



Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (BAİBÜEFD)

Bolu Abant İzzet Baysal University
Journal of Faculty of Education

2026, 26(2), 1172 –1197. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2026..- 1676717>



STEM Eğitime İlişkin Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi İçin Üç Aşamalı Test Geliştirilmesi* Development Of Three Tier Test To Determine Misconceptions Regarding STEM Education

Semiha Algı İGNECİ¹, Ali ÇETİN², Yakup GÜNEŞ³

Geliş Tarihi (Received): 15.04.2025

Kabul Tarihi (Accepted): 14.06.2026

Yayın Tarihi (Published): 30.06.2026

Öz: Bu çalışmada, farklı branşlardaki öğretmenlerin, STEM eğitime ilişkin kavram yanılgılarını belirlemek ve öğretmenlere ilişkin üç aşamalı kavram yanılgısı testi geliştirmek amaçlanmıştır. Araştırmada karma araştırma yöntemlerinden sıralı keşfedici desen kullanılmıştır. Öğretmenlerdeki kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni, belirlenen kavram yanılgılarına öğretmenlerin sahip olma oranlarını belirlemek amacıyla nicel araştırma yöntemlerinden tarama araştırma deseni uygulanmıştır. Siirt ilindeki 9 öğretmen ile 19 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve görüşmelerden sonra içerik analizi ile kod-kategori ve temalar oluşturulmuştur. Daha sonra, ulaşılan kavram yanılgıları kullanılarak, STEM eğitime ilişkin, 8 sorudan oluşan, üç aşamalı kavram yanılgısı testi geliştirilmiştir. Üç aşamalı test Siirt ilinde farklı branşlarda çalışan 163 öğretmene uygulanmış ve elde edilen nicel veri analiz edilmiştir. Testin güvenilirlik katsayısı (KR-20) .68 olarak bulunmuştur ve bu değer, iç tutarlılığın kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Testin yapı geçerliğini değerlendirmek için yanlış pozitif ve yanlış negatif puanların yüzdeleri hesaplanmıştır ve ayrıca açılımlı faktör analizi yapılmıştır. Öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili kavram bilgileri “bilimsel bilgiye sahip olma”, “bilgi eksikliği”, “tahmini şanslı cevap” ve “kavram yanılgısı” olmak üzere dört kategoride sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, Üç aşamalı test, Yarı yapılandırılmış görüşme, Kavram yanılgılarının tespiti

&

Abstract: This study aimed to identify the misconceptions held by teachers across different disciplines regarding STEM education and to develop a three-stage STEM misconception test. A sequential exploratory mixed-methods design was utilized. To uncover these misconceptions, a qualitative case study approach was first employed; subsequently, a quantitative survey design was used to determine the prevalence of the identified misconceptions among teachers. Semi-structured interviews consisting of 19 questions were conducted with nine teachers in the Siirt province. Content analysis of these interviews yielded specific codes, categories, and themes. Based on these findings, an 8-item, three-stage STEM education misconception test was developed. This test was administered to 163 teachers from various disciplines in Siirt, and the resulting quantitative data were analyzed. The test demonstrated an acceptable level of internal consistency, with a Kuder-Richardson 20 (KR-20) reliability coefficient of .68. To evaluate construct validity, the percentages of false-positive and false-negative scores were calculated, and an exploratory factor analysis was performed. Ultimately, teachers' responses regarding STEM education were classified into four distinct categories: scientific knowledge, lack of knowledge, lucky guess, and misconception.

Keywords: STEM Education, Three Tier Test, Semi-structured Interview, Detection of misconceptions

Atıf/Cite as: Algı, S. A., Çetin, A. & Güneş, Y. (2026) STEM eğitime ilişkin kavram yanılgılarının belirlenmesi için üç aşamalı test geliştirilmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(2), 1172-1197. DOI: 10.17240/aibuefd.2026..- 1676717.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aibuefd>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University– Bolu

* Bu araştırma Semiha Algı İğneci'nin “Öğretmenlerin STEM eğitime yönelik kavram yanılgılarının belirlenmesi için üç aşamalı test geliştirilmesi” adlı yüksek lisans tezinden oluşturulmuştur.

¹ Semiha Algı İğneci, Milli Eğitim Bakanlığı, semiha.algi@hotmail.com, 0000-0002-8184-6918

² Sorumlu Yazar: Prof. Dr. Ali Çetin, Siirt Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Bölüm, alicetin@siirt.edu.tr, 0000-0002-1174-6997

³ Dr. Öğr. Üyesi, Yakup Güneş, Siirt Üniversitesi, Temel Eğitim Bölümü, yakupgunes@siirt.edu.tr 0000-0002-3967-8404

1. GİRİŞ

İnsanlar, günlük yaşamdaki gözlemlerini ve deneyimlerini ortak bir düşünce oluşturmak için tanımlama ihtiyacı duyarlar. Çepni'ye (2019) göre yaşam boyunca kazanılan tecrübeler sonucunda varlıklar ortak özelliklerine göre gruplandırılır ve farklı özellikteki varlıklardan ayırt edilip, düşünce birimleri olarak belleğimizde depolanır. Bu düşünce birimlerinin her birine kavram adı verilmektedir. Kavramlar sayesinde düşünürüz, konuşuruz ve yazarız (Laçın Şimşek, 2019).

İnsanların zihnindeki kavramlar sayesinde yapılan gruplandırma ve sınıflandırma, zihinsel karmaşayı önler, dil gelişimini destekler, bakış açılarını etkiler ve iletişim kurmaları sağlar (Çepni, 2019). Kavramlar insanların zihninde gruplama, genelleme, ayırma, tanımlama, tümevarım ve tümdengelim gibi zihinsel süreçler kullanılarak gelişir (Kaptan, 1999; Akman, 1995; Uzun, 2006; Malatyalı & Yılmaz, 2010; Çetin, 2012; Topalsan, 2015).

Kavramın daha kolay öğrenilmesi için duyu organlarının kullanılması, yani bir kavramın somutlaştırılması gerekir. Benzer şekilde kavramlar arasında kademeli sınıflandırma yapılması da öğrenmeyi kolaylaştırır (Demirel, 2021). Öğrenme sırasında günlük hayatta yaşanan deneyimler de etkilidir (Çoban & Ergin, 2010). Kavram öğretimi sırasında somut olarak karşılığı olmayan, kademeli olarak sınıflama yapılamayan ya da günlük hayatta deneyimlenmeyen olay veya durumlar yanlış anlamlandırılabilir. Bu da kavram yanılgısına sebep olabilmektedir. Bireylerin deneyimleri sonucu bilimsel gerçeklerle uyuşmayıp kendilerine göre oluşturdukları düşünme biçimleri "kavram yanılgısı" olarak ifade edilmektedir (Tekbiyık & Çakmakçı, 2018).

Kavram yanılgısı, bilimsel hatadan tamamen farklıdır. Kavram yanılgısına sahip insanlar, fikirlerinin yanlış olduğunun farkına varmazlar ve bu fikirlerin tamamen doğru olduğuna inanmaktadırlar. Bu nedenle bütün kavram yanılgıları en az birer hata veya bilgi eksikliği içerebilir. *Fakat* tüm hatalar kavram yanılgısı olmak zorunda değildir (Kızılçık vd., 2015). Bilimsel hata ile kavram yanılgısı arasındaki en belirgin ayırım, bireylerin bilimsel hataları kendilerine açıklandıktan sonra bu hataları ısrarla savunmaları, onların kavram yanılgısına sahip olduklarını gösterir. İsrarla hatayı savunmak düzeltilmeye karşı olan dirençli yapılarından kaynaklanmaktadır (Nakiboglu, 2003).

Bir bilginin veya fikrin kavram yanılgısı olabilmesi için, fikrin bilimsel bilgiyle çelişmemesi gerekmektedir. Yani yanlış fikirlerin bireyler tarafından savunulması ve hatalı düşüncelerinden emin olmaları gereklidir (Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Yıldız 2003; Eryılmaz, 2010). Kavram yanılgılarının bilgi düzeyinde olduklarında çözülmesi kolay gibi görünse de, kavrama düzeyinde oluşan kavram yanılgılarının giderilmesi ve bilginin düzenli bir şekilde yapılandırılması için çok çaba gerekmektedir (Can vd.,2006). Kavram yanılgıları, öğrencilerde kavramların öğrenilmesini zorlaştırmakta ve anlamlı öğrenmeleri engelleyebilmektedir. Öğrenme ve öğretme sürecinde kavram yanılgıları hakkında bilgi sahibi olmak süreç içinde yanılgıların giderilmesine yardımcı olabilmektedir (Fisher, 1985; Kuru & Güneş, 2005).

STEM ve Kavram Yanılgıları

Yirmi birinci yüzyılda bilim ve teknolojinin hızla gelişmesiyle çağın gerektirdiği niteliklere uyum sağlamak zorunlu hâle gelmiştir. Teknolojik gelişmeler ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır ve bu da ülkeler arasında rekabete yol açmaktadır. Bilim ve teknolojideki yenilikçi gelişmeler bireyin problem çözebilen, bilgiyi üreten ve bu bilgiyi günlük yaşamda işlevsel olarak kullanabilen, girişimci, kararlı, eleştirel düşünebilen, iletişim becerilerine sahip, topluma ve kültüre katkı sağlayan, empati kurabilen bir birey olmasını gerektirir (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018). Bilim ve teknolojinin gelişiminde birey ve toplumun bu nitelikleri kazanmasında STEM eğitiminin etkisi önemlidir.

STEM kısaltması ilk olarak 2001 yılında NSF eğitim direktörü J. Ramaley tarafından oluşturulmuştur. Daha önceki yıllarda "SMET" gibi farklı şekillerde de ifade edilmiştir (Yıldırım, 2018). Bu alandaki araştırmacılar

tarafından ortak bir tanım yapılamamıştır. Bu sebeple eğitim dünyasında çok sayıda alternatif tanım mevcuttur (Dugger,2010; Thomas,2014).

STEM eğitimi; Science (bilim), Technology (teknoloji), Engineering (mühendislik) ve Mathematics (matematik) disiplinlerinin bir arada kullanıldığı eğitim yaklaşımıdır (Yıldırım, 2018). Başka bir tanımda ise STEM, bilim/fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin entegre edilerek okul öncesinden yükseköğretime kadar devam etmesi beklenen, disiplinler arası anlayışla bireylerin sorunlarını tespit etmeyi ve bu sorunlara pratik çözümler üretmeyi hedefleyen bir eğitim yaklaşımıdır (Altunel, 2018). Türkiye’de FeTeMM eğitimi olarak bilinen Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (BTMM) eğitimi, STEM kısaltmasındaki “Science” kelimesinin “Fen” yerine “Bilim” olarak kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir (Adıgüzel, Ayar, Çorlu, & Özel, 2012). Bunun nedeni ise “S” harfinin “matematik”, “mühendislik”, “biyoloji”, “psikoloji”, “sosyoloji”, “doğa bilimleri”, “davranış bilimleri”, “sosyal bilimler” gibi daha geniş kapsamlı alanları temsil etmesidir (Bray, 2010; Gonzalez & Kuenzi, 2012). Bu nedenle kavramın tanımlanmasında da zorluklar meydana gelebilmektedir (Breckler, 2007; Bybee, 2010; Honey vd., 2014; Thomas, 2014; Lamb et. al., 2015; English, 2016; Siekmann & Korbel, 2016). Literatürde farklı tanımları olmakla birlikte genel olarak STEM eğitiminin bütüncül bir düşünme şekli ve disiplinler arası bağlantılı olduğu yönündedir (Sneideman, 2013). Alanyazındaki tanımlar ışığında STEM bu çalışmada bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin entegre edildiği disiplinlerarası bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlanmıştır.

STEM eğitimiyle ilgili çalışmalar incelendiğinde STEM eğitimi hakkında yanlış anlaşılmanın olduğu görülmektedir. Bu yanlış anlamalar STEM eğitimiyle ilgili kavram yanlışlarına yol açmaktadır. Morrison (2006)’a göre STEM eğitimiyle ilgili kavram yanlışları şu şekildedir:

- Matematik eğitimi, fen eğitiminden ayrıdır.
- Mühendislik ve teknolojiye ilave edilmiş ev ödevleri olarak bakılır.
- Teknoloji eğitimi ve mühendislik birbirinden ayrı ve zordur.
- Mühendisler fen ve matematiği öğretmez.
- Teknoloji, öğretmen ve öğrenciler için bilgisayar anlamına gelmektedir.
- STEM deney çalışmalarıdır.
- STEM alanında yetişmiş öğrenciler, teknik alanda çalışmaya yönlendirilir çünkü bu öğrencilerin beşeri bilimlerle ilgili alt yapısı yoktur.

