

STEM Temelli Araştırmalarda Kullanılan Ölçme ve Değerlendirme Yöntemlerinin İncelenmesi*

Investigation of Measurement and Assessment Methods Used in STEM-Based Research

Nalan ZENGİN¹, Gökhan KAYA², Murat PEKTAŞ³

¹Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. zenginalan@gmail.com

²Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı. gkaya@kastamonu.edu.tr

³Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı. mpektas@kastamonu.edu.tr

Makalenin Geliş Tarihi: 17.03.2020

Yayına Kabul Tarihi:02.05.2020

ÖZ

STEM kavramı Türkiye’de gittikçe artan bir şekilde akademik çalışmaların yapıldığı bir alan haline gelmiştir. Artan bu ivme ile çalışmaların hem uluslararası hem de ulusal düzeyde farklı şekilde desenlendiği görülmektedir. Bu alanda yapılan çalışmaların başarıya ulaşması için bu STEM yaklaşımına uygun ölçme ve değerlendirme mantığının anlaşılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırmada, Türkiye’de son beş yılda yayımlanan STEM temelli akademik çalışmaları kullanılan ölçme ve değerlendirme yöntemleri açısından incelemek amaçlanmıştır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada STEM eğitimi ile ilgili son beş yılda Türkiye’de yayınlanmış 40 akademik çalışma incelenmiştir. Veriler içerik analizine tabi tutularak açık kodlamalar yapılmıştır. Yapılan analizlerin inandırıcılığı ve dürüstlüğünü sağlamak amacıyla kodlamalar başka bir araştırmacı tarafından da yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda çalışmalardaki ölçme ve değerlendirmelerin “STEM ile ilişkilendirilen bir değişkeni test etme” ve “STEM uygulamaları ile ilgili sınıf içi değerlendirmeler” olmak üzere iki farklı boyutta toplandığı belirlenmiştir. Birinci boyutun bilişsel, duyuşsal, beceri ve disiplinler arası temalarından oluştuğu, ikinci boyutun ise süreç ve sonuç değerlendirme olarak ayrıldığı görülmüştür. Ölçme ve değerlendirmelerin sınıf içi boyutunda uygulananlarının çoğunun bilim ve mühendislik entegrasyonunun değerlendirilmesine yönelik olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ölçme ve değerlendirme konusunda yapılan STEM temelli çalışmalarda izlenen belirli standartların olmadığı

* **Alıntılama:** Zengin, N., Kaya, G. ve Pektaş, M. (2020). STEM temelli araştırmalarda kullanılan ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(2), 329-355.

görülmüştür. Bu standartların oluşturulması için ülke çapında uygulanabilecek ölçme ve değerlendirme kriter çerçevesinin oluşturulması ve öğretmenlere STEM temelli etkinliklerde kullanılabilecek ölçme ve değerlendirmeye yöntemlerine yönelik hizmet içi eğitimlerin verilmesi önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: STEM, STEM araştırmaları, Ölçme ve değerlendirme, STEM etkinlikleri

ABSTRACT

Researchers in Turkey has paid more attention to STEM concepts recently. With this increasing momentum, it can be seen that studies are designed differently at both the international and national levels. In order for the studies in this area to be successful, it is necessary to understand the logic of measurement and evaluation in accordance with this STEM approach. Within this regard, this study aimed to examine STEM based studies in terms of their measurement and evaluation approaches. Document analysis method, one of the qualitative research methods, was used in the current study. In the research, 40 academic studies related to STEM education and published in Turkey in the last five years were examined. The data were subjected to content analysis and open coding was made. In order to ensure the credibility and honesty of the analyzes, the coding has also been made by another expert. As a result of the analyzes, it has been determined that the measurements and evaluations in the studies are gathered in two different dimensions as "testing a variable associated with STEM" and "in-class evaluations about STEM applications". It was observed that the first dimension was composed of cognitive, affective, skill and interdisciplinary themes, while the second dimension was separated as process and result evaluation. It has been determined that most of the measurements and evaluations applied in the classroom dimension are aimed at evaluating the integration of science and engineering. When the obtained results are evaluated, it is seen that there are no certain standards followed in STEM based studies on measurement and evaluation. In order to establish these standards, it is recommended to establish a measurement and evaluation criteria framework that can be applied across the country and to provide in-service training for teachers on methods of measurement and evaluation that can be used in STEM-based activities.

Keywords: STEM, STEM researches, Measurement and assessment, STEM activities

GİRİŞ

Değişen dünya şartları insanları bilgiyi arama bulma ve menfaatleri doğrultusunda kullanma zorunluluğuna yöneltmiştir. Bu durum insanlarla sınırlı kalmamış, devletler de birbirleri ile rekabet edebilmek için çeşitli sahalarda kendilerini geliştirmeye ve değişiklikler yapmaya zorlamıştır (Akgündüz 2018; Aydeniz, 2017; Banks & Barlex, 2014). Yapılan araştırmalarda (ör: Agustine, 2005; Akgündüz ve diğ., 2015) 21. yüzyılın eğitim için köklü sayılabilecek inovasyonların yaşandığı bir dönem olduğu belirtilerek bu rekabetin eğitim dünyasını da etkilediği vurgulanmaktadır. Bu inovasyonlarda dikkat çeken nokta toplumsal ihtiyaçlar neticesinde gerçekleşmeleridir ve bu ihtiyaçlar eğitim alanına STEM kavramının girişine sebep olmuştur. STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegre edilmesi ilkesine dayanan çok disiplinli bir yaklaşımdır (Kuenzi, 2008). Ejiwal (2013)'e göre STEM, öğrencilerin kavramı oluşturan disiplinleri kullanarak otantik problemlere çözüm bulmalarını, toplum, okul, iş dünyası arasında bağlantı kurmalarını ve ekonomik yarış becerilerini geliştirebilmelerini sağlamaktır.

STEM eğitimi ve alanları gerek politik gerekse ekonomik nedenlerden dolayı birçok ülkenin ilgisini çekmektedir (Broderick, 2018). Öyle ki bu ilgi eğitim sistemlerinde köklü değişiklikler yapılmasına sebep olmuştur. Bu konuda öncü olan ABD "Next Generation Science Standards" (NGSS) olarak adlandırılan öğretim programı ile bütünlük STEM eğitiminin ana sınıfından 12. sınıfa kadar her öğrenim kademesinde uygulanması gerektiğini belirlemiştir (Akgündüz ve diğ., 2015; NGSS, 2012). NGSS programının gelişiminde ve STEM eğitiminin ortaya çıkmasında öne çıkan raporlardan biri olan NRC (2011) raporuna göre ABD'de STEM eğitiminin belli başlı hedefleri bulunduğu görülmektedir. Bunlardan bir tanesinin kadınların ve azınlık gruplarının STEM alanlarına katılımını ve bu alanlarda kariyer yapan kişi sayısını artırmak olduğu görülmektedir. Aynı zamanda yine aynı hedef grubunun STEM iş gücüne katılımını artırmak ve genel olarak öğrencilerin STEM okuryazarlığını artırılması programın uzun vadeli planları arasında yer almaktadır. Okullarda verilen eğitimlerin iş dünyasına göre

şekillenmesi ve STEM alanına daha fazla kişinin alınması hedefi 21. yüzyıl becerilerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur ve geleceğe yönelik iş insanı özellikleri ortaya çıkarmıştır (OECD, 2019; Tilley, 2017).

