

STEM PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ (STEMPAB) ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ

STEM PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE (STEMPCK) EXAMINATION OF THE STUDIES ON IT

Esra VERDİ¹

Ali Günay BALIM²

Başvuru Tarihi:25.04.2023 Yayına Kabul Tarihi: 30.08.2023 DOI: 10.21764/maeuefd.1287727
(Araştırma Makalesi)

Özet: Araştırmada STEM Eğitiminde STEMPAB üzerine yapılan çalışmaların genel durumunu ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman analizi kullanılmıştır. Çalışma belli kriterler dikkate alınarak yapılmıştır. Bu kriterlere göre seçilen çalışmalarda YÖK Ulusal Tez Merkezi ve Google Akademik, Dergipark, Scopus, Eric veri tabanlarından yararlanılmıştır. İncelenen bu çalışmalarında 5 tezin; 3 tanesi yüksek lisans tezi, 2 tanesi doktora tezi ve 18 makale olmak üzere 23 çalışma ele alınmıştır. Araştırmada incelenen çalışmalarda ilişkin yıl, amaç, örneklem, yöntem, veri toplama araçları ve sonuç bölümleri incelenmiştir. Çalışmaların yılı açısından ilk defa 2018 yılında çalışıldığı görülmektedir. Örneklem açısından incelendiğinde STEM eğitiminin temel disiplinlerinden olan fen bilimleri branş öğretmen/öğretmen adayı ve ders içeriklerinde fen biliminin bilgisinin olmasından kaynaklı sınıf öğretmeni/öğretmen adayları olduğu görülmektedir. Veri toplama aracı olarak farklı yöntemler kullanılmasına rağmen genelde STEMPAB ölçeği ve öğretmenlerin ihtiyaçlarına yönelik görüşme formu kullanıldığı görülmektedir. Çalışma sonucunda STEM eğitiminin öğretmen adayı ve öğretmenlerin STEMPAB düzeylerinin artırılmasına yönelik uygulamalar ile desteklendiği görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: *STEM Eğitimi, Pedagojik Alan Bilgisi, STEMPAB (STEM Pedagojik Alan Bilgisi), Doküman Analizi*

Abstract: In the research, it is aimed to reveal the general situation of the studies on STEMPCK in STEM Education. This study used a document analysis model in which is one of the qualitative methods. The study was carried out taking into account certain criteria. In the studies selected according to these criteria, YÖK National Thesis Center and Google Scholar, Dergipark, Scopus, Eric databases were used. In these studies examined, 5 theses; 23 studies, 3 of which are master's thesis, 2 of which are doctoral dissertations, and 18 articles, were discussed. The relevant year, purpose, sample, method, data collection tools and conclusion sections were examined in the studies examined in the research. In terms of the year of the studies, it is seen that it was studied for the first time in 2018. When examined in terms of sample, it is seen that there are science branch teachers/pre-service teachers, which is one of the basic disciplines of STEM education, and classroom teachers/pre-service teachers due to the knowledge of science in the course contents. Although different methods are used as data collection tools, it is seen that the STEMPCK scale and an interview form for teachers' needs are generally used. As a result of the study, it is seen that STEM education is supported by practices aimed at increasing the STEMPCK levels of teacher candidates and teachers.

Keywords: *STEM Education, Pedagogical Content Knowledge, STEMPCK (STEM Pedagogical Content Knowledge), Document Analysis*

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı, esra.verdi98@gmail.com ORCID: 0000-0002-0986-1769.

² Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, agbalim@gmail.com , ORCID: 0000-0003-2010-1696.

Giriş

Ülkelerin bilim ve teknoloji başta olmak üzere diğer alanlarda da başarılı olabilmesi için fen bilimleri öğretiminin önemi büyüktür. Yenilikçi öğrenme ortamlarında temel disiplinlerden olan fen bilimleri öğretimi ülkelerin kalkınması açısından formal ve informal öğrenme ortamlarında birinci dereceden sorumlu öğretmenlerin olduğu düşünüldüğünde, öğretmenlerin yeterli pedagojik alan bilgisi ve beceriyle donanımlı olmaları gerekmektedir (Guzey, Moore & Harvell, 2016). Ülkemizde öğretmenlerin eğitim niteliğinin artırılmasına ilişkin ihtiyaçlardan biri sahip olmaları gereken kendi branşlarına özgü bazı bilgi türlerinin başında Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) gelmektedir (Taşdere & Özsevgeç, 2012). PAB, öğretmenlerin öğretilcek konuya ilişkin alan bilgilerini verirken seçtiği yöntem ve teknikleri ifade eden, konunun öğretilmesinde öğrenci özelliklerini, uygulama yapılırken sınıf ortamının verimli kullanılabilmesine yönelik beceridir (Shulman, 1986). Nakioğlu ve Karakoç (2015) yapmış olduğu çalışmada pedagoji bilgi, alan bilgisi ve genel kültür bilgisinin ayrı ayrı verilmediği öğretimsel süreçte bu 3 bilginin entegre bir şekilde kullanılması gereken pedagojik alan bilgisidir. Bu bağlamda pedagojik alan bilgisinin öğretmen ve öğretmen adaylarının doğru bir şekilde bilmesi onların öz yeterliğini etkileyebilmektedir (Arslan & Yıldırım, 2020). Öğretmenlerin mesleklerinde öz yeterliği yüksek bir şekilde başlamaları günümüz bireylerin yetiştirilmesinde büyük rol oynamaktadır. Yenilikçi öğrenme ortamlarında öğretmen özyeterliğinin düşük olmaması ders sürecini ve sınıf atmosferini etkilemektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin çağdaş eğitim anlayışlarını benimsemeleri önemlidir. Çağdaş eğitim yaklaşımlarıyla birlikte 21.yy (yüzyıl) iş dünyası için donanımlı bireyler yetiştirmek için STEM eğitiminin ortaya çıkış temelini oluşturmaktadır. STEM Eğitimi, Science(Bilim), Technolog(Teknoloji), Engineering(Mühendislik), Mathematics(Matematik) İngilizce baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre bir şekilde verildiği öğretim yaklaşımı olarak ele alınmaktadır (Bybee, 2010). Temelinde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre bir şekilde verildiği, bireylere 21.yy becerilerinin de kazandırılmaya çalışıldığı günlük hayattan problem durumuna çözüm üretildiği bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012; Sanders, 2009). 21.yy bireylerinin için STEM eğitimi ile donanımlı olabilmeleri öğretmenlerin pedagojik alan bilgi düzeyinin yüksek olmaları önemlidir (Şimşek, 2019; Wang, 2012). Bu açıdan bakıldığında STEM öğretim sürecin planlanmasında öğreticilerin STEM

Pedagojik Alan Bilgisi'ne ihtiyaçları vardır (Rahman, Rosli, Rambely, Siregar, Capraro & Capraro, 2022; Aydın Gunbatar, Oztay & Ekiz Kiran, 2022a; Yıldırım, 2020).

STEMPAB veya uluslararası yayınlarda STEM PCK (STEM Pedagogical Content Knowledge); öğretmenlerin sadece STEM disiplinlerini bilmesi değil aynı zamanda öğretim sürecindeki tüm etkinliklerin planlanabilmesinde gerekli olan bilgiye sahip olmalarını da kapsamaktadır (Melony, Webb, Catherine & Matthews, 2016). Öğrencilerin STEM ile ilgili donanımlı yetişmeleri için öğretmenlerin öğretimsel süreçlerde günlük hayatla bağlantı kuracakları ve 21.Yy becerilerini geliştirici gerekli bilgiye sahip olmalarıdır (Chanunan, 2020). Değişen eğitim anlayışı ile birlikte STEM'in sınıflarda uygulanabilmesi için öğretmenlerin STEM Okuryazarı birey olmaları gerekmektedir (Aydın Gunbatar, Oztay & Ekiz Kiran, 2022b). STEM Okuryazarı, STEM alanlarıyla ilgili teorik ve uygulama becerilerine sahip, STEM ile ilgili gündemi takip eden, 21. Yy becerilerine sahip, problemler karşısında pratik çözüm üretebilen bireylerdir. Günümüz istihdamında ülkelerin bireylerde STEM Okuryazarı olarak yetişmesi önemsenmektedir (Arslan & Arastaman, 2021). Bireylerin yetiştirilmesindeki öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili yayınları, gündemi takip eden, günlük yaşam problemleri sınıfında uygulamasını bilen, güçlü entegrasyon bilgisinin tam olması gerekmektedir. Öğretmenlerin STEMPAB düzeyi STEM eğitiminin kalitesini ve öğrencilerin STEM Okuryazarı olarak yetişmesini doğrudan etkilemektedir.