Yıldırım ve Selvi (2016)’ye göre ise STEM eğitimiyle ilgili var olan yanlışlar şöyle özetlenebilir:

- STEM eğitiminde yalnızca Legolar vardır
- STEM eğitimi yalnızca fizik derslerine yöneliktir.
- Basit ve kolay bir eğitimdir
- STEM eğitimi yalnızca üstün yetenekli öğrencilere ve özel okullarda verilir. Bu nedenle pahalı bir eğitim yaklaşımıdır
- Bu eğitimi sadece matematik ve fen öğretmeni alabilir.

Bu bağlamda alanyazındaki STEM eğitime ilişkin kavram yanlışlarına bakıldığında, STEM eğitimi ile ilgili ciddi yanlışların yapıldığı görülmektedir. Bu kavram yanlışları eğitimcileri ve kurumları etkilemektedir (Yıldırım, 2020). Bu kavram yanlışlarına sahip öğretmenler derslerinde STEM yaklaşımını uygulamak istediklerinde yanlış uygulamaları kullanabilir. Örneğin STEM eğitim yaklaşımının sadece deneylerden veya Lego gibi parçalı ürünlerin bir araya gelmesinden ibaret olduğunu düşünen bir öğretmen, dersi içinde bunları kullanarak STEM Yaklaşımını uygulayabildiğini düşünebilir. STEM eğitim yaklaşımının uygulanmasında öğretmenlerin birinci derecede sorumlu olduğu düşünüldüğünde,

öğretmenlerin bu alanda yeterli bilgiye sahip olmaları, eğitim ortamlarında uygulamaları etkili ve rahat bir şekilde gerçekleştirebilmelerine katkı sağlamaktadır (Yıldırım, 2020).

Alanyazında gerek kavram yanılgılarının belirlenmesi ve giderilmesi gerekse STEM eğitimi üzerine yapılan doküman incelemesi ve içerik analizi çalışmalarında öğretmenlerin STEM eğitimi konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemeye ilişkin bir araca ise rastlanmamıştır (Kaya ve Ayar, 2020; Alkış Küçükaydın, 2020; Ecevit, Yıldız ve Balcı, 2022). Bu çalışmada öğretmenlerin STEM eğitime ilişkin kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla üç aşamalı bir kavram yanılgısı testi geliştirilmiştir.

1.1. Araştırmanın amacı

21. yüzyılın değişen şartlarına uyum sağlamak için STEM eğitimi önemli bir role sahiptir. STEM eğitimiyle ilgili çalışmalar incelendiğinde STEM eğitimi hakkında yanlış anlaşılmalara olduğu ve bu yanlış anlamaların STEM eğitimiyle ilgili kavram yanılgılarına yol açtığı görülmektedir.

Bu çalışmada ilgili alanyazın taraması sırasında Türkiye’de kavram öğretimi konulu çalışmaların incelendiği çalışmada fen bilgisi öğretimi ile ilişkili kavramlar (Hücre bölünmesi, kalıtım, kuvvet, buharlaşma ve kaynama, ısı ve sıcaklık) üzerine çalışmalar yapıldığı ancak STEM yaklaşımına yönelik kavram yanılgılarının incelenmediği tespit edilmiştir (Alkış Küçükaydın, 2020). Bu araştırmanın amacı STEM eğitime ilişkin kavram yanılgılarının tespit edilmesinde kullanılacak üç aşamalı teşhis testinin geliştirilmesidir.

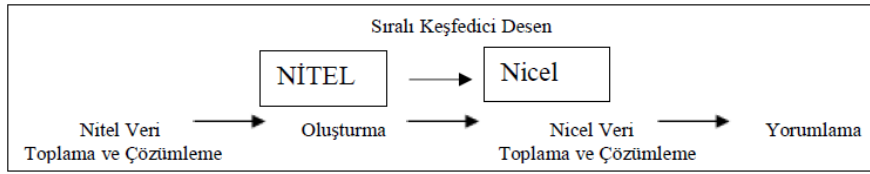
Öğretmenlerin bu konuda kavram yanılgısına sahip olup olmadığını belirlemek ileride yapılacak yeni çalışmalara ve alanyazına katkı sağlamasından dolayı bu çalışmayı önemli kılmaktadır. 2018 yılında yayınlanan fen bilimleri dersi öğretim programları incelendiğinde STEM eğitim yaklaşımının programın amaçları, desteklediği öğretim yaklaşımları, öğretmen ve öğrenci rolleri açısından uygulanabilir bulunmuştur (Elmas ve Gül, 2020). Ayrıca 2024 yılında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile birlikte hazırlanan öğretim programlarında STEM eğitim yaklaşımının fen bilimleri, fizik, kimya ve biyoloji branşlarındaki birçok konuda uygulanması üzerinde durulmuştur (MEB, 2024). Geliştirilen test sayesinde öğretmenlerin STEM eğitime ilişkin kavram yanılgıları belirlenebilecek ve bu bağlamdaki kavram yanılgıları giderilebilecektir. Alanyazında STEM eğitime ilişkin kavram yanılgısı çalışmaları yer buldukça öğretmenlerin STEM’e daha dikkatli yaklaşımları sağlanacaktır. Etkili bir STEM eğitimi, öğrencilerin, disiplin bilgisini, becerilerini ve zihin alışkanlıklarını geliştirmelerine yardımcı olur (STEM Education Review Group, 2016). STEM disiplinlerinin aynı anda entegrasyonunun sağlanması zor ve karmaşık bir süreçtir (Yıldırım, 2018). Bu yüzden STEM eğitiminde tüm disiplinler aynı anda entegre edilebilir ancak aynı düzeyde entegre edilemez. Etkili bir STEM eğitimi için, STEM eğitiminin kavramsal yapısı, entegrasyon ve öğretme-öğrenme süreçlerinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Yıldırım, 2018).

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın modeli

Bu çalışmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, tek bir çalışmanın ya da çalışmalardaki nitel ve nicel araştırma verilerinin bir araya gelmesini, analiz edilmesini ve yorumlanmasını kapsar (Leech & Onwuegbuzie, 2009). Nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin harmanlanarak birlikte kullanılmasını sağlayan karma araştırma yöntemi, problem ve soruların daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Cresswell, 2008).

Çalışmada karma araştırma yöntemlerinden sıralı keşfedici desen (Nitel-nicel) kullanılmıştır. Bu desende süreç nitel yaklaşım ile başlayıp nicel yaklaşımla devam eder. Ana çerçeve nitel basamaktır (Şen & Yıldırım, 2019; Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Bu desene ilişkin şematik gösterim aşağıda Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Sıralı Keşfedici Desen

Nitel araştırma yönteminde durum çalışması deseni kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bu desen, bir durumun bütün olarak ve kapsamlı bir şekilde incelenmesini ve anlaşılmasını temel alır (Feagin et. al., 1991; United States General Accounting Office, 1990). Nitel veri toplama ve çözümleme sürecinin sonunda üç aşamalı teşhis testi geliştirilmiş ve nicel araştırmaya geçilmiştir. Nicel araştırma yönteminde ise tarama araştırma deseni kullanılmıştır. Tarama araştırma deseni örneklemin yeteneklerini, görüşlerini, tutumlarını, inançlarını ve bilgi gibi bazı özelliklerini belirlemek için sorular ile verilerin toplandığı araştırma desendir (Fraenkel & Wallen, 2009). Nicel araştırma bölümünde geliştirilen üç aşamalı testin verileri incelenmiştir.

2.2. Araştırmanın evreni ve örneklemi

Çalışmada uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminde para, zaman, konum gibi amaca uygun olma durumlarına bağlı olacak şekilde örneklem seçilir (Büyüköztürk, 2009; McMillan & Schumacher, 2006). Nitel ve nicel araştırmaya katılan öğretmenlerin Tablo 1’de demografik özellikleri frekans ve yüzde olarak gösterilmiştir.

Tablo 1.

Nitel ve Nicel Araştırmaya Katılan Öğretmenlerin Demografik Özellikleri

Değişkenler	Gruplar	Nitel Araştırma		Nicel Araştırma	
		Frekans(f)	Yüzde(%)	Frekans(f)	Yüzde(%)
Cinsiyet	Erkek	3	33	91	55
	Kadın	6	67	72	45
	Toplam	9	100	163	100
Çalıştığı okul	İl merkez	5	56	86	53
	İlçe merkez	3	33	65	40
	Köy okulu	1	11	12	7
	Toplam	9	100	163	100
STEM Eğitimi Alma	Hayır	4	44	146	90
	Evet	5	56	17	10
	Toplam	9	100	163	100
Deneyim yılı	1-5	6	67	88	54
	6-10	2	22	45	28
	11-20	1	11	26	16
	20 +	0	0	4	2
	Toplam	9	100	163	100
Öğrenim Durumu	Lisans	8	89	135	83
	Tezsiz Y.L.	0	0	15	9
	Tezli Y.L.	1	11	13	8
	Toplam	9	100	163	100

Siirt Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı devlet okullarında çalışan ve farklı branşlardaki 9 öğretmen (Fen Bilimleri:5, Matematik:2, İngilizce:1, Bilişim teknolojileri:1) nitel araştırmaya, 163 öğretmen de (Sınıf Öğretmenliği:31, Fen Bilimleri:26, Matematik:24, Türkçe:17, Yabancı Diller:15, Sosyal Bilgiler:14, Din Kültürü:11, Rehberlik:8, Beden Eğitimi:4, Bilişim Teknolojileri:3, Okul Öncesi:3, Görsel Sanatlar:2, Motor

Öğretmenliği:2, Müzik:1) nicel araştırmaya katılmıştır. Öğretmenlerin yaşı 24 ile 60 arasında değişmektedir. Nitel araştırmaya katılan öğretmenler daha sonrasında nicel araştırmaya dâhil edilmemiştir.

2.3. Veri toplama araçları ve süreci

Bu araştırmada öğretmenlerin STEM eğitime ilişkin kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacıyla iki veri toplama aracı kullanılmıştır. Nitel verileri toplamak için öğretmenlerle 19 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerden ve alanyazından elde edilen kavram yanılgılarından yola çıkılarak STEM Kavramına İlişkin Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi geliştirilmiştir.

2.3.1. STEM Eğitime İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Öğretmenlerdeki STEM eğitime ilişkin kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla STEM Eğitime İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (STEM-GF) araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde, görüşmenin akışına bağlı olarak araştırmacı farklı yan ya da alt sorularla görüşme sürecini etkileyebilir. Araştırmacı kişinin cevaplarını detaylandırmasını ve açmasını sağlayabilir (Türnüklü, 2000). Görüşme formunun geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak için soruların hazırlanması sürecinde konu hakkında alanyazın taraması yapılmış (Morrison, 2006; Yıldırım & Selvi, 2016) ve oluşturulan taslak maddeler üzerinde 2 uzman görüşü alınmıştır. Uzmanlar fen bilgisi ve STEM eğitimi alanında çalışmaları bulunan akademisyenlerden seçilmiştir.

Yarı yapılandırılmış formun maddeleri hazırlanırken Morrison (2006) ve Yıldırım ve Selvi (2016) tarafından tespit edilen kavram yanılgılarına ilişkin görüşme maddeleri oluşturulmuştur. Görüşme formunun ilk formu doğrudan kavram yanılgılarını içeren bir form iken uzman görüşleri doğrultusunda daha genel ifadeler kullanılmış ve genelden özele doğru giden bir soru sıralaması yapılmıştır. 19 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturulmuştur (Ek-2). Görüşmeler katılımcılardan randevu alınarak ve katılımcının görev yaptığı okulda yüz yüze olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm katılımcılar çalışmaya gönüllü olarak katılmış ve ses kaydı alınmasına izin vermiştir. 15-20 dakika süren görüşmelerde katılımcıların sesleri kaydedilmiş ve not alınmıştır. Ses kayıtları yazılı hale getirilerek verilerin analizi yapılmıştır.