Ülkemizde de STEM kavramı ile ilgili çalışmalar ilk başlarda FeTeMM (ör: Çorlu 2014; Yamak, Bulut, Dünder 2014) adı altında yapılmaya başlanmış daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda STEM kavramı kullanılmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2016), STEM eğitime yönelik olarak yapılacaklar ve hâlihazırda yapılmakta olan çalışmaları raporlaştırarak sunmuştur. STEM daha sonrasında Fen Bilimlerinde yapılan değişiklikler ile öğretim programına entegre edilmeye çalışılmıştır. Bu entegrasyon STEM adı altında değil fen, mühendislik ve girişimcilik adı ile sağlanmıştır (MEB, 2018). Öğretim programının içerdiği beceriler, temel amaçlar ve bunların yanı sıra öğrencilerin eğitim-öğretim yılı boyunca yaptıkları çalışmaları Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları olarak yılsonunda akranları, öğretmenleri ve aileleri ile paylaşmaları, programda STEM eğitimini oluşturan unsurlara vurgu yapıldığını göstermektedir. Bu durum STEM eğitimin ülkemizde yaygınlaşması için önemli bir zemin oluşturulmaya çalışıldığının bir göstergesidir (Şardağ, Ecevit, Top, Kaya ve Çakmakçı, 2018).

STEM eğitiminin öğretim programlarının ve ülke politikalarının bir parçası olması PISA ve TIMSS gibi uluslararası ölçme ve değerlendirme sınavlarına da yansımıştır (Çepni, 2018). Öğrencilerin elde ettikleri bilgi ve becerileri STEM yaklaşımında olduğu gibi disiplinler arası sorular ile test edilmesi bir anlamda ülkelerin STEM eğitim yaklaşımlarını ölçmektedir (Şardağ, Ecevit, Top, Kaya ve Çakmakçı, 2018). Alanyazında STEM eğitimi ile yapılan çalışmalarda (ör, Akgündüz, 2018; Kelly ve Knowless, 2016; NRC, 2012) STEM eğitiminin ölçme ve değerlendirme boyutunun gerekliliği vurgulanmaktadır. Örneğin; Çepni (2018) doğru ve etkili bir şekilde yapılmış olan STEM eğitiminde uygun kazanımların seçilip planlamasının yanında bu uygulamaların ölçme ve değerlendirme boyutunun da planlamanın bir parçası olması gerektiğini ifade etmektedir. Ancak STEM eğitime yönelik alan yazın taraması yapıldığında bu eğitimin ölçme ve değerlendirme boyutunun belirli bir şekilde ifade

edilmediği görülmektedir (Akgündüz, 2018). Sınıf içi değerlendirmeler eğitim öğretim sürecinin bir parçasıdır ve hem biçimlendirici hem de özetleyici olmalıdır (Harris, Krajcik, Pellegrino, ve McElhane, 2016; Çepni, 2018). Nasıl ki entegrasyonun sağlanması boyutunda bilim, matematik, teknoloji ve mühendisliğin kullanımı önemliyse ölçme ve değerlendirmelerin de bu disiplinlere yönelik olması önemlidir. Kısaca kullanılan ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin STEM ruhuna uygun olması gerekir (Akgündüz ve ark. 2015). STEM entegrasyonunun gerçekleştirildiği öğretimlerde yapılan ölçme ve değerlendirmeler bilim ve mühendisliğe yönelik uygulamalarda öğrencilerin performansları ile ilgili bilgi edinilmesini sağlayacak şekilde olması önerilmektedir (Potter, Ernest ve Glennie, 2017). Ölçme değerlendirmenin entegrasyonun gerçekleştirildiği disiplinlere yönelik olması doğru yapıldığı anlamına gelmeyebilir. Çünkü disiplinlerin kendi karakteristik özelliklerine uygun yöntemlerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. The Dayton STEM Center (2017), STEM eğitiminde öğrencilerin bilgi ve becerilerini ölçmek amacıyla daha çok otantik görevlerin verildiği öğrenme ortamlarının verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Akgündüz (2018)'e göre değerlendirme aşamasında öğrencilerin öz değerlendirmesi, akran değerlendirmesi ve öğretmenin rehberlik ederek sorduğu sorular yer almalıdır. Bu kısımdan da anlaşılacağı gibi STEM eğitimin ölçme ve değerlendirme boyutunun önemli olduğu vurgulanmakta ancak nasıl olması gerektiği hakkında ortak bir yapı sunulmadığı görülmektedir.

Ülkemizde STEM'e yönelik olarak yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde bu alandaki çalışma sayısının son yıllarda fazlaştığı görülmektedir. Çalışmalar çoğunlukla STEM entegrasyonunun öğrencilerin bilişsel kazanımlarına (ör; Güven, Selvi ve Benzer, 2018; Büyükdede ve Tanel, 2018), duyuşsal kazanımlarına (ör; Aslan-Tutak, Akaygün ve Teksezen, 2017; Karışan ve Yurdakul, 2017; Gülhan ve Şahin 2016), bilimsel süreç becerilerinin gelişimine (ör; Nağaç, 2018; Öcal, 2018) ve 21. Yüzyıl becerilerinin edinimine (ör; Konca-Şentürk, 2017; Öztürk, 2018) yönelik alanlarda toplanmıştır. Ancak bu çalışmalar içinde ölçme değerlendirme boyutu açısından STEM çalışmalarını inceleyen çalışmalara rastlanılmamıştır. Etkili bir

öğrenmenin sağlanabilmesi için yöntemlerin araç ve gereçlerin planlamaların ve değerlendirmelerin bir sistem içerisinde gerçekleştirilmesi gerekir (Odabaşı, 1997). Eğitim sistemi girdi işlem çıktı ve dönüt öğelerinden oluşmaktadır ve bu dönüt öğesinin en önemli kısmını da ölçme ve değerlendirme boyutu oluşturmaktadır. Buradan hareketle, bu araştırmanın amacı ülkemizde son beş yılda yapılan ve ulusal düzeyde yayımlanan STEM temelli çalışmalarda kullanılan ölçme ve değerlendirme uygulamalarının incelenmesi ve bu bağlamda yapılan uygulamaların genel eğilimlerinin ortaya çıkarılmasıdır.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

STEM temelli akademik çalışmaları, kullanılan ölçme ve değerlendirme yöntemleri açısından incelemenin amaçlandığı bu çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgulara anlam yüklemek amacıyla dokümanların araştırımcı tarafından yorumlandığı nitel araştırma yöntemlerinden biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2008; Bowen, 2009). Nitel araştırmada doküman analizi tek başına bir veri toplama yöntemi olabileceği gibi diğeri veri toplama yöntemleri ile birlikte de kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Doküman analizi; gözden geçirme (yüzeysel inceleme), okuma (ayrıntılı inceleme) ve yorumlamayı içerir (Bowen, 2009).