STEM Eğitiminin sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalarda öğretmenlerin STEMPAB düzeylerinin ve becerilerin geliştirilmesi için araştırmacılar STEMPAB ve STEM PCK (Pedagogical Content Knowledge) çerçeve modelleri önermektedir. Saxton, Burns, Holveck, Kelley, Prince, Rigelman ve Skinner (2014) çalışmalarında STEM PCK için 3 bileşen olmasını önermektedir. Bunlar “Öğretmenlerin ve öğrencilerin düşünme bilgisi”, “Pedagoji Bilgisi” ve “Bağlam Bilgisi” olarak ele almaktadır. Allen, Webb ve Matthews (2016) çalışmalarında STEM PCK kavramını, STEM eğitimi anlama ve tanıma bilgisi olarak tanımlamaktadır. Kavramsallaştırma, “Öğrencilerin STEM ile ilgili konular hakkında bilgileri”, “Pedagoji bilgisi” ve “Bağlam bilgisi” şeklinde ele almıştır. An (2017) çalışmasında disiplinlerarası fen ve matematiği entegre bir şekilde ele almak için STEM pedagojik alan bilgisini; pedagojik bilgi, fen içerik bilgisi, matematik içerik bilgisi ayrı ayrı ele alınarak öğretim süreci taslak olarak planlanmalı sonrasında STEM eğitimi yapılacak derste STEM pedagojik içerik bilgisi öğretmen tarafından hazırlanmalıdır. Fan ve Yu (2019) çalışmasında mühendislik odaklı STEM eğitimi ele almaktadır. Mühendislik

odaklı STEMPCK 7 alt bileşenden oluşmaktadır. Bunlar, “Mühendislik tasarım süreçleri hakkındaki alan bilgisi”, “Müfredat odaklı alan bilgisi”, “STEM alan bilgisi”, “Pedagoji bilgisi”, “Bağlam bilgisi”, “Öğrencilere aktarılacak mühendislik bilgisi”, “Değerlendirme” olarak ele alınmaktadır.

Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının derslerinde STEM öğretimi yapabilecek bilgi ve becerilere sahip ve STEM yeterlikleri önemlidir (Koh & Tan, 2021; Margot & Kettler, 2019; Tzafilkou, Perifanou & Economides, 2022; Yıldırım 2020). Bu yeterlikler alan yazın incelendiğinde STEMPAB olarak ele alınmış olup 5 kategoride toplanmaktadır. STEM Alan Bilgisi, Pedagoji Bilgisi, 21.Yy Beceri Bilgisi, Bağlam Bilgisi ve Entegrasyon Bilgisi şeklinde ele alınmıştır (Güler Nalbantoğlu, 2023; Hasanah, Riandi, Kaniawati, & Permanasari 2022; Yıldırım & Topalcengiz, 2019).

1. **STEM Alan Bilgisi:** Öğretmenlerin STEM disiplinlerinin içerik bilgisine hakim olmasıdır. Temelde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile ilgili alan bilgilerine sahip olmasıdır. Öğretilecek disipline ilişkin konu alan bilgisini içermektedir (Eckman, Williams & Silver-Thorn, 2016).
2. **Pedagoji Bilgisi:** Eğitim fakültesi ve pedagojik formasyonu olan öğretmenlerin öğretme sürecinde eğitim bilimleri ile ilgili bilgilerin kullanılmasıdır. STEM Eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde öğretmenlerin kullanacağı öğretim yöntem, teknik ve stratejinin benimsediği, sınıf yönetimi, ölçme değerlendirme gibi bilgilere hakim olmasını içermektedir (Aydin Gunbatar, Oztay & Ekiz Kiran, 2022).
3. **21.YY Beceri Bilgisi:** Öğretmenlerin 21. Yy bireylerinin istihdamındaki sahip olması gereken becerileri bilmesidir. 21.yy becerileri incelendiğinde, öğrenme ve yenilikçilik becerileri, bilgi, medya ve teknoloji becerileri, yaşam ve kariyer becerileri olarak 3 başlıkta 13 beceri içermektedir (Eryılmaz & Ulusoy, 2015). STEM Eğitiminde 21. Yy becerilerini öğrencilere kazandırmak için öncelikle öğretmenlerin bu beceriler konusunda bilgi sahibi olması ve derslerine uyumu konusunda donanımlı olmaları gerekmektedir (P21, 2021).

4. **Bağlam Bilgisi:** STEM eğitiminin uygulamalarında günlük yaşam veya bağlamı ile problem durumlarını kurgulanması önemlidir. Öğretmenlerin uygulama yapılacağı yerin, bölgenin özelliklerini, sınıf, okul kültürünü, öğrencilerin sosyoekonomik düzeylerini bilmeleri ve etkinliklerini bu bilgiler doğrultusunda planlamaları STEM eğitiminin uygulanabilirliği açısından önemlidir (Bozkurt Altan & Hacıoğlu, 2018).

5. **STEM Entegrasyon Bilgisi:** STEM eğitimini sınıflarında doğru bir şekilde uygulayabilmek için öğretmenlerin alan bilgisine, pedagoji bilgisine, 21.yy beceri bilgisine ve bağlam bilgisinin uyumlu bir şekilde verilmesi gerekir. Donanımlı STEM Pedagojik Alan Bilgisi'ne sahip öğretmenler STEM disiplinlerini entegre etmekte başarılı olurlar. STEM disiplinlerin ayrı konu alanı şeklinde verilmeyip disiplinlerarası entegrasyon sağlanarak verilebilmesi için için STEM Entegrasyon Bilgisinin iyi bir şekilde bilinmesi sürecin zor ve önemli noktasıdır (Gencer, Doğan, Bilen & Can, 2019; Karakaş, 2017). STEM eğitimi için elverişli bir ortam tasarlamaları bunun için tam ve donanımlı STEMPAB'a sahip olmaları vurgulanmıştır (Eckman, Willimms & Silver Thorn, 2016). Öğretmenlerin STEMPAB üzerinde durulması gereken bir konudur çünkü STEM eğitiminin öğretimsel süreçte entegre bir şekilde verilebilmesi için bu bilgilerin içeriklerinde neler olduğunun bilinmesi öğretmenlerin STEM Okuryazarı olarak yetişmesinde önemli bir etmendir.

Alan yazını incelendiğinde STEMPAB veya STEMPCK ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Abdi, Deli, Afandi & Astuti, 2022; Güler Nalbantoğlu, 2023; Hasanah ve diğ., 2022; Kaya & Elster, 2019; Özcan & Koştur, 2018; Putra, 2019; Sarı, 2022; Smith & Twaddle, 2023; Su Ling, Pang & Lajium, 2020; Yang, Wu & Li, 2021; Yıldırım & Topalcengiz, 2019). Buna ek olarak STEM eğitiminde STEMPAB hakkında yapılan çalışmaların bir bütün ve sistematik şekilde ele alınıp detaylı bir şekilde incelendiği çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırma ile öğretmen ve öğretmen adaylarının STEMPAB konusu ile ilgili yapılan çalışmaların genel durumunu ortaya koyulması amaçlanmaktadır. Böylece yapılan çalışmaların hangi boyutta olduğu görülerek ilerideki araştırmacılara yol göstermesi ve bu alanda yapılan çalışmaların nasıl bir eğiliminin olduğunun ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırmada STEMPAB konusunda öğretmenlerin ve öğretmen adayları ile yapılan çalışmaların nitel araştırma yöntemi kullanılarak elde edilen veriler sonucunda genel durumu incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada doküman incelemesi kullanılmıştır.