2.3.2. STEM Kavramına İlişkin Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi

Kişilerin anlama düzeyleri ve kavram yanılgılarını belirlemede çokça kullanılan araçlardan birisi de teşhis testleridir (Palmer, 1998). Geliştirilmesi zaman alıcı olarak görülse de bir kere geliştirildikten sonra defalarca kullanılabilir (Karataş vd., 2003; Canpolat & Pınarbaşı, 2011). İki aşamalı testlerin de bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlardan biri yapılan hataların bilgi eksikliğinden mi yoksa kavram yanılgısından mı oluştuğu bilinemez (Hasan vd., 1999; Caleon & Subramaniam, 2009). Bu sınırlılık iki aşamalı testlere bir aşama ekleyerek giderilmiştir ve üç aşamalı teşhis testleri elde edilmiştir. Böylece bu testler, bireylerin kavram yanılgılarını, eksik bilgilerini ve kavramsal bilgiye sahip olma durumlarını belirleyerek ayırım yapılmasına olanak sağlar. Bu şekilde derinlemesine bilgi edinmemiz açısından bu testler önemlidir.

Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testinin Geliştirilmesi;

Üç aşamalı testlerin ilk aşamasında çeldiricilerin bulunduğu bir soru yer alır. İkinci aşamada birinci aşamadaki soruyu açıklamaya ilişkin alanyazında bulunan kavram yanılgılarına yer verilir. Üçüncü aşamada ise katılımcılara ilk iki aşamada verdikleri cevaplardan emin olup olmadıkları sorulur (Demirci & Efe, 2007; Altun, 2009; Kaltakçı Gürel vd., 2015).

STEM Kavramına İlişkin Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi'nin geliştirilmesi sırasında Treagust (1988) tarafından tanımlanan üç aşamalı yöntem benimsenmiştir. Öncelikle STEM eğitimi konusuna ilişkin

kavram sınırlarının çizilmesi ve içeriğin belirlenmesi için ulusal ve uluslararası alanyazın incelenmiş ve bilgi önermeleri belirlenmiştir. Böylece içerik belirlenerek ilk aşama tamamlanmıştır.

İkinci aşamada öğretmenlerin kavram yanlışları hakkında bilgi edinmek ve STEM eğitimine ilişkin kavram yanlışlarını belirlemek için konu ile ilgili alanyazın taraması yapılmıştır. Dokuz öğretmen ile kavram yanlışlarına ilişkin, 19 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerden elde edilen veriler ile alanyazın verileri bir araya getirilerek çoktan seçmeli sorular geliştirilmiştir.

Üçüncü aşamada çoktan seçmeli testlere kavram yanlışları eklenerek iki aşamalı test geliştirilmiştir. İki aşamalı teste ilk iki aşamada verdikleri cevaplardan emin olup olmadıkları sorusu eklenerek üç aşamalı test geliştirilmiştir. Testin kapsam ve görünüş geçerliliğini belirlemek için uzman görüşüne başvurulmuştur; matematik, biyoloji ve ölçme-değerlendirme alanlarında uzman birer öğretim üyesinin görüşleri testin son haline karar verilene kadar alınmıştır. İki sefer pilot uygulama yapılmıştır. İlk pilot uygulamaya 16 öğretmen, ikinci pilot uygulamaya 7 öğretmen ve 10 öğretmen adayı katılmıştır. Pilot uygulamalar ve uzman görüşleri neticesinde teste son hali verilerek üç aşamalı 8 sorudan oluşan STEM Kavramına İlişkin Üç Aşamalı Kavram Yanlışları Testi (Ek 1) geliştirilmiştir.

2.4. Verilerin analizi

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verileri analiz etmek için içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi, konuyla ilgili metnin/söylemin içeriğini yansıtan kelime veya kelime öbekleri kullanılarak araştırmacılar tarafından belirlenen kurallar dahilinde sistemli bir şekilde özetleme, sınıflandırma ve kodlama tekniği olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk vd., 2008). İçerik analizi, ilk olarak benzer niteliksel verileri temalar veya kategoriler halinde düzenler, sonrasında bunları neden-sonuç olarak ele alır, yorumlar ve sonuçlar çıkarır. (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Nitel araştırmalarda içerik analizi üç aşamada yapılmaktadır. Birinci aşamada veriler toplanır, analiz edilir ve veriler araştırma amacı çerçevesinde anlamlı bir şekilde kodlara ayrılır. İkinci aşamada ortak özelliklere sahip kodlar sınıflandırılır. Son aşamada ise kategoriler düzenlenir ve temalar oluşturulur.

Bu çalışmada görüşmelere başlanmadan önce öğretmenlerden izin alınarak görüşmelerin kaydedileceği belirtilmiştir. Kaydedilen görüşme verileri dinlenerek görüşmecilerin verdiği cevaplar yazılı hale getirmiştir. Yazılan verilerin ayırt edilebilmesi ve öğretmenlerin isimlerinin kullanılmaması için, 9 öğretmenle görüşme yapıldığından, yazılı kayıtlar 1'den 9'a kadar numaralandırılmıştır (Öğretmen1, Öğretmen 2 vb.). Daha sonra araştırma sorularından kategoriler elde edilmiş, öğretmenlerin verdikleri cevaplar ise kodları oluşturmuştur. Kategoriler organize edilerek temalar oluşturulmuştur. Araştırma 3 tema altında toplanmıştır. Bunlar; "STEM'in ilişkili olduğu disiplinler/branşlar/dersler", "STEM temelli etkinlikler" ve "STEM eğitimi"dir. Elde edilen veriler bu aşamalara göre sınıflandırılmış ve bulgular bölümünde tablolarla gösterilmiştir.

Üç aşamalı kavram yanlışları testinin analizinde, öğretmenlerin sorunun her bir aşamasında verdikleri cevaplar dikkate alınmıştır. Peşman ve Eryılmaz (2010) ile Arslan vd. (2012) tarafından yapılan çalışmalarda tanımlanan sekiz farklı kombinasyon MS Excel programı ve SPSS 21.0 bilgisayar programları kullanılarak analiz edilmiştir. Bu işlemler sonucunda bilimsel bilgiye sahip olma, bilgi eksikliği, tahmini şanslı cevap ve kavram yanlışlığı olmak üzere dört kategoriden oluşan bulgulara ulaşılmıştır. Elde edilen veriler Arslan vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada önerilen Tablo 2.'deki durumlar kullanılarak değerlendirilmiştir (Aymen Peker & Taş, 2020).

Tablo 2.

Üç Aşamalı Testte Mümkün Olan Olası Yanıtlar Ve Bunların Kategorileri

Kategoriler	Birinci Soru	İkinci Soru	Üçüncü Soru
Bilimsel Bilgiye Sahip	Doğru	Doğru	Emin
Bilgi Eksikliği	Doğru	Yanlış	Emin değil
Bilgi Eksikliği	Yanlış	Doğru	Emin değil
Bilgi Eksikliği	Yanlış	Yanlış	Emin değil
Tahmini Şanslı cevap	Doğru	Doğru	Emin değil
Kavram Yanılgısı (Pozitif yönde Yanlış)	Doğru	Yanlış	Emin
Kavram Yanılgısı (Negatif yönde Yanlış)	Yanlış	Doğru	Emin
Kavram Yanılgısı	Yanlış	Yanlış	Emin

Arslan, Çiğdemoğlu & Moseley (2012)'in çalışmasından alınmıştır.

Doğru cevapların girişi yapılırken öğretmenlerin verdikleri yanıtlar “+” şeklinde yazılmıştır. Üçüncü aşamada ise “Eminim.” cevapları “+”, “Emin değilim.” cevapları “-” şeklinde işlenmiştir.

2.5. Araştırmanın etik izni

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerektiği belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Siirt Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurul Komisyonu

Etik değerlendirme kararının tarihi: 02.02.2022

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 332

3. BULGULAR

Bu bölümde yarı yapılandırılmış görüşmelerden ve üç aşamalı kavram yanılgılarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

3.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelere Ait Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel veriler, içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Öncelikle görüşme kayıtları yazıya aktarılmış ve elde edilen metinler incelenerek veriye bütüncül bir bakış kazandırılmıştır. Daha sonra, katılımcı ifadelerinde araştırmanın amacıyla ilişkili anlamlı ifadeler belirlenmiş ve bu ifadelerden yola çıkarak kodlar oluşturulmuştur. Benzer anlamları taşıyan veya ortak yönleri bulunan kodlar bir araya getirilerek kategoriler meydana getirilmiştir. Kategoriler ise daha üst düzeyde soyutlanarak, araştırma sorularını açıklayıcı nitelikte temalar haline getirilmiştir. Kodlama sürecinde elde edilen kod, kategori ve temalar uzman görüşüne sunulmuş ve güvenilirlik sağlanmıştır. Böylece, görüşme verileri sistematik bir biçimde analiz edilmiş ve katılımcıların görüşlerini yansıtan anlamlı temalar oluşturulmuştur. Tema ve kategoriler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.*Görüşmeler Sonrası Oluşturulan Temalar Ve Kategoriler*

Temalar	Kategoriler
STEM'in İlişkili Olduğu Disiplinler/Branşlar/ Dersler	STEM tanımı
	STEM eğitiminde etkileşim kurulabilecek branşlar
	STEM eğitimi almış öğrencilerin gidebilecekleri alanlar
	Mühendisler fen ve matematiği öğretebilirler mi?
	STEM eğitiminde kullanılan dersler
STEM Temelli Etkinlikler	STEM eğitiminde kullanılmayan dersler
	STEM temelli etkinliklerin derste kullanımı
	STEM temelli etkinliklerin öğrenci açısından avantajları
	STEM temelli etkinliklerin öğrenci açısından dezavantajları
	STEM temelli etkinliklerin öğretmen açısından avantajları
	STEM temelli etkinliklerin öğretmen açısından dezavantajları
	STEM projelerinin ev ödevi olarak verilmesi
STEM etkinliklerinin maliyeti	
STEM Eğitimi	STEM eğitiminin verildiği okul türleri
	STEM eğitiminin başarılı şekilde uygulanması için gerekli şartlar
	STEM eğitiminde teknoloji kısmının okullarda kullanımı

3.2. Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testine İlişkin Bulgular

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde elde edilen verilerden ve alanyazından yola çıkılarak üç aşamalı kavram yanılgısı testi oluşturulmuştur. Öğretmenlerin STEM eğitimine ilişkin kavram yanılgılarını belirlemek için geliştirilen üç aşamalı kavram yanılgısı testinde ölçülmesi hedeflenen konu alanlarının soru dağılımı Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4.*STEM Eğitimine İlişkin Kavram Yanılgısı Testinde Ölçülmesi Hedeflenen Konu Alanları*

Konu Alanları	Madde Numarası
STEM Tanımı	1
STEM'de Cinsiyet	2
STEM Disiplinleri	3
STEM'de Teknoloji Disiplini	4
STEM Uygulama Alanları	5
STEM'in Uygulandığı Yerler	6
STEM'de Ödevlendirme	7
Mühendislerin STEM Öğretimi	8

8 maddeden oluşan Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi'nin her bir maddesinin ilk aşaması kavramsal bir soruyu, ikinci aşaması birinci aşamadaki sorunun cevabına ilişkin cevabın sebebini, üçüncü aşaması ise ilk iki aşamada soruya verilen cevaptan emin olunup olunmadığını içermektedir.

Geliştirilen testin kapsam ve görünüş geçerliğini belirlemek için uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşü alınmasında belirli bir standart sayı bulunmamakla birlikte, alanyazında genellikle en az beş, tercihen sekiz ile on beş arasında uzmandan görüş alınmasının uygun olduğu belirtilmektedir (Lawshe, 1975). Bu bağlamda, test maddelerinin uygunluğu, açıklığı ve ölçülmek istenen kavramları temsil etme

düzeyine ilişkin değerlendirmelerin daha geçerli ve güvenilir olabilmesi için matematik, biyoloji ve ölçme değerlendirme alanlarında uzman olan öğretim üyelerinden görüş alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılarak testin nihai formu oluşturulmuştur.