Verilerin Toplanması

Araştırmada, Türkiye’de 2014-2019 yılları arasında yapılmış olan ve ulusal veri tabanlarından yayınlanmış olan 40 akademik çalışma incelenmiştir (Ek 1). Bu araştırmada yazarları tarafından açık erişime izin verilmiş olan akademik çalışmalar incelendiğinden dolayı etik kurul onayına ihtiyaç duyulmamıştır. Akademik çalışmaların seçiminde ulusal veri tabanlarında STEM, STEM Entegrasyonu, STEM Eğitimi anahtar kelimeleri kullanılarak arama yapılmış ve araştırma temelli olan çalışmalar seçilmiştir. Aynı zamanda yayınlanmış olan araştırma içerisinde ölçme ve

değerlendirme sürecinin, verilerin kullanım amacının ve yorumlanmasının yazarlar tarafından inceleyenlerin yoruma dayalı olmadan açık bir şekilde verilmiş olması seçim kriterleri arasında yer almaktadır.

Verilerin Analizi

Elde edilen verilerin analizi için içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizinde temel amaç toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Çepni (2014), içerik analizinde gerçekleştirilen işlemin benzer verileri belirli temalar çerçevesinde bir araya getirerek anlaşılır biçimde düzenleme yaparak yorumlamak olarak ifade etmiştir. İçerik analizinde açık kodlamalar yapılmıştır. Yapılan analizlerin güvenilirliğini yükseltmek amacıyla seçilen akademik çalışmalar başka bir araştırmacı tarafından da kodlanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı Miles ve Huberman (1994) formülüne göre % 85 olarak hesaplanmıştır. Araştırmacılar uyumsuzluğa neden olan maddeler üzerinde tekrar görüşmüş ve fikir birliğine varmışlardır. Yapılan analizler sonunda tema ve kod listeleri oluşturularak genel yapının özetlenmesi yapılmıştır. Bunun yanında örnekler verilerek tema ve kodların anlaşılmasının sağlanmasına çalışılmıştır.

BULGULAR

Analizler sonucunda ortaya çıkan yapı ve temalar dikkate alındığında kullanılan ölçme ve değerlendirme yaklaşımları “STEM ile ilişkilendirilen bir değişkeni test etme” ve “STEM uygulamaları ile ilgili sınıf içi değerlendirmeler” olarak iki farklı boyuta ayrıldığı görülmüştür. STEM ile ilişkilendirilen bir değişkenin etkisini test etmeye yönelik kullanılan ölçme ve değerlendirme araçlarına ait kodlar ve temalar Tablo 1’de yer alırken, ders planı dahilinde sınıf içi değerlendirmelere yönelik olarak kullanılan ölçme ve değerlendirme araçlarına ait kodlar ve temalar Tablo 2’de yer almaktadır.

Birinci boyutta çalışmalarda daha fazla kullanılan boyut olarak ortaya çıktığından dolayı öncelikle “STEM ile ilişkilendirilen bir değişkeni test etme” boyutu ile ilgili bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 1. STEM ile İlişkilendirilen Bir Değişkeni Test Etme

Tema	Kod	f	%	Açıklamalar
Bilişsel alan	<ul style="list-style-type: none"> Başarı testi Kavramsal anlama testi Kalıcılık testi 	19	18,45	STEM eğitimi ile öğrenmenin bilişsel boyutunu inceleyen çalışmalar kastedilmektedir.
Duyuşsal alan	<ul style="list-style-type: none"> Tutum ölçeği Farkındalık ölçeği İnanç ölçeği İlgi ölçeği Motivasyon ölçeği 	64	62,13	STEM eğitimi ile öğrenmenin duyuşsal boyutunu inceleyen çalışmalar kastedilmektedir.
Beceri	<ul style="list-style-type: none"> Bilimsel süreç becerileri 21. yy becerileri 	19	18,45	STEM eğitimi ile beceri kazanımı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kastedilmektedir.
STEM'i oluşturan disiplinler arası ilişki	<ul style="list-style-type: none"> Disiplinler arası cümle tamamlama testi 	1	0,97	STEM'i oluşturan disiplinler arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kastedilmektedir.

*İncelenen araştırmalarda birden fazla temaya yönelik ölçme ve değerlendirme yapıldığından kodlamada hepsine yer verilmiştir.

İncelenen çalışmalarında yer alan STEM ile ilişkilendirilen bir değişkeni test etme amacıyla yapılan ölçme ve değerlendirmelerin bilişsel alan, duyuşsal alan, beceri ve STEM'i oluşturan disiplinler arası ilişki temalarından oluştuğu görülmektedir.

STEM çalışmalarının duyuşsal alan üzerindeki etkisine yönelik kullanılan ölçme ve değerlendirme araçlarının diğer temalarda kullanılan araçlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu tema altında yer alan kodlar incelendiğinde STEM ile ilişkilendirilen değişkenlerin tutum, inanç ve algı gibi duyuşsal özellikleri ölçümünde dikkat edilen

değişkenler olduğu görülmektedir. Ayrıca incelenen çalışmalarda bu alana yönelik veri toplama amacıyla görüş formu, gözlem ve günlüklerin kullanıldığı da belirlenmiştir. Ancak içeriklerinin ve amaçlarının incelenmesi sonucunda bu araçların kullanım amacının tutum, ilgi, motivasyon ölçeği gibi ölçeklerle benzer özellikte olduğu görülmüştür. Bu nedenle kodlar bölümünde bu araçların isimlerine yer verilmemiştir. İncelenen çalışmalar içerisinde duyuşsal boyut ile ilgili bir değişkenin ölçülmesini amaçlayan 64 ölçme ve değerlendirme aracının kullanıldığı belirlenmiştir.

Bilişsel alan teması altında yer verilen çalışmaların başarı, kavramsal gelişim ve kalıcılık gibi bilişsel boyutta yer alan değişkenleri inceledikleri görülmektedir. Bu alanda kullanılan ölçekler incelendiğinde büyük çoğunluğunun temel disipline yönelik olarak kullanıldığı görülmüştür. Bilişsel alan duyuşsal alandan sonra en fazla çalışılan alan olmuştur. İncelenen çalışmalarda bilişsel alan teması altında 19 ölçme ve değerlendirme aracının kullanıldığı görülmüştür.