Doküman incelemesi, çalışma kapsamında hedeflenen olgu/olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin incelenmesini kapsar. Nitel yürütülen çalışmalarda doküman incelemesi tek başına bir veri toplama yöntemi olarak kullanılabilir gibi diğer veri toplama yöntemleri ile birlikte de kullanılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Doküman incelemesi yöntemi, araştırılacak konular hakkında bilgi içeren çeşitli kaynakların analiz edilmesini kapsayan mevcut belgeler ya da kayıtların, veri kaynağı olarak sistemli bir şekilde incelenmesidir. Doküman incelemesi yöntemi, çalışmanın amacına yönelik verilere ulaşmada ve bu verilerden bulguların tespit edilmesinde kullanılır (Çepni, 2010). Çalışma belli kriterler dikkate alınarak yapılmıştır. Bu kriterlere göre seçilen çalışmalarda YÖK Ulusal Tez Merkezi ve Google Akademik, Dergipark, Scopus, Eric veri tabanlarından yararlanılmıştır. Bu çalışmalarda 5 tane tezin; 3 tanesi yüksek lisans tezi, 2 tanesi doktora tezi, 18 adet makaledir. Tezlerden yapılan makaleler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaların yapıldığı ilişkin yıl, amaç, örneklem, yöntem, veri toplama araçları ve sonuç bölümleri incelenmiştir. Çalışmaların konusunda “STEM Eğitimi”, “STEMPAB”, “STEMPCK” kavramlarını içermesi ve anahtar kelimelerinde bu kavramlara öncelik verilmesi, yöntemin açıkça belirtilmesi şartları göz önüne alınmıştır. Çalışma altı temel soru çerçevesinde şekillendirilmiştir:

1. STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı nasıldır?
2. STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların anahtar kelimelerine göre dağılımı nasıldır?
3. STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların örnekleme göre dağılımı nasıldır?
4. STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların yöntemlerine göre dağılımı nasıldır?

5. STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların veri toplama araçlarına göre dağılımı nasıldır?
6. STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların bulgularına göre dağılımı nasıldır?

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında incelemeye alınan 23 çalışma “A₁,A₂,A₃...A₂₃” şeklinde kodlanmış ve çalışmada gerçekleştirilen analizler bu kodlama yöntemi ele alınmıştır. Ek 1’de araştırma kapsamında incelenen 23 çalışmanın bilgisi yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında incelenen çalışmalar tablo ya da grafikler şeklinde gösterilmiştir. İlk olarak rastgele seçilen 10 çalışma yazarlar tarafından bağımsız olarak kodlandıktan sonra bir araya gelinerek kodlamaların karşılaştırması yapılmıştır. Sonrasında hesaplanan kodlayıcılar arası tutarlılık Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen formül ile .87 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik hesaplarının %80’in üzerinde çıkması, araştırma için güvenilir kabul edilmektedir (Büyüköztürk, Kılıç, Çakmak, Karadeniz & Demirel, 2019). Daha sonra kalan diğer çalışmalardan rastgele 10 tanesi bağımsız olarak kodlanmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Tüm analizler bittikten sonra ortaya konan bütün araştırma soruları için frekans değerleri hesaplanmış ve Excel programına kaydedilmiştir. Daha sonra bu ham veriler kullanılarak uygun grafik ve tablolar oluşturulmuştur.

Bulgular

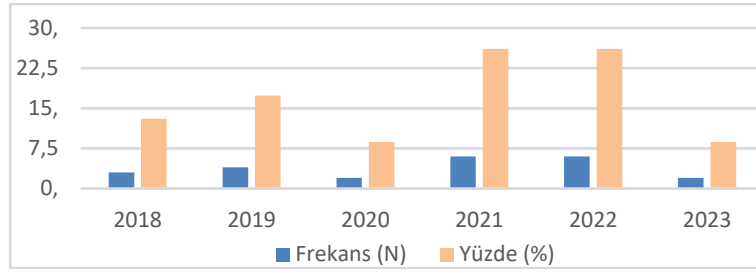
Bu bölümde çalışma kapsamında incelenen çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular her bir alt probleme göre sırasıyla sunulmuştur.

STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı

Tablo 1.

Yapılan Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Yıllar	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Toplam
Frekans(N)	3	4	2	6	6	2	23
Yüzde(%)	13,05	17,39	8,69	26,08	26,08	8,69	100



Şekil 1. Yapılan Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Tablo 1 ve Şekil 1 incelendiğinde STEM eğitiminde STEMPAB konusunun ilk kez 2018 yılında çalışıldığı görülmektedir. Ayrıca 2020 yılında en az çalışmanın olduğu görülmektedir.

STEM Eğitiminde STEMPAB Konusu üzerine yapılan çalışmaların anahtar kelimelerine göre dağılımı

Tablo 2.

Yapılan Çalışmaların Anahtar Kelimelerine Göre Dağılımı

Anahtar Kelime	Frekans(N)	Yüzde
STEM Eğitimi	13	19,11
Pedagojik Alan Bilgisi(PAB)	16	23,52
STEM	5	7,35
Öğretmen branşı	4	5,88
STEMPAB	3	10,2
Duyuşsal Değişkenler	3	10,2
21.Yüzyıl Becerileri	2	2,94
Mesleki Gelişim	2	2,94
Ölçek	3	10,2
Yöntem	3	10,2
FETEMM/STEM Eğitimi	1	1,47
Bütünleşik STEM Eğitimi	1	1,47
STEM TPAB	1	1,47
TBAP	1	1,47
STEM İşgücü	1	1,47
Entegre STEM Eğitimi	1	1,47
Bütünleşik STEM Eğitimi	1	1,47
CIPP Değerlendirme	1	1,47

Çevre Bilimi	1	1,47
Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik Okuryazarlığı	1	1,47
Y Kuşağı Öğretmeni	1	1,47
Karma Yöntem	1	1,47
Mikroöğretim	1	1,47
STEM Kavramsallaştırma	1	1,47
Toplam	68	100

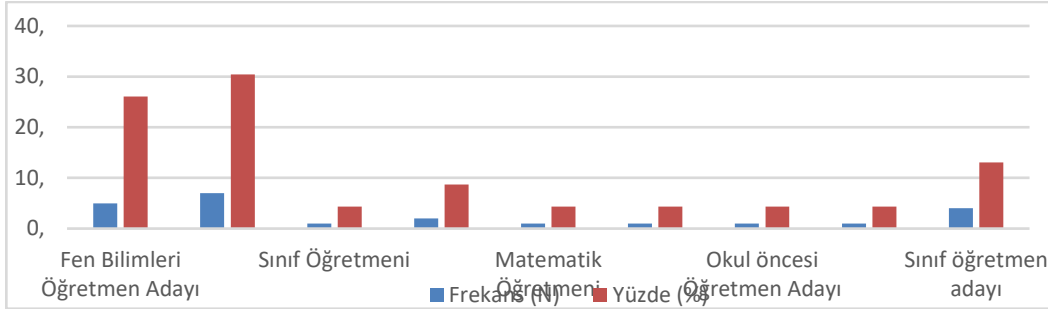
Tablo 2 incelendiğinde en çok kullanılan anahtar kelimeler “Pedagojik Alan Bilgisi” (%23,52), “STEM Eğitimi” (19,11), “STEM” (%7,35) olduğu görülmektedir. En az kullanılan kelimeler arasında “FETEMM/STEM Eğitimi” (%1,47), “Bütünleşik STEM Eğitimi” (%1,47), “STEM TPAB” (%1,47) kelimeleri olduğu görülmektedir.

STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların örnekleme göre dağılımı

Tablo 3.

