasında temel eğitimde öğretmen eğitimi önemli bir tema olarak ortaya çıkmaktadır. Tosun (2022), fen eğitimi dergilerinde öğretmen eğitimi önemli bir tema olarak bildirmiştir.

Türkiye'de yapılan araştırmalarda da öğretmen eğitimine güçlü bir vurgu bulunmuştur, ancak burada öğretmen eğitimi noktasında bölgesel analiz ile bir farklılık görülmektedir. Türkiye'de öğretmen adayları, öğretmen eğitiminin yanı sıra yerel anahtar kelime analizinde sık kullanılan bir anahtar kelime olarak ortaya çıkmaktadır. Daha önce yapılan derleme çalışmalarına baktığımızda, ülkemizde çalışma grubu olarak öğretmen adaylarının kullanıldığı çalışmalara ağırlık verildiği görülmektedir. Örneğin Kanadlı (2019), Türkiye'de yürütülen ve nitel araştırma deseni ile gerçekleştirilen STEM eğitimi çalışmalarını incelemiştir. Kanadlı, derlemeye dahil edilen çalışmalarda 699 katılımcının yer aldığını belirtmiştir. STEM eğitimi çalışmalarında katılımcıların %71'ini öğretmenler ve öğretmen adayları (464 öğretmen adayı ve 31 öğretmen adayı) oluşturmuştur (Kanadlı, 2019). Öğretmen eğitimi, çalışmamızın bibliyometrik ve frekans analizinde de önemli bir anahtar kelime olarak ortaya çıkmaktadır. Yıldırım, Calik ve Ozmen (2016), yerel ve uluslararası indekslerde yer alan tez ve makalelerin incelendiği başka bir derleme çalışmasında, bilimsel süreç becerilerini inceleyen 200 çalışmaya ulaşmıştır. Bu çalışmaların yarısından fazlası (n=108) öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye odaklanmıştır. Bilimsel süreç becerileri çalışmalarında en sık seçilen katılımcı grubu ortaokul öğrencileridir (n=67). Öğretmen adaylarının yer aldığı 63 çalışma ve öğretmen adaylarının yer aldığı 15 çalışma bulunmaktadır (Yıldırım vd., 2016). Aydın ve Boz (2012), 28 pedagojik alan bilgisi çalışmasının 23'ünün öğretmen adaylarıyla gerçekleştirildiğini belirtmiştir. Farklı derleme çalışmaları, öğretmen adaylarının Türk fen eğitimi araştırmalarında önemli bir katılımcı grubu olduğunu göstermektedir.

Tartışma ve Sınırlılıklar

1990'dan 2007'ye kadar fen eğitimi literatürünü inceledikten sonra, Chang, Chang ve Tseng (2010), Türk araştırmacıların üretkenliğinin 83 ülke ile karşılaştırıldığında ilk on arasında olduğu sonucuna varmıştır. Bu dikkat çekici bir sonuçtur çünkü bizim analizimize göre 2004 yılı, Türk araştırmacıların WoS veri tabanında birden fazla çalışma yayınladığı ilk yıl olarak karşımıza çıkmaktadır. 2000 yılından sonra WoS veri tabanındaki yayınları araştırdığımızda, Türk araştırmacılar fen eğitimindeki yayın sayısında İngilizce konuşulmayan ülkeler arasında liderliği ele almıştır.

Fen eğitiminde yapılan çalışmaların sayısı son on yılda giderek artmıştır. ABD yayın sayısı açısından liderliğini sürdürürken, Kuzey Amerika'da yapılan çalışmaların oranı düşmektedir. Dergi analizine göre, yerel dergiler bu değişimde önemli bir rol oynamaktadır. Her bölgede ilk onda en az iki yerel dergi yer alırken, Türkiye'de yayınlanan çalışmalara baktığımızda üç Türk fen eğitimi dergisi ilk on dergi arasında yer almıştır. Gelecekteki araştırmalar, fen eğitimi çalışmalarının sayısı arttıkça farklı ülkelerin bu değişime nasıl katkıda bulunduğuna odaklanabilir. Tosun (2022), *International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* ve *Science Education* dergilerinin diğer fen eğitimi dergilerinden daha fazla yayın yapan dergiler olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Lin ve diğerleri (2019), İngilizce konuşulan üç ülkenin (ABD, Birleşik Krallık ve Avustralya) bu dergilerde 2013'ten 2017'ye kadar ilk beşte yer aldığını belirtmiştir. Araştırmamıza göre *Journal of Research in Science Teaching* dergisinde Kuzey Amerikalı yazarların 393 çalışması yayınlanmıştır. Bununla birlikte, aynı dergide Avrupa, Asya ve Avustralya'da yer alan araştırmacılar tarafından yayımlanan yalnızca 143 makale bulunmaktadır. Ayrıca, çevre eğitimi Güney Amerika ve Afrika'da önemli bir anahtar kelime olarak ortaya çıkmıştır. Bu, bölgesel çevre eğitimi dergileriyle ilişkilendirilebilir (ör. *Remea Revista Eletronica Do Mestrado Em Educacao Ambiental*). Türkiye, Güney Afrika ve Amerika'da bölgesel dergi sayısı artmaktadır. İki dilde (örneğin, İspanyolca ve İngilizce, Türkçe ve İngilizce) yayınlanan dergiler en sık tercih edilen dergiler arasındadır. Bu sonuçlar, etki büyüklüğü yüksek dergilerde farklı ülkelerden yer alan çalışma oranlarında farklılıklar olduğunu bir diğer kanıtı olarak kullanılabilir.

