

Fen Eğitiminde Kullanılan STEM Uygulamalarının Değerlendirilmesi¹

Evaluation of STEM Applications Used in Science Education

Emine EREN², İlbilge DÖKME³

Makale Hakkında

Gönd. Tarihi:28.02.2022
Kabul Tarihi:25.09.2022
Yayın Tarihi:01.11.2022

Anahtar Kelimeler

STEM uygulamaları
Fen eğitimi
STEM eğitimi

Özet

Bu araştırmanın amacı 2014-2020 yılları arasında yayınlanan ve STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) uygulamalarının kullanıldığı ampirik çalışmaların incelenmesidir. Bu kapsamda yurt içinde yayımlanmış ve fen eğitiminde STEM uygulamalarını içeren araştırmalar taranmıştır. Tarama, Tübitak ULAKBİM, DergiPark ve Google Scholar adreslerinde, "STEM uygulamaları", "STEM etkinlikleri", "STEM atölye" "FeTeMM" ve "FeTeMM uygulamaları" anahtar kelimeleri ile yapılmıştır. Belirlenen dahil etme ve hariç tutma kriterleri doğrultusunda 40 çalışmanın incelenmesine karar verilmiştir. Araştırmanın amacına uygun çalışmalar incelenmek üzere sınıflandırılmıştır. Ardından çalışmalar yöntem, yayın yılı, örneklem grubu, uygulamalarda kullanılan araç-gereçler, uygulamalarda kullanılan öğretim modeli ve STEM uygulamalarının etkisinin araştırıldığı bağımlı değişkenler açısından incelenmiştir. Fen eğitiminde STEM uygulamalarının kullanıldığı ampirik çalışmaların son yıllarda artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmalarda büyük oranda nitel araştırma yöntemlerinin tercih edildiği görülmektedir. Öne çıkan diğer bir bulgu ise STEM uygulamaları ile gerçekleştirilen çalışmalarda büyük oranda kolay ulaşılabılır laboratuvar malzemelerinin kullanılmış olmasıdır. Bununla birlikte teknoloji tabanlı robotik uygulamaların kullanımının az olduğu ve tercih edilen robotik uygulamalarının ise birkaç programla sınırlı olduğu ulaşılan diğer bulgudur. STEM uygulamalarında tercih edilen öğretim modelinde ise mühendislik tasarımı döngüsünün sıkça tercih edildiği belirlenmiştir. STEM uygulamaları ile öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri, problem çözme becerileri, motivasyon, öz yeterlilik algıları, ilgi ve tutumlarında olumlu etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. STEM uygulamalarının fen eğitiminde daha yaygın kullanımı için rehber uygulama kılavuzlarının oluşturulması yararlı olacaktır. Fen eğitimi için STEM entegrasyonunun yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Abstract

The purpose of this study is to examine the empirical studies published between 2014-2020 and using STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) applications. In this context, studies published in the country and including STEM applications in science education were scanned. The search was carried out at Tübitak ULAKBİM, DergiPark, and Google Scholar with the keywords "STEM applications", "STEM activities", "STEM workshop" "STEM" and "STEM applications". It was decided to examine 40 studies in line with the specified inclusion and exclusion criteria. Studies suitable for the purpose of the research were classified to be examined. Then, the studies were examined in terms of method, publication year, sample group, tools and materials used in the applications, the teaching model used in the applications, and the dependent variables in which the effects of STEM applications were investigated. It has been determined that empirical studies using STEM applications in science education have increased in recent years. It is seen that qualitative research methods are mostly preferred in the studies. Another prominent finding is that easily accessible laboratory materials were used to a large extent in the studies carried out with STEM applications. However, it is another finding that the use of technology-based robotic applications is low, and the preferred robotic applications are limited to a few programs. It has been determined that the engineering design cycle is frequently preferred in the preferred teaching model in STEM applications. It has been determined that STEM applications have positive effects on students' academic achievement, scientific process skills, problem-solving skills, motivation, self-efficacy perceptions, interests, and attitudes. It would be useful to create application guides for more widespread use of STEM applications in science education. It is recommended to expanding STEM integration for science education.

Key Word

STEM application
Science education
STEM education

Atf için: For Citation

Eren, E. & Dökme, İ. (2022). Fen eğitiminde kullanılan STEM uygulamalarının değerlendirilmesi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 9(2), 669-681. DOI: 10.21666/muefd.1080617

¹ Bu makale XIV. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde bildiri olarak sunulmuştur

² 1. Doktora Öğrencisi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara/Türkiye- emine.eren1@gazi.edu.tr- ORCID No: 0000-0003-1222-3992

³ 2. Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara/Türkiye, ilbilgedokme@gazi.edu.tr- ORCID No: 0000-0003-0227-6193

Amerika Birleşik Devletleri'nin 1980'li yıllarda fen ve matematik eğitimini güçlendirme ihtiyacı ile başlayan ve 1990'lı yıllarda Ulusal Bilim Vakfı'nın (National Science Foundation) Science, Mathematic, Engineering, Technology kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasını "SMET" kullanmasıyla farklı disiplinlerin entegre olduğu yeni eğitim anlayışı ortaya çıkmıştır (Breiner, ve diğerleri, 2012; Sanders, 2009). Başlarda SMET olarak bilinen bu eğitim anlayışı sonraları telaffuzu daha güzel bulunan "STEM" olarak literatürde yer bulmuştur. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) eğitiminin popülerleşmesi Amerika'da iş dünyasında teknoloji, mühendislik gibi alanlarda bağımsız olma düşüncesi ve küresel rekabet gücünü elinde tutma ihtiyacına dayanmaktadır (Akgündüz ve diğerleri, 2015; Breiner ve diğerleri, 2012). Yeni iş gücünde araştırma, sorgulama, problem çözebilme ve disiplinlerarası düşünebilme gibi 21. yüzyıl becerilere sahip bireylere duyulan ihtiyaç artmaktadır (MEB, 2016; Ulutan, 2018). Eğitim sistemleri de bireylerin sahip olması gerekli becerileri edinebilmeleri için eğitim-öğretim programları tasarlamakta ve uygulamaktadır.