Yapılan Çalışmaların Örnekleme Göre Dağılımı

Örnekleme	Frekans (N)	Yüzde(%)
Fen Bilimleri Öğretmen Adayı	5	26,08
Fen Bilimleri Öğretmeni	7	30,43
Sınıf Öğretmeni	1	4,34
Okul Öncesi Öğretmen adayı	2	8,69
Matematik Öğretmeni	1	4,34
Fen bilimleri, İlköğretim Matematik, Bilişim Teknolojileri öğretmenleri ve öğretmen adayları	1	4,34
Okul öncesi öğretmeni	1	4,34
Fen Bilimleri, Matematik, Okulöncesi, Sınıf öğretmenliği öğretmen adayı	1	4,34
Sınıf Öğretmen Adayı	4	13,04
Toplam	23	100



Şekil 2. Yapılan Çalışmaların Örnekleme Göre Dağılımı

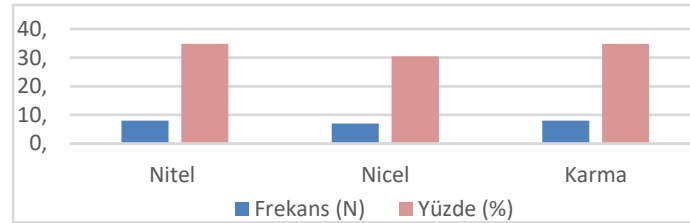
Tablo 3 ve Şekil 2 incelendiğinde STEM eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların örnekleme göre dağılımının çoğunlukla fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik olduğu görülmektedir. Fen bilimleri öğretmen adayları ile ilgili yapılan çalışmaların sınıf düzeyine bakıldığında 3. ve 4.sınıf öğretmen adayları ile çalışıldığı tespit edilmiştir.

STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların yöntemine göre dağılımı

Tablo 4.

Yapılan Çalışmaların Yöntemine Göre Dağılımı

Yöntem	Nitel	Nicel	Karma	Toplam
Frekans(N)	8	7	8	23
Yüzde(%)	34,78	30,43	34,78	100



Şekil 3. Yapılan Çalışmaların Yöntemine Göre Dağılımı

Tablo 4 ve Şekil 3 incelendiğinde bu konu hakkında yapılan çalışmaların yönetime göre dağılımında en çok nitel ve karma yönteminin tercih edildiği tespit edilmiştir. En az kullanılan araştırma yöntemi ise nicel yöntem olarak tespit edilmiştir.

STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların veri toplama araçlarına göre dağılımı

Tablo 5.

Yapılan Çalışmaların Veri Toplama Araçlarına Göre Dağılımı

Veri Toplama Aracı	Frekans(N)	Yüzde(%)
STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği	5	25,00
STEM Öğretimi Özyeterlik Ölçeği	1	4,16
STEM Alan Bilgisi Ölçeği	1	4,16
STEM Öğretmen Görüşme Formu (SÖGF)	1	4,16
Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM' e yönelik TPAB bilgileri Ölçeği	1	4,16
Chai, Jong, Yin, Chen, ve Zhou (2019) tarafından geliştirilen TP-STEMK (TP-STEMB) ölçeği	1	4,16
STEMPCK Ölçeği Geliştirme	1	4,16
E+STEM Ölçeği	1	4,16
Öğretmen Adayları için Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği	1	4,16
Video kayıtlar	3	12,50
Görüşme Formu	8	29,16
Toplam	24	100

Tablo 5 incelendiğinde, incelenen çalışmaların veri toplama araçlarına göre dağılımının önemli bir kısmını ölçekler oluşturmaktadır. Kullanılan ölçeklerin öğretmen özyeterliklerini likert tipi ölçek ile özyeterlik düzeyleri hakkında bilgi sahibi olmak için kullanıldığı tespit edilmiştir.

STEM Eğitiminde STEMPAB konusu üzerine yapılan çalışmaların bulgularına göre dağılımı

Tablo 6.

*Yapılan Çalışmaların Bulgularına Göre Dağılımı***Araştırma****Bulgular****Kodu**A₁

Sınıf öğretmeni adaylarının STEM'e yönelik pedagojik alan bilgileri, mezun oldukları lise, fen yeterliliği ve STEM eğitimi alma isteği değişkenleri açısından anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Araştırma sonucunda sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine bakış açılarının olumlu yönde olduğu ancak eğitim almadıkları için kendilerini yetersiz gördükleri tespit edilmiştir.

- A₂ Elde edilen sonuçlara göre STEMPCK Ölçeği, 21. Yüzyıl Becerileri, Pedagojik Bilgi, Matematik, Fen, Mühendislik ve Teknoloji olmak üzere altı faktörden oluşmaktadır. Ölçek 56 maddeden oluşmaktadır. Faktörlerin Cronbach's Alpha değerleri 0,878 ile 0,90 arasında, düzeltilmiş madde toplam puan korelasyonları ise 0,306 ile 0,895 arasında değişmektedir.
- A₃ Araştırma sonuçlarına göre seçilen öğretmenlerin STEMPCK'in 21. yüzyıl beceri bileşenlerinin pedagojik bilgisi ve bilgisi üzerinde yüksek oranda anlaştıklarını göstermiştir. Çalışmanın sonuçları, bu alanlardaki öğretmenlerin STEM öğretimini kendi okullarında uygulama konusunda daha emin olmaları için gerekli bilgilerle donatılması gerektiğini göstermektedir.
- A₄ STEM PCK öğretmenlerini ve öğrencilerin STEM okuryazarlığını geliştirmek için bu programın daha da geliştirilmesi gerekiyor. Çevrimiçi PD, PD'yi uygulamak için iyi bir alternatif olabilir. Program geliştirme, sınıfta STEM öğrenme uygulamasının bir değerlendirmesiyle takip edilen Çevrimiçi PD'de tasarlanabilir.
- A₅ Fen bilimleri öğretmen adayları ile yapılan çalışmada STEMPCK Ölçeği kullanılmıştır. Uygulanan anket sonucunda öğretmen adaylarının bilim, mühendislik puanlarının düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen yetiştirme lisans programlarına STEM eğitiminin gerekliliği ve beceri kazandırma konusunda çalışmalar yapılabilir.
- A₆ Erken çocukluk bağlamına uyarlamak için düzenlemek amacıyla yapılan çalışmada STSS başlangıçta beş alt kategoriye ayrılan 40 madde içeriyordu: Pedagoji, Bilim, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik. Maddeler, 1 (bana hiç benzemiyor) ile 5 (bana çok benziyor) arasında değişen 5'li Likert ölçeğinde derecelendirildi. Puanlar okul öncesi öğretmenlerin çalışma durumu, yaşı ve mesleki bağlılığı alt alanlarında olumlu değişimler göstermektedir.
- A₇ Katılımcılar çalışmanın başında fene özgü PAB'a sahiptir (PAB-A) ve hazırladıkları içerik gösterimleri STEM eğitiminin temel özelliklerini içermemektedir. Çalışmanın sonunda, bütün katılımcıların STEM eğitimine ilişkin PAB'ları gelişim göstermiştir.
- A₈ Öğretmenlerin kendilerini alan bilgisi konusunda yetersiz oldukları STEM öğretmeninde alan, pedagoji, mühendislik ve entegrasyon bilgisi olması gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca STEM uygulamaları sırasında öğrencilerin süreçte aktif oldukları öğretim yöntem ve stratejilerin kullanılmasının STEM eğitiminin çıktıları olarak daha olumlu sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır.
- A₉ Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM- TPAB ortalamalarının öğrenim gördükleri alan ve eğitim düzeyi değişkenine göre elde edilen bulgular kodlama teknolojileri alt boyutunda, öğretmenlerin öğrenim gördükleri alan arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.
- A₁₀ Çalışmada öğretmenlerin FeTeMM öğretimine ilişkin inançları ve FeTeMM disiplinlerinin doğasına ilişkin inançlarının yanı sıra bağlama yönelik inançlarının da önemli bir etkisi vardır. Ayrıca öğretmenlerin uygulamalarını esas alan FeTeMM Pedagojik Alan Bilgileri (FeTeMM/STEM PAB) çerçevesi oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda öğretmenlerin teorik bilginin yanı sıra uygulamaya dönük ve öğretmenlerin grup çalışması şeklinde mesleki gelişim kurslarının etkili olabileceğini ortaya koymuştur.
- A₁₁ Araştırma sonucunda teknoloji kullanımına yönelik kaygı düzeyi düşük olan öğretmen ve öğretmen adaylarının öz-yeterliliklerinin yüksek olduğunu göstermekle birlikte, bu sonucun öğretmen ve öğretmen adaylarının özgüvenlerini olumlu etkilediğini sonucuna ulaşılmıştır.