2011'den 2021'e kadar yapılan çalışmaların sayısı artarken, bölgeler arasında daha fazla ortak anahtar kelime ortaya çıkmıştır. Öğretim programları güncellemeleri için küresel baskı ile bağlantılı olarak, öğretmen eğitimi ve hizmet içi eğitim ana temalar haline gelmiştir. Sorgulama üzerindeki vurgu argümantasyona doğru yönelmektedir. Bununla birlikte, eşitlik sadece Kuzey Amerika'da, çevre eğitimi sadece Güney Amerika ve Afrika'da sık kullanılan anahtar kelimeler arasında yer almıştır. Bilimsel süreç becerileri, yalnızca Türkiye'de sık kullanılan anahtar kelimelerdendir. Bulgularımızın, çeşitli ülkelerde gerçekleştirilen öğretim programı güncellemelerinin etkilerine ilişkin gelecekteki araştırmalar için bir temel oluşturmasını umuyoruz. Bu çalışma kapsamında sistematik bir derleme çalışması yürütülmemiştir ve yalnızca yazarlar tarafından bildirilen anahtar kelimeler incelenmiştir. Ayrıca, yerel çalışmaların çok sayıda örnek sunduğunu ve fen eğitimi eğilimlerine ilişkin analizimizin yalnızca WoS veri tabanında yapılan bir aramaya dayandığı sınırlılığını eklemek gerekmektedir.

Önceki derleme çalışmaları, eğilimleri araştırmak için belirli dergileri incelemiştir. Çalışmamız, önceki derleme çalışmalarına yeni bir boyut kazandırmak için özellikle en çok yayın yapan ülkeler arasında en popüler anahtar kelimelere odaklanmıştır. Bu çalışma farklı bölgelerde farklı zaman aralıklarında eğilimlerin nasıl farklılaştığını sunmuştur. Farklı bölgelerde kullanılan ortak anahtar kelimelerin sayısı artarken, duyuşsal alanda çok az anahtar kelime bulunmuştur.

Son olarak, diğer çalışmalarda olduğu gibi aramamızın belirli anahtar kelimelerle sınırlıdır ve anahtar kelimelerinin sayısını arttırmak gelecekteki çalışmalar için önemlidir. Sonuçların aramanın yapıldığı kurumlara göre değişebileceğini ve son yıllardaki makaleler sayılara atandıkça sayıların farklılık gösterebileceğini de belirtmek gerekmektedir.

Kaynakça

21. Yüzyıl Fen Eğitimi Projesi. (2003). 21st century science—A new flexible model for GCSE science. *School Science Review*, 85(310), 27-34.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report*. New York: Oxford University Press.
- Andersson, K. ve Gullberg, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children?. *Cultural Studies of Science Education*, 9, 275-296.
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. (2009). Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority: Annual Report 2008-2009. https://docs.acara.edu.au/resources/ACARA_AnnualReport_08-09.pdf adresinden erişildi.
- Aydın, S. ve Boz, Y. (2012). Review of studies related to pedagogical contentknowledge in the context of science teacher education: Turkish case. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(1), 497-505.
- Barab, S. A., Scott, B., Siyahhan, S., Goldstone, R., Ingram-Goble, A., Zuiker, S. J. ve Warren, S. (2009). Transformational play as a curricular scaffold: Using videogames to support science education. *Journal of Science Education and Technology*, 18(4), 305-320.
- Bell, R. L., Mulvey, B. K. ve Maeng, J. L. (2016). Outcomes of nature of science instruction along a context continuum: Preservice secondary science teachers' conceptions and instructional intentions. *International Journal of Science Education*, 38(3), 493-520.
- Calabrese Barton, A. ve Tan, E. (2010). We be burnin'! Agency, identity, and science learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 187-229.
- Calabrese Barton, A., Kang, H., Tan, E., O'Neill, T. B., Bautista-Guerra, J. ve Brecklin, C. (2013). Crafting a future in science: Tracing middle school girls' identity work over time and space. *American Educational Research Journal*, 50(1), 37-75.
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336-371.
- Chang, Y. H., Chang, C. Y. ve Tseng, Y. H. (2010). Trends of science education research: An automatic content analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 315-331.
- Chen, C. H., Wang, K. C. ve Lin, Y. H. (2015). The comparison of solitary and collaborative modes of game-based learning on students' science learning and motivation. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 237-248.
- Christian, K. B., Kelly, A. M. ve Bugallo, M. F. (2021). NGSS-based teacher professional development to implement engineering practices in STEM instruction. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-18.
- Delen, I. ve Şen, S. (2023). Effect of design-based learning on achievement in K-12 education: A meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(2), 330-356.
- Driver, R., Newton, P. ve Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Duschl, R., Maeng, S. ve Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182.
- Erduran, S. ve Msimanga, A. (2014). Science curriculum reform in South Africa: Lessons for professional development from research on argumentation in science education. *Education as Change*, 18(sup1), S33-S46.
- Evagorou, M. ve Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50, 209-237. doi:10.1002/tea.2107
- Forsthuber, B., Motiejunaite, A. ve de Almeida Coutinho, A. S. (2011). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, European Commission.

- Gencer, A. S. ve Çakıroğlu, J. (2007). Turkish preservice science teachers' efficacy beliefs regarding science teaching and their beliefs about classroom management. *Teaching and Teacher Education*, 23(5), 664-675.
- Gnesdilow, D. ve Puntambekar, S. (2021). Comparing middle school students' science explanations during physical and virtual laboratories. *Journal of Science Education and Technology*, 31, 191-202.
- Gonzalez-Weil, C., Merino-Rubilar, C., Ahumada, G., Arenas, A., Salinas, V. ve Bravo, P. (2014). The local territory as a resource for learning science: A proposal for the design of teaching-learning sequences in science education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 4199-4204.
- Hannigan, S., Wickman, P. O., Ferguson, J. P., Prain, V. ve Tytler, R. (2022). The role of aesthetics in learning science in an art-science lesson. *International Journal of Science Education*, 44(5), 797-814.
- Hubers, M. D., Endedijk, M. D. ve Van Veen, K. (2020). Effective characteristics of professional development programs for science and technology education. *Professional Development in Education*, 48(5), 827-846.
- Hubwieser, P., Armoni, M. ve Giannakos, M. N. (2015). How to implement rigorous computer science education in K-12 schools? Some answers and many questions. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 15(2), 1-12.
- Hwang, G. J., Tsai, C. C. ve Yang, S. J. (2008). Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(2), 81-91.
- Irzik, G. (2001). Universalism, multiculturalism, and science education. *Science Education*, 85(1), 71-73.
- Jayathirtha, G. ve Kafai, Y. B. (2020). Interactive stitch sampler: A synthesis of a decade of research on using electronic textiles to answer the who, where, how, and what for K12 computer science education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 20(4), 1-29.
- Kalemkuş, J. ve Kalemkuş, F. (2022). Effect of the use of augmented reality applications on academic achievement of student in science education: Meta analysis review. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 6017-6034.
- Kanadlı, S. (2019). A meta-summary of qualitative findings about STEM education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976.
- Larkin, D. B., Carletta, L. ve Evans, S. (2022). A longitudinal investigation of changing conceptions about teaching science and pedagogical implications of student diversity. *Science Education*, 106(2), 335-363.
- Lee, M.-H., Wu, Y.-T. ve Tsai, C.-C. (2009). Research trends in science education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 31(15), 1999-2020.
- Li, M. C. ve Tsai, C. C. (2013). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877-898.
- Lin, T. C., Lin, T. J. ve Tsai, C. C. (2014). Research trends in science education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1346-1372.
- Lin, T. J., Lin, T. C., Potvin, P. ve Tsai, C. C. (2019). Research trends in science education from 2013 to 2017: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 41(3), 367-387.
- Looi, C. K., Sun, D., Wu, L., Seow, P., Chia, G., Wong, L. H. ... Norris, C. (2014). Implementing mobile learning curricula in a grade level: Empirical study of learning effectiveness at scale. *Computers & Education*, 77, 101-115.
- Lpf 94. (1994). Curriculum for the non-compulsory school system, Lpf 94. Sweden: Skolverket.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005a). *Elementary science and technology curriculum for grades 4 and 5*. Ankara: MoNE Publishing.

- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005b). *Elementary science and technology curriculum for grades 6 to 8*. Ankara: MoNE Publishing.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Science education curriculum for grades 3 to 8*. Ankara: MoNE Publishing.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Science education curriculum for grades 3 to 8*. Ankara: MoNE Publishing.
- Minner, D. D., Levy, A. J. ve Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. ve The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA. *Physical Therapy*, 89(9), 873-880.
- Mortimer, E. ve Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, England: Open University Press.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2022a). *A vision and roadmap for education statistics*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2022b). *The future of education research at IES: Advancing an equity-oriented science*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nida, S., Mustikasari, V. R. ve Eilks, I. (2021). Indonesian pre-service science teachers' views on socio-scientific issues-based science learning. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), 19-32.
- Nijenhuis-Voogt, J., Meijer, P. C. ve Barendsen, E. (2018). *Context-based teaching and learning of fundamental computer science concepts: Exploring teachers' ideas*. The 13th Workshop in Primary and Secondary Computing Education'da sunulan bildiri, ACM, Potsdam Germany. doi:10.1145/3265757.3265772
- Nouri, N., Saberi, M., McComas, W. F. ve Mohammadi, M. (2021). Proposed teacher competencies to support effective nature of science instruction: A meta-synthesis of the literature. *Journal of Science Teacher Education*, 32(6), 601-624.
- Ormanci, U. (2020). Thematic content analysis of doctoral theses in STEM education: Turkey context. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 126-146.
- Osborne, J. ve Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections* (13. bs.). London: The Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Erduran, S. ve Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Potvin, P., Masson, S., Lafortune, S. ve Cyr, G. (2015). Persistence of the intuitive conception that heavier objects sink more: A reaction time study with different levels of interference. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 21-43.
- Riopel, M., Nenciovici, L., Potvin, P., Chastenay, P., Charland, P., Sarrasin, J. B. ve Masson, S. (2019). Impact of serious games on science learning achievement compared with more conventional instruction: An overview and a meta-analysis. *Studies in Science Education*, 55(2), 169-214.
- Rivet, A. E. ve Krajcik, J. S. (2008). Contextualizing instruction: Leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 79-100.
- Sadler, T. D. ve Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909-921.
- Sampson, V. ve Clark, D. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472.

- Sanchez Tapia, I., Krajcik, J. ve Reiser, B. (2018). "We do not know what is the real story anymore": Curricular contextualization principles that support indigenous students in understanding natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(3), 348-376.
- Santos, M. L. ve Prudente, M. (2021). Effectiveness of virtual laboratories in science education: A meta-analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(2), 150-156.
- Shymansky, J. A., Hedges, L. V. ve Woodworth, G. (1990). A reassessment of the effects of inquiry-based science curricula of the 60's on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 127-144.
- Song, Y., Ma, P., Gao, Y., Xiao, P., Xu, L. ve Liu, H. (2021). A bibliometrics analysis of metformin development from 1980 to 2019. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 645810.
- Soysal, Y. ve Yılmaz Tüzün, Ö., (2021). Relationships between teacher discursive moves and middle school students' cognitive contributions to science concepts. *Research in Science Education*, 51, 325-367.
- Sözbilir, M. ve Kutu, H. (2008). Development and current status of science education research in Turkey. *Essays in Education*, 24(1), 3.
- Taş, E., Apaydın, Z. ve Çetinkaya, M. (2011). Research of efficacy of web supported science and technology material developed with respect to constructivist approach. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(4), 455-468.
- Topçu, M. S., Mugaloğlu, E. Z. ve Güven, D. (2014). Socioscientific issues in science education: The case of Turkey. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(6), 2340-2348.
- Topçu, M. S., Sadler, T. D. ve Yılmaz-Tüzün, O. (2010). Preservice science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2475-2495.
- Tosun, C. (2022). Analysis of the last 40 years of science education research via bibliometric methods. *Science & Education*, 1-30.
- Tsai, C. -C. ve Wen, L. M. C. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: A content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, 27, 3-14.
- Van Eck, N. J. ve Waltman, L. (2018). *Manual for VOSviewer version 1.6. 8. CWTS Meaningful Metrics*. Hollanda: Universiteit Leiden.
- Wang, S., Chen, Y., Lv, X. ve Xu, J. (2022). Hot topics and frontier evolution of science education research: A bibliometric mapping from 2001 to 2020. *Science & Education*, 32, 845-869.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y. ve Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Xu, M., Williams, P. J., Gu, J. ve Zhang, H. (2020). Hotspots and trends of technology education in the International Journal of Technology and Design Education: 2000-2018. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(2), 207-224.
- Yadav, A., Gretter, S., Hambrusch, S. ve Sands, P. (2016). Expanding computer science education in schools: Understanding teacher experiences and challenges. *Computer Science Education*, 26(4), 235-254.
- Yildirim, M., Calik, M. ve Ozmen, H. (2016). A meta-synthesis of Turkish studies in science process skills. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(14), 6518-6539.
- Yilmaz, A., Gülgün, C., Çetinkaya, M. ve Doganay, K. (2018). Initiatives and new trends towards STEM education in Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 6, 1-10.
- Zohar, A. ve Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: Current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169.

- Zohar, A. ve Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.
- Zupic, I. ve Cater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472.