STEM ile ilişkilendirilen beceri teması altında ortaya çıkan kodlardan ise “bilimsel süreç becerileri” ve “21. Yüzyıl becerileri” olarak iki grup altında toplandığı görülmektedir. Bu tema altında incelenen çalışmalarda 19 ölçme ve değerlendirme aracı kullanıldığı belirlenmiştir. Ancak iki grup ayrı ayrı ele alındığında STEM ile ilişkili olarak 21. yy becerilerini ölçmeye yönelik çalışma sayısının daha fazla olduğu (n=13) olduğu görülmüştür. Çalışmaların analizi sırasında 21. Yüzyıl becerilerinden; problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, yansıtıcı düşünme ve yaşam becerisi ile ilişkili ölçme ve değerlendirmeler yapıldığı önemli bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaç için kullanılan ölçeklerden bazıları ise şunlardır; problem çözme envanterleri, eleştirel düşünme ölçeği, bilimsel yaratıcılık ölçeği kullanılırken yaşam becerilerine yönelik olarak grup süreç izleme formu. 21. yy becerilerinin yanında bilimsel süreç becerileri de bu tema altında bulunan bir diğer alt gruptur. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerileri ile ilişkileri, katılımcıların bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi ve STEM uygulamalarında var olan bilimsel süreç becerileri gibi çalışmalar bu grup altında yer almaktadır.

STEM'i oluşturan disiplinler arası ilişkilerin ölçme ve değerlendirme uygulamalarında yer alması ile ilgili olan son temanın ise incelenen çalışmalar arasında en düşük frekansa sahip yapıda olduğu görülmektedir. Kullanılan ölçme ve değerlendirme aracı ise cümle tamamlama testidir. Bu test ile kullanılan kavramın STEM'i oluşturan disiplinler arasındaki sağladığı ilişkiye yönelik ölçme ve değerlendirme yapıldığı tespit edilmiştir.

Araştırmada daha önce de bahsedildiği gibi ikinci boyutu STEM uygulamaları ile ilgili sınıf içi değerlendirmeler oluşturmaktadır. STEM temelli çalışmalarda bir değişken ile STEM arasındaki ilişkiyi ölçmenin yanında sınıf içi değerlendirmeler ile doğrudan sınıf ortamına odaklanan çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalara ait tema ve kod listesi Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Sınıf içi değerlendirmeler

Tema	Kod	f	Açıklama
Süreç değerlendirme	Yarı yapılandırılmış görüşme Tasarım etkinlikleri Öğrenci dökümanları	11	Sınıf içi ölçme ve değerlendirmelerde süreci değerlendirmeye yönelik yapılan çalışmalar kastedilmektedir.
Sonuç değerlendirme	Akran değerlendirme araçları Rubrik Proje ödevi Açık uçlu sorular Doğru yanlış soruları	4	Sınıf içi ölçme ve değerlendirmelerde sonuç değerlendirmeye yönelik yapılan çalışmalar kastedilmektedir.

İncelenen çalışmalarda elde edilen kodlara göre sınıf içi değerlendirmeler süreç ve sonuç değerlendirme temalarından oluşmaktadır. Süreç değerlendirme teması altında yarı-yapılandırılmış görüşmeler, tasarım etkinlikleri ve öğrenci dokümanları bulunmaktadır. Süreci değerlendirmeye yönelik kullanılan araçlar incelendiğinde çoğunluğunun öğretim sürecinde yapılan etkinliklere yönelik olduğu görülmektedir.

Süreç değerlendirme yapılan çalışmalarda daha fazla tercih edildiği ve öğrencilerin STEM uygulama süreçlerinde takip edilmesini içerdiği görülmektedir.

Tablo 2’de görüldüğü gibi sonuç değerlendirme temasına ait kodlar bilişsel alan ve mühendislik tasarım ürünlerinin değerlendirilmesine yönelik olarak yapıldığı görülmektedir. İncelemede mühendislik disiplinine yönelik yapılan tasarımların değerlendirilmesi amacıyla hem süreç değerlendirmeleri (örneğin; tasarım etkinlikleri, öğrenci dökümanları kullanılarak) hem de ürün değerlendirmelerinin (örneğin; rubrik, akran değerlendirme araçları kullanılarak) yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tasarım değerlendirme boyutunda akran değerlendirme araçları, rubrik kullanımının olması tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin kullanımının söz konusu olduğunu göstermektedir. Ancak incelemeler sonucunda sadece bir çalışmada tasarımların değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin yer aldığı rubriğin önceden öğrencilere verildiği görülmüştür.

Süreç ve sonucu değerlendirmeye yönelik çalışmalara ait frekanslar incelendiğinde toplam 15 sınıf içi ölçme ve değerlendirme çalışması yapıldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu çalışmalardan üç tanesinde geri bildirimye yönelik bilgiye rastlanılmıştır. Yapılan geri bildirimler bazı çalışmalarda tasarım etkinlikleri sırasında bazı çalışmalarda ise doldurulmuş olan çalışma kağıtlarının incelenmesi sonucunda yapılmıştır. Örneğin, Gülhan ve Şahin (2016) yapmış oldukları çalışmada geri dönüt sürecini şu şekilde açıklamaktadır; *... bu aşamada araştırmacı gruplara geri bildirimlerde bulunmuştur. Tasarımlarını test etmişler ve aksayan yönlerini tespit ettiklerinde adımları tekrar ederek sonuca ulaşmışlardır*”. Benzer şekilde Müberra (2018) çalışmasında *“tasarım süreci bittikten sonra hazırlanan çalışma kağıtları öğrencilere dağıtılarak doldurulması istenmiş ve geri dönütler sağlanmıştır”* ifadesiyle öğrencilere yapılan süreç değerlendirmeleri sonucunda dönüt verildiğini ifade etmektedir.

STEM temelli çalışmalarında ölçme ve değerlendirme açısından birçok farklı uygulama yapıldığı ve bunların çoğunluğunun bir değişken test etme üzerine olduğu ancak bazı çalışmalarda doğrudan sınıf uygulamalarının da değerlendirildiği belirlenmiştir. Bunun

yanında kullanılan ölçme ve değerlendirme araçları çeşitliliğinin fazla olduğu ancak kullanım amaçlarına göre incelendiğinde birçoğunun benzer olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca teknoloji disiplininin değerlendirilmesi amacıyla herhangi bir ölçme ve değerlendirme aracının kullanımına yönelik bilgiye ulaşılmamıştır.

TARTIşMA ve SONUÇ

Bu çalışmada STEM temelli çalışmalarda kullanılan ölçme ve değerlendirme uygulamaları incelenerek araştırmaların ölçme ve değerlendirme uygulamaları açısından eğilimleri ortaya konulmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre STEM temelli çalışmalarda yapılan ölçme ve değerlendirme faaliyetleri iki guruba ayrılmaktadır. Bunlar; STEM ile ilgi bir değişkeni test etmeye yönelik olanlar ve STEM uygulamaları ile ilgili sınıf içerisinde yapılan ölçme ve değerlendirme faaliyetleridir.

Elde edilen sonuçlara göre; yapılan ölçme ve değerlendirmelerin daha çok STEM temelli öğretim çeşitli değişkenler üzerindeki etkisine veya değişkenler ile ilişkilerine yönelik veri toplamak amacıyla kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 1; Tablo 2). Bir değişkenin etkisini test etmeye amacıyla yapılan çalışmalarda bilişsel alan, duyuşsal alan, beceri ve disiplinler arası ilişki boyutlarını inceleyen ölçme ve değerlendirmelerin yapıldığı görölmüştür. Bu durum STEM temelli çalışmalara ait ölçme değerlendirme faaliyetlerinin taşıması gereken özelliklere uygunluk göstermektedir. İlgili literatür incelendiğinde STEM eğitimine yönelik olarak gerçekteşirilecek olan ölçme ve değerlendirmelerin çok bileşenli olması gerektiği, bu bileşenlerin beceri, temel disiplin, disiplinler arası kavramlar, olarak belirlenip çalışmaların bu doğrultuda yürütölmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Akgündüz 2018; Çepni, 2018).

STEM temelli çalışmaların büyük çoğunluğunda (% 62,13) entegrasyonun duyuşsal alan üzerindeki etkisini test etmeye yönelik ölçme ve değerlendirmelerin yapıldığı görölmektedir (Tablo 1). Alan yazın incelendiğinde bu alana yönelik olarak Tekin (2003), duyuşsal öğrenmelerin kişisel özellikler ve çevresel etmenlerle meydana gelmesinden, duyuşsal alan kazanımlarının geniş kapsamlı olmasından dolayı duyuşsal

öğrenmelerin gerçekleştirilmesi ve ölçülmesinin zor olduğunu belirtmiştir. Ancak STEM'in ABD'de çıkışı ile ilgili raporlar (ör; Holdren, Lander & Varmus, 2010; NRC, 2011; 2012) incelendiğinde öğrencilerin sosyal alanlara olan ilgisinin artması ile fen alanlarını seçen bireylerin arttığı belirtilmektedir. Bu durum STEM programlarının yaygınlaştırılarak başta kadınlar olmak üzere tüm öğrencilerin fen alanlarına karşı olan tutumlarını olumlu yönde değiştirmek ve bu alanlara olan ilgiyi artırmayı amaçlamasına neden olmuştur (Aydeniz, 2017; Tilley, 2017). Bu durumun STEM uygulamalarında duyuşsal özelliklerin test ediliyor olmasını açıkladığı düşünülmektedir. Duyuşsal alan boyutunun ölçme ve değerlendirmesinde ölçeklerin kullanımının yanı sıra gözlem, görüşme, günlük gibi araçların kullanımı duyuşsal alan ile ilgili daha ayrıntılı veri toplanmasına olanak sağlamıştır. Çünkü duyuşsal özelliklerin ölçülmesinde nicel veri toplama araçlarının kullanımı mevcut durumu ortaya koymakta yeterli olamayabilir (Çepni, 2018).

Araştırma sonuçlarına göre bilişsel alanda geleneksel ölçme ve değerlendirme araçlarının kullanıldığı görülmektedir (Tablo 1). Fakat Odabaşı (2018), tek başına kullanılan geleneksel ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin öğrencilerin seviyelerinin belirlenmesinde yeterli olmayacağını belirtmiştir. STEM entegrasyonunun sağlandığı eğitim ortamlarında kullanılan ölçme ve değerlendirme araçlarının hem özetleyici hem de biçimlendirici bir yaklaşıma sahip olması gerekmektedir (Çepni, 2018; Şardağ, Ecevit, Top, Kaya ve Çakmakçı, 2018).

STEM'i oluşturan disiplinler arasındaki ilişkiye yönelik olarak sadece bir çalışmada ölçme ve değerlendirme faaliyetinin yapılması STEM eğitiminin ana yapısına ters düşen bir durumdur. Çünkü STEM eğitimi kendisini oluşturan disiplinlerin bütünleştirilerek kullanılmasını sağlayan bir yaklaşımdır (Akgündüz, 2018). Disiplinlerin bir araya getirilmesi her konuda veya her kazanımda mümkün olmamaktadır. Buna olanak sağlayan konu ve kazanımlarla yapılan çalışmalarda araştırmacılar disiplinler arasında ortak kullanılabilen kavramların bilincinde olmalıdırlar. Akgündüz ve diğerleri (2015) yayınlamış oldukları STEM Çalıştay Raporu'nda disiplinler arasındaki işbirliği ve ilişkilendirmenin sağlanmadığı durumlarda öğrenmenin tam olarak

gerçekleşemeyeceğini, bu durumunda öğrenci motivasyonunu olumsuz etkileyeceğini belirtmiştir. STEM entegrasyonu sonucunda öğrencilerin otantik problemler ile farklı disiplinler arasında bağlantı kurarak üst düzey öğrenmeler gerçekleştirmesi sağlanmalıdır (Yıldırım ve Altun, 2015).

Beceri alanına ilişkin ölçme ve değerlendirmeler incelendiğinde daha çok STEM entegrasyonunun 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla çalışmalar yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 1). Bu durum STEM entegrasyonlu çalışmaların sahip olması gereken özelliklere (OECD, 2019; Tilley, 2017) uygunluk göstermektedir. Etkili gerçekleştirilmiş olan STEM eğitimi öğrencilerin uygun tecrübeler edinmesini, üst düzey eleştirel düşünme becerilerinin kullanımını, problem çözme becerilerinin gelişimini ve kalıcılığı sağlar (Stohlman, Moore ve Roehring, 2012). Fan ve Yu (2017) STEM eğitimine yönelik olarak yapılacak olan ölçme ve değerlendirmelerde daha çok üst düzey düşünme becerilerinin ve 21. yüzyıl becerilerinin test edilmesi gerektiği görüşündedirler. Bu alanda yapılan ölçme ve değerlendirmeler ise daha çok P 21 (2016)'in belirttiği öğrenme ve motivasyon boyutuna aittir. Çalışmalarda teknoloji boyutuna ilişkin ölçme ve değerlendirmelerin yok denecek seviyede olması çalışmalar için önemli bir eksikliklerdir. Yapılan araştırmalar teknoloji okuryazarlığının 21. yüzyıl becerileri arasında sıralandığını göstermektedir (ör; P21, 2017; MEB, 2011; World Economic Forum, 2015).

Sonuç ve süreç için sınıf içi değerlerde tamamlayıcı ölçme ve değerlendirmelerin kullanımının STEM entegrasyonunun gerçekleştirildiği çalışmalarda yapılacak ölçme ve değerlendirme faaliyetlerinin taşınması gereken özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 2). Çalışmalarda tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme araçlarının kullanılması ve ekran değerlendirmelerinin yer alması değerlendirme süreci için olumlu bir durumdur. Akgündüz (2018), öğrencilerin öğretim sürecine katılmalarının önemli olması kadar ölçme ve değerlendirme sürecine de katılmasının önemli olduğunu belirtmektedir. Odabaşı (2018)'na göre STEM eğitiminde kullanılacak alternatif ölçme ve değerlendirme araçları şunlardır; günlük, gözlem, poster, kavram haritası, V diyagramı, kontrol listesi, derecelendirme ölçekleri, rubrik, grup değerlendirmesi, ekran

değerlendirmesi ve öz değerlendirmedir. Ayrıca süreç değerlendirmelere sonuç değerlendirmelere göre daha fazla yer verilmesi de yapılan çalışmaların STEM ruhuna uygunluğunu göstermektedir. STEM eğitimindeki temel amaç dikkate alındığında öğrencilerin öğretim sonucunda elde ettikleri kazanımlardan ulaştıkları düzeyden daha ziyade bu kazanım düzeylerine nasıl ulaştığı daha önemlidir (Odabaşı, 2018). NRC (2014)'e göre, STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme çok boyutlu, çok çeşitli öğrenme çıktılarının test eden, çeşitli araç, yöntem, teknik kullanmayı gerektirdiğinden sürece yayılmaktadır.

Çalışmanın dikkat çekici sonuçlarından biri de öğrenci çalışmalarına geri bildirimde bulunan çalışma sayısının çok az olmasıdır. Geri bildirim eğitim öğretim sürecinde önemli bir yere sahiptir (Odabaşı, 1997). Bu durum öğretim sürecinde, yapılan ölçme ve değerlendirmelerin eksik kalmasına neden olabilmektedir. STEM eğitime yönelik yapılan değerlendirmeler öğrencilerin öğrenme düzeyi hakkında geri bildirimde bulunmayı, öğretimin kalitesini artırmayı, öğrencilerin bireysel değerlendirilmelerini, müfredatın ve öğretim uygulamalarının iyileştirilmesi konusunda yol gösterici olarak tasarlanmalıdır (NRC, 2014). Özellikle tasarım sürecinin yaşanmasından dolayı STEM entegrasyonlu öğretim ortamlarında sıkça kullanılması öğretimin etkililiğine olumlu katkı sağlamaktadır.

Mühendislik tasarımlarının ölçülme ve değerlendirilmesi sınıf içi ölçme ve değerlendirme faaliyetleri boyutunda gerçekleştirilmiştir (Tablo 2). İncelenen toplam çalışma sayısı ile karşılaştırıldığında bu alana yönelik yapılan ölçme ve değerlendirmelerin az sayıda olduğu görülmektedir. Araştırmada ayrıca teknoloji boyutu çalışmalarda ölçme ve değerlendirme sürecine dahil edilmemiştir. Bu durum STEM eğitiminin sağlandığı savunulan çalışmalarda ana disiplinlerden birisinin uygulama boyutunda var olmasına rağmen ölçme ve değerlendirme boyutunda göz ardı edildiği göstermektedir. Söz konusu durum alan yazında yer alan birçok çalışmada dile getirilmiştir. Moore ve Smith (2014)'e göre STEM eğitimi adı altında yapılan öğretimlerde öğretmenler daha çok fen ve matematiğe önem verirken teknoloji ve mühendislik görmezden gelinmiştir. Blackley ve Howello (2015) öğretmenlerin STEM

eğitiminde mühendislik boyutu ile ilgili çalışmalarda problem yaşadıklarını, zorlandıklarını, bu durumun nedeninin ise üniversitedeki eğitim sürecinde mühendislik alanına yönelik herhangi bir eğitimin almamalarından kaynaklandığını belirtmektedir. Mühendislik boyutunu ölçme ve değerlendirme amacıyla kullanılan araçlar incelendiğinde büyük çoğunluğunu mühendislik disiplinine uygun olduğu görölmektedir. Hem süreç hem de ürün odaklı olarak değerlendirmelerin yapılmasını sağlayabilecek şekilde veriler toplanmıştır. Akgündüz (2018)'e göre STEM öğretmeni yeterliliklerinde önemli bir kriter de mühendislik tasarım sürecinin değerlendirmesinin sağlanmasıdır.

NRC (2014) yayınlamış olduğu raporda STEM eğitimlerinde öğrencilerin yapması beklenen görevlerin, bu görevlerin nasıl değerlendirileceğine ait kriterlerin ve puanlama amacıyla kullanılacak rubriklerin hazırlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu durum STEM etkinliklerindeki tasarım süreci sonucunda elde edilen ürünlerin değerlendirilmesini sağlamak amacıyla rubrik kullanımı önemini açıkça vurgulamaktadır. Ancak incelen çalışmalarda değerlendirme boyutunda rubrik kullanımının sayıca az tercih edilmesi ve rubrikte yer alan kriterlerin sınırlı sayıda çalışmalarda öğrencilere önceden bildirilmesi ölçme değerlendirme boyutunda eksikliklerin olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Tablo 2). Bu durum öğrencilerin tasarım sürecini ve ürünlerini olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde Orhan (2007), yaptığı çalışmada değerlendirmede kullanılacak olan rubriklerin önceden verilmesinin kendilerinden beklenen ölçütlerden haberdar oldukları için hem süreç hem de ürün açısından başarılarını yükselttiklerini ortaya koymuşlardır.

STEM temelli etkinliklerin birçok çalışmada kullanılmasına rağmen sınıf içi değerlendirme süreçlerinde çok fazla tercih edilmediği ve genellikle bir ölçme aracı ile ilişkili olduğu düşünülen değişkene göre yapılan uygulamaların test edildiği görölmektedir (Tablo1; Tablo 2). Bu durumun özellikle sınıf içi uygulamaların anlaşılması ve geliştirilmesi açısından önemli bir eksiklik olduğu düşünülmektedir. Çepni (2018), öğrenmeyi desteklemek ve öğrencilerin öğrenmeleri hakkında bilgi sahibi olabilmek için sınıf içi ölçme ve değerlendirmelerin tasarlanmasının ve uygulanmasının

önemli olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle STEM temelli araştırmalarda sınıf içi ölçme ve değerlendirme araçlarının daha fazla kullanılması önerilmektedir. Yapılan ölçme ve değerlendirmeler neticesinde öğrencilere gerekli geri bildirim sağlanmasının hem süreç hem de öğrenciler açısından verimli olacağı düşünölmekte ve eğitimcilerin bu konuda daha özenli davranmaları önerilmektedir.

STEM entegrasyonu başlığında yapılan çalışmalarda ölçme ve değerlendirme boyutunun entegrasyonda yer alan disiplinlerin bir veya iki tanesine yönelik görölmüştür. Bu durum ölçme ve değerlendirme faaliyetlerinin yetersiz olduğunu göstermektedir. STEM eğitiminin çok boyutlu bir yapıda olması yapılacak ölçme ve değerlendirmelerinde çok boyutlu olmasını gerektirmektedir (NRC, 2014; Çepni, 2018). Bunun için STEM eğitimlerine uygun ölçme ve değerlendirme araçlarının neler olduğu ve nasıl kullanılması gerektiği ile ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünölmektedir. Aynı zamanda uygulayıcıların uygulamalarını desteklemek için STEM eğitime uygun ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin kullanımı için hizmet içi eğitim kursları verilmesinin bu duruma bir çözüm olabilecektir. Elde edilen bu sonuçların STEM temelli çalışmalarda kullanılan veya kullanılabilir olan ölçme ve değerlendirme uygulamalarına önemli katkılar sunacağı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR


- Akgündüz, D. (2018). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A. ve Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu*. İstanbul: Scala Basım Yayım.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.
- Augustine, N. (2005). *Rising above the gathering storm: energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: National Academy Press.
- Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası*. USA: University of Tennessee
- Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: how teachers and schools can meet the challenge*. London: Routledge.
- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM narrative: 15 years in the making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 102-112.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40.
- Broderick, N. (2018). *The future "Vision" for science education: a critical analysis of the STEM education policy in an Irish context*. Paper presented at 8th Science and Mathematics Education Conference (SMEC). Dublin, Ireland.
- Büyükdede, M. ve Tanel, R. (2018). İş-enerji ve itme-momentum konularına yönelik FeTeMM etkinliklerinin kavramsal anlama üzerine etkisi. *Diyalektolog Ulusal Sosyal Bilimler Dergisi*, 19, 379-395.
- Çepni, S. (2018). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Ejiwale, J. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63-74.
- Fan, S. C., & Yu, K. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 107-129.


- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602–620.
- Güven, Ç., Selvi, M. ve Benzer, S. (2018). 7E öğrenme modeli merkezli stem etkinliğine dayalı öğretim uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 73-80
- Harris, C. J., Krajcik, J. S., Pellegrino, J. W., & McElhaney, K. W. (2016). *Constructing assessment tasks that blend disciplinary core ideas, crosscutting concepts, and science practices for classroom formative applications*. Menlo Park, CA: SRI international.
- Holdren, J. P., Lander, E. S., & Varmus, H. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future*. Washington, DC: President's Council of Advisors on Science and Technology. Retrieved from <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stem-ed-final.pdf>
- Karışan, D. ve Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 37-52.
- Kelly, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11.
- Konca-Şentürk, F. (2017). *FeTeMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Korkmaz, Y. (2009). *Fen öğretiminde rubrik kullanma eğitiminin öğretmenlerin ölçme ve değerlendirmeye ilişkin görüş ve uygulamalarına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kuenzi, J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: background, federal policy, and legislative action*. Crs Report for Congress.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. USA: SAGE Publications.
- MEB. (2011). *MEB 21. yüzyıl öğrenci profili*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı (EARGED)
- MEB. (2016). *STEM eğitim raporu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK).


- MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara.
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5-10.
- Nağaç, M. (2018). *6. sınıf fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitiminin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Next Generations Science Standards (NGSS). (2012). *Next generations science standards: For states, by States*. Washington, D.C: The National Academies Press.
- NRC. (2011). *Successful K-12 science education: identifying effective approaches in science, technology, engineering and mathematics*. Washington, DC: The National Academic Press.
- NRC. (2014). *Developing assessments for the next generation science standards*. Washington, D.C: National Academies Press.
- Odabaşı, F. (1997). Eğitimde sistem yaklaşımı ve eğitim teknolojisi. *Eğitim ve Bilim*, 21(106), 23-34
- Odabaşı, Ş. Y. (2018). Merhaba STEM: Yenilikçi bir öğretim yaklaşımı (1. Baskı). In K. A. Kırkıcı & E. Aydın (Eds.), *STEM için ölçme ve değerlendirme* (s.109-122). İstanbul: Eğitim Yayınevi.
- OECD (2019), *OECD Employment Outlook 2019: The Future of Work*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9ee00155-en>.
- Orhan, T. A. (2007). *Fen eğitiminde alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin ilköğretim öğretmen adayı, öğretmen ve öğrenci boyutu dikkate alınarak incelenmesi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öcal, S. (2018). *Okul öncesi eğitime devam eden 60-66 ay çocuklarına yönelik geliştirilen STEM programının çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk, S. C. (2018). *STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- P21. (2016). *Partnership for 21st century learning. Framework for 21st century learning*. Retrieved from <http://www.p21.org/ourwork/P21-framework>.
- P21. (2017). *Partnership for 21st century learning 2015*. Retrieved from <http://www.p21.org/storage/documents/P21>.

- Potter, B., Ernst, J., & Glennie, E. (2017). Performance-based assessment in the secondary STEM classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 76(6), 18-22.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34.
- Şardağ, M., Ecevit, T., Top, G., Kaya, G. & Çakmakcı, G. (2018). Fen ve mühendislik uygulamaları. In G. Çakmakcı & A. Tekbıyık (Eds.), *Güncel öğretim programlarına uygun ve STEM destekli fen bilimleri öğretimi* (s. 239-264). Ankara: Nobel Yayıncılık
- Tekin, H. (2003) *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Yargı Yayınevi
- The Dayton Regional STEM Center. (2017). *STEM Education quality framework*. Retrieved from <http://www.washingtonstem.org/STEM/media/resources/STEM-Ed-Quality-Framework>.
- Tilley, J. (2017). *Automation, robotics, and the factory of the future*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/automation-robotics-and-thefactory-of-the-future>.
- World Economic Forum. (2015). *New vision for education: Unlocking the potential of technology*. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

ORCID

Nalan ZENGİN  <http://orcid.org/0000-0002-1389-1100>

Gökhan KAYA  <http://orcid.org/0000-0003-4044-9243>

Murat PEKTAŞ  <http://orcid.org/0000-0002-7205-6279>

SUMMARY

STEM education and fields are of interest to many countries for both political and economic reasons (Broderick, 2018). Therefore, this interest has led to drastic changes in education systems. The USA, which is a keystone in this field, emphasized that integrated STEM education and the teaching program called "Next Generation Science Standards" (NGSS) should be applied at the K-12 level (Akgündüz et al., 2015; NGSS, 2012). The concept of STEM has become an area in Turkey in which the academic studies are conducted increasingly. With this increasing momentum, it is seen that studies are patterned differently at both international and national levels. To obtain achievement in STEM education, it is necessary to understand the nature of measurement and assessment under this STEM approach.

In this research, it is aimed to examine STEM research conducted and published in Turkey in the last five years by measurement and assessment methods used. In the study, the document analysis method, which is one of the qualitative research methods, was used. Forty academic studies related to STEM research were selected and examined throughout the study. Through the selection process, STEM, STEM integration and STEM education collocations used as keywords when searching the national databases. Following the selection, open encodings were made by subjecting the data to the content analysis. In order to ensure the trustworthiness and accountability of the analyses, the coding was carried out by another researcher. The reliability coefficient between encoders was calculated as 85%, according to Miles and Huberman (1994) formula. The researchers discussed again and reached a consensus on the debated coding. At the end of the analysis, theme and sub-theme lists were created, and the general structure was summarized. Besides, examples were given to provide an understanding of themes and codes also to provide thick descriptions.

As a result of the analyses, it was determined that the measurements and assessment in the studies were collected in two different dimensions as "testing a variable associated with STEM" and "in-class evaluations related to STEM applications." It was observed that the first dimension consists of cognitive, affective, skill and interdisciplinary themes, while the second dimension is divided into process and summative assessment. It has been found that most of the assessment applied in the classroom is intended to evaluate science and engineering integration. When the results were analyzed, it was observed that there weren't any concrete standards followed in STEM-based studies on measurement and evaluation. In order to establish these standards, it is recommended to create a national assessment framework and to provide teachers with in-service training for measurement and assessment methods that can be used in STEM-based activities.

Although STEM-based activities are used in many studies, it is observed that they are not much preferred in in-class evaluation processes, and applications based on the variable, which is generally thought to be associated with a measurement tool, are tested. This situation is considered to be a significant deficiency, especially in terms of understanding and development of in-class practices. Çepni (2018) states that it is essential to design and implement in-class measurements and assessments in order to support learning and to gain knowledge about students' learning. For this reason, more use of in-class measurement and evaluation tools is recommended in STEM-based research. As a result of the assessment and evaluation, it is thought

that providing the necessary feedback to the students will be productive for both the process and the students and educators are advised to be more attentive in this regard. In studies under the heading STEM integration, it has been observed that the measurement and evaluation dimension is oriented towards one or two of the disciplines involved in integration. This indicates that the assessment activities are insufficient. The multidimensional structure of STEM education requires a multidimensional assessment (NRC, 2014; Çepni, 2018). It is thought that studies are needed about what the measurement and assessment tools appropriate to STEM training are and how they should be used. It is thought that these results will contribute significantly to the measurement and evaluation practices that are used or can be used in STEM-based studies.

Ek 1. Araştırmada İncelenen Çalışmalar

- Alan, B. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünlük öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesi: STEM uygulamalarına hazırlama eğitimi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Üniversitesi, Elâzığ.
- Alıcı, M. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Alinak-Bozkurt, H. (2018). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin 7. Sınıf öğrencilerinin fen başarıları, STEM alanlarına yönelik tutumları ve STEM kariyerine yönelik algıları üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Aslan Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) eğitimi uygulaması: kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.
- Belek, F. (2018). *FeTeMM etkinliklerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarına, FeTeMM eğitim yaklaşımına ve fen öğretimine yönelik düşüncelerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Çanakkale.
- Biçer, A. (2019). *STEM yaklaşımına dayalı elektrik devre elemanları konusu öğretiminin 5. sınıf özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H. & Buluş-Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Büyükdede, M. & Tanel, R. (2018). İş-enerji ve itme-momentum konularına yönelik FeTeMM etkinliklerinin kavramsal anlama üzerine etkisi. *Diyalektolog Ulusal Sosyal Bilimler Dergisi*, 19, 379-395.
- Ceylan, Ö., Ermiş, G. & Yıldız, G. (2018). Attitudes of special talented students towards science, technology, engineering, mathematics (STEM) education. *International Congress on Gifted And Talented Education, November 1-3*, 64-76.
- Çakır, Z. (2018). *Montessori yaklaşım temelli STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adayları üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.

- Çevik, M. (2018). Proje tabanlı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve mesleki ilgilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Dumanoğlu, F. (2018). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Duygu, E. (2018). *Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM Farkındalıklarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Eroğlu, S. (2018). *Atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamalarının akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Gazibeyoğlu, T. (2018). *STEM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Güldemir, S. ve Çınar, S. (2017). Fen bilimleri öğretmenleri ve ortaokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *ULEAD 2017 Annual Congress: ICRE*.
- Gülen, S. ve Yaman, S. (2018). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM tabanlı ATBÖ yaklaşımı etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 1293-1322.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). Fen bilimleri dersine STEM entegrasyonu etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 40-59.
- Gülhan, F. & Şahin, F. (2018). Fen-teknoloji-mühendislik matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.

- Güven, Ç., Selvi, M. & Benzer, S. (2018). 7E öğrenme modeli merkezli STEM etkinliğine dayalı öğretim uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18) 73-80.
- İrkıçatal, Z. (2016). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve FeTeMM alguları üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Karcı, M. (2018). *STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının (STÖY) öğrencilerin akademik başarıları, meslek seçimleri ve motivasyonları üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Karışan, D. & Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik (STEM) uygulamalarının 6. Sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37-52.
- Keçeci, G., Alan, B. & Kırbag-Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18, 1-17.
- Konca-Şentürk, F. (2017). *FeTeMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilişsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Nağaç, M. (2018). *6. sınıf fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitiminin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Öcal, S. (2018). *Okul öncesi eğitime devam eden 60-66 ay çocuklarına yönelik geliştirilen STEM programının çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özçakır-Sümen, Ö. (2018). *Matematik dersinde uygulanan STEM etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının öğrenme ürünlerine etkileri*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Üniversitesi, Samsun.
- Özçelik, A. & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.

- Öztürk, S. C. (2018). *STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Sarıcan, G. (2017). *Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans Tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi- Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şahin, E. & Kabasakal, V. (2018). STEM eğitim yaklaşımında dinamik matematik programlarının (geogebra) kullanımına yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (STEMES'18) 55-62.
- Taştan, F. (2017). *STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yamak, H., Bulut, N. ve DüNDAR, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, A. & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B. & Selvi, M. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (STEMES'18) 47-54.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). STEM uygulamalarının kız öğrencilerin STEM tutum ve mühendislik algılarına etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(30), 842-882.
- Yılmaz, A., Gülgün, C. & Çağlar, A. (2017). 7. sınıf öğrencilerine "kuvvet ve enerji" ünitesinin STEM uygulamaları ile öğretimi: paraşüt, su jeti, mancık, akıllı perde ve hidrolik iş makinası (kepçe) yapalım etkinliği. *Journal of Current Researches on Educational Studies*, 7(1), 97-116.