- A₁₂ Öğretmenlerin STEM eğitimi konusunda fikir sahibi oldukları fakat alan bilgisi, 21.Yy beceri bilgisi pedagoji bilgisi ve bunların entegrasyonu konusunda eksikler olduğu vurgulanmıştır.
- A₁₃ Ölçek beşli likert tipinde, 57 madde ve Cronbach Alpha's tutarlık değeri .98 olarak geçerli güvenilir bir ölçek elde edilmiştir.
- A₁₄ Araştırma bulgularında öğretmen adaylarının konuya ilişkin alan bilgilerinde eksiklik ve kavram yanılgıları olduğu, STEM entegrasyonunun nasıl sağlanacağı konusunda verilen eğitimin pedagojik alan bilgileri üzerinde olumlu etkisi olduğu bulunmuştur.
- A₁₅ Yapılan görüşme sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitiminin sınıf içi uygulamaları konusunda kendilerini yetersiz ve eksik hissettikleri buna bağlı özyeterliklerinde düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerin disiplinleri entegre etme konusunda destek alınması gerektiği vurgulanmıştır.
- A₁₆ Çalışma sonucunda katılımcıların STEMPAB düzeylerinin % 12,2'si yüksek düzeyde olduğu %87,8 kısmı düşük düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- A₁₇ Sınıf öğretmen adaylarıyla yapılan 12 haftalık STEM uygulamaları sonucunda öğretmen adaylarının STEM eğitimi, mühendislik ve teknoloji disiplinlerine ilişkin düşüncelerinde olumlu gelişmeler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının genel olarak STEMPAB düzeylerinde eksiklikler ve düşük olduğu tespit edilmiştir. STEM konusundaki pedagojik alan bilgileri eksik noktaları derinlemesine tespit edilip giderilmesi için lisans ders içeriklerine entere edilmelidir.
- A₁₈ Okul öncesi öğretmenlerinin STEMPAB düzeylerine ilişkin literatür çalışmasında matematik disiplini üzerine çalışmanın daha çok olduğu ve alan bilgisinin odaklanıldığı çalışmalar dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarından ziyade öğretmen eğitimlerine önem verildiği vurgulanmıştır.
- A₁₉ Aksu, Metin ve Konyalıoğlu (2014) tarafından geliştirilen "Öğretmen Adayları için Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği" kullanılarak yapılan çalışmada matematik öğretmenlerinin pedagojik alan bilgilerin orta düzeyde olduğu, günümüz dünyasında öğretmenlerin STEM eğitimi sınıf içi uygulamalarda pratikte zorlandıkları ve matematik entegrasyonunda eksik oldukları sonucuna ulaşılmıştır.
- A₂₀ Çalışma sonucunda STEM eğitiminde PAB bileşenleri bilgisi, öğretmenlerin özyeterliklerin gelişiminde önemli bir etmendir. Sınıfında STEM uygulamalarına yer verecek bir fen bilimleri öğretmeninin STEMPAB konusuna hakim olması bunun için mesleki gelişimlerin düzenlenmesi önerilmektedir.
- A₂₁ STEM eğitiminin sınıf öğretmen adaylarının fizik dersi kapsamındaki ses konusu ile ilgili pedagojik alan bilgileri üzerine yapılan çalışmada katılımcıların alan bilgilerinde kavram yanılgıları, STEM entegrasyonu konusundaki eksiklikleri tamamlanmıştır.
- A₂₂ Pedagojik alan bilgisi temelli STEM eğitimi derslerinin fen bilimleri öğretmenlerin STEMPAB düzeylerine etkisi ve tutumlarının incelendiği çalışmada uygulama sonrasında bilim ve mühendislik disiplinlerine ilişkin STEM mesleki programlarına daha istekli katıldıkları, STEM etkinlikleri geliştirme konusunda özyeterliklerin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

A₂₃ 4 okul öncesi öğretmenini STEM eğitimi uygulamalarında karşılaştıkları sorunları tespit etmek için yapılan çalışmada öğretmenlerin STEMPAB eksikliği olduklarını dile getirmiştir. Öğretmenlerin önce teorik sonra uygulamalı eğitimlerin verilmesi STEMPAB düzeylerinin gelişmesine katkı sağlayacağı vurgulanmıştır.

Tablo 6 incelendiğinde, yapılan çalışmaların bulgularına göre incelenmesinde genel olarak öğretmen/öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerin belirlenmesi ve arttırmaya yönelik uygulamalar yapıldığı görülmektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

STEM Eğitiminde STEMPAB konusu ile ilgili yapılan eğilimleri belirlemek amacıyla yapılan doküman incelenmesi çalışması ile ileride yapılacak olan araştırmalara yol göstermesi amaçlanmaktadır. Belirlenen amaç neticesinde 4'ü tez ve 19 makale çalışması incelenmiştir. Araştırma sonucunda yapılan çalışmaların öğretmen adayları ve öğretmenlerin STEMPAB düzeylerini belirleme ve STEMPAB düzeylerinin artırılması için yapılması gereken uygulamalar üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar ile STEM eğitiminde içerik analizi ile ilgili bazı çalışmalar ile karşılaştırıldığında benzer sonuçların olduğu tespit edilmiştir. Ecevit, Yıldız ve Balcı (2022) yapmış oldukları çalışmasında Türkiye'deki STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalarını incelenmiş ve çalışmaların 2018 yılından itibaren yoğunlaştığı, 2020 yılında yapılan çalışmaların Covid- 19 pandemisi nedeniyle teknolojik ve online STEM uygulamalarına yer verildiği bu sayede öğretmenlerin STEM eğitiminde teknoloji bilgi ve becerilerin artırılması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmaların anahtar kelimelerine göre dağılımı incelendiğinde STEM eğitiminde STEMPAB içerikli araştırmalarda en çok "Pedagojik Alan Bilgisi", "STEM Eğitimi", "STEM" kelimeleri kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu durum STEM eğitiminde pedagojik alan bilgisinin de entegre edilmesine dair çalışmalar olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca duyuşsal değişkenler olarak özyeterlik ve kaygı kelimeleri yer aldığı görülmektedir. STEM eğitimcilerin sınıf içi ve sınıf dışı ortamlardaki etkinliklerin planlanması, ders planı sürecindeki entegrasyonlara hakim olması onların özyeterliklerini etkileyecektir. Öğretmen özyeterlik düzeyi öğretimsel süreçlerde öğrencilerinde özyeterlikleri ile doğrudan ilişkilidir. Öğretmenlerin pedagojik alan bilgi düzeyleri özyeterlikleri açısından önemlidir. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda özyeterliklerini artırıcı etkinliklerin yapılması STEMPAB düzeyleri üzerine etkinin incelendiği konular arasında yer almaktadır. Aynı zamanda öğretmenlerin derslerinde kaygı düzeylerinin azaltılmasına yönelik

çalışmaların yapılması STEM eğitimin doğru ve planlı yapıldığının göstergesi olarak ele alınabilir. Az kullanılan kelimelerin STEM eğitiminde STEMPAB ile ilgili yeni keşfedilen konu alanlarını içeriyor olması gösterilebilir. Bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılar az kullanılan kelimeleri STEM eğitiminde kullanımı konusunda çalışmalar yapılabilir.