Çalışmada, testin madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine ilişkin analizler kavram yanılgıları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Kavram yanılgıları, testin ilk iki aşamasından birine ya da her ikisine de yanlış cevap verdikleri ve üçüncü aşamasında da yanıtlardan emin oldukları puanlama türüdür. Bu şekilde cevap verilen maddeler "1", bunun dışında kalan tüm durumlar "0" olarak kodlanmıştır. Üç aşamalı testteki maddelere ait madde güçlük ve ayırt edicilik indeksi değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5.

STEM eğitimine ilişkin kavram testi madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri

Madde No	Madde Güçlük İndeksi (p)	Madde Ayırt Edicilik İndeksi (r)
1	.64	.67
2	.08	.30
3	.21	.48
4	.58	.61
5	.45	.59
6	.34	.66
7	.34	.66
8	.27	.42
Ortalama	.36	.54

Madde güçlük indeksi, maddeyi doğru cevaplayanların sayısının o maddeyi cevaplayan toplam cevaplayıcı sayısına oranını ifade etmektedir. 0 ile 1 arasında değerler almaktadır (Özçelik, 2013). Madde güçlük indeksi değeri 1'e yaklaştıkça maddenin zorluk düzeyi azalmakta, 0'a yaklaştıkça artmaktadır (Başol, 2016; Özçelik, 2013). Madde güçlük indeksi .30'un altında olan maddeler zor, .30 ve .70 arasında olanlar orta ve .70'ten büyük olanlar kolay olarak sınıflandırılmaktadır (Reynolds et. al, 2006). Buna göre 2, 3 ve 8. maddeler zor; 1, 4, 5, 6 ve 7. maddeler orta derece zorlukta birer maddedir. Maddelerin zorluk indeksleri ortalaması ise .36 olarak hesaplanmıştır.

-1 ile +1 arasında değişen madde ayırt edicilik indeksi, bir test maddesinin konuyu bilen ve bilmeyen öğrencileri ne kadar iyi ayırt ettiğini ölçmek için kullanılır (Ding et. al., 2006). Ayırt edicilik indeksinin .40 ve üzeri olması sorunun çok iyi bir ayırt edici, .30 ve .39 arasında olması iyi bir ayırt edici, .20 ve .29 arasında kabul edilebilir, .20'nin altı ise kullanılmaması gereken soru olduğunu göstermektedir (Mitra et. al., 2009; Reynolds et. al., 2006; Başol, 2016). Maddelerin ayırt ediciliklerini bulmak için her bir maddenin nokta çift serili korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Tablo 5'teki madde analizi sonuçlarına göre 2. madde iyi bir ayırt etme potansiyeline sahiptir. 1, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. maddelerin çok iyi ayırt ediciliğe sahip olduğu saptanmıştır. Maddelerin ayırt edicilik indeksi ortalaması ise .54 olarak hesaplanmıştır.

Üç aşamalı kavram yanılgısı testinin güvenilirlik katsayısını saptamaya ilişkin Kuder-Richardson 20 (KR-20) formülü kullanılmıştır. Bu formül, bir test maddesine verilen cevaplar 1 (doğru) ve 0 (yanlış) şeklinde puanlama yapıldığında kullanılmaktadır (Büyükoztürk vd., 2008). Maddelerin doğru kabul edilebilmesi için hem ilk iki aşamaya doğru cevap verilmesi hem de üçüncü aşamadan emin olunması gerekmektedir. Bunun dışında kalan durumlar ise yanlış olarak kodlanmaktadır. Güvenirlik katsayısı 0 ile 1 arasında bir değer alır. 1 değerine yaklaştıkça güvenilirlik değeri artarken 0 değerine yaklaştıkça güvenilirlik değeri azalmaktadır. 8 maddelik kavram yanılgısı testinin KR-20 değeri hesaplandığında .68 olarak bulunmuştur. Genel olarak ölçmelerin iç tutarlılık geçerlilik değerinin .70 ve üzeri olması, ölçeğin güvenilir bir ölçme aracı

olduğunu göstermektedir (Reynolds vd., 2006). Ancak madde sayısı az olan (10-15 madde) bilgi testleri için KR-20 formülü kullanıldığında .50 gibi düşük değerler güvenilir kabul edilmektedir (Şencan, 2005).

Testin yapı geçerliği incelenmiştir. Yapı geçerliğini kanıtlamak için yanlış pozitif ve yanlış negatif puanların yüzdelerinin hesaplanması gerekmektedir (Hestenes & Halloun, 1995). Öğretmenler ilk aşamada doğru, ikinci aşamada yanlış cevap verip, üçüncü aşamada verdikleri cevaplardan emin iseler bu durum "1" yanlış pozitif puan; ilk aşamada yanlış, ikinci aşamada doğru yanıt verip, üçüncü aşamada verdikleri cevaptan emin iseler bu durum "1" yanlış negatif puan şeklinde kodlanmıştır. Hestenes & Halloun (1995) testin içerik ve yapı geçerliğinin sağlanmasında bu oranların %10'un altında olması gerektiğini belirtmiştir. Buna göre testteki her bir madde için ayrı olarak hesaplanan yanlış pozitif (false positive) ve yanlış negatif (False negative) yüzdeleri Tablo 6.'da verilmiştir.

Tablo 6.

Her bir madde için hesaplanan "Yanlış pozitif" ve "Yanlış negatif" yüzdeleri

Değişken	Maddeler (%)								Ortalama(%)
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
Yanlış pozitif	1	0	2	8	2	1	7	1	2,75
Yanlış negatif	18	0	1	4	1	0	4	0	3,5

Tablo 6 incelendiğinde 1. maddenin yanlış negatif oranının Hestenes & Halloun (1995) tarafından önerilen %10 değerinden yüksek olduğu görülmektedir. 1. madde dışındaki diğer maddeler %10'un altında belirlenmiştir. Ortalama testin yanlış pozitif değeri 2,75 iken yanlış negatif değerinin 3,50 olduğu hesaplanmıştır. 1. madde ile ilgili görüşmenin kayıtları incelendiğinde 9 katılımcıdan 7'sinin STEM'i oluşturan disiplinleri "bilim" yerine "fen bilimleri" kavramıyla, bir katılımcının ise "mühendislik" yerine "mekanik" kavramıyla tanımladığı tespit edilmiştir. Bu soruya sadece bir katılımcı doğru cevap vermiştir. Soruya farklı cevapların gelmiş olması sorunun anlaşılır olduğunu ve öğretmenlerin bu soruda daha çok bilim ve fen bilimleri ifadeleri arasında kaldığını göstermiştir.

Testin yapı geçerliğine kanıt sunmak amacı ile katılımcıların kavram yanılgısı puanları ile açılımlı faktör analizi yapılmıştır (Brown, 2006; Kaltakçı Gürel, Eryılmaz & McDermott, 2017). Teste verilen cevaplardan kavram yanılgısı olarak belirleneneler "1" ve diğerleri "0" olarak kodlanmıştır. Tek faktörlü yapı ile 8 maddeye verilen cevapların toplam varyansının %44.23'ünün açıklandığı tespit edilmiştir.

Model-veri uyumu istatistikleri ($RMSEA = .034$; $CFI = .984$; $TLI = .977$; $SRMR = .112$; $\chi^2(28) = 265,905$; $p < .001$) hesaplanmıştır. Model veri uyumu istatistiklerine göre modelin veriyi iyi temsil ettiği sonucuna ulaşılabilir. Tabachnick ve Fidell (2001)'e göre faktör yükü .32'nin üzerinde olması yeterlidir. Williams, Onsman ve Brown (2010), faktör yükünü .30'u minimum, .40'ı iyi ve .50'yi oldukça iyi düzey olarak sınıflandırmıştır. Maddelerin faktör yükleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7.

Her bir madde için hesaplanan faktör yükleri

Madde numarası	Faktör yükü
M1	.799
M2	.390
M3	.512
M4	.678
M5	.610
M6	.724
M7	.743
M8	.343

Tablo 7'deki faktör yükleri, model veri uyumu istatistikleri, yanlış pozitif ve yanlış negatif yüzdelerinin %10'un altında olması yapı geçerliği kanıtı olarak değerlendirilebilir. Öğretmenlerin sorulara verdikleri cevapların frekansları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8.
Öğretmenlerin sorulara verdikleri cevapların frekansları

	1	2	3	4	5	6	7	8
Bilimsel Bilgiye Sahip (D+D+E)	11	120	60	18	36	57	53	63
Tahmini Şanslı Cevap (D+D+ED)	4	23	34	15	14	21	19	38
Bilgi Eksikliği (Y+Y+ED)	28	7	23	27	36	28	18	16
Bilgi Eksikliği (Y+D+ED)	14	0	2	2	0	0	2	0
Bilgi Eksikliği (D+Y+ED)	2	0	9	6	4	1	15	2
Kavram Yanılgısı (D+Y+E)	2	0	5	14	3	1	12	2
Kavram Yanılgısı (Y+D+E)	31	0	2	6	2	0	6	0
Kavram Yanılgısı (Y+Y+E)	71	13	28	75	68	55	38	42
TOPLAM	163	163	163	163	163	163	163	163

Tablo 8'de öğretmenlerin sorulara verdikleri cevaplar frekans değerlerine göre kategorilere ayrılmıştır. Bilimsel bilgiye sahip kategorisine verilen cevapların en fazla olduğu maddenin 2.soru olduğu görülmektedir. En az cevabın ise 1. soru olduğu belirlenmiştir. Tahmini şanslı cevap kategorisine verilen en çok yanıtın 8.soru olduğu görülmektedir. En az cevabın ise 1.soru olduğu belirlenmiştir. Bilgi eksikliği üç kategoride incelenmiştir. Verilen cevapların en fazla olduğu maddenin 1.soru, en az verilen cevabın ise 2.soru olduğu belirlenmiştir. Kavram yanılgısı da üç kategoride incelenmiş, verilen cevapların en fazla olduğu maddenin 1.soru olduğu belirlenmiştir. En az cevabın ise 2.soru olduğu görülmektedir.

Öğretmenlerin sorulara verdikleri cevaplara göre başarı yüzdeleri hesaplanmıştır. Elde edilen veriler analiz edilerek 1. aşama, 2. aşama, 3. aşama, emin olma, bilgi eksikliği, tahmini şanslı cevap ve kavram yanılgısı puanları hesaplanmış ve Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9'daki veriler, sorulardaki aşama sayısı arttıkça öğretmenlerin verdikleri doğru cevaplarda düşüş olduğunu göstermektedir. Soruların aşamalarına doğru cevap veren bazı öğretmenlerin ise verdikleri cevaptan emin olmadıkları görülmektedir. Genel ortalamaya bakıldığında, testteki soruların ilk aşamasına doğru cevap verenlerin oranı %50 olduğu, ilk iki aşamaya doğru cevap verenlerin oranının ise %44'e düştüğü anlaşılmaktadır. İlk iki aşamayı doğru yanıtlayıp verdiği cevaplardan emin olanların oranı ise %31'e düştüğü görülmektedir.

Tablo 9.*Öğretmenlerin teste verdikleri cevap yüzdeleri*

Madde No	Doğru Cevap Oranı (%)			Emin Olma (%)	Bilgi Eksikliği (%)	Tahmini Şanslı Cevap (%)	Kavram Yanılgısı (%)
	1.aşama	2.aşama	3.aşama				
1	12	9	7	70	27	3	63
2	87	87	73	81	4	15	8
3	65	56	35	58	21	21	23
4	32	20	11	69	21	10	58
5	35	30	22	67	23	10	45
6	48	47	35	70	18	12	35
7	60	43	33	67	21	12	34
8	64	62	39	66	10	24	27
Ortalama	50	44	31	68	18	12	36

Öğretmenlerin bilimsel bilgiye sahip olma durumları, soru maddelerinin üç aşamasını da (Doğru-Doğru-Emin olma) doğru cevaplandırma yüzdelerine göre incelenmiştir. Konu alanı açısından karşılaştırma yapıldığında %73 ile en yüksek oranın 2.soru olan STEM’de cinsiyet alanıdır. Bununla birlikte 8.soru olan mühendislerin STEM öğretimi ile ilgili bilimsel bilgiye sahip katılımcıların oranı %39 iken, 3.soru olan STEM disiplinleri ile 6.soru olan STEM’in uygulandığı yerler konu alanında ise bilimsel bilgiye sahip olma oranının %35 olduğu görülmektedir. 7.soru olan STEM’de ödevlendirme konu alanında bu oran %33 iken 5.soru olan STEM’de uygulama alanları konu alanında %22 bulunmuştur. En düşük oranların ise %11 ile 4.soru olan STEM’de teknoloji disiplini konu alanı iken %7 oran ile 1.soru olan STEM tanımı konu alanı olduğu belirlenmiştir. Genel ortalamaya bakıldığında ise araştırmaya dâhil olan öğretmenlerin %31’inin bilimsel bilgiye sahip oldukları görülmektedir.

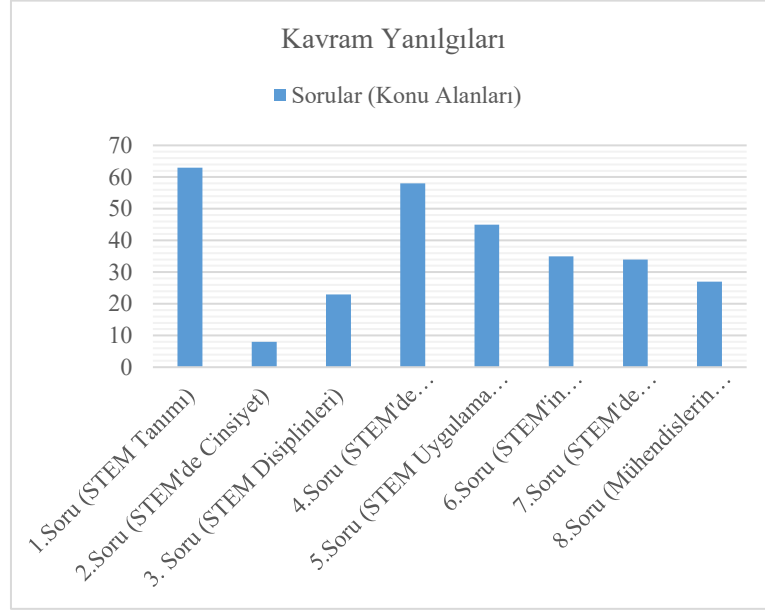
Her bir konu alanı açısından bilgi eksikliğine sahip öğretmenlerin oranları incelendiğinde %27 oranla 1.soru olan STEM tanımı ilk sırada yer almaktadır. Katılımcıların %23’ünün 5.soru olan STEM uygulama alanları konusunda bilgi eksikliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte 3.soru olan STEM disiplinleri, 4.soru olan STEM’de teknoloji disiplini ve 7.soru olan STEM’de ödevlendirme konu alanında bilimsel bilgiye sahip olma oranının %21 olduğu görülmektedir. 6.soru olan STEM’in uygulandığı yerler konu alanında bu oran %18 iken, 8.soru olan mühendislerin STEM öğretimi konu alanında %10 olarak bulunmuştur. En düşük oranın ise %4 ile 2.soru olan STEM’de cinsiyet konu alanının olduğu belirlenmiştir. Bilgi eksikliğine sahip katılımcıların genel ortalamasına bakıldığında %18 olduğu görülmektedir.

Öğretmenlerin tahmini şanslı cevap oranı açısından incelendiğinde, sırasıyla en yüksek oranların %24 ve %21 ile 8.soru olan mühendislerin STEM öğretimi konu alanıyla 3.soru olan STEM disiplinleri konu alanı olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların %15’nin tahmini şanslı cevap oranının 2.soru olan STEM’de cinsiyet konu alanı olduğu görülmektedir. 6. Soru olan STEM’in uygulandığı yerler konu alanında bu oran %13 iken, 7.soru olan STEM’de ödevlendirme konu alanında %12 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte 4.soru olan STEM’de teknoloji disiplini ve 5.soru olan STEM uygulama alanları konu alanında tahmini şanslı cevap oranı %10 olduğu belirlenmiştir. En düşük oranın ise %3 ile 1.soru olan STEM tanımı konu alanı olduğu görülmektedir. Genel ortalamaya bakıldığında ise tahmini şanslı cevap oranı %12 olarak bulunmuştur.

Tablo 9’da öğretmenlerin ilk aşamaya verdikleri cevaplardan emin olma oranlarına bakılmıştır. Verdiği cevaplardan emin olan öğretmenlerin en yüksek oranı %81 ile 2.soru olan STEM’de cinsiyet konu alanı olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte 1.soru olan STEM tanımı ve 6.soru olan STEM’in uygulandığı yerler konu alanında emin olma oranının %70 olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin %69’unun emin olma oranı 4.soru olan STEM’de teknoloji disiplini konu alanı olduğu bulunmuştur. 5.soru olan STEM uygulama alanları ve 7. Soru olan STEM’de ödevlendirme konu alanlarında emin olma oranının %67 olduğu

belirlenmiştir. 8.soru olan mühendislerin STEM öğretimi konu alanında emin olma oranı %66 olarak bulunmuştur. En düşük oranın ise %58 ile 3.soru olan STEM disiplinleri konu alanında olduğu görülmektedir. Genel ortalamaya bakıldığında öğretmenlerin %68'inin verdiği cevaplardan emin oldukları bulunmuştur.

Öğretmenlerin sahip oldukları kavram yanılgılarının oranları Tablo 9'de incelenmiş ve elde edilen analiz sonuçları aşağıdaki Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Konu alanlarına göre öğretmenlerin sahip oldukları kavram yanılgıları

Öğretmenlerin kavram yanılgısına sahip olma durumları konu alanı açısından Tablo 8 ve Şekil 2 incelendiğinde, en yüksek oranın %63 ile 1.soru olan STEM tanımı alanı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte 4.soru olan STEM'de teknoloji disiplini ile ilgili kavram yanılgısına sahip öğretmenlerin oranı %58 iken, 5.soru olan STEM'de uygulama alanları konu alanında bu oran %45 olarak belirlenmiştir. 6. soru olan STEM'in uygulandığı yerler konu alanında bu oran %35 iken 7.soru olan STEM'de ödevlendirme konu alanında %34 olarak bulunmuştur. Katılımcıların %27'sinin kavram yanığı oranının 8.soru olan mühendislerin STEM öğretimi konu alanı olduğu görülmektedir. 3.soru olan STEM disiplinleri konu alanında bu oran %23 olarak bulunmuştur. En düşük oranın ise %8 ile 2.soru olan STEM'de cinsiyet konu alanı olduğu belirlenmiştir. Genel ortalamaya bakıldığında ise kavram yanığı oranı %36 olarak bulunmuştur.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Üç aşamalı tanılayıcı bir test kullanılarak öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili kavram yanılgılarının ortaya çıkarılmaya çalışıldığı bu çalışmada, STEM Kavramına İlişkin Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi veri toplama aracı olarak geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Araştırmada geliştirilen test, 8 ana soru olmak üzere toplam 24 sorudan oluşmakta ve her soru üç aşama içermektedir. Soruların ilk aşamasında çoktan seçmeli sorular kullanılarak öğretmenlerin bilgisi ölçülmektedir. İkinci aşamasında ise öğretmenlerin ilk soruda verdiği cevaba bağlı olarak açıklama yapması beklenir. Bu şıklarda kavram yanılgıları ve doğru cevap bulunan seçenekler vardır. Üçüncü aşamada ise öğretmenlerin verdikleri yanıtlardan emin olup olmadıkları sorulur.

STEM Kavramına İlişkin Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi'nin uygulanması sonucunda öğretmenlerin STEM kavramı ve eğitimi hakkında yetersiz kavramsal anlamaya sahip oldukları anlaşılmıştır. Bu

durumun temel sebebi öğretmenlerin STEM eğitimi konusunda alt yapı eksikliğinden kaynaklanıyor olabilir. Çepni'ye (2018) göre sadece ülkemiz değil, tüm gelişmiş ülkeler STEM öğretmenlerinin kapasitesi ve kalitesi konusunda sorunlar yaşamaktadır (Herdem & Ünal, 2018). Buna karşın bilimsel bilgiye sahip olma ortalaması %31 iken (%7 ile %73 arasında değişmektedir) emin olma ortalamasının %68 (%58 ile %81 arasında değişmektedir) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Üç aşamalı testlerin birçok çalışmasında da bu duruma rastlanmıştır. Bu durumun öğretmenlerin konu ile ilgili bilgisine aşırı güvenmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Köleli ve Kahraman, 2019). Öğretmenlerin sorulara verdikleri cevaplara göre aşama sayısı arttıkça doğru cevaplandırma oranlarında düşüş olduğu belirlenmiştir. Yani bir aşamalı sorulardan üç aşamalı sorulara doğru gidildikçe testteki soruların doğru cevaplandırma oranları azalmıştır. Bu durum üç aşamalı testlerin diğer çoktan seçmeli testlere göre şans başarısını düşürdüğü şeklinde yorumlanabilir. Daha açık bir ifadeyle, öğretmenler araştırılan konuya ait içerik bilgisine daha fazla sahip iken cevaplarının nedenleri konusunda daha az bilgiye sahiptirler (Köleli ve Kahraman, 2019).

Elde edilen verilerin analizinde öğretmenlerin STEM kavramı ve eğitimi hakkında çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. STEM tanımı, kavram yanlışlarının en fazla rastlandığı konu alanıdır (%63). STEM, "Science", "Technology", "Engineering" ve "Mathematics" kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. "Science" kelimesine "fen" denilmesi STEM'i tam anlamıyla karşılayamayacağı için bu kelimeye "bilim" denmesi daha uygundur (Yıldırım, 2018). Çünkü science kelimesi sadece sayısal alan ya da feni değil doğa ve beşeri bilim gibi birçok alanı da içinde barındırmaktadır. Bu yüzden "science" kelimesine "fen" diyerek STEM'i disiplin alanı olarak sınırlandırmış oluruz. STEM; bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin bir arada kullanıldığı öğretim modelidir. Bir çalışmaya STEM denilebilmesi için STEM içinde yer alan disiplinlerin hepsinin bulunması gerekmektedir (Yıldırım, 2018).

Öğretmenlerin STEM'de cinsiyet konu alanıyla ilgili kavram yanlışları % 8 orandadır. Bu bulgu az da olsa bazı öğretmenlerin STEM alanlarını toplumsal cinsiyet rolleriyle ilişkilendirme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Alanyazında STEM disiplinlerinin toplumsal cinsiyet kalıplarından etkilendiğini ve bu durumun öğretmenlerin algılarına yansıdığını belirten çalışmalara rastlanmaktadır (Koyunlu Ünlü & Dökme, 2017; Hiğde vd., 2020). Kadınların fen ve matematik alanlarında erkeklerin ise mühendislik alanlarında daha iyi oldukları yönündeki görüşler STEM'in kapsayıcı yapısı ile çelişmektedir. STEM anlayışı tüm bireylere eşit fırsatlar sunmayı amaçlayan öğrenme öğretme ortamı oluşturmayı hedefler (Bybee, 2013).

Öğretmenlerin STEM disiplinleri konu alanıyla ilgili kavram yanlışları %23 oranındadır. Öğretmenler, STEM disiplinlerinin bir araya gelirken önem sırasına göre sıralandığını ve bu sıralama olmasaydı kısaltmanın farklı şekillerde yapılabileceğini düşünmektedirler. STEM'in kısaltma olarak kullanılması da bireylerin zihinlerinde STEM alanları ile ilgili belirsizliklere neden olabilmektedir (Bybee, 2013). STEM kelimesi ilk olarak 2001 yılında NSF eğitim direktörü J. Ramaley tarafından ortaya konulmuş, daha önceki yıllarda "SMET" gibi farklı şekillerde de ifade edilmiştir (Yıldırım, 2018). Bazı öğretmenler ise teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin birbirinden ayrı kavram olduklarını ve bu yüzden eğitimlerinin bir arada verilmesinin zor olduğunu ya da iki disiplin bir arada kullanılarak STEM yaklaşımının sağlanabileceğini düşünmektedirler. STEM eğitiminde teknoloji hem araç hem de amaçtır. STEM entegrasyonunda bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının aynı anda entegrasyonunu gerektirir, bu disiplinlerin sürece aynı oranda katılması gerekmektedir (Yıldırım, 2018). İki disiplin kullanılarak ortaya ürün çıkarıldığında buna STEM diyemeyiz.

Öğretmenlerin STEM'de teknoloji disiplini konu alanıyla ilgili kavram yanlışları oranı %58 dir. Öğretmenler, STEM eğitiminde teknoloji disiplininde daha çok bilgisayar, akıllı tahta, projeksiyon ve tablet gibi teknolojik araçların kullanıldığını düşünmektedirler ya da STEM eğitiminde etkinliklere teknolojik araçlar entegre etmenin maliyetinin yüksek olacağı gibi bir izlenim vardır. STEM eğitimi düşünüldüğü gibi pahalı bir eğitim yaklaşımı değildir. Basit malzemelerle de STEM'de ürün ortaya çıkarılabilmektedir. Şahin (2015)'e göre STEM eğitiminde teknoloji iki farklı şekilde sürece dâhil edilmektedir: var olan teknolojinin sürece dâhil edilmesi ve ürün oluşturma süreci (Yıldırım, 2018). Bazı öğretmenler robotik, lego gibi araçlar

kullanılarak ürün ortaya çıkarılmasının STEM için gerekli olduğunu düşünmektedirler. STEM eğitimi robotik değildir çünkü robotik STEM disiplinlerinden teknoloji ve mühendislik boyutu içinde yer alan bir uygulamadır. Var olan bir teknolojik üründür ve eğitimde kullanılması öğretim teknolojileri içindedir (Yıldırım, 2018).

Öğretmenlerin STEM’de uygulama alanı konu başlığıyla ilgili kavram yanılgıları %45 oranındadır. Bazı öğretmenler, STEM eğitiminde teknoloji ve tasarım odaklı uygulamalar yer aldığı için öğrencilerin teknik veya mühendislik alanlarına yönlendirilmelerinin daha uygun olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca STEM eğitiminin temelinde fen ve matematik bulunduğunu ve altyapısında beşerî bilimlerin (sözel) yer almadığını düşünen öğretmenler, bu doğrultuda öğrencilerin sözel alanlar yerine sayısal alanlara yönlendirilmesinin daha uygun olacağını savunmaktadır (Çınar ve Terzi, 2021).

Öğretmenlerin STEM’in uygulandığı yerler konu alanıyla ilgili kavram yanılgıları %35 oranındadır. Öğretmenler, STEM eğitimi özel yetenekli öğrenciler eğitim aldığı için bilim ve sanat merkezlerinde (BİLSEM) ya da STEM eğitimi ürün çıkarmaya ilişkin olduğu için sadece mesleki ve teknik okullarda uygulanacağını düşünmektedirler. Bazı öğretmenler ise STEM eğitiminin maliyeti fazla olduğu için özel okullarda ya da elektronik, bilişim ve malzeme alt yapısı yeterli olduğu için proje okullarında uygulanması gerektiğini düşünmektedir. STEM disiplini bütün müfredatlara uygun olduğu için ve basit malzemelerle de STEM eğitimi yapılabileceği için bütün okullarda yapılabileceği söylenebilir.

Öğretmenlerin STEM’de ödevlendirme konu alanıyla ilgili kavram yanılgısı oranı %34’tür. Öğretmenler, öğrencilere STEM eğitim sürecinde ödevlendirme yaparken müfredat yetiştirmede zaman sıkıntısı olduğu için teori kısmı işlendikten sonra mühendislik ve teknoloji kısımlarının ödev olarak verilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Bazı öğretmenler ise STEM etkinliklerinin, öğrencilerin kişisel gelişimlerini desteklemeleri ve zaman yönetimi becerilerini geliştirmeleri amacıyla dönem ödevi veya proje ödevi olarak verilmesi gerektiğini düşünmektedir. Ayrıca, TÜBİTAK projelerinin AR-GE faaliyetlerine mali kaynak sağlaması nedeniyle STEM etkinliklerine TÜBİTAK projeleri kapsamında yer verilmesinin gerekli olduğunu ifade etmektedirler. STEM eğitiminde ödevlendirme yaparken bu şekilde sınırlama yapılmaması gerektiği söylenebilir. Bir çalışmaya STEM denilebilmesi için STEM içinde yer alan disiplinlerinin hepsinin bulunması gereklidir, bu nedenle ödevlendirme kısmında da bütün disiplinler yer almalıdır.

Öğretmenlerin mühendislerin STEM öğretimi konu alanıyla ilgili kavram yanılgıları %27 oranındadır. Öğretmenler, mühendislerin STEM disiplinlerini öğretebilmeleri için pedagojik formasyon eğitimi almaları gerektiğini çünkü alan kısmının yanında öğrenciye aktarımın da önemli olduğunu düşünmektedirler. Mühendislerde STEM disiplinlerini öğretebilirler. Çünkü mühendislik ve STEM disiplinleri birbirleri ile bağlantılıdır.

STEM ile ilgili Türkiye’de yapılan çalışmaların içerik analizinin yapıldığı çalışmada kavram yanılgılarının belirlenmesi üzerine çalışma olduğu belirtilmiştir (Ecevit, Yıldız ve Balcı, 2022). Alanyazında üç aşamalı kavram yanılgısı testine rastlanmaması nedeniyle geliştirilecek olan bu testin alana katkı sağlaması beklenmektedir. Kavram yanılgılarının tespit edilmesi ile STEM eğitim kalitesinin artacağı düşünülmektedir. Ek olarak, araştırma sonucunun Eğitim Fakültelerindeki ilgili branşların eğitimine katkı sağlaması da beklenmektedir. Çalışmanın en önemli sonucu ise daha nitelikli hizmet öncesi öğretmen eğitimine katkıda bulunarak öğrencilere olumlu yansımaları olacaktır.

Öneriler

- Bu çalışmada alanyazında yer alan kavram yanılgıları üzerinden yeni kavram yanılgıları olup olmadığı araştırılmaya çalışılmış, nitel boyutu ile yeni kavram yanılgılarına ulaşılmış ve sonrasında üç aşamalı test geliştirilmiştir. Alanyazındaki öğretmen görüşleri üzerine yapılan çalışmalarda da kavram yanılgısı olabilecek yeni ifadeler olduğu görülmüştür. Gelecek çalışmalar STEM eğitimi üzerine yapılan öğretmen,

öğretmen adayı ve öğrenci görüşlerindeki eksik bilgi veya kavram yanlışları üzerine kurgulanabilir.

- Bu çalışmada örneklem grubu olarak tüm branşlardan öğretmenlere yer verilmeye çalışılmıştır. Özellikleri STEM ile ilişkili olan Fen Bilimleri, Matematik, Fizik, Kimya, Biyoloji gibi branş öğretmenleri ile çalışmalar yapılabilir.
- Bu çalışmada hazırlanan üç aşamalı test öğretmenlere ilişkin olarak hazırlanmıştır. Öğretmen adaylarının ise ikinci pilot çalışma sırasında testi çözmeleri sağlanmıştır. Öğretmen adaylarının testi çözerken zorlanmadıkları ve rahatlıkla kavramlara hâkim oldukları görülmüştür. Üç aşamalı testin öğretmen adayları için geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılabilir.

Kaynakça

- Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Corlu, M. S., & Özel, S., (2012, Haziran 26-Haziran 30). *Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (Fetemm) Eğitimi: Disiplinlerarası Çalışmalar Ve Etkilişimler* [Sözlü Bildiri], X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde, Turkey.
- Akman, B., (1995). *Anaokuluna devam eden 40-69 aylık çocukların kavram gelişimlerinde kavram eğitiminin etkisinin incelenmesi* [Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi-Ankara.
- Alkış Küçükaydın, M. (2020). Fen eğitiminde kavram öğretimi konulu araştırmaların sistematik derleme yöntemiyle incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(2), 36-56. doi: 10.12984/egeefd.746326
- Altun, S. (2009). Üç Aşamalı Bir Testle Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Basit Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespiti. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(I-II), 72-79.
- Altunel, M. (2018). STEM Eğitimi ve Türkiye: fırsatlar ve riskler. *Seta Perspektif*, 207, 1-7.
- Arslan, H., Ö., Çiğdemoğlu, C. & Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions About Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1689.
- Aymen Peker, E. & Taş, E. (2020). 5. Sınıf Öğrencilerinin "Canlılar Dünyasını Gezelim ve Tanıyalım" Ünitesi ile İlgili Kavram Yanılgıları. *Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 643-670.
- Başol, G. (2016). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (Genişletilmiş 4. Baskı). Pegem Akademi.
- Bray, M. (2010). Researching Shadow Education: Methodological Challenges and Directions. *Asia Pacific Education Research*, 11, 3-13.
- Breckler, S.J. (2007). "S" is for Science. *Science Directions*, 38(8), 32.
- Brown, T. A. 2006. *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. New York: Guilford.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı* (10. Baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F., (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (4. Baskı). Pegem Akademi.
- Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Caleon, I. & Subramaniam, R. (2009). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
- Can, B. T., Yaşadı, G., Sönmezer, D. & Kesercioğlu, T. (2006). Fen Öğretiminde Kavram Haritaları ve Senaryolar Kavram Yanılgılarını Giderebilir mi? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 133-146.
- Canpolat, N. & Pınarbaşı, T. (2011). Bazı kimya kavramlarına yönelik iki kademeli çoktan seçmeli bir testin geliştirilmesi ve uygulanması. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 55-80.
- Cresswell, J.W. (2008). *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. (3rd ed.), Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- Çepni, S., (2019). *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çetin, O. (2012). Kavram ağları ve kavram haritaları. <http://oguzcetin.gen.tr/kavram-aglari-ve-kavram-haritalari.html> (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2019).
- Çınar, S., & Terzi, S. Y. (2021). STEM Eğitimi Almış Öğretmenlerin STEM Öğretimi Hakkındaki Görüşleri. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 213-245.
- Çoban, G. Ü., & Ergin, Ö. (2010). İlköğretim öğrencilerinin bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görüşlerini belirleme ölçeği, *İlköğretim Online*, 9(1), 188-202.

- Demirci, N. & Efe, S., (2007). İlköğretim Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 23-56.
- Demirel, Ö. (2021). *Eğitimde program geliştirme kuramdan uygulamaya*. Ankara: Pegem Akademi.
- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B. & Beichner, R. (2006). Evaluating an Electricity and Magnetism Assessment Tool: Brief Electricity And Magnetism Assessment, *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2(1), 010105-1-010105-7.
- Dugger, W. E. (2010, Jan 01-Jan 04). Evolution of STEM in the United States. [Conference session], *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*, Queensland, Australia.
- Elmas, R., & Gül, M. (2020). STEM Eğitim Yaklaşımının 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı Kapsamında Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. *Journal of the Turkish Chemical Society Section C: Chemical Education*, 5(2), 223-246. <https://doi.org/10.37995/jotcsc.794547>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-8.
- Ecevit, T., Yıldız, M., & Balcı, N. (2022). Türkiye'deki STEM eğitimi çalışmalarının içerik analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 263-286. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2022.-893198>
- Eryılmaz, A. & Sürmeli E. (2002, Eylül 16- Eylül 18). "Üç Aşamalı Sorularla Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi", [Conference session], *5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Kongresi*, Ankara, Türkiye.
- Eryılmaz, A. (2010). Development and Application of Three-Tier Heat and Temperature Test: Sample of Bachelor and Graduate Students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 40, 53-76.
- Feagin, J.R., Orum, A.M., & Sjoberg, G., (1991). *A Case for Case Study*. Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press.
- Fisher, K. M. (1985). A misconception in biology: Amino acids and translation. *Journal of Research In Science Teaching*, 22(1), 53-62.
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E., (2009). *How to Design and Evaluate Research in Education* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Gonzalez, H.B. & Kuenzi, J.J., (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. <http://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf> (Erişim Tarihi 15 Ağustos 2019)
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L., (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics education*, 34(5), 294-299.
- Herdem, K., & Ünal İ., (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması, *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48). <https://doi.org/10.15285/maruaebd.345486>
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory. *Physics Teacher*, 33, 502-506.
- Hiçde, E., Aktamış, H., Arabacıoğlu, T., ... Şen, H. C. (2020). Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik tutumlarının ve STEM öğretimi yönelimlerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 34-56. <https://doi.org/10.29065/usakead.684766>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H., (2014). STEM Integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research, Committee on Integrated STEM Education. *National Academy of Engineering*, National Research Council.
- Kaltakçı Gürel, D., Eryılmaz, A., & McDermott, L. C., (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science ve Technology Education*, 11(5), 989- 1008.
- Kaltakçı Gürel, D., Eryılmaz, A. & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics, *Research in Science & Technological Education*, 35(2),238-260, DOI: 10.1080/02635143.2017.131009
- Kaptan, F., (1999). *Fen Bilgisi Öğretimi*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

- Karataş F. Ö., Köse S., Coştu B., (2003). Öğrencilerin Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54 – 69.
- Kaya, A., & Ayar, M. C. (2020). Türkiye Örneğinde Stem Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmaların İçerik Analizi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 275-306.
- Kızılcık, H. Ş., Çelikkanlı, N. Ö., & Güneş, B., (2015). Fizik Öğretmen Adaylarının Düzgün Çembersel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Zaman İçinde Değişimi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 9(1), 205-223.
- Koyunlu Ünlü, Z., & Dökme, İ. (2017). Özel Yetenekli Öğrencilerin FeTeMM'in Mühendisliği Hakkındaki İmajları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1).
- Köleli, E. & Kahraman, S., (2019). Çözeltiler kimyası ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek için üç aşamalı testin geliştirilmesi ve uygulanması [Yüksek lisans tezi] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Çanakkale.
- Kuru, İ., & Güneş, B., (2005). Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 1-17.
- Laçın Şimşek, C., (2019). *Fen Öğretiminde Kavram Yanılgıları Tespiti ve Giderilmesi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Lamb, R., Akmal, T., & Petrie, K., (2015). Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom, *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410-437
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Leech, N. L., & Onwuegbuzie, A. J., (2009). A typology of mixed methods research designs. *Qual Quant*, 43, 265–275.
- Malatyali, E., & Yılmaz, K., (2010). Yapılandırmacı Öğrenme Sürecinde Kavramlar ve Önemi: Kavramların Pedagojik Açından İncelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(14), 320-332.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S., (2006). *Research in education: Evidence based inquiry* (6th ed.). New York: Pearson.
- MEB (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim programı*. Erişim tarihi: 12.12.2024. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programfen345678Onayli.pdf>
- Milli Eğitim bakanlığı, (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Mitra, N. K., Nagaraja, H. S., Ponnudurai, G., Judson, J. P., (2009). The levels of difficulty and discrimination indices in type a multiple choice questions of pre-clinical semester 1 multidisciplinary summative tests, *International e-Journal of Science, Medicine & Education*, 3(1), 2-7.
- Morrison, J., (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *Teaching Institute for Excellence in STEM*, 20, 2-7.
- Nakiboglu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemical Education Research Practice*, 4(2), 171-188. <https://doi.org/10.1039/B2RP90043>
- Özçelik, D. A., (2013). *Test hazırlama kılavuzu* (5. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Özmen, H. & Karamustafaoğlu O., (2019). *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Palmer, D. H., (1998). Measuring contextual Error in The Diagnosis of Alternative Conceptions in Science. *Issues in Educational Research*, 8(1), 65-76.
- Peşman, H., & Eryılmaz, A., (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222. doi: 10.1080/00220670903383002
- Reynolds, C. R., Livingston, R. B., & Willson, V., (2006). *Measurement and assessment in education*. Boston MA: Allyn & Bacon. Rye
- Siekman, G., & Korbil, P., (2016). *Defining "STEM" skills: review and synthesis of the literature*, Support document, 2.

- Sneideman, J. M., (2013). Engaging children in STEM education EARLY! <http://naturalstart.org/feature-stories/engaging-children-stem-education-early> (Erişim Tarihi: 15 Ağustos 2019)
- STEM Education Review Group, (2016). *STEM Education in the Irish School System: A report on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education*.
- Şahin, A., (2015). *A Practice-based Model of STEM Teaching: STEM Student on the Stage (SOS)*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Şen S., & Yıldırım İ., (2019). *Eğitimde Araştırma Yöntemleri* (1. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Şencan, H., (2005). *Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2001). *Using multivariate statistics*. 4th Edition, Allyn and Bacon. MA.
- Tekbıyık, A. & Çakmakçı, G., (2018). *Fen Bilimleri Öğretimi ve STEM Etkinlikleri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Thomas, T.A., (2014). *Elementary teachers receptivity to integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. Nevada: Nevada University.
- Treagust, D. F., (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconception in Science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Topalsan, A. K., (2015). *Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Kuvvet Ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik Açından İncelenmesi Ve Bulunan Yanılgıların Oluşturulan Argüman Ortamları İle Giderilmesi* [Doktora Tezi] Marmara Üniversitesi- İstanbul.
- Türnüklü, A., (2000). Eğitimbilim araştırmalarında etkin olarak kullanılacak nitel bir araştırma tekniği: Görüşme. *Kuram ve uygulamada eğitim yönetimi*, 24(24), 543-559.
- United States General Accounting Office. (1990). *Case Study Evaluations*. United States General Accounting Office.
- Uzun, L., (2006). *Kavram ve sözcük öğretimi üzerine notlar I-V*. <http://www.okuloncesiforum.com/c-dil-ve-kavram-gelisimi/506-kavram-ve-sozcuk-ogretimi-uzerine-notlar.html> (Erişim Tarihi :9 Ağustos 2019)
- Williams, B., Brown, T., & Onsmann, A. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. *Australasian Journal of Paramedicine*, 8(3). <http://ro.ecu.edu.au/jephc/vol8/iss3/1>
- Yıldırım, B., (2018). *Teoriden Pratiğe STEM Eğitimi- Uygulama Kitabı*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2020). *Köy Enstitülerinden STEM Öğretmen Enstitülerine*. Nobel Akademi, Ankara.
- Yıldırım, B. & Selvi, M., (2016, Eylül 28-Eylül 30). STEM entegrasyonu ve uygulamalı örnek ders planı. (Conference session) 12. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Trabzon, Türkiye.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H., (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, A., (2003). *Fizik Öğrencilerinin, Çekim, Kuvvet ve Hareket Hakkındaki Düşünceleri ve Öğretim Elemanlarının Öğrenci Düşünceleri İle İlgili Tahminleri* [Yüksek lisans tezi] Atatürk Üniversitesi- Erzurum.

EXTENDED ABSTRACT

1. INTRODUCTION

Concepts mainly affect human thinking, communication, and learning processes (Laçin Şimşek, 2019). However, when individuals misinterpret or misunderstand the concepts, it can lead to conceptual misconceptions, which are deeply rooted beliefs that contradict scientifically accepted knowledge (Çepni, 2019). In educational settings, misconceptions held by teachers are particularly critical, as they can be transferred to students and hinder meaningful learning. One area where such misconceptions are increasingly observed is in STEM education—an interdisciplinary approach that integrates Science, Technology, Engineering, and Mathematics to foster 21st-century skills such as problem-solving, creativity, and critical thinking (MEB, 2018).

Despite the global emphasis on STEM education, many teachers possess limited or incorrect understandings of its principles and scope. Common misconceptions include the belief that STEM is solely applicable to science or math classes, that it revolves around using Legos or conducting experiments, or that it is only relevant for gifted students or special schools (Morrison, 2006; Yıldırım & Selvi, 2016). These misunderstandings can lead to ineffective teaching practices and hinder the implementation of integrated STEM curricula (Yıldırım, 2018).

Given the critical role teachers play in facilitating STEM learning, it is essential to identify and address their misconceptions. However, the literature reveals a lack of robust diagnostic tools specifically targeting misconceptions in STEM education, highlighting the need for this study and the development of a reliable assessment instrument (Kaya & Ayar, 2020; Alkış Küçükaydın, 2020; Ecevit, Yıldız & Balcı, 2022).

2. METHOD

This study performed a sequential exploratory mixed-method design, combining qualitative and quantitative approaches to develop a diagnostic tool for identifying teachers' misconceptions regarding STEM education (Leech & Onwuegbuzie, 2009). In the qualitative phase, a case study design was employed to explore teachers' conceptual understandings and misconceptions. Semi-structured interviews consisting of 19 open-ended questions were conducted with 9 teachers from various disciplines in the Siirt province of Türkiye. The collected data were transcribed and analyzed through content analysis, leading to the identification of key themes and categories of misconceptions.

Based on these findings, an eight-item three-tier diagnostic test was developed. The test included multiple-choice questions (first tier), reasoning choices to assess the rationale behind the answers (second tier), and a confidence rating (third tier). The test was then administered to 163 in-service teachers from diverse branches to evaluate its reliability and validity.

In the quantitative phase, item difficulty and discrimination indices were calculated. The KR-20 reliability coefficient was found to be 0.68, and the construct validity was supported by low false positive and false negative rates and satisfactory factor loadings with explanatory factor analysis. This methodology allowed for an in-depth examination of both the presence and the nature of STEM-related misconceptions among teachers, providing a solid foundation for the test's development and refinement.

3. FINDINGS, DISCUSSION AND RESULTS

The implementation of the developed three-tier diagnostic test revealed critical insights into teachers' understanding and misconceptions of STEM education. Analysis of the test results from 163 teachers indicated that misconceptions were both widespread and varied in nature. Teachers' responses were categorized into four main groups: scientific knowledge, lack of knowledge, lucky guesses, and misconceptions. The average rate of scientifically accurate understanding was 31%, while 36% of the responses were categorized as misconceptions.

The most prevalent misconceptions appeared in the definition of STEM (63%), the role of the technology discipline (58%), and the application areas of STEM (45%). These findings suggest that teachers often misinterpret STEM as being limited to experimental or technological tools such as robotics or Lego-based activities. Moreover, many believed STEM was only suitable for certain school types or student profiles, particularly in gifted or project-based institutions.

Interestingly, while teachers showed high confidence in their answers (average 68%), this confidence did not correlate with actual conceptual understanding—highlighting the potential presence of overconfidence and underscoring the diagnostic power of the third tier in the test design. Teachers tended to answer the first-tier questions correctly more frequently, but their accuracy significantly declined in the second and third tiers, indicating limited reasoning and conceptual clarity.

The findings emphasize the urgent need for targeted professional development programs that directly address these misconceptions. By identifying specific areas where misunderstanding occurs—such as the inclusive nature of STEM, its interdisciplinary structure, and its accessibility across all educational settings—trainers and curriculum designers can offer more effective and practical training modules.

Furthermore, the study fills a significant gap in the literature by providing a valid and reliable diagnostic instrument to assess misconceptions about STEM education. The test's statistical indicators, including item difficulty (average = 0.36), discrimination index (average = 0.54), and acceptable levels of false positives/negatives, validate its usefulness in both research and practice.

The study also recommends that STEM should not be confined to science and mathematics classes; rather, all disciplines, including arts, humanities, and vocational education, can integrate STEM principles to foster creativity and problem-solving skills. Finally, misconceptions such as STEM being an expensive, technology-driven approach need to be countered with awareness that STEM activities can be implemented with low-cost materials and across all school types.

In conclusion, the developed test not only identifies the depth and types of misconceptions but also paves the way for more accurate and reflective STEM education practices. Its application can inform teacher education, policy design, and further research aimed at improving the overall quality of STEM instruction in schools.

Ek-1. STEM Kavramına İlişkin Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi

STEM Kavramına Yönelik 3 Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi

1.1 STEM 'i oluşturan disiplinler düşünülürken aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının bir arada kullanıldığı öğretim modelidir.
- B) Fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının süreçte birbirinden ayrı, türünde ise bir arada kullanıldığı öğretim modelidir.
- C) Bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının bir arada kullanıldığı öğretim modelidir.
- D) Bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının süreçte birbirinden ayrı, türünde ise bir arada kullanıldığı öğretim modelidir.

1.2 Yukarıda verdiğimiz cevabın sebebi;

- A) Sözel dersleri STEM 'de kullanmadığımız için fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının bir arada kullanıldığı öğretim modelidir.
- B) Süreçte fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknolojinin bir arada kullanılmasını zor olduğu için bütün STEM 'i kullanırız.
- C) Süreçte bilim, matematik, mühendislik ve teknolojinin bir arada kullanılmasını zor olduğu için bütün STEM 'i kullanırız.
- D) STEM 'de 'science' kelimesi bütün bilim alanlarına karşılık geldiğinden bilim, matematik, mühendislik ve teknolojinin bir arada kullanıldığı öğretim modelidir.
- E) Hiçbiri (Bir önceki soruya verdiğiniz cevabın nedeni yukarıdakiler arasında yoksa verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.)

1.3 Yukarıdaki iki soruya verdiğimiz cevaptan;

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

2.1 STEM 'de cinsiyet ile ilgili hangisi doğrudur?

- A) STEM 'de kadınlar erkekler göre daha iyidir.
- B) STEM 'de kadın erkek farklılığı yoktur.
- C) STEM 'de erkekler kadınlara göre daha iyidir.

2.2 Yukarıda verdiğimiz cevabın sebebi;

- A) Erkekler STEM 'de daha iyidir. Çünkü STEM 'de mühendislik olduğu için erkeklerin mühendisliğe yatkınlığı daha fazladır.
- B) STEM 'de birçok disiplin bir arada kullanıldığı için kadınların STEM 'e yatkınlığı daha fazladır.
- C) Öğretim programlarında cinsiyete göre ayırılmadığı için STEM 'de de cinsiyete göre bir ayırım söz konusu değildir.
- D) Hiçbiri (Bir önceki soruya verdiğiniz cevabın nedeni yukarıdakiler arasında yoksa verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.)

2.3 Yukarıdaki iki soruya verdiğimiz cevaptan;

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

3.1 STEM yaklaşım içerisinde yer alan disiplinler ile ilgili hangisi doğrudur?

- A) STEM eğitiminde dört disiplin aynı anda entegre edilebilir ancak aynı düzeyde etkili olmaz.
- B) STEM kısıtlaması disiplinlerin önem sırasına göre oluşturulmuştur.
- C) Teknoloji eğitimi ve mühendislik birbirinden ayrı ve zordur.
- D) Herhangi iki disiplin bir arada kullanırsa STEM yaklaşımı sağlanmıştır.

3.2 Yukarıda verdiğimiz cevabın sebebi;

- A) İki disiplini kullanarak ortaya çıkan STEM için yeterlidir.
- B) STEM eğitimi dört disiplinin aynı anda entegrasyonunu gerektirir fakat disiplinlerin tamamı aynı düzeyde katılmak zorunda değildir.
- C) Teknoloji ve mühendislik birbirlerinden ayrı kavramlar oldukları için eğitimlerinin bir arada verilmesi zordur.
- D) Önem sırasına göre oluşturulduğu için STEM adımı almıştır. Önem sırasına göre olmasaydı farklı şekillerde kısıtlanabilirdi.
- E) Hiçbiri (Bir önceki soruya verdiğiniz cevabın nedeni yukarıdakiler arasında yoksa verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.)

3.3 Yukarıdaki iki soruya verdiğimiz cevaptan;

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

4.1 STEM 'in teknoloji disiplini ile ilgili hangisi doğrudur?

- A) STEM eğitiminde bilgisayar, akıllı tahta, projeksiyon ve tablet gibi teknolojik araçlar kullanılmaktadır.
- B) STEM eğitiminde robotik ve lego gibi teknolojik araçlar kullanılmaktadır.
- C) STEM eğitiminde teknolojik araçlar kullanarak ürün tasarlamak amaçlanmaktadır.
- D) STEM eğitiminde etkinliklere teknolojik araçları entegre etmenin maliyeti yüksektir.

4.2 Yukarıda verdiğimiz cevabın sebebi;

- A) Bilgisayar, akıllı tahta, projeksiyon ve tablet gibi araçlar kullanarak STEM disiplinlerinin verilmesi daha kolaydır.
- B) STEM eğitimi var olan teknolojinin kullanımı yeni teknolojik ürün oluşturma sürecini kapsar.
- C) Robotik, lego gibi araçlar kullanılarak ürün ortaya çıkması STEM için gereklidir.
- D) STEM etkinliklerinde kullanılacak teknolojik araçlar pahalıdır.
- E) Hiçbiri (Bir önceki soruya verdiğiniz cevabın nedeni yukarıdakiler arasında yoksa verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.)

4.3 Yukarıdaki iki soruya verdiğimiz cevaptan;

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

5.1 STEM eğitimi almış öğrenciler hangi alanlara yönlendirilmelidir?

- A) STEM eğitimi almış öğrenciler daha çok teknik veya mühendislik alanlarına yönlendirilmelidir.
- B) STEM eğitimi almış öğrenciler daha çok fen veya matematik alanlarına yönlendirilmelidir.
- C) STEM eğitimi almış öğrenciler tüm alanlara yönlendirilebilir.
- D) STEM eğitimi almış öğrenciler sayısal ağırlıklı alanlara yönlendirilmelidir.

5.2 Yukarıda verdiğimiz cevabın sebebi;

- A) STEM eğitimi teknoloji ve tasarım odaklı uygulamalar içerdiği için öğrencilerin teknik veya mühendislik alanlarına yönlendirilmeleri daha uygundur.
- B) STEM eğitimi almış öğrencilerin beşeri bilimler (sözel) alt yapısı olmadığı için sayısal ağırlıklı alanlara yönlendirilmeleri daha uygundur.
- C) STEM eğitimi her alana bağlantılı olduğu için tüm alanlara öğrenciler yönlendirilebilir.
- D) STEM eğitiminin temeli fen veya matematik olduğu için öğrencilerin bu alanlara yönlendirilmeleri daha uygundur.
- E) Hiçbiri (Bir önceki soruya verdiğiniz cevabın nedeni yukarıdakiler arasında yoksa verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.)

5.3 Yukarıdaki iki soruya verdiğimiz cevaptan;

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

6.1 STEM eğitimi nerelerde uygulanmalıdır?

- A) Bilim ve sanat merkezlerinde (BİLSEM)
- B) Özel okullarda
- C) Mesleki ve teknik okullarda
- D) Proje okullarında
- E) Bütün okul türlerinde

6.2 Yukarıda verdiğimiz cevabın sebebi;

- A) Özel yetenekli öğrenciler eğitim aldığı için bilim ve sanat merkezlerinde (BİLSEM)
- B) STEM disiplinleri müfredatlarına uygun olduğu için bütün okullarda
- C) STEM eğitimi ürün çıkarmaya yönelik olduğu için mesleki ve teknik okullarda
- D) STEM eğitiminin maliyeti fazla olduğu için özel okullarda
- E) Proje okullarında elektronik, bilye ve malzeme alt yapısı yeterli olduğu için proje okullarında
- F) Hiçbiri (Bir önceki soruya verdiğiniz cevabın nedeni yukarıdakiler arasında yoksa verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.)

6.3 Yukarıdaki iki soruya verdiğimiz cevaptan;

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

7.1 STEM eğitim sürecinde "ödevlendirme" hakkında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) STEM eğitim sürecinde mühendislik ve teknoloji kısımları ödev olarak verilmelidir.
- B) Ödevlendirme yapılırken bütün disiplinlerin bir arada olması sağlanmalıdır.
- C) Öğrencilere sınıf içi değil dönem ödevi/proje ödevi olarak verilmelidir.
- D) TÜBİTAK projelerinde STEM ödevleri kullanılmaktadır.

7.2 Yukarıda verdiğimiz cevabın sebebi;

- A) Bir çalışmaya STEM denilebilmesi için STEM içinde yer alan disiplinlerin hepsinin bulunması gereklidir, bu nedenle ödevlendirme kısmında da bütün disiplinler yer almalıdır.
- B) Müfredat geliştirilmede zaman sıkıntısı olduğu için teori kısmı işlendikten sonra mühendislik ve teknoloji kısımları ödev olarak verilmelidir.
- C) Öğrencilerin kişisel gelişim ve zaman yönetimini öğrenebilmeleri için dönem ödevi/proje ödevi olarak verilmelidir.
- D) TÜBİTAK projeleri mali anlamda AR-GE (araştırma ve geliştirme) faaliyetlerine kaynak sağladığı için STEM ödevleri TÜBİTAK projelerinde kullanılmaktadır.
- E) Hiçbiri (Bir önceki soruya verdiğiniz cevabın nedeni yukarıdakiler arasında yoksa verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.)

7.3 Yukarıdaki iki soruya verdiğimiz cevaptan;

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

8.1 Mühendislerin STEM disiplinlerini öğretmeleri konusunda hangisi doğrudur?

- A) Mühendisler STEM disiplinlerini öğretilmezler.
- B) Mühendisler STEM disiplinlerini öğretilirler.

8.2 Yukarıda verdiğimiz cevabın sebebi;

- A) Mühendislik ve STEM disiplinleri birbirleri ile bağlantılı olduğu için öğretilirler.
- B) Mühendisler pedagojik formasyon eğitimi almadıkları için öğretilmezler. Çünkü alt kısmının yanında öğrenciyi aktarım da önemlidir.
- C) Hiçbiri (Bir önceki soruya verdiğiniz cevabın nedeni yukarıdakiler arasında yoksa verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.)

8.3 Yukarıdaki iki soruya verdiğimiz cevaptan;

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

EK-2. STEM Eğitime İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Branş:**Cinsiyet:****Mesleki Deneyim:****Yaş:****STEM Eğitimi Alma Durumu:****Görüşme Soruları**

- 1) STEM'i nasıl tanımlarsınız? STEM'i oluşturan alanlar ayrı alanlar mıdır? Nasıl birleştirilebilir?
- 2) STEM temelli etkinlikleri dersinizde kullanıyor musunuz? Nasıl?
- 3) Öğrenci ve öğretmen açısından branşınızda STEM temelli etkinlikler kullanmanın avantajları/dezavantajları nelerdir?
- 4) STEM eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanması için gerekli olan şartlar nelerdir?
- 5) STEM eğitiminde hangi branşlarla etkileşim kurabilirsiniz? Nasıl?
- 6) Okullarda teknoloji nasıl kullanılmaktadır?
- 7) Aktif öğrenme ve STEM arasındaki ilişki nedir?
- 8) STEM ve laboratuvar arasındaki ilişki nedir?
- 9) STEM eğitimi almış öğrenciler hangi alanlara gidebilir?
- 10) STEM eğitimi almış öğretmenler hangi derslere girebilir?
- 11) Mühendisler fen ve matematiği öğretebilirler mi? Neden?
- 12) STEM projeleri öğrencilerde mühendislik ve teknoloji kavramlarını geliştirmek için ev ödevi olarak mı kullanılır?
- 13) STEM eğitimi hangi derslerde kullanılır/kullanılmaz?
- 14) STEM etkinliklerinin maliyeti hakkında ne düşünüyorsunuz? Neden?
- 15) STEM hangi tür okullarda verilir?
- 16) Matematik ve fen bilimleri branşları arasında nasıl bir ilişki vardır?
- 17) "STEM yaklaşımında sadece dene-yap uygulamaları vardır." Bu cümle hakkında ne düşünüyorsunuz?
- 18) Branşınızda STEM temelli etkinlikleri kullanacak öğretmenlere önerileriniz nelerdir?
- 19) Eklemek istediğiniz bir şey var mı?

ARAŞTIRMANIN ETİK İZİNİ

Bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerektiği belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Siirt Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurul Komisyonu

Etik değerlendirme kararının tarihi: 02.02.2022

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 332

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI

1. yazarın araştırmaya katkı oranı %40, 2. yazarın araştırmaya katkı oranı %35 ve 3. Yazarın araştırmaya katkı oranı %25'tir. Bunun yanı sıra hangi araştırmacı araştırmanın hangi aşamalarına katkıda bulunduysa bunu açık bir şekilde ifade ediniz.

Yazar 1: Nitel ve nicel veri toplama, veri analizi, raporlaştırma.

Yazar 2: Yöntemin belirlenmesi, danışmanlık, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları.

Yazar 3: Danışmanlık, veri analizi ve veri toplama sürecinin takibi

DESTEK ve TEŞEKKÜR BEYANI

Siirt İl Milli Eğitim Müdürlüğüne ve veri toplama sürecinde destek olan tüm öğretmenlere teşekkür ederiz.

ÇATIŞMA BEYANI

Araştırmada herhangi bir kişi ya da kurum ile finansal ya da kişisel yönden bağlantı yoktur. Araştırmada çıkar çatışması oluşturabilecek herhangi bir durum yoktur.