"STEM eğitimi, okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar tüm eğitim sürecini kapsayan disiplinlerarası bir yaklaşım olarak kabul edilmiştir." (Gonzales ve Kuenzi, 2012). "STEM, gerçek yaşamdaki problemleri çözmek amacıyla farklı disiplinlerin entegre edilmesi" olarak da tanımlanabilir (Breiner ve diğerleri, 2012; Sanders, 2009). STEM eğitimi, öğretimin her kademesinde yer bulmakla birlikte, her kademede dört disiplinin etkisi ve önceliği aynı oranda olmayabilir (Xie, Fang ve Shauman, 2015). Örneğin ilköğretim seviyesinde fen ve matematik alanlarına odaklanılırken daha ileri kademelerde teknoloji ve mühendislikle birlikte tüm alanlar belirginleşebilir (Xie, Fang ve Shauman, 2015). Mevcut durumda STEM tanımında ve öğrenmeye entegre etme yollarında henüz ortak bir noktada olduğumuz söylenemez. STEM eğitiminin uygulanmasında ve geliştirilmesinde belirli yöntemler önermek hala zordur (English, 2017). Ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı öncülüğünde hazırlanan raporlar, üniversiteler bünyesinde kurulan STEM uygulama laboratuvarları ve araştırma merkezleri STEM eğitime yönelik araştırmalara öncülük etmektedir. Eğitim fakültelerinde yapılan STEM odaklı çalışmalara bakıldığında sadece 13 üniversitede STEM laboratuvarının bulunduğu ve sadece beş üniversitede STEM araştırma merkezi-araştırma enstitüsü bulunduğu bilinmektedir (Çolakoğlu ve Gökben, 2017). Bu durum eğitim fakültelerinden mezun olan ve ilkököl, ortaokul ve lise kademelerinde öğretmen olarak görev alacak olan mezunların STEM eğitimi için yeterli bilgi ve beceriyle donatılmadığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Çolakoğlu ve Gökben, 2017). Öğretmenlerin STEM eğitimi konusunda kendilerini yeterli hissetmedikleri ve özellikle lisans eğitimlerini yetersiz bulduklarını belirleyen çalışmada (Yıldırım, 2020) bu durum için STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli önerilmiştir. Önerilen modelde STEM alan ve pedagoji bilgisinin geliştirilmesi, STEM okuryazarlığı, ders planı oluşturma, uygulama ve değerlendirme gibi önemli noktalarda öğretmenlere yetkinlik sağlanması amaçlanmıştır. STEM eğitime ve uygulamalarına ulaşılabilirlik git gide yaygınlaşsa da hala kısıtlı bir durumda olduğu söylenebilir. STEM uygulamalarının yaygınlaşabilmesi için bazı ön koşul durumlardan söz edilebilir. Örneğin doğası gereği bir STEM etkinliği/uygulaması birden fazla disiplinle ilişkili ve problem çözüme, yeni bir tasarım oluşturma gibi özelliklere sahip olmalıdır. Bu sebeple STEM etkinlik/uygulama planlamak, fen dersinin bir parçası haline getirmek özel bir çaba gerektirmektedir. Mevcut durumda derslerinde fen bilimleri kitabını takip eden öğretmenlerin kitapta yer alan etkinlikleri STEM için yeterli görmediği belirlenmiştir (Şirin, Tüysüz ve Oğuz, 2020). Öğretmenlerin ders kitabını takip etme yükümlülükleri görece vakit alan STEM uygulamalarını tercih etmelerinde çekimser davranmalarına sebep olabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte STEM etkinliklerinin/uygulamalarının kısıtlayıcı unsurlarından bir diğeri de sınıf mevcutları ve ders saatleridir. Eğitim öğretim takvimine uygun olarak ders kazanımlarının tamamlanması gerekmektedir. STEM etkinliklerinin yaygın şekilde uygulanması bu takvim için elverişli görülmemektedir. Örneğin fen bilimleri ders kitabında "birlikte tasarlayalım" etkinlikleri fen ve mühendislik uygulamaları içeren etkinliklerdir. Bu etkinliklerin yılsonu sergilenmek üzere tasarlandıkları ve her ünite için bir etkinlik olduğu görülmektedir. Bu durum süre kısıtlamasının bir örneğidir.

Milli Eğitim Bakanlığı 2018 yılında güncellediği öğretim programlarında "...üst bilişsel becerilerin kullanımına yönlendiren, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan, sağlam ve önceki öğrenmelerle ilişkilendirilmiş, diğer disiplinlerle ve günlük hayatla değerler, beceriler ve yetkinlikler çevresinde bütünleşmiş bir öğretim programları toplamı oluşturulmuştur." ifadeleriyle tüm programların ortak perspektifinin değerler ve yetkinliklerle bütünleşmiş bilgi, beceri ve davranışlara sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlamıştır (MEB, 2018). Fen öğretim programında doğrudan STEM eğitime ilişkin

öğrenme alanları ve beceriler bulunmasa da 2018 yılından güncellenen programda robotik, mühendislik uygulamaları ve disiplinlerarası çalışmalara vurgu yapıldığı görülmektedir (MEB, 2018; Ulutan, 2018). Fen öğretim programında alana özgü becerilerden biri olan mühendislik ve tasarım becerileri ile öğrencilerin, fen dersinde öğrendikleri bilgi ve kazandıkları becerileri kullanarak bir ürün oluşturma ve tasarlama için uygun stratejiler geliştirmesi beklenir (MEB, 2018). “Yeni Nesil Bilim Standartları” (Next Generation Science Standards-NGSS) mühendislik ve tasarımı üç alt beceri ile sınıflar; ilki, problemin tanımlanması ve sınırlandırılmasıdır. Burada mühendislik ve tasarım sonucunda ortaya çıkacak nihai ürünün hangi hedef veya kriterleri karşılayacak olduğu belirlenir. İkincisi, belirlenen probleme muhtemel çözümlerin geliştirilmesidir. Muhtemel çözümler için beyin fırtınası, ilk fikirlerin eskizleri, gelişen fikirlerin modellenmesi ürüne giden önemli adımlardan biridir. Üçüncüsü, en iyi çözümü tasarlama aşamasıdır. Neredeyse her mühendislik ve tasarım sürecinde birden fazla çözüm yolu mevcuttur burada en iyi ve optimal tasarımı yapmak ve onu geliştirmek esastır (NRC, 2012). Bu becerileri ışığında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları ile öğrencilerin günlük yaşamdan bir problemi belirleyebilmeleri ve buna yönelik çözüm üretebilecek bir ürün geliştirmeleri ve sunmaları beklenmektedir (MEB, 2018). Cumhurbaşkanlığı öncülüğünde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Gençlik ve Spor Bakanlığı, TÜBİTAK ve Türkiye Teknoloji Takımı işbirliği ile ülkemizde teknoloji üretme yeterliliği yüksek bireylerin yetiştirilmesi amacıyla Deneyap Teknoloji Atölyeleri’nin 81 ilde kurulması hedeflenmiştir. Bu atölyelerde ortaokul ve lise seviyesinde öğrencilerin girişimcilik, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, karmaşık problemleri çözme gibi becerilerin kazandırılması amaçlanmaktadır. Özellikle tasarım ve üretim, robotik kodlama gibi alanların olduğu eğitimler bir yönüyle STEM uygulamalarının kalkınma hedefindeki önemli yerine işaret etmektedir. Bu beceri ve uygulamalar STEM eğitiminin fen öğretimindeki uygulama alanları için oldukça uygun ve STEM eğitimi ile benzer amaçlar içerdiği söylenebilir.

Bu çalışmada amaç fen öğretiminde kullanılan STEM uygulamalarının neler olduğunu hakkında bir bakış açısı sunmaktır. Literatürde STEM eğitime ve uygulamalarına yönelik derleme çalışmaları bulunmakla birlikte (Çavaş ve diğerleri, 2020; Daşdemir, Cengiz ve Aksoy, 2018; Herdem ve Ünal, 2018) STEM uygulamalarına odaklı doküman incelemesine dayalı bir çalışmanın olmadığı görülmektedir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada fen öğretiminde kullanılan STEM uygulamalarının neler olduğu ve nasıl bir eğilim gösterdiğini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda verilen araştırma sorularına cevap aranmıştır.

Türkiye’de Fen eğitiminde STEM uygulamalarının kullanıldığı ampirik çalışmalarda;

- Yayın yılı, yöntemi, örneklem grubu, uygulamada kullanılan öğretim modeli nasıl bir dağılım göstermektedir?
- STEM uygulamalarında tercih edilen araç gereçler nelerdir?
- STEM uygulamalarındaki bağımlı değişkenler nelerdir?

Yöntem

Bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Doküman incelemesi, araştırma kapsamında incelenmesi hedeflenen olay ya da olgu hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin incelenmesi ve analizidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018, s.189). Bu çalışmada incelenen dokümanlar 2014-2020 yılları arasında yayınlanmış fen eğitiminde STEM uygulamalarını içeren ampirik araştırma makaleleridir.