İncelenen çalışmaların örnekleme göre dağılımı detaylı olarak ele alındığında çoğunlukla öğretmen adayı/öğretmeni grubuna yönelik olduğu görülmektedir. Branş ve örneklem açısından incelendiğinde fen bilimleri öğretmen öğretmenleri ve öğretmen adaylarına yönelik çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu durum STEM eğitimi uygulamalarında fen bilimleri disiplininin temel alındığını gözler önüne sermektedir. Bulut, Özkaya, Şahin, Tatlısu ve Çoşkun (2022) çalışmasında fen bilimleri öğretmen adaylarına STEM teorik ve uygulamalı eğitimleri sonucu farkındalık ve olumlu tutum oluşturmaya katkı sağlamıştır. Fen bilimleri alanının fizik, kimya, biyoloji gibi alt alanlarla ilişkili olmasına rağmen bu alanda okuyan öğretmen adayları ile ilgili çalışmaların olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte STEM eğitime yönelik çalışmalarda öğretmen adaylarının farklı disiplinler temelinde de incelendiği görülmektedir. Fen bilimleri branşından sonra sınıf öğretmeni adayları örneklem oranını oluşturmakta iken STEMPAB konusunun çalışıldığı en az örneklemin içeriğinde bilişim teknolojileri, ilköğretim matematik öğretmenleri ve lise matematik öğretmenleri oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu alanda çalışma yapmak isteyen araştırmacılar eğitim fakültesinde sosyal ve beşeri bilimler kapsamında öğrenim gören öğrenciler ile çalışmalarını yürütebilirler. Kuehnert, Cason, Young ve Pratt (2019) çalışmasında STEM disiplinleri ile ilgili ders alan öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgi düzeylerinde olumlu yönde farklılık olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğretmen adaylarının mesleki gelişimleri açısından hizmet öncesi eğitimlerde STEMPAB yeterliğine yönelik çalışmaların olması meslek hayatında özyeterliklerini de etkileyecektir. Meslek hayatlarında yenilikçi STEM öğretme süreçlerinde zorlanmamaları için STEMPAB bilgi ve beceri düzeylerinin artırılması önemlidir. Ayrıca STEMPAB içeriğindeki STEM alan bilgisi kategorisinde mühendislik disiplin bilgisine yönelik mühendislik fakültesi öğrencilerinin STEMPAB düzeylerin belirlenmesine yönelik çalışmaların olmadığı görülmektedir. Örneklem açıdan çalışmaların odak noktasında öğretmenlerin, öğretmen adayların STEMPAB düzeylerinin belirlenmesi, özyeterliklerini artırıcı çalışmaların olduğu ve mesleki gelişim programlarının olduğu görülmektedir. Bir öğretmenin özyeterlik düzeyi sahip olduğu bilgi ve beceri düzeyine bağlı olduğu söylenebilir.

Yapılan çalışmanın yönetime göre dağılımında en çok nitel ve karma araştırma yöntemi kullanıldığı tespit edilmiştir. Nicel yöntem araştırmaları az sayıda kullanılmıştır. Özellikle nicel araştırmalar yöntem ile yapılan çalışmaların sayısı arttırılabilir böylece STEM eğitiminde STEMPAB konusunda daha ayrıntılı ortaya koyulabilir. Karma yöntem kullanılan çalışmalarda genellikle nitel kısmında araştırmacı tarafından geliştirilen görüşme formları ve video kayıtları kullanıldığı tespit edilmiştir. Bunun bir nedeni öğretmen adayları/öğretmenlerin STEMPAB geliştirilmesinde ihtiyaç duydukları etmenlerin detaylı bir şekilde belirlenmesi amaçlı kullanıldığı görülmektedir.

Yapılan çalışmaların veri toplama araçlarına göre incelendiğinde çeşitli veri toplama araçlarının kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalar detaylı incelendiğinde her araştırmacı genelde kendi bir test oluşturarak verilerini toplamaktadır. Kullanılan yöntem ile bağlantılı veri toplama araçları kullanıldığı görülmektedir. Kaya ve Elster (2019) çalışmasında STEM eğitiminde çevre konusunun STEMPAB düzeylerine etkisini incelemek için ^{E+}STEM ölçeği ile STEM eğitiminde daha spesifik bir konuda çalışma yaptığı dikkat çekmektedir. Ölçeklerden sonra en çok kullanılan veri toplama aracı olarak görüşme formları ve video kayıtları kullanıldığı öğretmen adaylarının STEM eğitiminde hangi aşamalarda zorlandıklarını tespit edilmesi ve bu alanlara yönelik çalışmaların yapılması açısından derinlemesine ortaya koyulmuştur. Çelebi ve Özkan (2021) yapmış oldukları çalışmada STEM eğitimiyle ilgili yapılan çalışmaların veri toplama araçları olarak özyeterlik, algı, tutum ölçekleri, alana özgü ölçek geliştirme çalışmaları olduğu ve görüşme formu kullanıldığı tespit edilmiştir.

Araştırmada derinlemesine ele alınan 17 çalışmanın bulgular kısımları incelendiğinde genellikle STEM eğitiminin öğretmen adayları/öğretmen STEMPAB düzeylerinin belirlendiği çalışmalara ağırlık verildiği görülmektedir (Chanuan, 2021; Faikhamta vd., 2020). Ayrıca alanyazın incelendiğinde öğretmenlerin STEM uygulamalarında yaşadıkları zorluklar olduklarını ifade etmektedir (Yıldırım,2020). Yapılan çalışma araştırma konusu olarak ülkelerin öğretmenlerin STEMPAB düzeylerine önem verdikleri ve arttırılması adına birçok çalışmaya ışık tutacağı düşüncesiyle alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öneriler

- Öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerinin artırılmasında STEM eğitimi sınıf içi uygulamalarına seçmeli lisans derslerinde grup çalışması içerikler konulabilir.
- STEMPAB konusunun genellikle fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adayları üzerine odaklanıldığı görülmektedir. Mühendislik, sosyal ve beşeri bilimler bölümünde öğrenim gören üniversite öğrencileri ile geniş çaplı çalışmalar yapılarak lisans programlarında güncellemeler yapılabilir.
- Öğretmenlerin derslerindeki STEM uygulamalarında zorlandıkları veya hangi disiplini entegre edilmesinde eksik oldukları noktalar belirlenebilir.
- Her öğretmen adayı/öğretmenin STEMPAB düzeyi ve geliştirilmesine yönelik ihtiyacı farklı olabilir. STEMPAB konusunda çalışmak isteyen araştırmacılar farklı veri toplama araçları ile özellikle mülakat/görüşme formu ile ihtiyaç analizi yapılması ve detaylı bir şekilde incelenmesi önerilmektedir.

Kaynakça

Aksu, Z., Metin, M. & Konyalıoğlu, AC (2014). Öğretmen Adayları İçin Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5 (20),1365,<https://www.richtmann.org/journal/index.php/mjss/article/view/3871>

Allen, M., Webb, A. W., & Matthews, C. E. (2016). Adaptive teaching in STEM: Characteristics for effectiveness. *Theory into Practice*, 55(3), 217-224.

An, S. A. (2017). Preservice teachers' knowledge of interdisciplinary pedagogy: The case of elementary mathematics–science integrated lessons. *ZDM Mathematics Education*, 49(2), 237-248.

Arslan, S.Y. & Arastaman, G. (2021). Dünyada STEM Politikaları: Türkiye İçin Çıkarım Ve Önerileri. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 894-910. DOI: 10.30783/nevsosbilen.903115

Arslan, Ö. & Yıldırım, B. (2020). The Effect of STEM Practices on Self-Efficacy Pedagogical and Content Knowledge of Pre-Service Teachers, *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 21(3), 1339-1355. DOI: 10.17679/inuefd.789366

Aydin Gunbatar, S., Oztay, E. S., & Ekiz Kiran, B. (2022). Supporting pre-service teachers' integration of engineering into STEM lessons throughout engineering-infused training. *Research in Science & Technological Education*, 1-21.

Aydin-Gunbatar, S., Ekiz-Kiran, B. & Oztay, E.S., (2020a), Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge for integrated STEM development with LESMeR model, *Chemistry education research and practice*, 21 (4), 1063-1082.

Aydın-Günbatar, S., Kiran, B.E. & Oztay, E.S., (2020b), Pre-Service chemistry teachers' pedagogical content knowledge for integrated STEM development with LESMeR model, *Chemistry education research and practice*, 21,1063-1082.

Bozkurt Altan, E. & Hacıoğlu, Y. (2018). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Derslerinde STEM Odaklı Etkinlikler Gerçekleştirmek Üzere Geliştirdikleri Problem Durumlarının İncelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen Ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12 (2), 487-507. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.506462>

Bulut, S., Özkaya, A., Şahin, G., Tatlısu, S., & Çoşkun, G. (2022). STEM Etkinliklerinin Öğretmen Adaylarının Entegre FeTeMM Öğretim Yönelimi, Farkındalık ve Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 4(7), 487-518. <https://dergipark.org.tr/en/pub/usbed/issue/70167/1091103>

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2019). Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri (26. Baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is Stem? A Discussion About Conceptions Of Stem İn Education And Partnerships. *School Science And Mathematics*, 112(1), 3-11.

Bybee, R.W.,2010. What Is Stem Education? *Science*. 329 (5995), 996.

Chanunan, S. (2020). Enhancing Preservice Stem Teachers 'Stem Pck And Teaching Self-Efficacy Through Stem Pck-Based Course With The Uses Of Experiential Learning Coupled With Worked Example Instructional Principles. *Journal Of Education Naresuan University*, 23(1), 45–73. Retrieved From <https://So06.Tci-Thaijo.Org/Index.Php/Edujournal Nu/Article/View/244048>

Çelebi, M., & Özkan, T. (2021). Türkiye'de STEM Eğitimine Yönelik Yapılan Araştırmaların İçerik Analizi. 49.

Ecevit, T., Yıldız, M., & Balcı, N. (2022). Türkiye'deki STEM Eğitimi Çalışmalarının İçerik Analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 263-286.

Eckman, E. W., Williams, M. A., & Silver-Thorn, M. B. (2016). An integrated model for STEM teacher preparation: The value of a teaching cooperative educational experience. *Journal of STEM Teacher Education*, 51(1), 8.

Fan, S. C., & Yu, K. C. (2019). Teaching engineering-focused STEM curriculum: PCK needed for teachers. *Asia-Pacific STEM Teaching Practices: From Theoretical Frameworks to Practices*, 103-116.

Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. & Can, B.(2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(1), 38-55.

Guzey, S. S., Moore, T. J., Ve Harwell, M. (2016). Building Up Stem: An Analysis Of Teacher-Developed Engineering Design-Based Stem İntegration Curricular Materials. *Journal Of Pre-College Engineering Education Research (J-Peer)*, 6(1), 2.

Güler Nalbantoğlu, F. (2023). *Development of Preservice Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Science, Technology, Engineering and Mathematics in the context of Lesson Study*. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Hasanah, S. S., Riandi, R., Kaniawati, I. & Permanasari, A. (2022). Bibliometric Analysis of The Literature on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Pedagogical Content Knowledge for the years 2011-2022. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 12(1), 31-39.

Karakaş, A. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamalarının fen öğretimine yansımaları*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Kuehnert, E., Cason, M., Young, J. & Pratt, S. (2019). A meta-analysis of reform-based professional development in STEM: Implications for effective praxis. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 2(1), 60-68.

Koh, D.& Tan, A. (2021) "Singaporean Pre-service Teachers 'Perceptions Of STEM Epistemic Practices And Education," *Journal of STEM Teacher Education*, 56(2), <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol56/iss2/2>

M.E.B., (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar), Ankara. Erişim adresi: <https://bilimakademisi.org/wp-content/uploads/2017/02/Fen-Bilimleri.pdf>

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers 'Perception Of Stem İntegration And Education: Systematic Literature Review. *International Journal Of Stem Education*, 6(1), 1-16.

Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Nakiboğlu, C., & Karakoç, Ö. (2005). The Forth Knowledge Domain a Teacher Should Have: The Pedagogical Content Knowledge. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 5(1).

Partnership for 21st Century Learning (P21). (2021). *Framework for 21st Century Learning*. <https://www.battelleforkids.org/networks/p21> . Erişim tarihi: 27.02.2023

Rahman, N. A., Rosli, R., Rambely, A. S., Siregar, N. C., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2022). Secondary school teachers 'perceptions of STEM pedagogical content knowledge.

Journal on Mathematics Education, 13(1), 119-134. <http://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp119-134>

Sanders, M. (2009) Stem, Stem Education, Stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., & Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40(1), 18-35.

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand; Knowledge Growth In Teaching, *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.

Smith, T., & Twaddle, J. (2023). STEM Pedagogical Content Knowledge of Preservice Teachers. *International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education*, 8(1), 168-182.

Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. H., (2012). Considerations For Teaching Integrated STEM Education. *Journal Of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2 (1), 28-34.

Şimşek, E. (2019). *Fen bilgisi öğretmenlerinin stem eğitimine yönelik öz-yeterlik inançları, tutumları ve görüşlerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Taşdere, A., & Özsevgeç, T. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi bağlamında strateji-yöntem-teknik ve ölçme-değerlendirme bilgilerinin incelenmesi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.

Tzafilkou, K., Perifanou, M. & Economides, A.A.(2022). STEM Distance Teaching: Investigating STEM Teachers 'Attitudes, Barriers, and Training Needs. *Educ. 790*. <https://doi.org/10.3390/educsci12110790>

Uluyol, Ç., & Eryılmaz, S. (2015). 21. Yüzyıl Becerileri Işığında FATİH Projesi Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 209-229.

Wang, H. (2012). *A New Era Of Science Education: Science Teachers Perceptions And Classroom Practices Of Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Integration*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3494678).

Yang, W., Wu, R., & Li, J. (2021). Development and validation of the STEM Teaching Self-efficacy Scale (STSS) for early childhood teachers. *Current Psychology*, 1-9.

Yıldırım, B. (2020). Öğretmen Eğitimi Doğrultusunda Bir Model Eğitim: STEM Öğretmenleri Eğitim Modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , (50), 70-98

Yıldırım, B. & Şahin Topalcengiz, E. (2019) "STEM Pedagogical Content Knowledge Scale (STEMPCK): A Validity and Reliability Study," *Journal of STEM Teacher Education*, 53(2), DOI: <https://doi.org/10.30707/JSTE53.2Yildirim> Available at: <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol53/iss2/2>

EK 1. İncelenen Çalışmaların Bilgileri

- A₁. Sarı, K.(2022). *Sınıf öğretmeni adaylarının STEM e yönelik pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.
- A₂. Yıldırım, B. & Şahin Topalcengiz, E. (2019) "STEM Pedagogical Content Knowledge Scale (STEMPCK): A Validity and Reliability Study," *Journal of STEM Teacher Education*: Vol. 53: Iss. 2, Article 2. DOI: <https://doi.org/10.30707/JSTE53.2Yildirim> Available at: <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol53/iss2/2>
- A₃. Rahman, N. A., Rosli, R., Rambely, A. S., Siregar, N. C., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2022). Secondary school teachers' perceptions of STEM pedagogical content knowledge. *Journal on Mathematics Education*, 13(1), 119-134. <http://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp119-134>
- A₄. Hasanah, S. S., Permanasari, A., & Riandi, R. (2021). Online Professional Development for Improving Teacher's STEM PCK Competence, Can It Be An Alternative?(An Evaluation Using the CIPP Model). *Jurnal IPA ve Pembelajaran IPA*, 5(2), 162-171.
- A₅. Smith, T., & Twaddle, J. (2023). STEM Pedagogical Content Knowledge of Preservice Teachers. *International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education*, 8(1), 168-182.
- A₆. Yang, W., Wu, R., & Li, J. (2021). Development and validation of the STEM Teaching Self-efficacy Scale (STSS) for early childhood teachers. *Current Psychology*, 1-9.
- A₇. Güler Nalbantoğlu, F. (2023). *Development of Preservice Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Science, Technology, Engineering and Mathematics in the context of Lesson Study* (Doktora Tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- A₈. Yıldırım, B. (2018). STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşün incelemesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4 (1), 42-53.
- A₉. Çayak, V. (2019). *Fen bilimleri deneylerinin STEM e yönelik teknolojik, pedagojik, alan bilgilerinin incelenmesi*, Yüksek lisans tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- A₁₀. Ceran, E. (2021). *Elementary school teachers developing pedagogical content knowledge and beliefs about integrated STEM education through a Professional development knowledge* (Doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- A₁₁. Güngör, A. (2021). *Öğretmen ve öğretmen adaylarının bütünlük STEM eğitime yönelik teknolojik pedagojik alan bilgilerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Alanya.
- A₁₂. Özcan, H., & Koştur, H. İ. (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretmenlerinin Stem Eğitimine Yönelik Görüşleri. *Sakarya University Journal Of Education*, 8(4), 364-373.
- A₁₃. Akçay, B., ve Avcı, F. (2022). Development of the STEM-Pedagogical Content Knowledge Scale for Preservice Teachers: Validity and Reliability Study. *Journal of Science Learning*, 5(1), 79-90.
- A₁₄. Su Ling, L., Pang, V., & Lajium, D. (2020). A Case study of teachers' pedagogical content knowledge in the implementation of integrated STEM education. *Jurnal Pendidikan Sains*