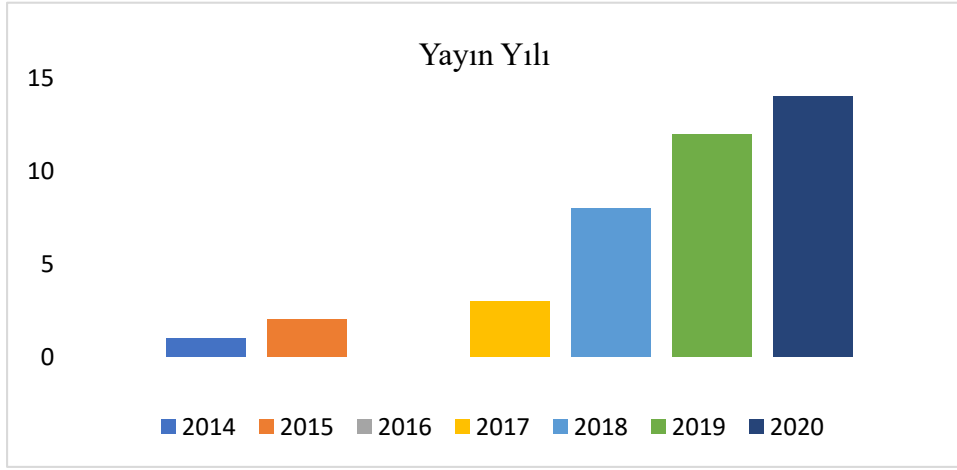
Araştırmada dokümanlara ulaşılması ve araştırma kapsamına dâhil edilecek dokümanların belirlenmesinde yayın sınıflama formu kullanılmıştır (Göktaş ve diğerleri, 2012). Yayın sınıflama formu bu araştırmanın amacına uygun olarak düzenlenmiştir. Araştırmaya dâhil edilecek makaleler TÜBİTAK ULAKBİM, DergiPark ve Google Scholar adreslerinde arama yapılarak belirlenmiştir. Bu veri tabanlarında, “STEM uygulamaları”, “STEM etkinlikleri”, “STEM atölye” “FeTeMM”, “FeTeMM uygulamaları” anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Bu tarama sonucunda 69 çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmalar iki aşamalı olarak incelenmiştir. Öncelikle başlık ve özet kısımları okunan ve uygun görülen çalışmalar belirlenmiştir. İkinci aşamada çalışmaların tamamıyla birlikte detaylı olarak yöntem ve uygulama kısımları incelenmiştir. Tarama sonucunda ulaşılan çalışmaların araştırma kapsamına dâhil edilmesinde şu kriterler göz önüne alınmıştır: a) çalışmanın 2014-2020 yılları arasında yayınlanmış olması, b) çalışmanın doğrudan fen eğitimi ile ilgili olması,

c) çalışmanın Türkçe yayınlanmış olması, d) çalışmanın örneklem grubunu ilkökul-ortaokul öğrencileri, fen bilimleri öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenlerinin oluşturması, e) kullanılan STEM uygulamaları hakkında açıklayıcı bilgiler içermesi, f) çalışmaların ampirik yöntemle yapılmış olmasıdır. Bazı çalışmaların sadece etkinlik geliştirme odaklı olduğu görülmüştür. Bu sebeple çalışmaların araştırmaya dâhil edilme kriterlerinden e ve f dikkate alınmıştır. Araştırmaya dâhil edilmeyecek çalışmalar belirlenirken dikkat edilen kriterler ise; a) yüksek lisans ya da doktora tezi olması, b) yayın dilinin Türkçe olmaması, c) kullanılan STEM uygulaması hakkında yeterince bilgi içermemesi, d) kongre ya da bilimsel toplantılarda sunulmuş bildiri veya poster olması durumlarında incelemeye dâhil edilmemiştir. Belirtilen kriterler ışığında 40 ampirik makale (kaynakça bölümünde “*” işaretiyle verilmiştir) inceleme için uygun görülmüştür.

Bulgular

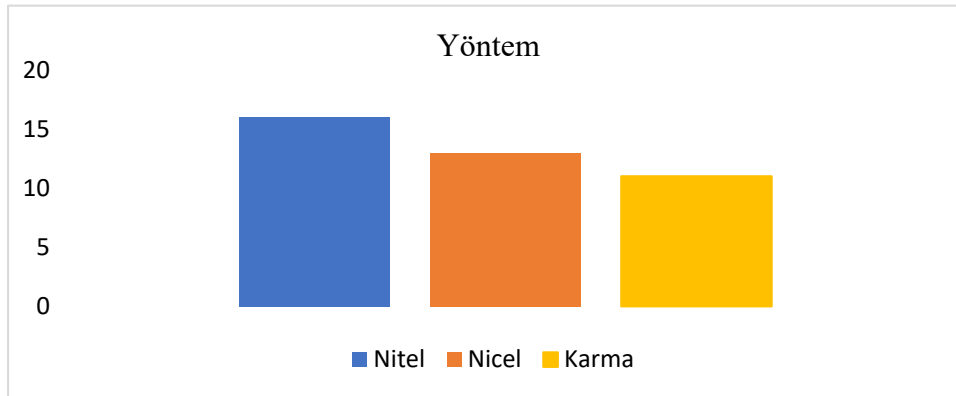
Bu bölümde ampirik STEM uygulamaları içeren 40 makaleye ilişkin yayın yılı, örneklem ve yöntem, kullanılan uygulamalar ve araştırmalardaki bağımlı değişkenlere ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

STEM uygulamalarını içeren çalışmaların yayın yıllarına göre dağılımı Şekil 1’de verilmiştir.



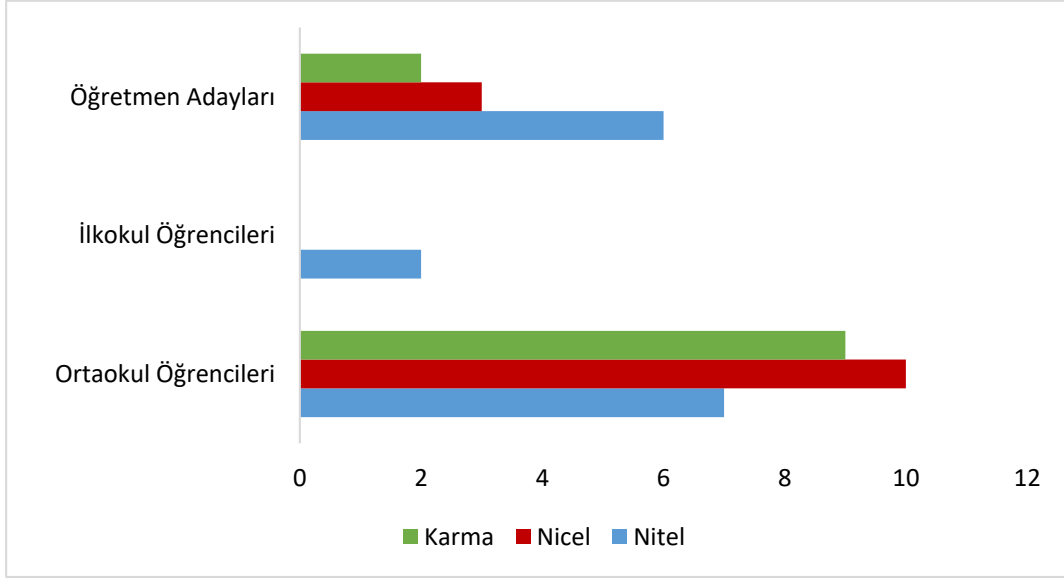
Şekil 1. Çalışmaların yayın yılına göre dağılımı.

Şekil 1’e göre STEM uygulamalarını içeren makalelerin 2018 yılında artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmaların en fazla 2019 ve 2020 yıllarında yayınlandığı görülmektedir. 2016 yılında bu araştırma odağına uygun görülen STEM uygulamalarını içeren yayınlanmış ampirik çalışmanın olmadığı dikkat çekmektedir. Araştırmalarda kullanılan bilimsel yöntemlere ilişkin sonuçlar Şekil 2’de verilmiştir.



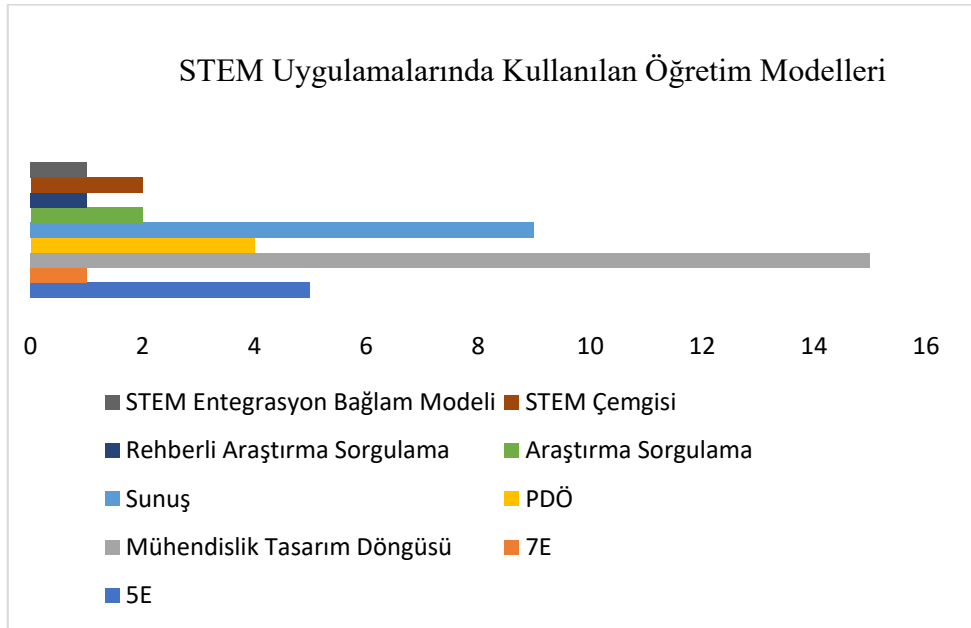
Şekil 2. Araştırmalarda kullanılan yöntemlerin dağılımı.

Şekil 2'ye göre yayımlanan çalışmalarda nitel, nicel ve karma araştırma yöntemleri kullanılmıştır. En fazla tercih edilen yöntemin nitel araştırma olduğu görülmektedir. İncelenen araştırmalarda, kullanılan yöntem ve örneklem gruplarına ait bulgulara Şekil 3'te yer verilmiştir.



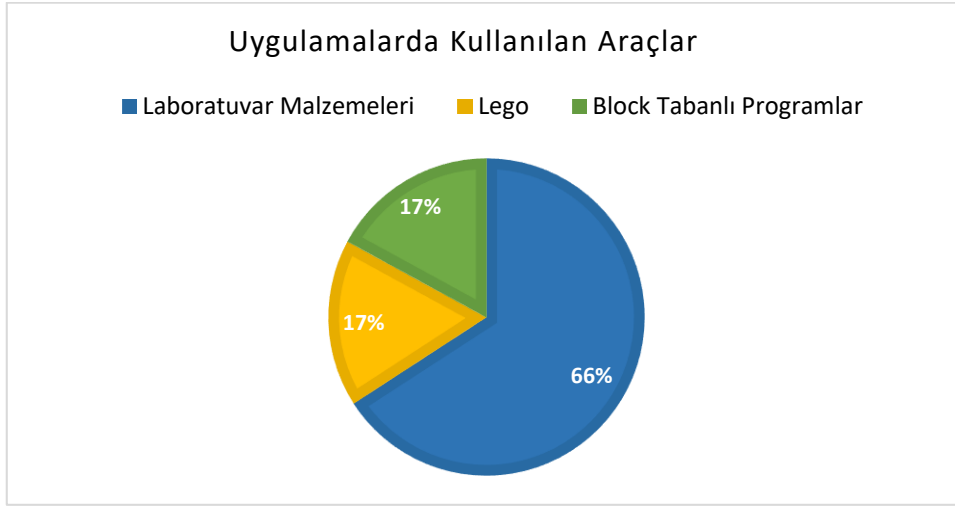
Şekil 3. Araştırmalarda yer alan örneklem grubu ve kullanılan yöntem dağılımı.

Şekil 3'e göre yayımlanan makalelerde örneklemin büyük oranda ortaokul öğrencilerinden oluştuğu görülmektedir. Ortaokul örnekleminde en fazla nicel araştırma yönteminin tercih edildiği belirlenmiştir. Çalışmalarda en fazla tercih edilen ikinci örneklem grubunun ise öğretmen adayları olduğu belirlenmiştir. Yine öğretmen adayları örnekleminde bakıldığında nitel araştırma yönteminin ve bu yönteme ait durum çalışması deseninin daha çok tercih edildiği belirlenmiştir. Örneklemini ilkökul öğrencilerinin oluşturduğu iki çalışmaya rastlanmıştır. Bu iki çalışmanın da nitel araştırma yöntemi ile gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Nitel araştırmalarda veri toplama aracı olarak daha çok görüşme ve günlükler tercih edilmiştir. Nicel araştırmalarda ise başarı testleri ve likert tipli ölçme araçlarının tercih edildiği belirlenmiştir. Şekil 4'te STEM uygulamalarında kullanılan öğretim modellerine ait sonuçlar yer almaktadır.



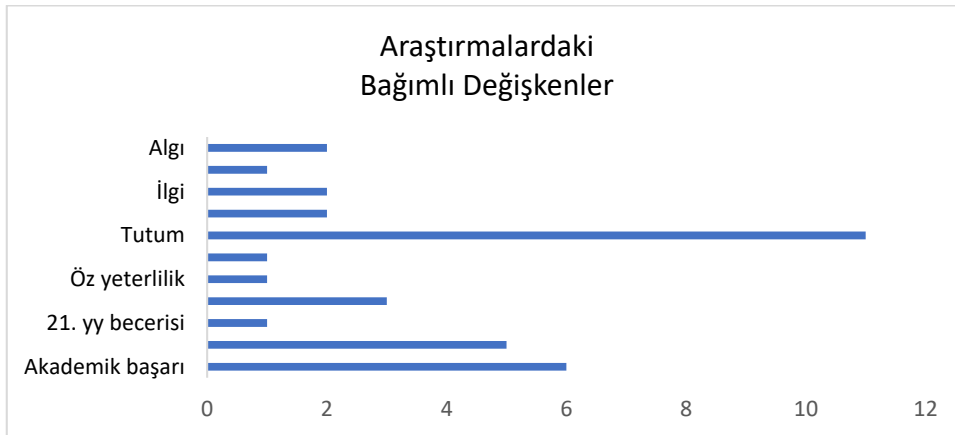
Şekil 4. Araştırmalarda kullanılan öğretim modeli dağılımı.

Şekil 4'e göre, çalışmalarda STEM uygulamaları tasarlanırken mühendislik tasarım sürecinin belirgin şekilde tercih edildiği görülmektedir. STEM uygulamalarında da büyük oranda bir problem durumu verilerek bunun çözümüne yönelik mühendislik tasarım sürecini takip eden bir uygulama tasarımının sıkça tercih edildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte herhangi bir ders tasarımı olmadan sunuş yoluyla STEM uygulamalarının yapıldığı çalışmaların sayısı da azımsanmayacak seviyededir. Etkinliklerde herhangi bir öğretim modelinin kullanılmadığı etkinliklerin sunuş yoluyla anlatıldığı ve ardından uygulandığı belirlenmiştir. İncelenen araştırmalardan sadece bir tanesinde STEM uygulamalarının 7E modeli ile gerçekleştirildiği görülmektedir. 7E ile benzer olan ve fen eğitiminde sıkça tercih edilen 5E modelinin de az sayıda çalışmada tercih edildiği belirlenmiştir. 5E modelinin kullanıldığı dört çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların üçünde nitel desenin (durum çalışması ve örnek olay) birinde ise nicel desenin (deneysel) tercih edildiği belirlenmiştir. Uygulamalarda kullanılan öğretim modellerinden bir diğerinin ise STEM çemgisi (STEM Cyline) olduğu görülmektedir. Bu model iki çalışmada tercih edilmiştir. Şekil 5'te STEM uygulamalarında kullanılan araç-gereçlere ilişkin sonuçlar yer almaktadır.



Şekil 5. Uygulamalarda kullanılan araç gereçler.

Şekil 5'e göre STEM uygulamalarının çoğunlukla laboratuvar malzemeleri gibi kolay ulaşılabilir (karton, makas, pet şişe, bant, vb.) araç gereçler kullanılarak yapıldığı görülmektedir. İncelenen ampirik çalışmaların uygulamalarında kolay ulaşılabilir malzemelerin yanı sıra robotik uygulamalarının da kullanıldığı belirlenmiştir. Kullanılan robotik uygulamalarının benzer oranda blok tabanlı kodlama programları ve LEGO programı olduğu belirlenmiştir. Bir çalışmada hem blok tabanlı hem de LEGO setinin kullanılması nedeniyle Şekil 5'te LEGO programının yüzdelik alanı daha fazla görünmektedir. İncelenen ampirik çalışmalarda STEM uygulamalarının bağımlı değişkenlerine ilişkin dağılım Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Uygulamalarda yer alan bağımlı değişkenlerin dağılımı.

Şekil 6'ya göre STEM uygulamalarının bağımlı değişken olduğu çalışmalarda bilişsel etkinin belirlendiği çalışmalar daha çok akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve problem çözme becerisi olduğu görülmektedir. STEM uygulamalarının psikometrik etkilerinin belirlendiği çalışmalarda ise tutum ve motivasyon belirlemenin ön planda olduğu görülmektedir. Bununla birlikte farkındalık, ilgi ve öz yeterliliğe etkisinin araştırıldığı belirlenmiştir. İncelen çalışmalarda ampirik bir uygulama yapıp sadece katılımcı görüşlerinin incelendiği çalışmaların da olduğu belirlenmiştir.

Tartışma

Bu çalışmada fen eğitiminde STEM uygulamalarının yapıldığı ampirik çalışmalar incelenmiştir. STEM uygulamalarının Türkiye ve fen eğitimi ekseninde nasıl kullanıldığına ilişkin bir bakış açısı sunmak amaçlanmıştır. Bu bakış açısı bize fen eğitiminde STEM'i nasıl uyguladığımızla birlikte STEM'i nasıl anladığımızı da gösterecektir. Çalışmaların yayın yılının, yönteminin, örneklem grubunun nasıl bir dağılım izlediği ile birlikte STEM uygulamalarına yön veren öğretim modelinin ve uygulamalarda kullanılan araç-gereçlerin neler olduğu tartışılmıştır.

2018 yılında güncellenen fen öğretim programında mühendislik ve tasarım becerilerine yapılan vurgu ile fen bilimleri ve mühendislik, matematik, teknoloji disiplinlerinin bütünleştirilmesi amacının (MEB, 2018) araştırma sayılarındaki artışın nedenlerinden biri olduğu düşünülmektedir. Bu artışla birlikte çalışmaların en fazla 2019 yılında yapıldığı belirlenmiştir. 2020 yılında az da olsa bir düşüş olduğu dikkat çekmektedir. 2020 yılının başlarında etkisini arttıran ve eğitim öğretim faaliyetlerini doğrudan etkileyen COVID-19 salgını sebebiyle okullarda yüz yüze eğitime ara verilmiştir. STEM uygulamalarının çoğunlukla gruplar halinde ve işbirlikli çalışmalarla yapılıyor olması ve öğrencilerin okul ortamında bir araya gelemiyor olması çalışma sayısının azalmasında bir etken olduğu düşünülmektedir.

STEM uygulamalarında kullanılan araştırma yöntemlerine bakıldığında en sık tercih edilen yöntemin nitel araştırmalar olduğu görülmektedir. Sadece fen alanında değil diğer alanlardaki STEM çalışmalarında da nitel araştırma yöntemlerinin sıkça tercih edildiğini destekleyen benzer bulgular mevcuttur (Elmalı ve Balkan Kıyıcı, 2017). Verilerin analizinde ise nicel çalışmalarda parametrik testlerin, nitel çalışmalarda ise içerik analizi ve betimsel analiz tekniklerinin daha çok kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışmaların genellikle nitel ve görüş belirleme amacıyla yapılmış olması bu tekniklerin sık kullanımını açıklamaktadır. Ortaokul örneğinde en fazla nicel araştırma yönteminin tercih edildiği belirlenmiştir. Ortaokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri için tercih edilmelerinin birden fazla sebebi olabilir. Bu örneklem grubunda öğrencilerin soyut düşünebilme, tasarım yapabilme, kodlama ve robotik programlarını kullanabiliyor olmaları bu sebeplerden bazılarıdır. Ayrıca ortaokul seviyesindeki örneğin daha fazla tercih edilmesinin bir başka nedeni fen öğretim programında benimsenen sarmal yaklaşımla konu ve kazanımların sınıf seviyeleri arttıkça genişliyor olması olabilir. Çalışmalarda en fazla tercih edilen ikinci örneklem grubunun ise öğretmen adayları olduğu belirlenmiştir. Yine fen öğretim programına bakıldığında öğretmenin rolünün “öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünleştirilmesi için rehberlik yaparak öğrencileri üst düzey düşünme, ürün geliştirme, buluş ve inovasyon yapabileme seviyesine ulaştırmaktır” olarak tanımlandığı görülmektedir (MEB, 2018). Burada fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının bütünleştirilmesinde rehber konumunda olan öğretmenler için STEM uygulamalarının ve bu alandaki araştırmaların önemi ortaya çıkmaktadır.

STEM uygulamalarında kullanılan öğretim modellerine bakıldığında mühendislik tasarım sürecinin sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. STEM uygulamalarında da büyük oranda bir problem durumu verilerek bunun çözümüne yönelik mühendislik tasarım sürecini takip eden bir uygulama tasarımının sıkça tercih edildiği belirlenmiştir. Literatürde mühendislik ve tasarım süreçleri gerçek bir problemi ortaya çıkarabilmek ve çözüm üretebilmek için STEM uygulamalarına oldukça uygun görülmektedir (Carberry ve McKenna, 2014). Mühendislik ve tasarım süreci adımları fen öğreniminde motivasyonu sağlama yönüyle tercih edilmektedir (Okulu ve Ünver, 2021). Bununla birlikte herhangi bir ders tasarımı olmadan sunuş yoluyla öğretim ve STEM uygulamalarının yapıldığı çalışmaların sayısı da azımsanmayacak seviyededir. Etkinliklerde herhangi bir öğretim modelinin kullanılmadığı etkinliklerin sunuş yoluyla anlatıldığı ve ardından uygulandığı belirlenmiştir. Bu uygulamalar sonucunda öğrencilerin fen dersine yönelik tutumlarının olumlu yönde geliştiği ve uygulamaların STEM beceri düzeylerinin gelişimine anlamlı katkılar sağladığı, akademik başarıya olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. İncelenen 40 araştırmadan sadece bir tanesinde STEM uygulamalarının 7E modeli ile

gerçekleştirildiği görülmektedir (Güven, Selvi ve Benzer, 2018). Bu çalışmada STEM uygulaması kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme konusu özelinde tasarlanmıştır. Ortaokul 7.sınıf düzeyinde öğrencilerle STEM uygulamalarının akademik başarıya etkisi araştırılmış ve olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. 7E ile benzer olan ve fen eğitiminde sıkça tercih edilen 5E modelinin de az sayıda çalışmada tercih edildiği belirlenmiştir (Çilek, 2019; Gülhan ve Şahin, 2018; Şahin, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015). Bu modelin tercih edildiği çalışmalarda STEM uygulamalarına yönelik görüş belirleme ve laboratuvar dersi başarısına etkisi araştırılmıştır. Araştırma bulgularında STEM uygulamalarına yönelik görüşlerin ve tutumların olumlu, olduğu aynı zamanda akademik başarıya da pozitif etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Uygulamalarda kullanılan öğretim modellerinden bir diğerinin ise STEM çemgisi (STEM Cyline) olduğu görülmektedir. Bu model iki çalışmada tercih edilmiştir (Karakaya, Yantırı, Yılmaz ve Yılmaz, 2019; Özcan ve Koca, 2019). STEM çemgisinin kullanıldığı uygulamalara baktığımızda akademik başarı ve STEM'e yönelik tutum ölçülmüş ve olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Yine STEM çemgisinin kullanıldığı çalışmada bilindik yani gerçek yaşam problemleri verilmiş ve bu problemlerin çözümüne yönelik etkinlikler ve uygulamalar yapılmıştır. Katılımcı öğrencilerin görüşlerinin olumlu yönde olduğu belirlenmiştir. Probleme dayalı öğrenme modelinin tercih edildiği STEM uygulamalarında 6.sınıf seviyesinde akademik başarıya olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Ergün ve Balçın, 2019). Öğretmen adayları ile yapılan çalışmada görüşlerin olumlu yönde olduğu ve STEM uygulamalarını merak uyandırıcı ve eğlenceli bulduklarını aynı zamanda STEM uygulamalarını fen derslerine entegre etmede istekli oldukları da diğer bulgular arasındadır. Rehberli araştırma ve sorgulama modeli ile tasarlanan STEM uygulamalarının yapıldığı çalışmada (Keçeci, Alan ve Zengin, 2017) kodlama için 5. Sınıf seviyesinde öğrencilerin oyun tabanlı kodlama etkinlikleri ile bilgisayarın eğitimde kullanılmasını eğlenceli bulmuştur. Öğrencilerin büyük çoğunluğu fen etkinliklerini ödev verilmediği halde eve gittiklerinde de tekrar yaptıkları belirlenmiştir.

STEM eğitiminin amaçlarından biri de 21. yüzyıl becerilerini kullanarak bilgiyi ürüne dönüştürebilmek ve bir problemi çözebilecek tasarım yapabilmektir (Akgündüz, 2016). Bu amaç doğrultusunda STEM uygulamaları gerçekleştirilmelidir. İncelenen çalışmalarda mühendislik ve tasarım döngüsünün ve ürün oluşturma sürecinin sıkça tercih edilmesinin sebeplerinden biri de budur. STEM uygulamalarında her bileşenin yani fen, mühendislik, matematik ve teknoloji bileşenlerinin birlikteliği önemlidir. Bu bileşenlerin uygulamada günlük yaşamdaki bir problemin çözümü için kullanılması amaçlanır. Özellikle teknoloji bileşeninin uygulamalara entegre edilmesinde çeşitli programların kullanıldığı belirlenmiştir. Robotik STEM uygulamaları 2000'li yıllardan itibaren popülerleşmeye başlayarak robotik yarışmaların düzenlendiği ve eğitsel robotiğin öğrenmeyi olumlu etkilediği bilinmektedir (Eguchi, 2016). Bu araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda fen eğitimi bağlamında STEM uygulamalarında robotik ve kodlamanın olduğu uygulamaların laboratuvar malzemeleri kullanılan uygulamalara oranla daha az olduğu belirlenmiştir. Robotik ve kodlama tabanlı uygulamaların az olmasının nedeni bu uygulamaların kullanılabilmesi için belirli ölçüde kodlama bilgisi ile birlikte bilgisayar ve internet altyapısı gerektiriyor olmasıdır. Bununla birlikte belli bir maliyeti olan Arduino gibi bir mikro denetleyiciye ihtiyaç duyulması da robotik uygulamaların az tercih edilmesi sebepleri arasındadır. Tüm bu etkenler robotik uygulamalarının daha az tercih edilmesinin sebepleri olarak gösterilebilir. Bununla birlikte kullanılan robotik uygulamalarına bakıldığında benzer oranda blok tabanlı kodlama programları ve Lego programının tercih edildiği belirlenmiştir. Lego Mindstorms uygulamasının kullanıldığı çalışmada ortaokul düzeyinde STEM becerilerine olumlu etkileri belirlenmiş ancak fen ve teknoloji dersine yönelik tutumun anlamlı derecede farklılaşmadığı belirlenmiştir (Acar ve diğerleri, 2019). Burada uygulamanın üç hafta ile sınırlı olduğu göz önüne alındığında robotik uygulamalar için daha fazla süre gerekebileceğini ulaşılan sonuçlardan bir diğeridir. Benzer şekilde ortaokul düzeyinde yapılan başka bir uygulamada 8 hafta süreyle Lego Mindstorms kullanılarak yürütülen çalışmanın bulguları, katılımcıların bilimsel süreç becerileri ve fen dersine yönelik motivasyonlarını artırdığını belirlemiştir (Şenol ve Büyük, 2015). Lego Mindstorms ile yürütülen diğer çalışmalarda incelendiğinde uzun süreli planlanan etkinliklerin bulgularının anlamlı farklılıklar ortaya çıkardığı görülmüştür (Dedetürk, Kırmızıgül ve Kaya, 2019; Erdoğan, Toy ve Kurt, 2020; Uşengül ve Bahçeci, 2020). Bu durum robotik uygulamalar için uygulama süresinin etkili olduğunu göstermektedir. Literatürde robotik ve kolay ulaşılabilir malzemelerle yapılan STEM etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada her iki durumda da öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir. Robotik unsurların vazgeçilmez bir unsur olmadığı ancak robotik uygulamaların öğrencilerin akademik benliklerine olumlu katkılar sağladığı belirlenmiştir (Koç, 2019).

STEM uygulamaları, bağımlı değişkenler açısından incelendiğinde fene yönelik tutum ve motivasyon gibi etkilerinin incelendiği çalışmalar az olmakla birlikte daha çok STEM'e yönelik tutum ve görüş belirleme yönünde bir eğilim olduğu görülmektedir. Uygulamaların STEM'e ve fene yönelik tutum, motivasyon, yeterlilik gibi duyuşsal etkilerinin genellikle olumlu yönde olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda STEM etkinliklerinin bağımsız değişken olduğu çalışmalarda tutum ve akademik başarının bağımlı değişken olarak tasarlandığı belirlenmiştir. Bu çalışmaların bulguları göstermektedir ki STEM uygulamaları akademik başarıyı ve tutumu olumlu yönde etkilemektedir. STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının öz yeterliliklerine (Öztürk, Tüzün ve Yıldırım, 2019), STEM farkındalıklarına (Gürsoy ve Çinici, 2019), problem çözme becerilerine (Özkızılcık ve Cebesoy, 2020), bilimsel süreç becerilerine (Gökbayrak ve Karışan, 2017) olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Hem STEM'e yönelik hem de fene yönelik olumlu görüşlerin belirlendiği çalışmaların da olduğu görülmektedir (Erdoğan, Toy ve Kurt, 2020; Sarı ve Yazıcı, 2020; Üçüncüoğlu ve Altan, 2018; Yenikalaycı ve Harman, 2020; Yıldırım, 2019). Özkızılcık ve Cebesoy'un (2020) gerçekleştirdiği karma araştırmada öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini olumlu yönde geliştirdiği ve öğretmen adaylarının FeTeMM'i fen derslerine entegre etme konusunda istekli oldukları belirlenmiştir. İncelenen çalışmaların büyük bir bölümünün STEM etkinliklerine yönelik görüş belirleme amacıyla yapıldığı belirlenmiştir. Bu durum STEM eğitimi hakkında henüz yeterli ve yaygın bir deneyime sahip olunmadığı ve çalışmaların genellikle fen eğitimi yönüyle uygulama deneyimi ve buna ilişkin görüşlerin değerlendirilmesi aşamasında bulunduğu şeklinde yorumlanmıştır. STEM uygulamaları ile fen öğrenimi arasındaki ilişkiyi araştıran daha fazla ampirik çalışmalara ihtiyaç olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında 40 araştırmanın incelenmesi sonucunda STEM uygulamalarına yönelik bazı öneriler sunulmuştur:

STEM uygulamalarının fen öğretiminde daha yaygın kullanılmasında ve fen öğretimine entegre edilmesinde öğretmen ve öğretmen adaylarının kilit bir role sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple öncelikle öğretmen adaylarından başlanarak fen dersine entegre STEM eğitimlerinin verilmesi önerilmektedir. Nasıl ki fen öğretiminde laboratuvar uygulamaları hayati öneme sahiptir ve öğretmen adayları üniversite eğitiminde laboratuvar uygulamaları dersini zorunlu olarak almakla birlikte STEM uygulamaları için de zorunlu derslerin olması faydalı olacaktır. STEM uygulamalarının nasıl olması gerektiğine ilişkin belirsizliğin önüne geçecek olan bu öneri uygulamaların yaygınlaşması adına önemlidir. Araştırma bulguları sonucunda görülmektedir ki STEM uygulamalarına katılan öğretmen adaylarının uygulamaların nasıl yapılacağı konusunda endişe, korku ve öz yetersizlik duyguları bulunmaktadır. Bilinmeyen ya da anlaşılamayan bir durumda bu duygular olağandır. Kısa vadede bu duruma iyi gelecek çözümlerden biri de STEM uygulamaları havuzu oluşturulmasıdır. Fen eğitimi için oluşturulmuş uygulama havuzunda öğretmenler için sınıflarında uygulayabilecekleri açıklayıcı etkinliklere yer verilebilir. Öğretmen adayları için Fen eğitiminde STEM uygulamaları için lisans dersleri önerilmektedir. STEM uygulamalarına yönelik olumsuz duyguların aşılabilmesine yardımcı olacak müdahalelerin yeni ampirik çalışmalarda araştırılması önerilmektedir.

21. yüzyıl becerilerine sahip olmak kaçınılmaz ve ertelenemez bir gerekliliktir. Bu beceriler okullar aracılığı ile bireylere kazandırılacaktır. Bu sebeple okullardaki derslerin tasarımı da artık değişmeye ve disiplinlerarası bir bakış açısına evrilmek zorundadır. Öğretim programına fen mühendislik ve girişimcilik uygulamaları gibi STEM uygulamalarını ve amaçlarını tanımlayan bir başlık eklenebilir. "Eğitim kalitesinin öğretmenlerinin kalitesini aştığı tek bir yer yoktur" (Schleicler, 2019) sözünden hareketle hem mesleki eğitimlerde hem de eğitim fakültelerinde fen eğitimine entegre edilmiş STEM modelinin bir an önce benimsenmesi ve uygulanması için öncelikle öğretmen ve öğretmen adaylarının eğitilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D. (2016). STEM'i rahat bırakın: Türkiye'de STEM adına yapılan hatalar ve öneriler [Blog mesajı]. <https://www.egitimpedia.com/> adresinden erişilmiştir.
- Altan, E. B., & Üçüncüoğlu, İ. (2018). Fen bilimleri öğretmen adayları için STEM odaklı laboratuvar uygulamaları etkinliği: sağlıklı yaşam modülüne yönelik değerlendirmeler. *Uluslararası Beşeri*

- Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 4(9), 329-347.
- Aydın, E., & Karıslı, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52.
- Breiner, J. M., Johnson, S. S., Harkness, C. C. & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bybee., R. (2013). The case for STEM education: challenges and opportunities. National Science Teachers' Association. Arlington: NSTA Press.
- Carberry, A.R. & McKenna, A, F (2014). Exploring student conceptions of modeling and modeling uses in engineering desing. *Journal of Engineering Education*, 103(1), 77-79.
- Çavaş, P., Ayar, A., S. B., Turuplu, & Gürcan, G. (2020). Türkiye’de STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmaların durumu üzerine bir çalışma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 823-854.
- Çınar, S. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik eğitsel robotik destekli STEM kursu. *Electronic Turkish Studies*, 15(7).
- Çilek, E. (2019). Atmosferdeki sıcaklık değişiminde rol oynayan gazların etkisi: Bir stem etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 9(2), 109-131.
- Çolakoğlu, M. H., & Gökben, A. G. (2017). Türkiye’de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 46-69.
- Damar, A., Durmaz, C., & Önder, İ. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fetemm uygulamalarına yönelik tutumları ve bu uygulamalara ilişkin görüşleri. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 1(1), 47-65.
- Daşdemir, İ., Cengiz, E., & Aksoy, G. (2018). Türkiye’de FeTeMM (STEM) eğitimi eğilim araştırması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1161-1183.
- Dedetürk, A., Kırmızıgül, A. S., & Kaya, H. (2020). “Ses” konusunun STEM etkinlikleri ile öğretiminin başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-28.
- Doğan, A., Aydın, E., & Kahraman, E. (2020). STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algılarına etkisinin incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 5(2), 123-144.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699
- Elmalı, Ş. & Balkan Kıyıcı, F. (2017). Türkiye’de yayımlanmış FeTeMM Eğitimi ile ilgili çalışmaların incelenmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 684-696.
- English, L.D. (2017). Advancing elementary and middle school stem education. *International Journal of Science and Mathematics Education* 15, 5–24 <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>
- Erdoğan, Ö., Kurt, M., & Toy, M..(2020). Robotik uygulamaların fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 117-137.
- Ergün, A., & Balçın, M. D. (2019). Probleme dayalı FeTeMM uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 4(1), 40-63.
- Gazibeyoğlu, T. & Aydın, A. (2020). Stem uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 724-752.
- Gonzalez, H. B., & J. J. Kuenzi. (2012). *Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Göktaş, Y., Küçük, S., Aydemir, M., Telli, E., Arpacık, Ö., Yıldırım, G., & Reisoğlu, İ. (2012). Türkiye’de eğitim teknolojileri araştırmalarındaki eğilimler: 2000-2009 dönemi makalelerinin içerik analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(1), 177-199.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). STEAM (STEM+ SANAT) Eğitime yönelik etkinlik uygulaması: Aynalar ve Işık. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 8(2), 111-126.
- Gürsoy, G. & Çinici, A. (2019). Bilim şenliği etkinliğinin fen bilgisi öğretmen adaylarının stem farkındalığına etkisi. *Journal of History School*, 43, 1480- 1502.

- 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, 73-80.
- 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).
- Kahraman, E., & Doğan, A. (2020). STEM etkinliklerine yönelik ortaokul öğrencilerinin görüşleri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 4(1), 1-20.
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G., & Yılmaz, M. (2019). İlkokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkında görüşlerinin belirlenmesi: 4. sınıf örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2019(13), 1-14.
- 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.
- Kayahan, İ., Mısır, M. E., Küpeli, M. A., & Fırat, A. (2018). 5. sınıf fen bilimleri dersi yer kabuğunun gizemi ünitesinin öğretiminde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisi ve akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 64-78.
- Keçeci, G., Alan, B., & Kırbağ Z., F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 3925-2.
- Koç, A. (2019). Okul öncesi ve temel fen eğitiminde robotik destekli basit malzemelerle yapılan STEM uygulamalarının karşılaştırılması. (Yayımlanmamış doktora tezi) Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Kayseri.
- Koç, A., & Büyük, U. (2015). Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: ROBOLAB. *Turkish Studies (Elektronik)*, 10(3), 213-236.
- Korkmaz, Ö., Acar, B., Çakır, R., Erdoğmuş, F. U., & Çakır, E. (2019). Eğitsel robot setleri ile fen ve teknoloji dersi basit makinalar konusunun ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin stem beceri düzeylerine ve derse dönük tutumlarına etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 9(2), 372-391.
- Marrero, M., Gunning, A., & Germain-Williams, T. (2014). What is STEM Education? *Global Education Review*, 1(4), 1-6.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vélchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- MEB. (2016). *STEM eğitimi raporu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı - Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEGİTEK)
- MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- National Research Council (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- Okulu, H. Z. & Oğuz Ünver, A. (2021). Mühendisliğin STEM eğitimine entegrasyonunda kuramsal bir inceleme. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [MSKU Journal of Education]*, 8(2), 545-558. DOI: 10.21666/muefd.841152.
- Ozan, F. & Sağır, Ş. U. (2020). FeTeMM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi. *Journal of STEAM Education*, 3(2), 32-43.
- Ozan, F., & Uluçınar S. Ş., (2019). Kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesine yönelik FeTeMM etkinlikleri geliştirilmesi. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 9(1), 52-66.
- Özalp, D., & Ayar, M. (2020). Protez kuyruklar ve biyoplastik konulu mühendislik etkinliklerinin değerlendirilmesi: 6. sınıf mühendislik eğitimi örneği. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 23-46.
- Özcan, H., & Koca, E. (2019). STEM yaklaşımı ile basınç konusu öğretiminin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 44(198).
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.
- Özkul, H., & Özden, M. (2020). Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş stem uygulamalarının ortaokul

- öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM meslek ilgilerine etkisinin incelenmesi: bir karma yöntem araştırması. *Eğitim ve Bilim*, 45(204).
- Özkızılcık, M., & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli fetemm etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve fetemm öğretimi yönelimlerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 177-204.
- Öztürk, N., Tüzün, Ö. Y., & Yıldırım, B. Ç. (2019). Öğretmen adaylarının STEM (FTMM) konularının öğretimine yönelik inanç ve görüşlerinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9(4), 649-665.
- Pekbay, C., Saka, Y. & Kaptan, F. (2020). Ortaokul öğrencilerinin yeşil mühendislik STEM etkinlikleri ile ilgili görüşleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 840-857. 10.17679/inuefd.684513.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sarı, D., & Katrancı, M. (2020). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Turkish Journal of Primary Education*, 5(2), 119-132.
- Sarı, U., & Yazıcı, Y. Y. (2020). STEM eğitimi ve Arduino uygulamaları hakkında öğretmen adaylarının görüşleri. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(2), 246-261.
- Şahin, E. (2018). Üstün/Özel yetenekli öğrencilerin STEM eğitim yaklaşımına ve bir STEM materyali olarak Algodoo'ya yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(26), 258-280.
- Şimşek, F. (2019). FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1-1.
- Şirin, G. T., Tüysüz, M. & Oğuz, K. (2022). Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer alan etkinliklerin STEM etkinliklerine uygunluğuna dair öğretmen görüşleri. *Van Yüzüncüyıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 354-386.
- Schleicler, A. (2019). *Dünya okulu: 21.yüzyılın okul sistemi nasıl kurgulanmalı*. İstanbul:Mentora
- Ulutan, E. (2018). *Dünya eğitim trendleri ve ülkemizde STEM öğrenme etkinlikleri: Meb K-12 okulları örneği*. Eğitim Teknolojileri Geliştirme ve Projeler Daire Başkanlığı.
- Uşengül,L. & Bahçeci, F. (2020). Robotik destekli fen eğitiminin fen bilimleri dersine yönelik tutuma etkisi. *International Social Sciences Studies Journal*, 6(68), 3694-3700.
- Yamak, H., Bulut, N., & 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.
- Yenikalaycı, N., & Harman, G. (2020). Arduino ile kara şimşek uygulamasına yönelik fen bilgisi öğrencilerinin görüşleri. *Trakya Eğitim Dergisi*, 10(3), 704-725.
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 63-90.
- Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 70-98
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2).
- Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). STEM uygulamalarının kız öğrencilerin STEM tutum ve mühendislik algılarına etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 842-884.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınları.
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K.(2015). STEM education. *Annual Review of Sociology*, 41, 331-357.

Extended Abstract

Introduction

STEM applications are receiving increasing attention from science education community in recent years. A simple definition of STEM education is the combination of all or a few of the disciplines of Science, Technology, Engineering, and Mathematics to learn a subject (Marrero et al., 2014). The main purpose of STEM is the integration of different disciplines to solve real-life problems (Breiner et al., 2012; Sanders, 2009). Discussions continue about how STEM should be applied in education (Aguilera, Perales-Palacios, & Vélchez-González, 2019).) These differences of opinion can also cause differences in practices. This study aims to determine how STEM practices are carried out in science education in Turkey. As a result, the current research asks the following question: "What is the status of STEM practices in empirical science education research in Turkey?"

Methodology

The aim of this study is to determine the status of STEM applications in empirical studies. In this direction, a literature search was conducted in TübitakULAKBİM, DergiPark, and Google Scholar with relevant keywords (e.g., "STEM applications", "STEM activities", "STEM workshop", "STEM"). A total of 40 articles were included. Methods of empirical STEM applications, publication year, tools used in applications, teaching strategies preferred in application design, and dependent variables in empirical research were examined.

Findings and Discussion

According to our findings, it is clear that researches on STEM applications have increased in recent years. As another finding, it is determined that STEM applications have been used as the activities based on engineering and design-based ones in science education. It is seen that the lab materials (easily accessible ones) are often preferred during the application. It is determined that some applications consisting of robotic coding are preferred less. The most researched variables in the effects of STEM applications are cognitive success and motivation of the participants. It has been determined that there is a need for more empirical studies investigating the relationship between STEM applications and science learning.

*Yazarlar bu makaleye eşit oranda katkı sağladıklarını beyan ederler.