- Dan Matematik Malaysia, 10(1), 49- 64. Retrieved from <https://ejournal.upsi.edu.my/index.php/JPSMM/article/view/2657>
- A15. Kaya, V. H., & Elster, D. (2019). Environmental science, technology, engineering, and mathematics pedagogical content knowledge: teacher's professional development as environmental science, technology, engineering, and mathematics literate individuals in the light of experts 'opinions. *Science Education International*, 30(1).
- A16. Abdi, E., Deli, A., Afandi, A., & Astuti, I. (2022). Profil Kompetensi Science Technology Engginering Mathematic with Pedagogical Content Knowledge Guru Gen Z dan Milenial di Kalimantan Barat. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 6(3).
- A17. Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Sınıf aday öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 8 (2), 195-213. <https://doi.org/10.24315/trkefd.310112>
- A18. Dunekacke, S., & Barenthien, J. (2021). Research in early childhood teacher domain-specific professional knowledge—a systematic review. *European Early Childhood Education Research Journal*, 29(4), 633-648.
- A19. Moh'd, S. S., Uwamahoro, J., Joachim, N., & Orodho, J. A. (2021). Assessing the Level of Secondary Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(6).
- A20. Putra, P. (2019). *The Development and Implementation of Pedagogical Content Knowledge in STEM Education for Pre-serviffce Science Teachers in Indonesia*. Yüksek Lisans Tezi, Endonezya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Endonezya.
- A21. Correia, M. & Baptista, M. (2022). Supporting the Development of Pre-Service Primary Teachers PCK and CK through a STEM Program. *Education Sciences*, 12(4), 258.
- A22. Faikhamta, C., Lertdechat, K. & Prasoblarb, T. (2020). The Impact of a PCKbased Professional Development Program on Science Teachers 'Ability to Teaching STEM. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 43. 168 <https://myjms.mohe.gov.my/index.php/jsmesea/article/view/10145> adresinden alındı. (Erişim Tarihi:27.02.2023)
- A23. Gözüm, A. İ. C., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2022). Preschool teachers 'STEM pedagogical content knowledge: A comparative study of teachers in Greece and Turkey. *Frontiers in Psychology*, 13.

Extended Abstact

Purpose

It forms the basis of the emergence of STEM education in order to raise individuals equipped for the 21st century business world, together with contemporary education approaches. STEM Education is an acronym consisting of the English initials of Science (Science), Technolog (Technology), Engineering (Engineering), Mathematics (Mathematics). STEM; It is considered as a teaching approach in which science, technology, engineering and mathematics disciplines are given in an integrated and integrated way (Bybee, 2010). It emerges as a process in which science,

technology, engineering and mathematics disciplines are given in an integrated way, and 21st century skills are tried to be gained to individuals, and solutions are produced for the problem situation from daily life (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012; Sanders, 2009). Considering that there are teachers who are primarily responsible in formal and informal learning environments in terms of the development of countries in science teaching, which is one of the basic disciplines of STEM education, teachers should be equipped with sufficient pedagogical content knowledge and skills in STEM education (Guzey, Moore & Harvell, 2016).

When the literature is examined, there are many studies on STEM PCK (Abdi, Deli, Afandi & Astuti, 2022; Ceran, 2021; Güler Nalbantoğlu, 2023; Hasanah et al., 2022; Kaya & Elster, 2019; Özcan & Run, 2018; Sarı, 2022; Su Ling, Pang & Lajium, 2020; Yıldırım & Topal Cengiz, 2019). In addition, no study has been found in which the studies on STEMPCK in STEM education are handled as a whole and systematically and examined in depth.

Method

In the research, it was aimed to examine the general situation as a result of the data obtained by using the qualitative research method of the studies conducted with teachers and teacher candidates on STEMPAB. For this purpose, document analysis was used in the study.

Document review includes the examination of written materials containing information about the case(s) targeted within the scope of the study. In qualitative studies, document analysis can be used as a data collection method alone, or it can be used together with other data collection methods (Yıldırım & Şimşek, 2018). The document review method is the systematic examination of existing documents or records as data sources, including the analysis of various sources containing information about the topics to be researched. The document review method is used to reach the data for the purpose of the study and to determine the findings from these data (Çepni, 2010). The study was carried out taking into account certain criteria. In the studies selected according to these criteria, YÖK National Thesis Center and Google Scholar, Dergipark, Scopus, Eric databases were used. In these studies, 5 theses; 3 of them are master's thesis, 2 of them are doctoral thesis, 18 articles. Articles made from theses were not included in the study. The year, purpose, sample, method, data collection tools and results sections of the studies were examined. It has been taken into account that the studies should include the concepts of "STEM Education", "STEMPAB", "STEMPCK" and that these concepts should be given priority in their keywords and that the method should be clearly stated. The study is shaped around six basic questions:

Result

Countries attach importance to STEM Education in order to meet the needs of individuals who can produce technology with the rapid development in fields such as science, technology, industry and defense. The knowledge and skills that teachers should have about STEM education are considered as STEMPCK level. It is thought that the high STEMPCK levels of the teachers will be effective in the quality of STEM education and the STEM literacy of the individuals to be trained. It is seen that the STEM education approach has been adopted with the renewed curriculum. For this reason, it is important for STEM teaching that teachers have knowledge and skills related to STEM education.

Conclusion and Discussion

As a result of this research, when compared with the studies in the literature, it was determined that there were similar results. Ecevit, Yıldız, & Balcı (2022) examined the studies on STEM education in Turkey in their study, and the studies intensified since 2018, the studies carried out in 2020 included technological and online STEM applications due to the Covid-19 pandemic. aimed at increasing knowledge and skills.

When the distribution of the studies according to their keywords is examined, it is seen that the word "STEM Education" is mostly used in studies with STEMPCK content in STEM education. It is seen that "Pedagogical Content Knowledge" and "PCK" are used after the word STEM Education. When the distribution of the study is examined according to the sample, it is seen that the subject of STEMPCK in STEM education is mostly directed to the pre-service teacher/teacher group. This situation reveals that STEM education practices are based on the discipline of science. In the study of Bulut, Özkaya, Şahin, Tatlısu, & Çoşkun (2022), it contributed to the formation of awareness and positive attitude to science teacher candidates as a result of their STEM theoretical and practical training.

In the distribution of the study according to the method, it was determined that the most qualitative and mixed research method were used..In particular, the number of studies conducted with the quantitative research method can be increased so that STEMPCK in STEM education can be revealed in more detail. The most widely used of these scales, the "STEMPCK Scale" developed by Yıldırım & Topal Cengiz (2019), consists of 6 dimens. It is noteworthy that Kaya & Elster

(2019) studied a more specific subject in STEM education with the E+STEM scale to examine the effect of the environment in STEM education on STEMPCK levels in their study. In the study of Çelebi & Özkan (2021), it was determined that the scale and interview form were mostly used as data collection tools in the studies on STEM education. In addition, when the literature is examined, it is stated that teachers have difficulties in STEM practices (Yıldırım, 2020).

ETİK BEYAN: “*STEM Pedagojik Alan Bilgisi Üzerine Yapılan Çalışmaların İçerik Analizi*” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde açık erişimi bulunan makaleler incelenilmiş olup çalışmanın herhangi bir sürecinde gerçek kişi verileri kullanılmamıştır. Karşılaşılacak tüm etik ihlallerde “Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yayın Kurulunun” hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederim.