



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM TEMELLİ
ETKİNLİKLER HAZIRLAMA SÜRECİNİN VE
ETKİNLİKLERİN STEM FARKINDALIĞINA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

ŞANS BAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

ORDU 2023

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

ŞANS BAŞ

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM TEMELLİ ETKİNLİKLER HAZIRLAMA SÜRECİNİN VE ETKİNLİKLERİN STEM FARKINDALIĞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ŞANS BAŞ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 112 SAYFA

TEZ DANIŞMANI: Dr. Öğretim Üyesi Fatma Nur BÜYÜKBAYRAKTAR

Araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM temelli etkinlik tasarlama süreçlerinin ve STEM farkındalık düzeylerinin incelenmesidir. Araştırmada nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem benimsenmiştir. Araştırmanın örneklemini, 2021-2022 eğitim ve öğretim yılında Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi fen bilgisi öğretmenliği lisans programında 2. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 33 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM temelli etkinlik tasarlama süreçlerinin incelenmesi için Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği kullanılmıştır. STEM farkındalık düzeylerinin incelenmesi için ise STEM etkinlikleri öncesinde ve sonrasında, FeTeMM Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. Fen bilimleri dersi 8. sınıf basınç ünitesi kazanımlarıyla bağlantılı olarak üç farklı STEM etkinlik modülü hazırlanmıştır. Öğretmen adayları modüllerde belirtilen örnek durumdan hareketle çalışma gruplarıyla birlikte tasarımlarını hazırlamışlar ve modüldeki soruları cevaplandırmışlardır. Bu süreçte tüm etkinlikler fotoğraflanmıştır. STEM etkinlik modüllerine verilen yanıtlar ve fotoğraflar araştırmanın nitel veri setini; farkındalık ölçeklerine verilen yanıtlar nicel veri setini oluşturmuştur. Nitel verilerin analizinde, analitik rubrik üzerindeki puanlama iki araştırmacı tarafından yapılmıştır. Farklı değerlendirmeler için aritmetik ortalamalar alınmış ve ölçme sonuçlarının güvenilirliğini sağlamak amacıyla güvenilirlik analizi formülü kullanılmıştır. Nicel verilerin analizi SPSS Statistics 21 programı aracılığıyla yapılmıştır. Nitel analizin sonucuna göre; fen bilgisi öğretmen adaylarının problemin tanımlanması, tanımlanan problemin anlaşılabilirliği, problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi ve karar verme matrislerinin oluşturulması basamaklarını geliştirmeleri gerekmektedir. Nicel analizden elde edilen sonuçlara göre; farkındalık ölçeğinin tüm maddelerine ve olumsuz yargı içeren maddelerine ilişkin son test lehine anlamlı farklılaşma görülmüştür. Olumlu yargı içeren maddelere ilişkin bulgular ise ön test ve son test arasında anlamlı farklılaşma olmadığını göstermektedir. Ancak ön test ortalama puanı ile son test ortalama puanı arasında anlamlı düzeyde olmasa da artış olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan STEM etkinliklerinin, farkındalıklarını olumlu etkilediği görülmüştür. STEM etkinliklerinin öğretmen adayları tarafından etkili biçimde uygulanabilmesi, bu alandaki becerilerinin geliştirilmesi ve farkındalıklarının artırılması için teorik ve uygulamalı eğitimlerin sağlanması ve STEM atölyelerinin oluşturulması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Öğretmen Adayları, STEM Farkındalığı, Tasarım Temelli STEM Eğitimi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF PREPARING STEM-BASED ACTIVITIES AND THE EFFECT OF ACTIVITIES ON STEM AWARENESS OF SCIENCE TEACHER CANDIDATES

ŞANS BAŞ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

SCIENCE TEACHER EDUCATION

MASTER THESIS, 112 PAGES

SUPERVISOR: Assist. Prof. Dr. Fatma Nur BÜYÜKBAYRAKTAR

The aim of the study was to examine the STEM-based activity design processes and STEM awareness levels of pre-service science teachers. The research was carried out in accordance with the mixed research method in which qualitative and quantitative methods are used together. The research sample consisted of 33 teacher candidates who were studying in their second year of undergrad in the science teaching undergraduate program of Ordu University Education Faculty in the 2021-2022 academic year. The Engineering Design Based Teaching Activities Evaluation Rubric was used to examine the STEM-based activity design processes of the teacher candidates. In order to examine the STEM awareness levels, the STEM Awareness Scale was used before and after the STEM activities. Three STEM activity modules were prepared in connection with the achievements of the 8th grade pressure unit in the science curriculum. The pre-service teachers prepared their designs together with the study groups based on the sample situation specified in the modules and answered the questions in the STEM modules. In this process, all activities were photographed. The answers given to the activity modules and photographs constitute the qualitative data set of the research; awareness scales formed the quantitative data set. In the analysis of the qualitative data, scoring on the analytical rubric was done by two researchers. Arithmetic averages were taken for different evaluations and reliability analysis formula was used to ensure the reliability of the measurement results. The analysis of the quantitative data was made using the SPSS Statistics 21 program. According to the results of the qualitative analysis, Pre-service science teachers need to develop steps for defining the problem, comprehensibility of the defined problem, determining the limitations of the product or system to be developed in line with the problem, developing possible solutions and forming decision-making matrices. According to the results obtained from the quantitative analysis, there was a significant difference in favor of the post-test for all items and items with negative sentences of the STEM Awareness Scale. Findings regarding items with positive sentences showed that there was no significant differences between the pre-test and post-test. However, it was determined that there was an increase between the pre-test average score and the post-test average score, although not at a significant level. It has been suggested that STEM activities with pre-service teachers have a positive effect on their awareness. It has been suggested to provide theoretical and applied trainings and STEM workshops be created in order to effectively implement STEM activities by pre-service teachers, develop their skills in this field and increase their awareness.

Keywords: Design Based STEM Education, Teacher Candidates, STEM Awareness.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, alıőmanın yürütölmesi ve yazımı esnasında başta danıőman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Fatma Nur BÜYÜKBAYRAKTAR'a teşekkür ederim.

Aynı zamanda, manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim ve bugünlere gelmemde üzerimde büyük emekleri olan babam Bülent BAŞ ve annem Harika BAŞ'a, kardeőlerim Serenat ve Ekin BAŞ'a sevgi ve saygılarımı sunarım.

Tez yazım aşamasında desteklerini esirgemeyen arkadaőım Kaan YILMAZ'a teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| TEZ BİLDİRİMİ | I |
| ÖZET | II |
| ABSTRACT | III |
| TEŞEKKÜR | IV |
| İÇİNDEKİLER | V |
| ŞEKİL LİSTESİ | VII |
| ÇİZELGE LİSTESİ | VIII |
| ŞİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ | IX |
| EKLER LİSTESİ | X |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Problem Durumu..... | 1 |
| 1.2 Araştırmanın Amacı ve Önemi..... | 3 |
| 1.3 Araştırmanın Problem Cümlesi..... | 4 |
| 1.3.1 Alt Problemler..... | 4 |
| 1.4 Sayıtlılar..... | 5 |
| 1.5 Sınırlılıklar..... | 5 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 6 |
| 2.1. Kuramsal Çerçeve..... | 6 |
| 2.1.1 STEM Nedir?..... | 6 |
| 2.1.2 Yapıcı Öğrenme Yaklaşımı ve STEM..... | 8 |
| 2.1.3 Mühendislik Temelli Tasarım Süreci..... | 11 |
| 2.1.4 STEM Disiplinlerinin Bütünleşmesi ve Etkinliklerin Uygulanması İçin Model Seçimi..... | 13 |
| 2.1.5 STEM Eğitiminde Öğretmen Rolü..... | 15 |
| 2.1.6 STEM Etkinliklerinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri..... | 16 |
| 2.1.7 Türkiye’de STEM Eğitimi..... | 17 |
| 2.2 STEM Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmalar..... | 22 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM | 42 |
| 3.1 Araştırma Yöntemi..... | 42 |
| 3.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi..... | 42 |
| 3.3 Veri Toplama Araçları..... | 43 |
| 3.3.1 STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleri..... | 43 |
| 3.3.2 FeTeMM Farkındalık Ölçeği..... | 44 |
| 3.4 Uygulama Süreci..... | 44 |
| 3.5 Verilerin Analizi..... | 45 |
| 3.5.1 STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleriyle Elde Edilen Verilerin Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Kullanılarak Analiz Edilme Süreci..... | 45 |
| 3.5.2 FeTeMM Farkındalık Ölçeği İle Elde Edilen Verilerin Analiz Süreci..... | 50 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI | 52 |
| 4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular..... | 52 |
| 4.1.1 Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği Sürecinde Düzeylerin Tanımlanması..... | 52 |
| 4.1.2 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Sürecinde Düzeylerin Tanımlanması..... | 58 |
| 4.1.3 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Sürecinde Düzeylerin Tanımlanması..... | 65 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.4 STEM Etkinlik Süreci Basamaklarında Düzeylerin Tanımlanmasına İlişkin Elde Edilen Bulguların Sayısal İfadesi | 73 |
| 4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular | 74 |
| 4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular | 75 |
| 4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular | 76 |
| 5. TARTIŞMA ve SONUÇ | 77 |
| 5.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Temelli Tasarım Etkinlikleri Sürecindeki Düzeylerinin Tanımlanmasına Yönelik Tartışma ve Sonuç..... | 77 |
| 5.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Farkındalıklarına İlişkin Tartışma ve Sonuç | 80 |
| 5.3 Öneriler | 84 |
| 6. KAYNAKLAR | 86 |
| EKLER..... | 97 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 112 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1 STEM Disiplinleri Öğretim Piramidi (Yakman, 2008) | 8 |
| Şekil 2.2 Doğaç Yapma Süreci (MEB, 2019)..... | 10 |
| Şekil 2.3 Yapılandırmacı Fen Sınıfları İçin Tasarım/Araştırma-Sorgulama Yaklaşımı Düzlemi (Wendell, 2008)..... | 10 |
| Şekil 2.4 Küçük Yaş Grubu Öğrenciler İçin Mühendislik Temelli Tasarım Döngüsü (NASA, 2018) | 12 |
| Şekil 2.5 Liseler İçin Mühendislik Temelli Tasarım Döngüsü (Hynes ve ark., 2011) | 12 |
| Şekil 2.6 STEM Eğitiminin Genel Özellikleri ve Alt Unsurları (Honey ve ark., 2014) | 14 |
| Şekil 2.7 STEM Eğitimi İçin Atılacak Adımlar (MEB, 2016) | 19 |
| Şekil 2.8 “Eğitim Sistemimizde Sorgulamaya Dayalı STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimine Geçilmesi Gereklidir.” Anket Maddesine Verilen Cevapların Dağılımı (MEB, 2016)..... | 20 |
| Şekil 2.9 “Sorgulamaya Dayalı STEM Eğitimine Geçiş İçin İlköğretim ve Ortaöğretim Ders Programlarında Güncelleme Çalışması gereklidir.” Anket Maddesine Verilen Cevapların Dağılımı (MEB, 2016)..... | 21 |
| Şekil 2.10 “STEM Ders Öğretmenlerinin Yetiştirilmesi İçin Üniversitelerin Eğitim Fakülteleri STEM Öğretmeni Yetiştirme Programları Başlatmalıdır.” Anket Maddesine Verilen Cevapların Dağılımı (MEB, 2016) | 21 |
| Şekil 4.1 Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (Orta-3) | 56 |
| Şekil 4.2 Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G1) | 57 |
| Şekil 4.3 Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G2) | 58 |
| Şekil 4.4 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (Orta-3) | 61 |
| Şekil 4.5 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G1)..... | 63 |
| Şekil 4.6 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G2)..... | 64 |
| Şekil 4.7 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G3)..... | 64 |
| Şekil 4.8 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (Orta-3)..... | 68 |
| Şekil 4.9 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (Orta-3)..... | 68 |
| Şekil 4.10 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G1)..... | 71 |
| Şekil 4.11 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G2)..... | 71 |
| Şekil 4.12 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G3)..... | 71 |

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Çizelge 3.1 STEM Farkındalık Ölçeğine İlişkin Cronbach's Alpha Değerleri..... | 44 |
| Çizelge 3.2 Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Puanlama Anahtarı | 46 |
| Çizelge 3.3 FeTeMM Farkındalık Ölçeği Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları..... | 50 |
| Çizelge 3.4 FeTeMM Farkındalık Ölçeğinin Bileşenlerine Uygulanan Analizler | 51 |
| Çizelge 4.1 STEM Etkinlik Süreci Basamaklarının Sayısal Olarak Değerlendirilmesi | 73 |
| Çizelge 4.2 FeTeMM Farkındalık Ölçeği Bağımlı Örneklem T-Testi Ön Test ve Son Test Sonuçları..... | 74 |
| Çizelge 4.3 FeTeMM Farkındalık Ölçeği Olumlu Madde Ön Test ve Son Test Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuçları..... | 75 |
| Çizelge 4.4 FeTeMM Farkındalık Ölçeği Olumsuz Madde Ön Test ve Son Test Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuçları..... | 76 |

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|-----------------------------|---|
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri |
| BİLSEM | : Bilim ve Sanat Eğitim Merkezleri |
| f | : Frekans |
| FeTeMM | : Fen Teknoloji Mühendislik Matematik |
| MEB | : Milli Eğitim Bakanlığı |
| N | : Katılımcı sayısı |
| FFÖ | : FeTeMM Farkındalık Ölçeği |
| NASA | : National Aeronautics and Space Administration |
| p | : Anlamlılık düzeyi |
| PISA | : Programme for International Student Assessment |
| S | : Standart sapma |
| sd | : Serbestlik derecesi |
| STEM | : Science Technology Engineering Mathematics |
| t | : T testi simgesi |
| TIMSS | : Trends in International Mathematics and Science Study |
| \bar{X} | : Aritmetik ortalama |
| % | : Yüzde |

EKLER LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|-----|
| EK 1: Etik kurul onay belgesi..... | 98 |
| EK 2: Kuaför koltuğu tasarımı etkinliği | 99 |
| EK 3: Sulama sistemi tasarımı etkinliği | 100 |
| EK 4: Araç kaldırma lifti tasarımı etkinliği..... | 101 |
| EK 5: Buyruk ve Korkmaz (2014) tarafından geliştirilen FeTeMM Farkındalık Ölçeği | 102 |
| EK 6: Kınık-Topalsan (2018) tarafından geliştirilen Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği..... | 103 |
| EK 7: FeTeMM Farkındalık Ölçeğini kullanmak için araştırmacıdan alınan izin .. | 104 |
| EK 8: Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Ölçeğini kullanmak için araştırmacıdan alınan izin..... | 105 |
| EK 9: Kuaför koltuğu tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları | 106 |
| EK 10: Sulama sistemi tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları | 108 |
| EK 11: Araç kaldırma lifti tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları..... | 110 |

1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmayla ilgili olan; Problem Durumu, Araştırmanın Amacı ve Önemi, Araştırmanın Problem Cümlesi, Alt Problemler, Sayıtlar ve Sınırlılıklar alt başlıkları ele alınmıştır.

1.1 Problem Durumu

Çağımızın bir getirisi olarak bilim ve teknolojiadaki gelişmeler hızla ilerlemektedir. Bu ilerlemeye ayak uydurabilen bireylerin varlığı, toplumu çağın ötesine taşıyabilecek hamleleri doğuracaktır. İlerlemeyi sağlayabilmek adına araştırmacı ve üretken bireylere ihtiyaç vardır. Dünya ülkeleri eğitim-öğretim programlarını güncelleyerek yeni yaklaşımlar aracılığıyla bu ihtiyaca yanıt verme çabası içerisindeyler. STEM eğitimi yaklaşımı da bu araçlardan birisidir (Akgündüz ve ark., 2015).

STEM; science (fen), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) disiplinlerini bir araya getirerek kesiştiren bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda öğrencilere parça bilgi verilip öğretilmesi yerine, içinde yaşadığımız disiplinlerarası dünyayı keşfetmeleri ve anlamlandırmaları hedeflenmektedir (Dugger, 2010).

STEM yaklaşımı özünde barındırdığı yaparak yaşayarak öğrenme olanağı sayesinde öğrencilerin problem çözebilen, farklı durumlara eleştirel yaklaşabilen ve karar verme sürecinde aktif rol alabilen bireyler olmasını sağlar. Bu yaklaşım; öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmasını önemseyen kurumlar ve öğretmenler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Fen programının temelini oluşturan öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerini, bilimsel süreç becerilerini ve yaşam becerilerini geliştirme hedefi, STEM yaklaşımının hedefleri ile paralellik göstermektedir. Disiplinlerarası bütünleşmenin sağladığı avantajlar ile öğrencilerin mühendislik ve tasarım becerileri geliştirilebilir ve fen programının hedeflerine ulaşması sağlanabilir (Rotherham ve Willingham, 2010).

Mühendislik tasarım süreci bu sürece katılan tasarımcıların, kısıtlı durumlarla baş ederek, mühendislik görevini veren alıcı kişinin amaçlarına veya kullanıcıların ihtiyaçlarına biçim ve işlevleriyle uyuşan cihazlar, sistemler veya süreçler oluşturmak için kavramlar ürettiği, değerlendirdiği ve belirlediği sistematik, akıllı bir süreçtir

(Dym ve ark., 2005). Mühendislik tasarım düşüncesi üzerine yapılan son araştırmalarda genellikle bu düşünme biçiminin süreçlerine odaklanılmıştır. Bu alanda araştırmacılar tarafından çeşitli tasarım süreci döngüleri önerilmiştir. Atman ve ark., (2007) tarafından yapılan çalışmada mühendislik tasarım sürecinin şu şekilde ilerlediği öne sürülmüştür: (1) problemin tanımlanması, (2) bilgi toplama, (3) fikir üretme, (4) modelleme, (5) fizibilite analizi, (6) değerlendirme, (7) karar, (8) iletişim, (9) uygulama ve (10) yeniden tasarım. Hynes (2012) ise yapmış olduğu çalışmada farklı bir mühendislik tasarım süreci döngüsü önermiştir: (1) problemin saptanması, (2) probleme ilişkin gereksinimlerin tespit edilmesi, (3) olası çözümlerin bulunması, (4) en iyi çözümün seçilmesi, (5) prototipin oluşturulması, (6) çözümün sınanması ve değerlendirilmesi, (7) çözümün sunulması ve (8) yeniden tasarlama. Atman ve ark., (2007) ve Hynes (2012) tarafından önerilen mühendislik tasarım süreci döngüleri; karar ve en iyi çözümün seçilmesi aşamalarından sonra da iletişim aşamasını içerir. Bu aşamalardan sonra bile nihai çözümü doğrulamak ve herhangi bir soruyu veya sorunu ele almak için, çözümde daha fazla ayarlama yapmak amacıyla mühendislik görevini veren kişiyle iletişim kurmak gereklidir. Bu adımın amacı, görevi veren kişinin ihtiyaçlarının karşılandığını doğrulamak ve tüm grup üyelerinin nihai çözüm üzerinde anlaşmasını sağlamaktır.

Tasarım süreçleri STEM yaklaşımında mühendislik disiplini uygulamalarının merkezinde yer alır (Moore ve ark., 2014). Mühendislik tasarımı düşüncesinin geliştirilmesi, öğrencileri meraklı bir zihniyet geliştirmeye, problemlere birden fazla perspektiften yaklaştırmaya ve mevcut problemleri sorgulamaya teşvik edecektir (Lin ve ark., 2021). Mühendislik temelli tasarım etkinlikleri ayrıca öğrencinin motivasyonunu ve başarı düzeyini geliştirme vazifesi görse de genellikle öğretmenlerin mühendislik konusundaki güven ve bilgi eksikliği nedeniyle göz ardı edilmektedir (Crismond ve Adams, 2012). Bu sebeptendir ki; öğretmen adayları ile uygulanan STEM etkinlikleri sürecinin incelenmesi, onların etkinlik tasarım sürecinde yaşadıkları aksaklıklar hakkında bilgilendirilmeleri açısından son derece önemli olacaktır.

2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programı'na mühendislik ve tasarım becerileri konu alanı dahil edilmiştir. Bu alan, günlük hayatta karşılaşılabilecek sorunları fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini kullanarak çözüme kavuşturmak ve ortaya ürün çıkartmak şeklinde ifade edilmiştir

(MEB, 2018). Dolayısıyla bu alanda yapılacak uygulamalar STEM yaklaşımı ile örtüşmektedir. STEM uygulamalarının uygulayıcısı olacak öğretmen adaylarının bu alandaki bilgi ve becerileri özümsemesi gerekmektedir. Böylece hedeflenen kazanımların öğrenciye kazandırılması kolaylaşacaktır. Ancak öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi alanında farkındalığını artıracak çalışmalar sınırlıdır (Alan, 2017). Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarının artırılması, yetiştirecekleri öğrencilerin de bu konuda donanımlı olmasını sağlayacak ve STEM kariyerlerine olan ilgilerini artıracaktır. Bu alanda yapılacak araştırmalar ile öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinin incelenmesi, onların STEM bilinç düzeyleri hakkında bilgiler elde edilmesini sağlayacaktır (Çevik ve ark., 2017). Dolayısıyla daha önce STEM eğitimi almamış öğretmen adayları ile gerçekleştirilecek çalışmada, STEM etkinlikleri öncesi ve sonrasında farkındalık düzeylerinin irdelenmesi, onların bu yaklaşım hakkındaki bilinç düzeylerindeki değişikliğin incelenmesine olanak tanıyacaktır.

1.2 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Öğrenciler STEM uygulamaları sürecinde gerçek yaşam problemlerine çözüm ararlar. Gerçek hayatta karşılaşılan problemler disiplinlerarası özellik taşımakta ve belirli bir disiplinin bilgi ve becerileri ile sınırlandırılmaz. Bu nedenle öğrenciler içinde buldukları sorunları çözebilmek adına farklı disiplinlerin bilgi ve becerilerini benimseyebilecekleri STEM yaklaşımını kullanmalıdırlar (Wang ve ark., 2011; Wang, 2012). İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda öğrencilerin küresel düzeyde rekabet edebilmelerini sağlamanın yolu STEM eğitiminden geçmektedir (Breiner ve ark., 2012).

Ülkemizde de diğer birçok ülkelerde olduğu gibi STEM eğitime yönelik ilgi artışı devam etmekte ve bu yaklaşımın eğitim sistemimiz için bir zorunluluk olduğu ifade edilmektedir (MEB, 2016; MEB, 2017). Durum böyleyken öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM yaklaşımı ile ilgili farkındalıklarının artırılması gerekmektedir. Aksi takdirde bu yaklaşımı sınıflarıyla birlikte uygulamaları için bilgi ve becerileri kazanmaları mümkün görünmemektedir (Aşılıoğlu ve Yaman, 2020). Artan farkındalık düzeyi kişinin çevresine ve kendisine olan bilincini pekiştirecektir (Engin ve Çam, 2005). Öğretmen adaylarının STEM farkındalığının artırılması, gelecekte uygulayıcısı olacakları STEM etkinlikleri aracılığıyla öğrencilerin de bu

alana ilgi duymalarını sağlayacaktır (Çevik ve ark., 2017). Bu sebeple uygulanacak olan STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının farkındalığını ne şekilde etkilediğinin incelenmesi araştırmaya değer bir konudur.

STEM etkinlikleri tasarım sürecine ilişkin yapılmış çalışmalar, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bu alanda çeşitli sorunlar yaşadıklarını ortaya koymuştur (Bozkurt-Altan ve Hacıoğlu, 2018; Kınık-Topalsan, 2018; English ve King, 2019; Bozkurt-Altan ve Tan, 2020; Anagün ve ark., 2020). Durum böyleyken STEM etkinliklerinin sınıflarda etkili bir biçimde uygulanmasını sağlayabilmek amacıyla STEM tasarım sürecinde hangi aşamalarda sorunlar yaşanıldığının tespiti önemlidir. Mühendislik temelli tasarım süreci döngüsündeki aksaklıkların incelenmesi öğretmen adayları için geri bildirimler yaratacak ve yeni tasarım görevlerini daha etkili şekilde yürütebilmelerine olanak tanıyacaktır.

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının, STEM temelli etkinlik tasarlama süreçlerinin ve STEM farkındalık düzeylerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.3 Araştırmanın Problem Cümlesi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM temelli etkinlikler hazırlama sürecindeki düzeylerinin tanımlanması ve etkinliklerin STEM farkındalıklarına olan etkisi nedir?

1.3.1 Alt Problemler

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM temelli etkinlikler süreci basamaklarındaki düzeylerinin tanımlanması nasıldır?

2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında farkındalık değerleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?

3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında olumlu farkındalık maddeleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?

4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında olumsuz farkındalık maddeleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?

1.4 Sayıtlar

Bu araştırmaya ait varsayımlar aşağıda liste halinde sunulmuştur:

1. Araştırmaya katılan օđretmen adayları verilen veri toplama araçlarına ve etkinlik modüllerine içtenlikle cevap vermiştir.
2. Araştırma kapsamında tüm օđretmen adayları kontrol edilemeyen dış etkilerden eşit düzeyde etkilenmişlerdir.
3. Uygulama ve veri toplama süreçlerinde araştırmacı tarafından tüm katılımcılara tarafsız ve eşit davranılmıştır.

1.5 Sınırlılıklar

Bu araştırma;

1. 2021-2022 bahar dönemi eğitim ve օđretim akademik yılı ile,
2. Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi fen bilimleri օđretmenliđi lisans programının 2. sınıfında օđrenim görmekte olan 33 օđretmen adayı ile,
3. 8. sınıf basınç  nitesi ‘‘sıvı basını etkileyen değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini test eder’’ ve ‘‘katı, sıvı ve gazların basınç օzelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına օrnekler verir’’ kazanımlarıyla bağlantılı olarak hazırlanan STEM etkinlikleri ile,
4. Haftada 3 saat olmak üzere 4 hafta süre ile sınırlıdır.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde, yapılan araştırmayla ilgili kuramsal çerçeveye ve alanda yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Kuramsal Çerçeve

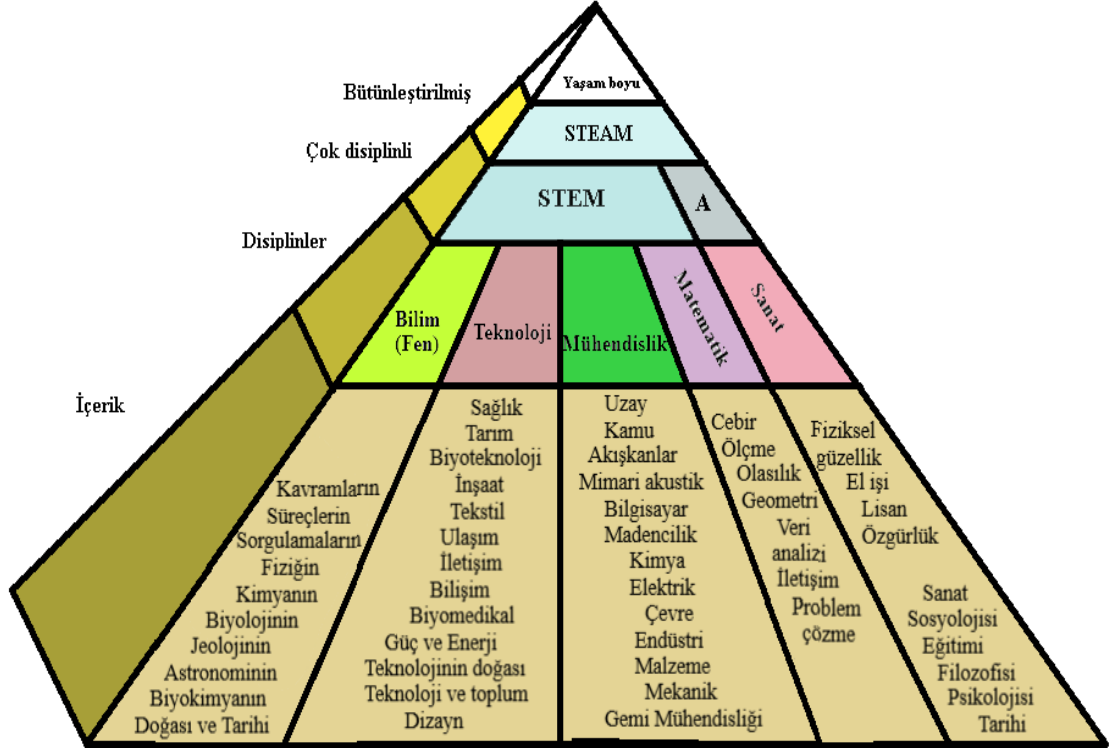
2.1.1 STEM Nedir?

Gün geçtikçe bilim ve teknolojiye meydana gelen gelişmeler neticesinde değişen bilgi, teknoloji ve üretim yöntemleriyle birlikte düşünen, araştıran, sorgulayan, üreten ve yaratıcı bireylere duyulan ihtiyaç hızla artmaktadır. Bu ihtiyaçları gidermek adına ülkeler eğitim-öğretim hedeflerini sürekli güncellemekte ve yeni öğrenme-öğretme yaklaşımları denemektedirler. Dilimize Fen Teknoloji Matematik Mühendislik Eğitimi (FeTeMM) şeklinde geçmiş ve asıl ismi Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) olan bu yaklaşım öğrencilere yaratıcı problem çözme yöntemlerini benimseten disiplinler arası bir eğitim yaklaşımıdır (Akgündüz ve ark., 2015).

Çok disiplinli yapısının oluşturmuş olduğu avantajlar neticesinde STEM, birçok teknolojik icadın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Özellikle 2. Dünya Savaşı'nın kazanılması için ordular ve bilim insanları teknolojinin üst düzeye ulaşması hedefiyle STEM yaklaşımını benimsemişlerdir. Ancak STEM'in eğitim alanında geliştirilmeye başlanması ilk olarak 1957 yılında Sovyetler Birliği'ndedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise STEM 1990'lı yıllarda eğitim ve araştırma alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. PISA ve TIMSS'deki ABD öğrencilerinin başarı düzeyi diğer gelişmiş ülkelere kıyasla düşük olduğundan birçok şirket STEM eğitimi araştırmalarını finanse etmiş ve eğitim niteliğinde olumlu gelişmeler görülmüştür. STEM yaklaşımının eğitimdeki niteliği olumlu etkilemesi neticesinde batılı olmayan birçok devlet de STEM eğitimini kendi eğitim sistemlerine entegre etmek amacıyla çalışmalar başlatmışlardır (Rifandi ve Rahmi, 2019).

STEM kısaltması ilk olarak 2001 senesinde ABD Ulusal Bilim Vakfı tarafından düzenlenen bir raporda bilim adamları tarafından kullanılmıştır. Bu rapor üniversitelerdeki araştırmacıların ve mühendislerin eğitim alanında gerçekleşen yeniliklere ve ilerlemelere yabancı kalmamaları, eğitimde güncel düzenlemelerin yapılması ve çağa uygun bireyler yetiştirmeleri amacıyla önerilmiştir (Shukshina ve

ark., 2021). Günümüzde ülkeler ihtiyaçları doğrultusunda eğitim politikalarını güncellemekte ve STEM alanına yeni disiplinleri ekleyerek farklı bütünleşmeler geliştirmektedirler. STEM'e sanat disiplininin eklenmesiyle STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math); sanat ve okuma/inanç alanlarının eklenmesiyle STREAM (Science, Technology, Reading/ Religion, Engineering, Arts, Math); sanat, coğrafya, dil ve sosyal bilimler disiplinlerinin eklenmesiyle STEAM GLASS (Science, Technology, Engineering, Arts, Math, Geography, Language Arts, Social Studies); girişimcilik alanının eklenmesiyle STEM+E (STEM+Entrepreneurship) bütünleşmeleri elde edilmiştir. (Yıldırım ve Altun, 2015; Akgündüz ve ark., 2015; Çolakoğlu ve Günay-Gökben, 2017). STEM yaklaşımında özellikle yaratıcılık boyutunun eksikliğini gidermek amacıyla uzak doğu ülkeleri sanat disiplinini bütünleşmeye dahil etmişlerdir. Şekil 2.1'de Yakman (2008)'in, STEAM yaklaşımını daha hissedilir hale getirebilmek için tasarladığı piramit sunulmuştur (Batu ve ark., 2017). En alt basamakta yer alan içerik kısmı, her bir STEAM disiplinin kendi konu içeriğini temsil etmektedir. Bir üst basamak olan disiplinler basamağında ise STEM yaklaşımının kapsadığı alanlar ifade edilmiştir. Çok disiplinli basamağında STEM yaklaşımının alanlarına ek olarak sanat alanı da dahil edilerek STEAM bütünleşmesinin kapsadığı disiplinler gösterilmiştir. En üst basamak yaşam boyu öğrenme olarak belirlenmiştir. Piramidin alt basamağında yer alan içerik kısmı lise ve profesyonel eğitim alanları ile ilişkili iken; çok disiplinli ve bütünleştirilmiş basamaklarının ilk ve ortaokul seviyesi için uygun olduğu ifade edilmiştir (Park ve Ko, 2012; Oh ve ark., 2013).



Şekil 2.1 STEM Disiplinleri Öğretim Piramidi (Yakman, 2008)

Günümüzde STEM eğitimi tüm dünya ülkeleri için zorunluluk durumuna gelmiştir. Mevcut ve gelecekteki STEM işgücü ve beceri eksikliklerine ilişkin algıların varlığı, istihdam talebi arttıkça ve STEM meslek alanlarında çalışanlar emekli oldukça, STEM eğitimi girişimlerini ve küresel ilgiyi artırmaktadır (Caprile ve ark., 2015). İçinde bulunduğumuz yüzyılda emek ve kas gücüne olan ihtiyacın azalmasına karşın zihinsel sürece bağlı üretim kapasitesine olan ihtiyaç hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak birçok ülke sanayi devrimiyle ortaya çıkan eğitim anlayışını bir kenara bırakarak STEM yaklaşımını kendi eğitim sistemlerine entegre etmeyi amaçlamaktadır. Klasik eğitim anlayışıyla öğrencilere kazandırılması mümkün görünmeyen evrensel okuryazarlığa dayalı eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme ve işbirlikli çalışma gibi 21. yüzyıl becerileri STEM eğitimi anlayışıyla öğrencilere aktarılabilir (Akgündüz ve ark., 2015).

2.1.2 Yapıcı Öğrenme Yaklaşımı ve STEM

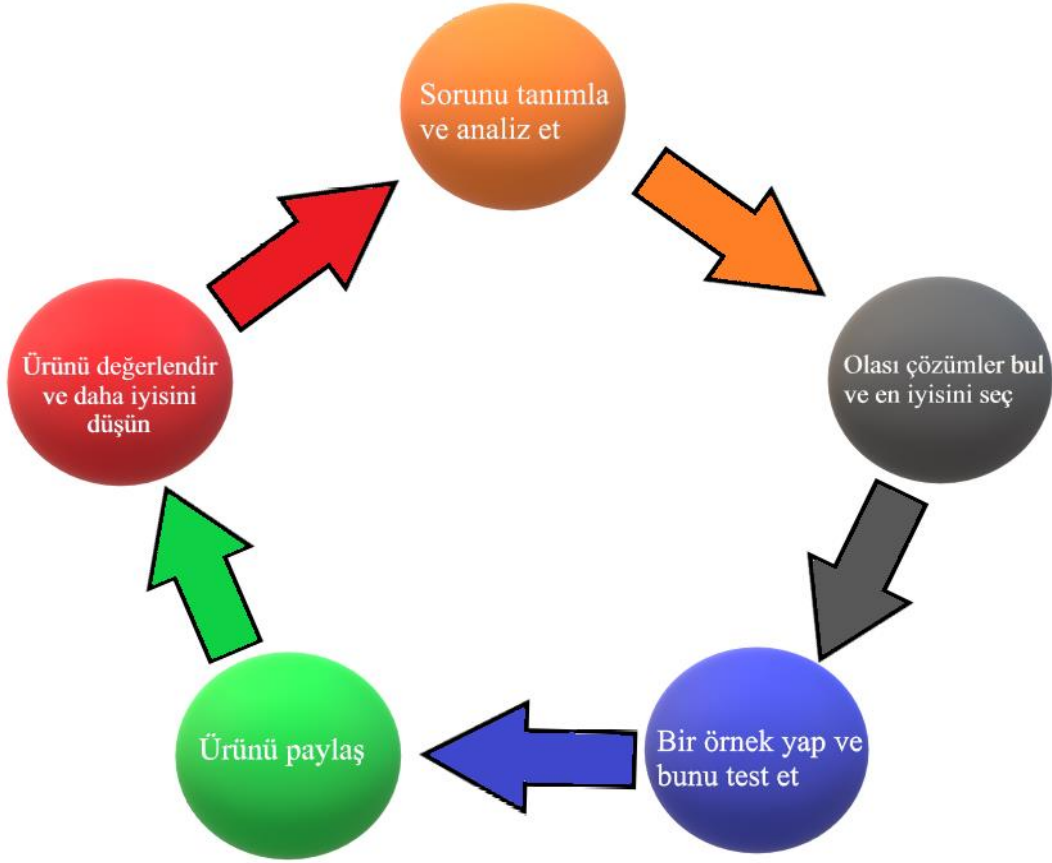
STEM eğitiminde, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük yaşam ile ilişkilendirmeleri ve yaratıcılıkları neticesinde bilgileri kendilerine göre anlamlandırmaları temel alınmaktadır. Yapılandırmacı eğitim felsefesi ise bireylerin eski bilgileriyle yeni bilgileri arasında bağ kurmalarını, öğrendikleri bilgileri günlük

hayatta kullanmalarını, bilgiyi hazır olarak değil keşfederek elde etmelerini ön plana çıkarmaktadır (Arslan, 2007). Bu bağlamda STEM eğitimi yaklaşımının amaçları yapılandırmacı yaklaşım ile paralellik gösterir ve yine yapılandırmacı yaklaşımın bir parçası olan Seymour Papert'in öncüsü olduğu "yapıcı öğrenme yaklaşımı" ile gerçekleştirilebilir (Şimşek, 2004).

Yapıcı yaklaşım en az öğretme neticesinde en çok anlamlı öğrenmeyi sağlayan, doğal öğrenmeyi önemsemektedir. Doğal öğrenmeye göre bireyin öğrenme sürecinde kendisine neler aktarıldığı değil, kendisi için neler inşa ettiği ön plandadır. Bilginin oluşum sürecinde gerçek dünyadaki nesnelere ve yapılar, somut düşüncenin inşasını sağlamaktadır. Anlamlı ve doğal öğrenmenin gerçekleşebilmesi, gerçek dünyadaki herhangi bir inşa ile desteklenmesine bağlıdır (Papert, 1993).

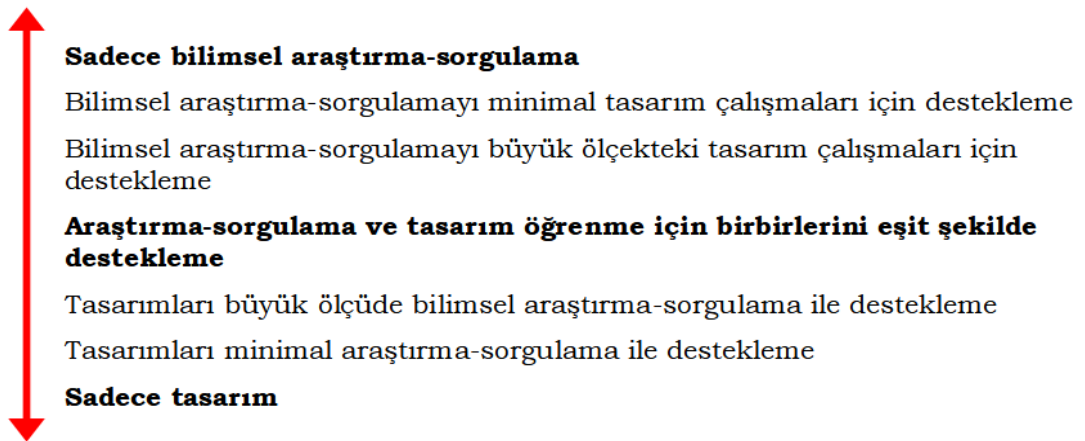
Papert bu ifadeleriyle; bilgi inşa sürecini somut deneyimlere dayandıran ve farklı disiplinleri bütünleştirebilecek bir yöntem olan "doğaç yapma"ya işaret etmiştir. Doğaç yapma sözlük anlamıyla, tesadüfi veya plansız bir şekilde bir şeyleri tamir etmek veya geliştirmektir. Neye sahipsen onu kullan, doğaçla ve yap ilkelerine sahip olan bu yöntem, belirli bir problemi çözene dek, merak ve hayal gücü duyguları eşliğinde öğrencinin ısrarla yeni fikirleri kovalamasını cesaretlendirir. Bu bağlamda yeni fikirlerin keşfi için ısrarcı ve problemlere çözüm bulmada yenilikçi iyileştirmeleri gerektiren STEM etkinliklerini, eğitim ortamlarında öğretimin kalitesini artırmak için doğaç yapma yöntemiyle birlikte kullanmak gereklidir (Çelik, 2018).

STEM yaklaşımı bilgi ve beceri yönünden donanımlı bireyler yetiştirmek için bir anlayış oluşturmasına rağmen bunun hangi yöntemlerle gerçekleştirileceğine dair kesin bir yöntem önermemektedir. Papert tarafından ortaya konulan dene-düzeltil-geliştir sürecinin egemen olduğu doğaç yapma yöntemi STEM uygulamalarında sıklıkla kullanılan bir modeldir. Bu model teknoloji, üretim-tasarım ve matematik araçlarını kullanarak bir problem veya hayal edilen bir şeyin inşasını sağlarken, sistematik düşünme ve bilimsel düşünmenin temel becerilerini öğrencinin içselleştirmesini sağlar. Bunun yanı sıra doğaç yapma süreci bilim adamlarının karşılaştıkları zorlukları aşmada kullandıkları bir döngüdür (MEB, 2019).



Şekil 2.2 Doğaç Yapma Süreci (MEB, 2019)

Wendell (2008), yapılandırmacı yaklaşım ile işlenen fen derslerine bilimsel araştırma-sorgulama ve tasarım anlayışını entegre ederek yeni bir yaklaşım geliştirmiştir.



Şekil 2.3 Yapılandırmacı Fen Sınıfları İçin Tasarım/Araştırma-Sorgulama Yaklaşımı Düzlemi (Wendell, 2008)

Bu düzlemde yer alan her iki uç tek başına başarılı olmak için yeterli değildir. Yapılandırmacı yaklaşımla işlenen fen derslerinde başarının sağlanması için bilimsel araştırma-sorgulama ve tasarım sürecinin birlikte yürütülmesi önemlidir.

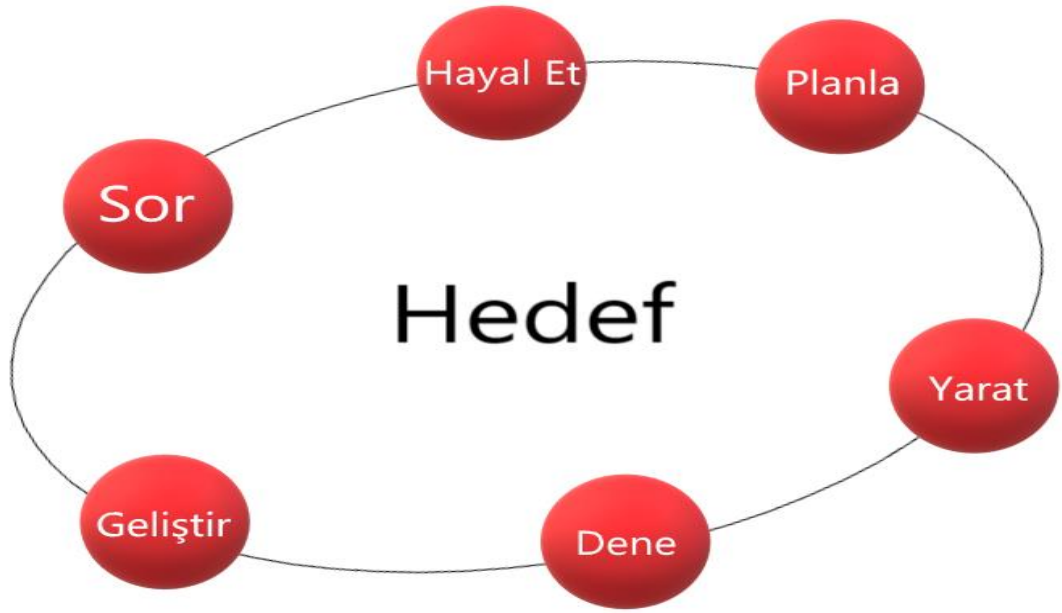
2.1.3 Mühendislik Temelli Tasarım Süreci

STEM yaklaşımı geleneksel öğretim yönteminin aksine tasarım ve mühendislik üzerinde durarak sorunların çözüme kavuşmasını ve etkili öğretim yöntemleri neticesinde STEM okuryazarlığı, çağı yakalayan bireyler yetiştirme, inovatif düşünme becerilerini geliştirme amacı gütmektedir (Rinke ve ark., 2016). Mühendislik, önceden belirlenen sınırlılıklar ve kriterler kapsamında tasarım yaparak ürün veya sistem ortaya koyma işi olarak tanımlanmaktadır. Tasarım süreci ile problemin çözümlenmesi ve süreç sonunda ortaya konulan ürün veya sistemin gelişme sürecinde tek bir yöntem kullanılmaması yaratıcılık fikrini oluşturmaktadır (National Academy of Engineering [NAE], 2010).

Fen ve matematik alanlarına entegre edilmiş mühendislik tasarım sürecine dahil olan öğrencilerin anlamlı öğrenme sonucunda akademik başarılarının istenilen düzeyde olması, mühendislik çalışmalarına ve kariyerine ilgilerinin artması, mühendislik temelli tasarım basamaklarını özümsemeleri ve sonuca ulaşabilmeleri, teknolojik okuryazarlıklarının oluşması beklenmektedir (White ve ark., 2010).

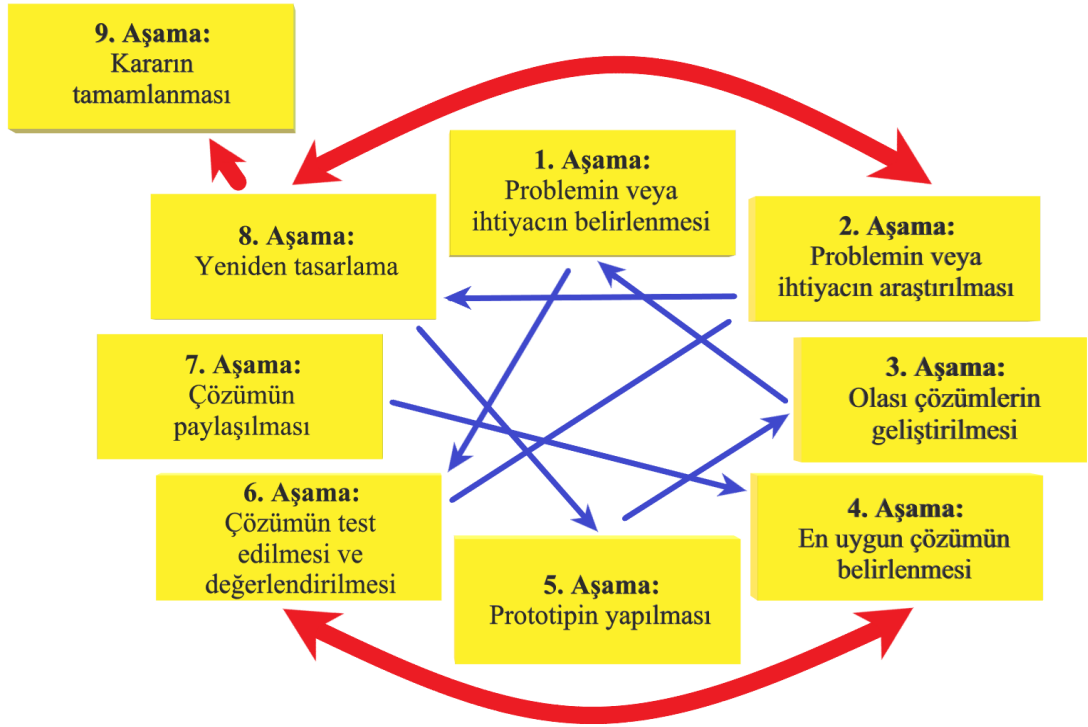
Mühendislik tasarım süreci sorunları çözüme kavuşturmak ve ihtiyaca yönelik ürün ortaya koymak amacıyla problem tanımlama, tanımlanan problemin anlaşılabilirliği neticesinde kriterlerin ortaya konması, olası çözüm yollarının geliştirilmesi, çözüm yolları arasından birinde karar kılınarak prototip inşa edilmesi, oluşturulan modelin problemi ne derecede çözüme kavuşturduğunu değerlendirmek amacıyla test edilmesi ve sorun çözülmediyse tekrar tasarım yapılması basamaklarını içermektedir (NAE, 2010; White ve ark., 2010).

NASA mühendislerinin sorunları çözmekte kullandıkları döngünün bir benzeri öğrenci gruplarına önerilmiştir. Sürecin doğrusal değil bir döngü şeklinde ilerlemesi, sorunların çözümü için çaba harcamaya ve öğrenciyi düşünmeye teşvik etmeye yöneliktir (NASA, 2018). Döngü bu yönüyle Doğaç Yapma Süreci (Şekil 2.2) ile benzerlik göstermekte ve yapıcı öğrenme yaklaşımını desteklemektedir.



Şekil 2.4 Küçük Yaş Grubu Öğrenciler İçin Mühendislik Temelli Tasarım Döngüsü (NASA, 2018)

Mühendislik temelli tasarım sürecini farklı aşamalarla açıklayan bir diğer çalışma ise Hynes ve ark., (2011) tarafından yapılmıştır. Liseler için geliştirilen 9 aşamalı döngü Şekil 2.5’te sunulmaktadır.



Şekil 2.5 Liseler İçin Mühendislik Temelli Tasarım Döngüsü (Hynes ve ark., 2011)

Mühendislik temelli tasarım süresinin ilk adımında problem veya ihtiyacın ne olduğu belirlenir. İkinci aşamada ise problem veya ihtiyaca yönelik araştırmalar yapılır. Daha sonra problemin çözümüne yönelik fikirler ortaya konulur ve sıradaki basamakta problemi ortadan kaldıran en iyi seçenek, en uygun çözüm yolu olarak belirlenir. Diğer basamağa geçildiğinde en uygun çözüm yoluna ilişkin tasarımın prototipi yapılır. Test etme ve değerlendirme adımında prototipin işleyip işlemediği kontrol edilir. Çözümün sunulması aşamasında prototipin işleyişi diğer katılımcılara sergilenir ve herhangi bir eksiklik olup olmadığı konusunda fikir alışverişi yapılır. Yeniden tasarlama bölümünde ise süreçteki herhangi bir basamağa dönülerek düzeltmeler yapılabilir. Kararın tamamlanması aşamasında, problemin çözümüne yönelik son noktaya gelindiği konusunda kişi emindir. Döngüsel bir süreç benimsendiğinden dolayı en iyi çözüme ulaşmak adına gerektiğinde istenilen basamağa dönülüp düzeltmeler yapılabilmektedir (Hynes ve ark., 2011).

2.1.4 STEM Disiplinlerinin Bütünleşmesi ve Etkinliklerin Uygulanması İçin Model Seçimi

STEM eğitiminde farklı disiplinlerin bütünleşmesinin ne şekilde ve ne derece olması gerektiğine ilişkin araştırmacılar arasında ihtilaf devam etmektedir. Bütünleşik STEM etkinliklerini uygulamak için birçok yol ve model önerilmiş olsa da hangi yöntemin en etkili olacağı yönündeki çalışmalar sınırlıdır (Honey ve ark., 2014).

STEM eğitimini tek bir disiplin veya tek bir model üzerinden sürdürmek yerine, STEM etkinliklerini uygulayacak olan kişi veya kurumlar kendi ihtiyaç ve düşüncelerine göre STEM bütünleşmelerini sağlamalıdır (Bybee, 2013). Bunlara ek olarak, STEM etkinlikleri ile etkili bir öğrenme süreci sunabilmek için iyi bir ön çalışma, pratik ve değerlendirme gerekir. STEM eğitimi uygulamalarına yönelik ön çalışma yaparken; kaynak gereksiniminin denetimi, pratikteki güçlüklerin ve öğrenme çıktılarının belirlenmesi gerekir (Honey ve ark., 2014).

Honey ve ark., (2014) STEM eğitiminin; hedeflerine, öğrenme çıktılarına, disiplinlerin bütünleşmesine ve kapsamına, uygulanmasına yönelik genel özellikleri ve alt unsurları ifade eden çerçeve belirlemiştir (Şekil 2.6). Bu özellik ve unsurlar STEM eğitimcilerine uygulama öncesinde, sırasında ve sonrasında yol gösterecektir.

Aynı zamanda bu çerçeve, eğitim ve bilişsel bilimler ile ilgilenen araştırmacıların, bütünleştirilmiş STEM eğitiminin kritik unsurları arasındaki ilişkiler

hakkında hipotezler geliştirmeye ve test etmeye başlamasını sağlayacaktır. Örneğin; diğer parametreler sabit tutulmak kaydıyla, bütünleşmenin doğası değiştiğinde STEM kimliğine ilişkin öğrenci çıktılarına ne olabileceği bir tartışma konusu olabilir. Bu çerçevede çeşitli ilgi ve uzmanlıklara sahip okuyucuların STEM eğitimini daha iyi anlayabilmesini sağlayan basit bir şema düzeni olduğundan zaman içerisinde bazı temel varsayımların yararlı olmadığı ortaya çıkabilir ve çerçevenin yeni verileri hesaba katacak şekilde ayarlanması gerekebilir (Honey ve ark., 2014).



Şekil 2.6 STEM Eğitiminin Genel Özellikleri ve Alt Unsurları (Honey ve ark., 2014)

Fen öğretiminde mühendislik ve tasarım süreci odaklı bütünleşmeyi sağlamak uygulamaların etkililik düzeyini artıracaktır. Aynı zamanda matematik ve teknolojinin de bu bütünleşmeye dahil edilmesi gereklidir. Özellikle çağımızın önemli sorunlarını çözüme kavuşturabilmek amacıyla disiplinler üstü bir yaklaşım benimseyebilmek STEM bütünleşmeleriyle mümkündür (Bybee, 2013).

2.1.5 STEM Eğitiminde Öğretmen Rolü

STEM eğitimi içinde bulunduğumuz yüzyılda ülkeler için önemli girdiler sağlayarak ekonomik yükselişin anahtarı olacaktır. Aynı zamanda iş dünyası için nitelikli nesillerin yetiştirilmesi STEM eğitimi vasıtasıyla mümkündür. Bu sebeplerden dolayı hem ülkelerin hem de iş dünyasının finansman sağlamasıyla STEM eğitimi formal ve informal ortamlarda karşımıza çıkmaktadır. Formal ve informal eğitim ortamlarının düzenlenmesi, öğrencilerin cesaretlendirilmesi, hata yapmaktan korkmamaları sağlanarak sürece hazırlanmaları kapsamında en önemli görev öğretmenlere düşmektedir (Braga, 1972). Öğretmen bu süreçte öğrencileri içerik öğrenmek ve ezber yapmaktan daha çok ürün geliştirmeye, buluş yapmaya, inovatif fikirler sunmaya ve sorgulayarak araştırma yapmaya yönlendirmelidir. Etkili STEM eğitiminin gerçekleştirilmesi için öğretmenlerin pedagojik eğitim olarak tüm STEM alanlarına egemen olması gereklidir (The President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010). STEM bütünleşmesinin sorunsuz sağlanması ve öğretimde kullanılabilmesi, öğretmenlerin konuları eksiksiz bilmesine bağlıdır (Pang ve Good, 2000). Öğretmenin STEM ile ilgili konularda eksik bilgisi veya yanlış aktarımları öğrencide STEM yaklaşımına karşı olumsuz tutum geliştirebilir. Bu nedenle süreç öğretmen tarafından en iyi şekilde yürütülmelidir (Özbilen, 2018). Öğretmenlerin STEM eğitimi sürecinde öğrenciye bilim, teknoloji ve mühendislik hakkında olumlu mesaj iletebilmeleri önemlidir. Algılar küçük yaşlarda oluşur ve böylece elçi görevi gören öğretmenler birçok öğrencinin STEM bağlantılı kariyer düşünmesini sağlayabilir (Hasna ve Clark, 2009). Öğretmenler, STEM uygularken tasarım sürecini günlük yaşamla ilişkilendirmeli ve gerekli araç gereçlerin kullanımını sağlamalıdır (Bozkurt-Altan ve ark., 2016). STEM yaklaşımının başarılı şekilde sürdürülebilmesi amacıyla öğretmenler için STEM mesleki gelişim programları uygulaması yapılabilir (Du ve ark., 2018).

2.1.6 STEM Etkinliklerinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Çağımızda farklı alanlarda, yeni nesil becerilere sahip olmanın önemi yadsınamaz bir gerçektir. STEM girişimi, öğretmenlerin STEM yaklaşımına yönelik kaliteli eğitim almasını sağlayarak öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını hedeflemektedir. 21. yüzyıl becerileri merak, yaratıcılık, eleştirel düşünme, öğrenci iş birliği, problemlere yönelik çözüm sunabilme, girişimcilik, medya ve teknoloji okuryazarlığı, kültürlerarası etkileşim, esnek olma ve değişimlere uyum sağlayabilme gibi yetenek ve bilgi alanlarını kapsamaktadır (Ananiadou ve Claro, 2009). Temel hedefinin kapsamında bu becerilerin kazanılması yer alan STEM etkinliklerinin olumlu yönleri şu şekilde sıralanabilir:

- Disiplinler arası çalışmaya olanak tanıyarak etkili bir öğrenme süreci oluşturur ve edinilen bilgileri günlük yaşamda kullanmaya olanak tanır (Yıldırım ve Altun, 2015).
- Fen dersindeki konuların somutlaştırılmasını, ilgi çekici bir hale dönmelerini ve öğrencinin motivasyonunun artışı sağlar (Schaefer ve ark., 2003).
- Disiplinler arası çalışmaya olanak tanıdığı için öğrencilerin farklı alanlarda bilgi sahibi olmasını kolaylaştırır. İş birlikli öğrenme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağlar (Niess, 2005).
- Öğrencilerin yeni öğrendikleri bilgileri daha kolay anlamlandırmalarını, önceki bilgileriyle ilişkilendirmelerini ve kalıcı öğrenmeyi sağlar (Wang, 2012).
- Bireylerde mühendislik alanında yaratıcılığı artırır ve mantıksal düşüncelerini geliştirir. Öğrencinin özgüvenine olumlu yönde katkı yapar (Morrison, 2013).
- Bilim alanlarında kariyer yapmak isteyen öğrencilerin sayısında artış sağlamak için etkili bir yaklaşımdır (Honey ve ark., 2014).
- Ders konuları öğrenci için daha eğlenceli bir hale gelir ve bilimsel araştırma becerilerini geliştirir (Aydın-Günbatar, 2018).
- Grup içerisinde sorumluluk duygusunu geliştirir (Özçakır-Sümen ve ark., 2016).

- Fen dersinde STEM etkinliklerinin laboratuvara entegre edilmesi akademik başarıyı pozitif şekilde etkiler (Yıldırım ve Altun, 2015).

Bazı araştırmacılar STEM etkinliklerinin olumsuzluk yaratabilecek özelliklerini şu şekilde vurgulamışlardır:

- Sosyoekonomik düzey farklılığının fazla olduğu ülkelerde fırsat eşitliği gözetilmeden hazırlanan planlar, öğrenciler arasında eşitsizliğin artmasına sebep olabilir. STEM etkinlikleri çerçevesinde kazandırılması planlanan becerilerin değerlendirilmesi için uygun sorularla yapılandırılmış sınav sistemine gereksinim vardır. Aksi takdirde ölçme-değerlendirme süreci sağlıklı yürütülemeyebilir. Daha önce STEM eğitimi almamış öğretmenlerin, STEM etkinlikleriyle eğitimde olumlu sonuçlar alması güçtür. Özellikle son yıllarda özel okulların STEM eğitimi gerçekçilikten uzak bir algı ile reklamlar aracılığıyla pazarlama konusu haline getirdiği görülmektedir. Bu durumla ilgili denetim işleyişi oluşmadığı takdirde STEM hakkındaki algılarda güvensizlik ön plana çıkacaktır (Altunel, 2018).

- Wang (2012) STEM eğitiminin disiplinlerarası bir çalışma olduğu için öğretmenlerin kendi alanları dışındaki alanlarda da yeterli düzeyde bilgi ve beceriye sahip olmaları gerektiğini vurgulamış ve bu becerileri istenilen düzeyde öğretmenlere kazandırabilecek eğitim programlarının sınırlılıklarını belirtmiştir.

- Doymuş ve ark., (2004) öğrencilerin etkinlikler esnasında gruplara ayrılmasıyla bazı anlaşmazlıkların oluşabileceğine dikkat çekmiştir.

- Ceylan (2014) STEM temelli etkinlikler esnasında öğrencilerin deneyleri ve oluşturulması istenen yapıyı tamamlamalarında zorluklar yaşayabileceklerini belirtmiştir.

- Suchman (2014) STEM etkinliklerinin uzun zaman alabileceğini ve bu sebeple bazı öğrencilerin süreç içerisinde sıkılabileceğini belirtmiştir.

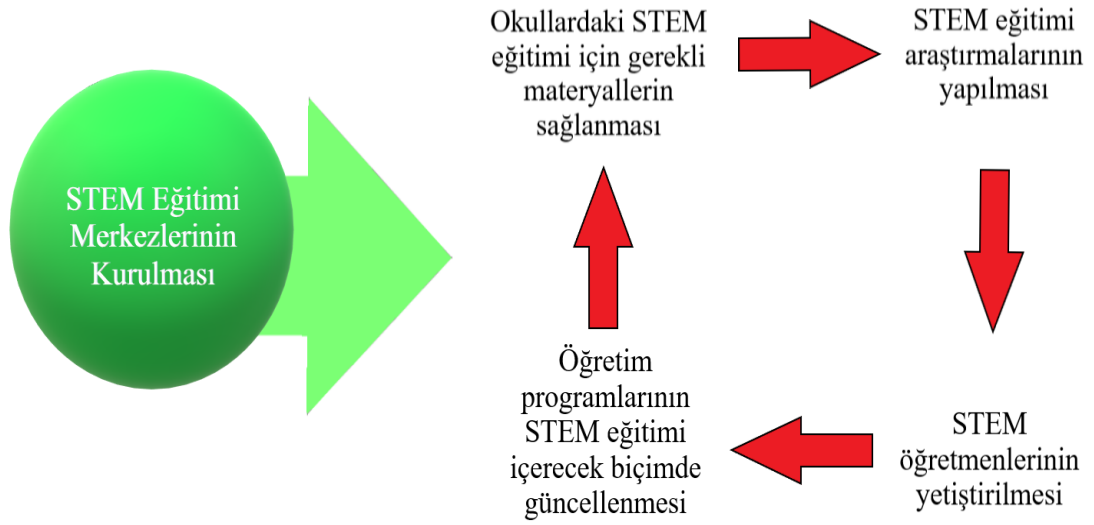
2.1.7 Türkiye’de STEM Eğitimi

Ülkemizde STEM eğitimiyle bağdaşan raporlar ve müfredatlar yayınlayarak yol haritası ve amaçları belirleme görevi Milli Eğitim Bakanlığı’na aittir (Altunel, 2018).

Ülkemizde STEM eğitiminin güçlendirilmesi için MEB tarafından oluşturulmuş doğrudan bir eylem planı bulunmamakla beraber, 2015-2019 Stratejik

Planı'nda STEM eğitiminin güçlendirilmesine ilişkin amaçlar üzerinde durulmaktadır. Teknoloji tasarım dersi amaçlarının STEM eğitiminin amaçlarıyla ilişkili olduğu ve bu derste yapılan çalışmaların STEM'e yönelik olduğu söylenebilir. MEB'in yayımlanmış olduğu STEM Eğitim Raporu, STEM eğitiminin tanımlanmasını ve amaçlarını açıkça ortaya koymuştur. STEM temelli uygulamaların müfredatımızda yer edinmesiyle birlikte öğrenciler daha nitelikli bir eğitime kavuşacak ve bunun sonucu olarak yenilikçi, araştırmacı, sorgulayıcı, yaratıcı ve buluşlar yapabilen, karşılaştığı problemleri çözebilen, eleştirel düşüncelere sahip, lider özellikli bireyler topluma kazandırılacaktır. STEM Eğitim Raporu'nda; uluslararası platformlarda başarılı, nitelikli bireylerin yetiştirilmesi için STEM eğitiminin milli eğitim sistemimize dahil edilmesi gerekliliği vurgulanmış ve bu kapsamda materyallerin sağlanması, öğretim programlarının güncellenmesi, öğretmenlerin STEM temelli yaklaşıma göre yetiştirilmesi gibi konulara değinilmiştir (MEB, 2016). MEB'in hazırladığı rapor ve programların etkili bir biçimde uygulanması, STEM eğitiminden hızlı ve verimli dönütler alınması bakımından önemlidir (Altunel, 2018).

MEB; STEM eğitiminin ne olduğu, okullarda kullanımının nasıl katkılar sağlayacağı ve mevcut derslere nasıl entegre edilebileceğine yönelik strateji planı hazırlamalıdır. İmkan ve ihtiyaç bağlamında ülkemizin tamamında tek modelin kullanımı uygun olmayabilir. MEB ve Bilim, Sanayi, Teknoloji Bakanlığı'nın birlikte oluşturacağı ve adım adım eğitim sistemimize entegre edilebilecek politikalar STEM eğitiminin güçlenmesi için yerinde bir strateji olacaktır. STEM uygulamalarıyla öğrenciye benimsetilmesi planlanan kuramlar arasındaki bağın güçlendirilmesi amacıyla, STEM eğitimi milli eğitim sistemimize entegre edildikten hemen sonra yapılması gereken öğretmen eğitime yönelik planlar, önceden yapılmalıdır. İş kurumları ve eğitim kurumları arasındaki iş birliği eğitim politikalarını güncellemek için önemlidir (MEB, 2016).



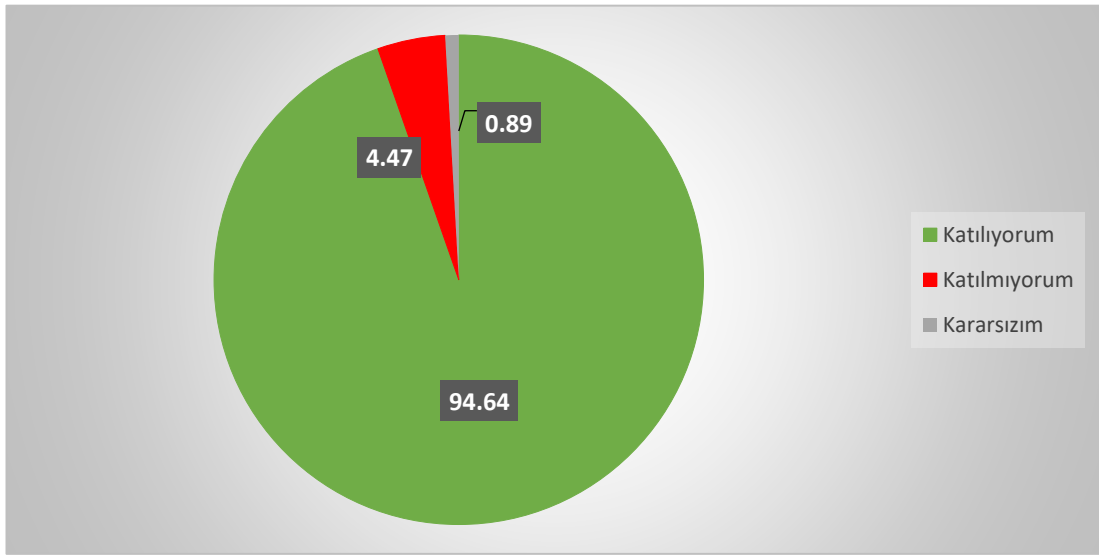
Şekil 2.7 STEM Eğitimi İçin Atılacak Adımlar (MEB, 2016)

Ülkemizde STEM eğitimine geçişte göz önünde bulundurulması gereken en önemli noktalardan birisi STEM yaklaşımının içerik temelli mi yoksa öğretim programı temelli mi olması gerektiğidir. Fen, matematik, geometri, fizik gibi derslerin birleşiminden oluşan yeni bir ders alanı mı olmalı yoksa bu derslerden herhangi birinde disiplinler arası strateji mi kullanılmalıdır sorusu henüz tartışma konusudur (MEB, 2016). Yıldırım ve Altun (2015)'e göre STEM uygulamalarının öğretim programına entegre edilmesi için fen, matematik, geometri, teknoloji tasarım gibi derslerde ortak işlenebilecek konular belirlenmeli ve bu konular için bütünlük STEM etkinlikleri tasarlanmalıdır.

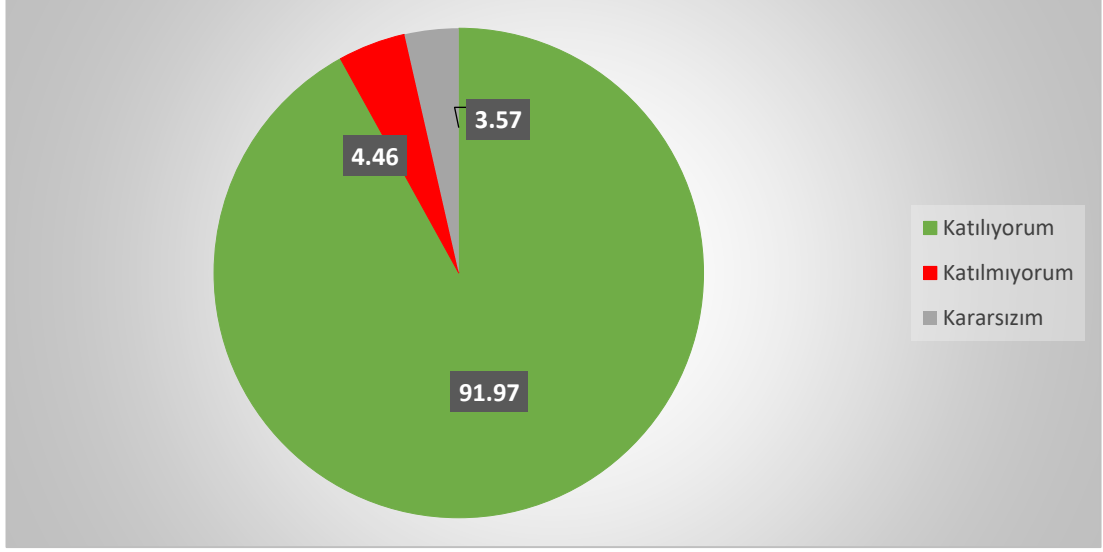
2017 fen bilimleri programındaki güncelleme, 2018 fen bilimleri öğretim programında STEM eğitimi kapsamında başlığın değişmesiyle beraber öğretim programının fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları olacak şekilde düzenlenmesini içermektedir. Bunun yanı sıra 2017 programında 4-8. sınıflarda son ünite olan “uygulamalı bilim” adıyla verilen ve her sınıf düzeyinde aynı şekilde ifade edilen üç kazanımın bu üniteyle beraber kaldırılarak; 2018 programında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları şeklinde ünitelerin tamamını kapsayacak şekilde ifade edilmesi de bu güncellemenin kapsamındadır. Ek olarak fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları bölümündeki yönergelerle öğrencilerin yıl içerisinde uygulamalar yapmalarının beklenmesi ve yılsonu bilim şenliği önerisi, STEM

eğitiminin daha anlaşılabilir bir konsepte ulaştırılabilmesi açısından önemlidir (Bahar ve ark., 2018).

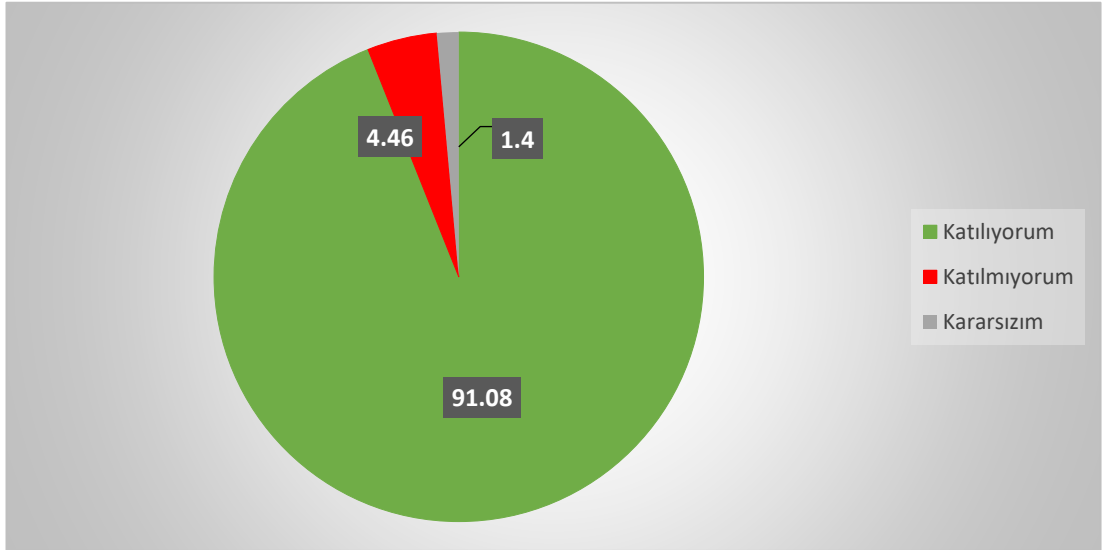
MEB (2016) tarafından öğretmenlere yönelik yapılan STEM eğitiminin gerekliliğinin saptandığı bir ankette, katılımcıların büyük çoğunluğu STEM etkinliklerinin ülkemiz için gerekli olduğuna (Şekil 2.8), STEM eğitimine geçilebilmesi için ders programlarının güncellenmesi gerektiğine (Şekil 2.9) ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi alarak yetişmesi gerektiği görüşüne (Şekil 2.10) büyük oranda katılmışlardır.



Şekil 2.8 “Eğitim Sistemimizde Sorgulamaya Dayalı STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimine Geçilmesi Gereklidir.” Anket Maddesine Verilen Cevapların Dağılımı (MEB, 2016)



Şekil 2.9 “Sorgulamaya Dayalı STEM Eğitime Geçiş İçin İlköğretim ve Ortaöğretim Ders Programlarında Güncelleme Çalışması gereklidir.” Anket Maddesine Verilen Cevapların Dağılımı (MEB, 2016)



Şekil 2.10 “STEM Ders Öğretmenlerinin Yetiştirilmesi İçin Üniversitelerin Eğitim Fakülteleri STEM Öğretmeni Yetiştirme Programları Başlatmalıdır.” Anket Maddesine Verilen Cevapların Dağılımı (MEB, 2016)

Grafiklerle ifade edilen şekillere (Şekil 2.8, Şekil 2.9 ve Şekil 2.10) bakıldığında öğretmenlerimiz STEM eğitiminin başarıya ulaşabilmesi için belirli gereksinimlerin yerine getirilmesi görüşündedirler. Öğretmen görüşlerinin STEM etkinliklerinin ders müfredatlarına entegre edilme sürecine katkısı yadsınamaz. Öğretmen adaylarının STEM etkinliği hazırlama süreçlerinin incelenmesi ve STEM etkinliklerine yönelik farkındalıklarının belirlenmesi, onların STEM temelli eğitim anlayışına uygun yetiştirilmesi için STEM eğitimcilerine geri dönüt bağlamında bir

fikir sağlayacak ve bu eğitim anlayışının milli eğitim sistemimize entegrasyon sürecini hızlandırarak olumlu etki yapacaktır.

2.2 STEM Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmalar

Hartzler (2000) tarafından gerçekleştirilen araştırmada STEM etkinliklerinin öğrenci başarısına olan etkisi incelenmiştir. STEM etkinliklerinin mühendislik temelli tasarım becerilerini geliştirdiği, akademik başarıyı ve öğrenme isteğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Fortus ve ark., (2004) tarafından mühendislik temelli tasarım döngüsünün kullanıldığı etkinliklerin sonucunda öğrencilerin fen başarısının arttığı görülmüştür. Fen bilimleri öğretim programının mühendislik temelli tasarım döngüsüne uygun olarak revize edilmesinin gerekliliği vurgulanmış ve öğrencilerin kazandığı mühendislik becerilerini günlük yaşama yansıtabilme düzeyinin incelendiği çalışmaların önemine vurgu yapılmıştır.

DeWaters (2006) tarafından yapılan araştırmada, STEM programı uygulanarak işlenen derslerde öğrencilerin bilim, teknoloji ve matematik arasındaki bağlantıları daha iyi gördükleri, derse karşı olumlu tutum geliştirdikleri, matematik ve fen alanında akademik başarılarını geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Yaşar ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada öğretmenlerin mühendislik, tasarım ve teknolojiye yönelik algı ve anlayışlarını belirlemek için veri toplama aracı geliştirmişlerdir. Geliştirilen veri toplama aracının sağladığı sonuca göre, öğretmenlerin çoğu mühendislik temelli tasarım etkinliklerini derste kullanmaya istekli olmasına karşın bu yaklaşımı kullanmaya aşina olmadıkları için güvensizlik yaşamışlardır. Çalışma sonucunda STEM etkinliklerini gerçekleştirme noktasında ortaya çıkan zaman, idari destek sorunlarının çözümüne katkı sağlanması ve öğretmenlerin mesleki gelişiminin gerçekleştirilmesi için hizmet öncesi eğitimde öğretmenlere yönelik STEM eğitiminin sağlanmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Apedoe ve ark., (2008) tarafından lise öğrencileri ile yapılan araştırmada atomik etkileşimler, reaksiyonlar ve enerji değişimleri konusu mühendislik temelli tasarım etkinlikleri ile işlenmiştir. Çalışmanın sonunda mühendislik temelli tasarım

etkinliklerinin öğrencilerin zor temel kavramları öğrenmesinde etkili olduğuna, mühendislik kariyerine olan ilgiyi ve farkındalığı artırdığına değinilmiştir.

Benzer şekilde Ellefson ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada lise öğrencilerine gen transferi, mikroskobik düzeyde meydana gelen reaksiyonlar ve mikroskobik yapıları öğrenmeleri amacıyla bakteri tasarlama görevi verilmiştir. Ünite öncesi ve ünite sonrası olmak üzere yapılan değerlendirmeler sonucunda mühendislik temelli tasarım görevinin öğrencilerin öğrenme performansını olumlu etkilediği görülmüştür.

Mehalik ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada ise ortaokul öğrencilerinin mühendislik tasarım tabanlı öğrenmeye ve geleneksel öğrenme yöntemlerine bağlı akademik başarısı kıyaslanmıştır. Elektrik kavramlarının öğretilmesi hedeflenen dört haftalık süreçte, STEM etkinlikleri uygulayan grup elektrikli alarm sistemleri tasarlamışlar ve inşa sürecinde temel kavramları irdelemişlerdir. Süreç sonunda tasarım temelli STEM etkinlikleri uygulanan grubun geleneksel yöntemle öğrenenlere kıyasla öğrenme isteğinin fazla olduğu, etkinliklerin temel kavramları öğrenmede ve akılda tutmada daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Capobianco (2011) tarafından yapılan işbirlikçi eylem araştırmasında, öğretmenler mühendislik temelli tasarım etkinlikleri hakkında bazı olumlu görüşlere sahip olmalarına karşın; etkinliklerin ilkökul fen konularında öğretimi zorlaştıracağı ve bu nedenle endişe kaynağı olabileceği gibi bazı olumsuz düşüncelere sahiptirler. Bu nedenle çalışmada hizmet öncesi eğitimde öğretmenlerin endişelerinin giderilmesini sağlayan ve hizmet içinde öğretmenlerin ikilemlerini ortaya koyup süreci yönetmelerini sağlayan çalışmalar yapılması önerilmiştir.

Hsu ve ark., (2011) gerçekleştirdikleri çalışmada ilkökul öğretmenlerinin teknoloji, tasarım ve mühendisliğe yönelik algılarını incelemişlerdir. Likert tipi anket aracının verdiği sonuçlara göre öğretmenlerin büyük çoğunluğu STEM eğitiminin önemli olduğuna inanmalarına karşın bu yaklaşıma yönelik sınırlı bilgileri nedeniyle öğretime hazır hissetmemektedirler.

Culver (2012) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının mühendislik hakkındaki görüşlerini açığa çıkarmayı amaçlamıştır. Öğretmen adaylarıyla

gerçekleştirilen çalışmada demografik anketler, günlük kayıtları, gözlem ve odak grup tartışmaları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmada, katılımcıların büyük bölümünün öğrencileri mühendislik yapmak için nasıl teşvik edecekleri konusunda kararsız oldukları ve STEM etkinliklerinde bütünleşmenin nasıl sağlanacağı konusunda endişeli oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda STEM etkinlikleri hakkında bazı bilgilere sahip olan katılımcılar ifadelerinde STEM entegrasyonu kurslarının gerekliliğine vurgu yapmışlardır.

Marulcu ve Sungur (2013) 44 fen bilgisi öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmada, katılımcıların mühendislik ve mühendislere yönelik algılarını belirlemeyi, mühendislik tasarım yöntemi ile ilgili bilişsel altyapılarının değerlendirilmesini hedeflemiştir. Likert tipi anket, açık uçlu sorular ve çizimlerden elde edilen veri setinin analizine göre, öğretmen adayları bazı temel mühendislik kavramlarına aşina olsalar bile mühendislik sürecine, derslerde yer verebilecek boyutta egemen değillerdir. Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç ise öğretmen adayları tasarım görevlerini gerçekleştirirken herhangi bir mühendislik tasarım sürecine bağlı kalmamaktadır.

Hernandez ve ark., (2014) 275 öğrencinin katılım sağladığı çalışmada, 9 maddelik 5 puanlık likert tipi ölçek ile STEM'in bütünleşik yapısına olan algıları belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma kümelenmiş rastgele olmayan ön test-son test tasarımı ile gerçekleştirilmiştir. Ön test sonrasında uygulanan STEM etkinliği ile beyin gelişimimiz için hangi kimyasalların anahtar olduğunu belirlemek amacıyla beyindeki belirli kimyasalları ölçebilecek bir nano ölçekli silikon biyosensör mikroçip tasarımına odaklanılmıştır. Etkinlik sürecinde çalışmaları için fen, matematik, mühendislik ve teknoloji öğretmenleri üçer kişilik gruplar oluşturarak tasarım faaliyetinin yönetiminde ve değerlendirilmesinde görev almışlardır. Öğrencilerin akademik seviyeleri 9. ile 12. sınıf arasında değişkenlik göstermiştir. Araştırma sonucundan elde edilen verilere göre ilk testte STEM'in bütünleşik yapısına yönelik olumlu algıları olan öğrenciler son testte de olumlu algılarını sürdürmüşlerdir. Ancak başlangıçta düşük bilgi düzeyine sahip olan öğrencilerin, ön test ve son test arasındaki etkileşim göz önüne alındığında anlamlı pozitif kazanım sergilediği görülmüştür. Ayrıca bu çalışma ile daha önce geliştirilmiş olan veri toplama aracının güvenilirlik ve geçerliliğinin ilk kanıtlarının değerlendirmesi de yapılmıştır.

Bell (2016) tarafından yürütülen çalışmada ortaokul öğretmenlerinin STEM'e yönelik pedagojik algıları, görüşleri ve bakış açıları incelenmeye çalışılmıştır. Fenomenografik araştırma yöntemi benimsenen çalışmada 19 farklı katılımcıyla yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Kodlama yöntemiyle analizi yapılan çalışmada sonuç; öğretmenlerin STEM algısının, kişisel bilgilerinin ve bu bilgiyi anlamalarının, özünde kendi sınıf uygulamalarının etkinliği ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Öğretmenler kendi bilgi ve anlayışının yetersiz olduğu durumlarda, öğrencilerin öğrenme potansiyelinin düşeceğini belirtmişlerdir. STEM okuryazarı olmak için çabalayan öğrencilerin ve öğretmenlerin en iyi öğrenme ortamını yakalamaları için birlikte hareket etmeleri gerekliliğini vurgulamışlardır.

Bozkurt-Altan ve ark., (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, tasarım temelli fen eğitimi sürecinin hizmet öncesi fen öğretmenlerinin eğitiminde kullanılması ve sürece yönelik değerlendirmelerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Altı fen bilgisi öğretmenin çalışma grubunu oluşturduğu çalışmada veri setini yarı yapılandırılmış görüşmeler oluşturmuştur. Veriler içerik analizi, betimsel analiz ve sürekli karşılaştırmalı analiz yöntemlerinin kullanımı ile çözümlenmiştir. Katılımcılar bu süreci; yaparak öğrenmeyi gerçekleştirilmesi, büyük tasarım misyonunun motivasyonu artırıcı olması, kalıcı öğrenmeyi oluşturması ve sorgulamaya ilişkin olması şeklinde değerlendirmişlerdir.

Knop ve ark., (2017) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, öğrencilerin nöromüsküler sisteminden gelen sinyallerle harekete geçen robot tasarlama görevi üzerine odaklanmışlardır. Beş gün süren çalışma programında öğrenciler mühendislik temelli tasarım süreci hakkında bilgilendirilmişlerdir. Öğrencilerin kurs süreci boyunca STEM yaklaşımına yönelik tutumlarını öğrenebilmek için likert tipi tutum ölçeği uygulanmış ve görüşlerini saptayabilmek için grup odaklı görüşmeler gerçekleştirilmiştir. 31 ortaokul öğrencisinin dahil olduğu çalışma hem nitel hem nicel yöntemlerin birlikte kullanılması bakımından karma bir çalışmadır. Araştırmanın sonuçları öğrencilerin STEM'e yönelik güven, tutum ve düşüncelerinin olumlu yönde geliştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca araştırmacı geliştirilen robotun öğrencilerin ilgisini çektiğini ve onların STEM'e yönelik heyecanlarını artırdığını savunmuştur.

Gibson (2017) tarafından, teknoloji ve tasarım öğretmen adaylarının beş günlük süreç için endüstriyel işletmelere yerleştirilmesi sonucunda, katılımcıların algılarını ve farkındalıklarını incelemeyi amaçlayan küçük ölçekli vaka çalışması gerçekleştirilmiştir. Endüstriyel yerleştirme öncesinde öğretmen adayları mühendislik, teknoloji ve endüstri hakkında ön yargılı fikirlerini anket aracılığıyla ortaya koymuşlardır. Endüstriyel ortamı iş başında görme fırsatı elde eden 11 öğretmen adayı iş başındayken ziyaret edilmiş ve deneyimleri hakkında konuşmaları sağlanarak not edilmiştir. Üniversiteye döndüklerinde öğrencilerle röportajlar yapılmış ve tüm bu nitel veri seti tematik olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonunda katılımcıların mühendislik ve teknolojiye yönelik tanım ve netlikleri belirtmede, rol ve işlevleri bilmede, algılar ve farkındalık düzeylerinde olumlu görüşler geliştirdikleri görülmüştür. Araştırmacı, öğretmen adaylarına endüstriyel alanlarda deneyim imkanı sunmanın teknoloji ve mühendisliğe yönelik algıları olumlu yönde artırdığını ve dolayısıyla STEM'in ayrılmaz unsuru olarak bu konuları daha iyi öğretmeye hazırladığını belirtmiştir.

English ve ark., (2017) tarafından yürütülen çalışmada, altıncı sınıf öğrencileri ve onların öğretmenlerinin dahil olduğu STEM yaklaşımını içeren, depremler üzerine geliştirilmiş mühendislik temelli tasarım sürecinin incelenmesi hedeflenmiştir. Öğrencilerin, bir dizi kısıtlamayı dikkate alarak deprem hasarına dayanacak şekilde tasarlanmış bir binayı planlamaları, çizimini yapmaları ve ardından inşa etmeleri için mühendislik tasarım süreçlerini ve STEM disiplin bilgisini kullanmaları beklenmiştir. Öğrenciler, deprem yoğunluğunun nasıl ölçüldüğünü anlamaları, tektonik levhaların hareketlerini ve depremlerin muhtemel yerlerini önceden keşfetmeleri için video klibi izlemişlerdir. Daha sonra mühendislerin kullandıkları, deprem hasarına dayanabilen sağlam yapılar inşa etmelerini sağlayan tasarım teknikleri konusunda bilgilendirilmişlerdir. Araştırmacılar tasarım sürecinde, öğrencilerin yapı çizimlerine ve çizimleri yeniden tasarlamalarına, süreçte hangi STEM disiplinini öne çıkardıklarına ve hangi STEM bilgilerini kullandıklarına odaklanmışlardır. Öğrenci grupları sorunun çözümü için çalışırken ses ve video kayıtları alınmış, öğrencilerin inşa ettiği binalar fotoğraflanmıştır. Aynı zamanda veri setine dahil edilmek üzere öğrencilerin etkinlik kitapçıklarına verdikleri yanıtlar incelenmiş ve öğrenciler çalışırken kaydettikleri ilerlemeler hakkında yazılı değerlendirmeler yapılmıştır.

Verilerin nitel analizi yapıldıktan sonra niceliksel dağılımları sunulmuştur. Yapılan çizimler ve etkinlik kitapçığına verilen yanıtlar dikkate alındığında güç, destek, ağırlık dağılımı gibi mühendislik tekniklerinin öğrenci sayısının neredeyse yarısı tarafından göz önünde bulundurulduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda öğrencilerin büyük bölümü STEM disiplinlerinin tümüne vurgu yapmıştır. Ayrıca grupların problemin çözümü ve tasarım aşamaları arasında yinelemeli olarak hareket ettikleri ve problem kapsam belirleme aşamasını sık sık tekrar ziyaret ettikleri saptanmıştır. Öğrencilerin süreç içerisinde işbirlikçi çalışmaları ve fikir alışverişi yapmaları da bir takım problem bileşenlerini eş zamanlı olarak değerlendirmelerini sağlamıştır.

Sarı ve ark., (2018) ortaokul öğrencileriyle uygulanan probleme dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin kariyer ilgileri, kariyer algıları ve tutumları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Ön test-son test düzeniyle uygulanan likert tipli ölçeklerle nicel; yarı yapılandırılmış görüşmeler ile nitel verilerin toplanması amaçlanmıştır. Araştırmanın bulguları, öğrencilerin STEM kariyer ilgilerinin önemli ölçüde arttığını; özellikle mühendislik ve teknoloji ile ilgili mesleklere ilginin çoğaldığını ortaya koymuştur. Görüşme sürecinde öğrenciler, probleme dayalı STEM eğitiminin öğrenmelerinde olumlu etki yarattığını, 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiğini, öğretim sürecini keyifli hale getirdiğini, mühendislik mesleğine olan ilgiyi artırdığını ve kariyerleriyle ilgili seçimler yapmalarında yardımcı olduğunu dile getirmişlerdir.

Knowles ve ark., (2018) bir proje kapsamında, çeşitli STEM etkinliklerinin öğretmen farkındalığı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmaya fizik, biyoloji ve mühendislik teknolojisi eğitimi öğretmenleri katılmıştır. Çalışmada deney grubundaki öğretmenler STEM mesleki gelişim kursu almış ve ertesi akademik yılda STEM etkinliklerini öğrencilerle uygulamışlardır. Her okuldan öğretmen çiftlerinin entomoloji, biyomimikri, 3D basılı tasarım ve sorgulamalı bilim konularında STEM etkinlikleri geliştirmeleri istenmiştir. Kontrol grubu ise herhangi bir mesleki gelişim kursu almamış ve STEM etkinliği uygulamamıştır. Her akademik yılda deney ve kontrol grubu için birer grubun dahil olduğu proje, 3 yıl boyunca devam etmiştir. Öğretmenlerin STEM kariyerleri ve kaynaklarına ilişkin farkındalık düzeylerini incelemek için likert tipi T-STEM farkındalık ölçeği ön test-son test olacak şekilde uygulanmıştır. STEM'e yönelik öğretmen güveni ve yeterliliği, öğretmenlerin etkili öğretimle öğrencilerin öğrenme düzeyinin artırılabilmesine inanma dereceleri, 21.

yüzyıl becerileri hakkında öğretmen tutumları, STEM kariyerlerine yönelik öğretmen farkındalığı gibi maddelerin olduğu ölçeğin analiz edilmesi sonucunda, mesleki gelişim kurslarının biyoloji ve fizik öğretmenleri üzerinde STEM kariyer farkındalığı açısından mühendislik teknolojisi öğretmenlerine göre daha fazla etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı mühendislik teknolojisi öğretmenleri üzerindeki etkilerin sınırlılığının sebebini bu branştaki öğretmenlerin daha önce STEM kariyerlerine yönelik eğitim almış olabileceklerine bağlamıştır. Kurs öncesi ve sonrasında da yüksek istatistiki puanlara sahip olan mühendislik teknolojisi öğretmenleri üzerinde etki yaratmanın bu sebeple zor olduğunu belirtmiştir.

Bakırcı ve Karışan (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, likert tipi ölçek kullanılarak nicel araştırma yöntemi ile öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri araştırılmaya çalışılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuca göre öğretmen adaylarının bölümü ve cinsiyeti arasında anlamlı etkileşim ilişkisine rastlanmamıştır. Ancak farklı bölüm öğrencileri arasında anlamlı bir etkileşim vardır. Verilere göre fen bilgisi öğretmen adayları ve ilkökul öğretmen adaylarının farkındalık düzeyi benzer olmakla beraber matematik öğretmen adaylarının düzeyinden yüksektir.

Delen ve Uzun (2018) yaptıkları araştırma kapsamında, öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını fen-teknoloji ve toplum dersinde nasıl uyguladıklarını incelemişlerdir. Öğretmen adaylarına STEM yaklaşımıyla ilgili eğitimler verilmiş, mühendislik laboratuvarlarını yerinde görmeleri sağlanmıştır. Devam eden süreçte öğretmen adaylarının ders planı hazırlayıp, STEM yaklaşımı odaklı öğrenme ortamları hazırlamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler ve öğrenme ortamlarına yönelik hazırlanan ders planları çalışmanın veri setini oluşturmuştur. Veri seti betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Katılımcılar matematik ve fen disiplinlerini bütünleştirebilmelerine rağmen bunu tasarımlara yansıtma ve entegrasyona teknolojiyi dahil etmede sorun yaşamışlardır.

Kınık-Topalsan (2018) tarafından yürütülen çalışmada, öğretmen adaylarının yaptıkları STEM temelli etkinliklerin mühendislik tasarım süreci baz alınarak değerlendirilmesi ve bu süreçte yaşanan aksaklıkların ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda literatür taranarak 10 maddelik analitik rubrik geliştirilmiştir. Özel durum yaklaşımı benimsenen çalışmada 45 sınıf öğretmeni adayının geliştirmiş olduğu

45 etkinlik belirlenen kriterlere göre değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonuçları, mühendislik tasarım sürecindeki ilk basamak olan problem belirleme ve tanımlanan problemin anlaşılabilirliği düzeyinin istenen seviyede olmadığını göstermiştir. Ayrıca model haline getirme ve yaratıcı çözümler üretme noktasında da performans düzeyinin düşük olduğu vurgulanmıştır.

Tekerek ve Karakaya (2018), kolay örnekleme yöntemi kullanılarak seçilen 148 fen bilgisi öğretmen adayıyla yaptıkları araştırmada, STEM farkındalıklarını farklı değişkenleri ele alarak incelemeyi amaçlamışlardır. STEM Farkındalık Ölçeği vasıtasıyla toplanan veriler bağımsız t testi, varyans analizi ve Tukey anlamlılık testi kullanılarak analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının teknolojiyi kullanım sıklıkları, başarı puanları, aile gelir düzeyleri ve cinsiyetleri açısından STEM farkındalıklarında anlamlı istatistik ortaya çıkmamıştır. Sınıf düzeyi değişkeni açısından ise istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur. Üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalık puan ortalaması, ikinci ve dördüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının puan ortalamasından fazladır. Araştırmacı bu durumu sınıf düzeyindeki ders yoğunluğu ile ilişkilendirmiştir.

Bozkurt-Altan ve Hacıoğlu (2018) tarafından yürütülen çalışmada, 15 fen bilgisi öğretmenine 30 saatlik süreyle STEM yaklaşımına yönelik eğitim verilmiştir. Eğitim sonrasında öğretmenlerin programdan herhangi bir kazanım seçmeleri istenmiş ve bu kazanıma uygun şekilde STEM odaklı problem durumları geliştirmeleri gerektiği belirtilmiştir. Öğretmenlerin geliştirdikleri problem durumlarının yer aldığı dokümanlar ve bu süreçte araştırmacılar tarafından tutulan alan notları çalışmanın veri toplama araçlarıdır. Veri kaynaklarının analiz edilmesinde, betimsel analiz ve içerik analizi uygulanmıştır. Çalışma sonunda, fen bilimleri öğretmenlerinin büyük çoğunluğunun STEM odaklı etkinlik oluşturmak üzere mühendislik tasarım süreciyle yürütülecek tasarım problemleri yerine, probleme dayalı öğrenmeye yönelik uygulamalar için problem durumu geliştirmeyi tercih ettikleri tespit edilmiştir. Öğretmenlerin STEM odaklı uygulamalara yönelik problem oluşturma konusunda tüm ölçütleri karşılayabilen herhangi bir problem durumuna rastlanmamıştır.

Özbilen (2018) yaptığı araştırmada, öğretmenlerin STEM'e yönelik görüşlerini ve farkındalıklarını saptamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla

veri toplamıştır. Yapılan içerik analizi sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin diğer branşlara kıyasla STEM yaklaşımını daha fazla kullandığı ve daha iyi tanıdığı saptanmıştır. Fen ve matematik öğretmenleri, STEM yaklaşımı içerisinde kendi branşlarının önemli yer kapladığı düşüncesine sahip olmakla birlikte bu yaklaşımı kullanma konusunda çekincelidirler. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre bu çekincenin sebebi öğretmen yeterliliği, iş birliği ve malzeme eksikliği olarak tespit edilmiştir.

Alkın-Şahin ve ark., (2018) ortaokul fen bilimleri dersi programı kazanımlarını, mühendislik tasarım becerileri ve Bloom taksonomisi kategori düzeyleri açısından incelemiştir. 245 ders kazanımı doküman incelemesi ile analiz edilmiştir. Kazanımların mühendislik tasarım becerilerine odaklı olup olmadığı “Mühendislik ve Tasarım Becerileri Rubriği” kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre mühendislik tasarım becerileri odaklı kazanım sayısının çok az olduğu saptanmıştır. Ayrıca kazanımların büyük çoğunluğunun Bloom taksonomisinin alt düzeyine hizmet ettiği görülmüş ve ilgili becerilerin kazandırılmasında yetersiz olduğu saptanmıştır.

Karışan ve ark., (2019) uygulanan STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına ve STEM öğretme niyetlerine olan etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. 53 katılımcıyla gerçekleştirilen araştırmada anketler etkinlikler öncesi, sonrası ve dört ay sonrası olmak kaydıyla uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ve STEM konularını öğretme niyetleri kurs sonucunda istatistiksel olarak büyük oranda artış göstermiştir.

English ve King (2019) tarafından yürütülen araştırmada, optimal yüke dayanabilecek bir kağıt köprü tasarlamak ve inşa etmek için STEM disiplinleri bilgilerinin uygulanmasını gerektiren bir dizi problem etkinliğine karşılık altıncı sınıf öğrencilerinin bu süreçteki tepkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada odak gruplarının köprülerini tasarlama ve inşa etmedeki etkileşimlerinin yanı sıra tüm sınıf tartışmalarının ses ve video kayıtları da dahil olmak üzere çeşitli veri toplama kaynakları kullanılmıştır. Odak grupları, konuşma ve birlikte çalışma becerileri temelinde seçilen karışık başarı düzeylerine sahip üç veya dört öğrenciden oluşturulmuştur. Öğrencilerin yaptıkları yapılar fotoğraflanmış ve çalışma kitapları

taranmıştır. Verilerin hem nitel analizleri hem de frekans dağılımı analizleri yapılmıştır. Çalışma kitabına ve tasarım çizimlerine verilen yanıtlar kodlama yöntemiyle analiz edilerek nitel; bu analizden elde edilen bulguların sıklık dağılımlarının gösterilmesiyle nicel bulgular sunulmuştur. Öğrencilerin tasarım çizimleri problemin farkında olduklarını, temel mühendislik ilkelerini anladıklarını, matematik ve fen bilgilerini uyguladıklarını göstermiştir. Öğrenciler açıklamalarıyla farklı bilimsel ilkeleri vurgulamamış olsalar da grup çalışmalarında mühendislik ve matematik ilkelerinin kullanımı ile köprü üzerindeki kuvvetin etkilerini nasıl azaltabileceklerini göstermişlerdir. Öğrencilerin grupça çalışmalarına rağmen çalışma kitabında verilen problemlere kendi yanıtlarını vermeleri istenmiştir. Ancak öğrencilerin bazıları tarafından köprü problemleri tamamlanmamıştır ve buna rağmen tasarımlarını nasıl geliştirdiklerine ilişkin açıklamaları sınırlıdır. Araştırmacı bu durumun grup çalışmasından kaynaklanabileceğini düşünmüştür.

Ling ve Wah (2019) yaptıkları çalışmada, Arduino öğrenmenin STEM programlarına olan ilgiyi artırıp artırmadığını öğrenmeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin STEM eğitiminde Arduino öğrenmeye yönelik farkındalık ve deneyimlerini belirlemek amacıyla gerçek hayattaki bir sorunu belirlemek ve çözmek için bir prototip oluşturmak üzere tasarım odaklı düşünme süreçlerini uygulamalarını gerektiren, yaratarak öğrenme görevi verilmiştir. Öğrencilerden Arduino ile ilgili keşfederek öğrenme sürecini anlatan beş dakikalık bir video çekmeleri istenmiştir. Ayrıca öğrencilerin Arduino'ya yönelik algılarını ve farkındalıklarını ortaya koymak amacıyla çevrimiçi likert tipte ölçek uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda Arduino eğitiminin STEM konularını öğrenme sürecinde öğrencilere keyif verdiği, Arduino'ya katılma deneyimlerinin STEM alanlarına yönelik ilgiyi olumlu yönde artırdığı, 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği saptanmıştır.

Ergün (2019) yapmış olduğu çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının girişimcilik seviyelerini ve STEM farkındalıklarını çeşitli değişkenlerle birlikte incelemeyi amaçlamıştır. 113 fen bilgisi öğretmen adayının katılımcı olduğu çalışmada nicel tarama yöntemi kullanılmıştır. Verilerin toplanması için iki farklı ölçek kullanılmış ve yapılan analizlerin neticesinde öğretmen adaylarının STEM etkinliklerine ilişkin tutumlarının pozitif olduğu saptanmıştır. Cinsiyete dayalı değişkenin verdiği sonuca göre, kadınların STEM farkındalığı hem olumlu hem de

olumsuz alt faktörlerde erkeklerden yüksektir. Birinci sınıf öğrencilerinin STEM farkındalıklarının pozitif alt faktörde diğer sınıflara göre anlamlı düzeyde düşük olduğu, negatif alt faktörde ise birinci sınıf ile ikinci sınıf, ikinci sınıf ile dördüncü sınıf arasında anlamlı farklar olduğu bulunmuştur. Girişimcilik düzeylerinde ise cinsiyete dayalı anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Aydın ve Karşlı-Baydere (2019), mühendislik tasarım sürecinin temel alındığı STEM etkinliklerine ilişkin öğrenci görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Durum çalışması yönteminin benimsendiği nitel araştırmanın çalışma grubunu 13 ortaokul yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda elde edilen verilerin çözümlenmesinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin etkinliklerin yürütülmesi esnasında araştırma yapmada, ürünü tasarlamada, matematiksel işlemlerde, laboratuvar araçlarının kullanımında, grup çalışmasında, süre konusunda ve malzeme yönünden birtakım sorunlar yaşadığını göstermektedir. Buna rağmen STEM etkinlikleri öğrencilerin öğrenirken eğlenmelerini, derse karşı ilgilerinin artmasını ve 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarında katkı sağlamıştır.

Ayaz (2019) STEM uygulamalarıyla yürütülen fen eğitimi sürecinin, sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci becerisine, bilimsel yaratıcılıklarına ve karar verme becerisine olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın katılımcı grubunu, kolay ulaşılabilir yolla seçilen 27 deney ve 33 kontrol grubundan oluşan 60 sınıf öğretmeni adayı oluşturmuştur. Kontrol grubunun dahil olduğu ders sürecinde, ilkokul dördüncü sınıf fen bilimleri dersi kazanımları 5E öğrenme modeline göre işlenirken; deney grubunda 5E öğrenme modeline ek olarak mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulanarak aynı kazanımlar işlenmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları “Karar Verme Beceri Testi”, “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” ve “Mühendislik Tasarım Döngü Formları” şeklinde olup mühendislik tasarım süreci öncesinde, ortasında ve sonrasında odak grup görüşmeleri yöntemine başvurulmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, STEM entegrasyonu ile ders işleyen deney grubu mühendislik tasarım süreci becerilerinde, bilimsel yaratıcılık ve karar vermede kontrol grubuna göre daha iyi puanlar elde etmiştir.

Ergün ve Kıyıcı (2019) yapmış oldukları çalışmada, STEM etkinliği sürecine dahil olan öğretmen adaylarının mühendislik eğitimi ve mühendislik algılarındaki etkiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın katılımcı grubunu 52 fen bilgisi öğretmeni adayı oluşturmuştur. Araştırmanın nicel verilerini 4 faktör ve 41 maddeden oluşan ‘Mühendislik Eğitimi Anketi’; nitel verilerini ise ‘Bir Mühendis Çiz Testi’ araçları sağlamıştır. Nicel bölümde ön test-son test yarı deneysel desen; nitel bölümdeyse durum çalışması tekniği benimsenmiştir. Mühendis çiziminin gerçekleştirildiği alanda öğrencilerin cevaplarının daha iyi değerlendirilmesi için açık uçlu sorulardan da yararlanılmıştır. Araştırmanın uygulama sürecinde ilk olarak katılımcılar için teorik bilgiler verilmiştir. Daha sonra katılımcılar hız treni, uçak, hidrolik köprü, hidrolik kol, robot, eko şehir, taka, güneş enerjisi ile hareket eden araba, köprü, roket, anti bakteriyel diş fırçalık, kendi elektriğini üreten ev ve rüzgar türbini STEM etkinliklerini tamamlamışlardır. Katılımcıların sağlamış olduğu veri setinin değerlendirilmesinde istatistik paket programı ve içerik analizi kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, öğretmen adaylarının gerçekleştirilen etkinlikler aracılığıyla mühendislik eğitimi ve mühendis algılarına yönelik olumlu yönde etki sahibi olduklarını göstermektedir. Etkinlikler sonrasında, mühendislerin erkek olduğu, bireysel çalışmayı benimsedikleri gibi basmakalıp algıların azaldığı ve mühendislerin çalışma ortamı, gerçekleştirdikleri faaliyetler gibi algıların ise olumlu yönde değiştiği belirlenmiştir.

Bozkurt-Altan ve Tan (2020), tasarım temelli öğrenmenin olası çözümler geliştirme basamağında yer alan yaratıcılık kavramını incelemeyi ve öğrencilerin yaratıcılığa ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Araştırmanın katılımcıları 24 ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır. Uygulama sürecinde öğrenciler sokak hayvanları için insan müdahalesine ihtiyaç olmadan dolan su kabı geliştirme, görme engellilerin trafikte karşı kaldırıma bağımsız geçebilmeleri için tasarım oluşturma, göç güzergahı üzerindeki kuşlar için barınak tasarlama görevlerini üstlenmişlerdir. Öğrenciler tasarım sürecinde matematiksel hesaplamalar yapmaları, basit makineler, basınç, derinlik gibi bilimin ilkelerini kullanmaları ve teknolojiyi kullanmaları konusunda cesaretlendirilmişlerdir. Verilerin toplanmasında öğrencilerin yazı ve çizimlerinden, yarı yapılandırılmış görüşmelerden ve araştırmacının alan notlarından yararlanılmıştır. Verilerin analizi sonrasında elde edilen sonuçlara göre

öğrenciler yaratıcılığın akıcılık kavramında en yüksek frekansı, özgünlükte ise en düşük frekansı sergilemişlerdir. Nitel verilerden elde edilen sonuçlara göre ise öğrencilerin yaratıcılık konusunda öbür öğrencilerin düşüncelerine maruz kalma, tasarıma dayalı öğrenme sürecine alışma derecesi ve öğrencilerin fikirlerinin çalışan bir prototipini yapmak zorunda kalmaları gibi çeşitli nedenlerle etkilendiği ortaya çıkmıştır.

Demirtaş ve Ekşioğlu (2020) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ile bilgi iletişim teknolojileri kullanım düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya fen, matematik, bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi ve sınıf öğretmeni adayları katılmışlardır. Farkındalık ve bilgi iletişim teknolojileri kullanma düzeylerinin belirlenmesi amacıyla iki farklı likert tipte ölçek kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerinin olumlu, bilgi teknolojileri kullanım düzeylerinin orta düzeyde olduğu ve STEM farkındalık düzeyleri ile bilgi teknolojileri kullanım düzeyleri arasında olumlu, zayıf ve anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerinin ve bilgi teknolojileri kullanım düzeylerinin cinsiyet, öğrenim gördükleri yıl ve bölümlere göre farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Sarı ve ark., (2020) simülasyona dayalı sorgulayıcı öğrenme ortamında STEM eğitiminin, STEM farkındalıkları ve öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmaya 39 fen bilgisi öğretmeni adayı gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmada Fizik Laboratuvarı III dersi kapsamında beş adet simülasyon tabanlı sorgulama-öğrenme etkinliği gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki ve STEM farkındalıklarındaki değişimi incelemek amacıyla “Bilimsel Süreç Beceri” Testi ve “STEM Farkındalık Ölçeği” ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda, öğrencilerin STEM etkinliklerine ilişkin görüşleri yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla elde edilmiştir. Yapılan çalışma bu yönüyle karma araştırmadır. Araştırma sonuçları, simülasyona dayalı sorgulayıcı öğrenme ortamında gerçekleştirilen STEM eğitiminin, STEM farkındalığının ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimi üzerinde pozitif etkisi olduğunu göstermiştir. Öğrenciler STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerinin gelişimini sağladığı, derse karşı tutum ve motivasyonlarını artırdığı konusunda pozitif görüş ifade

etmişlerdir. Öğrenciler, STEM etkinliklerinde kullanılan simülasyon programının hataları azaltma, mühendislik ürünleri tasarlama ve geliştirme ve deney yapma gibi önemli avantajlar sağladığını belirtmişlerdir.

Pekbay ve ark., (2020) tarafından yürütülen çalışmada, ısı yalıtımı temalı STEM etkinlikleri hakkında ortaokul öğrencilerinin görüşlerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Uygulama sürecinin toplam 12 ders saati sürdüğü çalışmada, 35 öğrencinin görüşünü belirlemek amacıyla açık uçlu etkinlik görüş formu uygulanmıştır. Veri setinin çözümlenmesi için betimsel analiz tekniği uygulanmıştır. Öğrenciler STEM etkinliklerinin eğitirken eğlendirmesini, grup çalışmasına dayanmasını, 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesini olumlu özellikleri olarak belirtmişlerdir. Buna karşın malzeme, süreç ve grup çalışması esnasında karşılaşılan sorunları STEM yaklaşımının olumsuz özellikleri olarak ortaya koymuşlardır.

Er ve Başeğmez (2020) yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına ilişkin STEM farkındalığı ile öz-yeterlik inançları arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklem grubunu fen bilgisi öğretmenliği ve matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Nicel korelasyon araştırması modeli uygulanan araştırmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri “iyi”, STEM uygulamalarına ilişkin öz-yeterlik inanç düzeyleri ise “orta” düzey olarak belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM farkındalık puanları ile STEM uygulamalarına ilişkin öz-yeterlik inanç düzeyleri arasında “orta” seviyede bir etkileşim olduğu belirlenmiştir.

Watson ve ark., (2020) K-12 okul yöneticilerinin okul ve toplum STEM farkındalığına ilişkin algılarını değerlendirmek, okullar ve topluluklar arasında STEM farkındalığını artırmak için öneriler ortaya koymak amacıyla Teksas'ta 175 okul yöneticinin katıldığı bir çalışma yürütmüşlerdir. Okul müdürleri ve müfettişlerin STEM farkındalığını saptamak amacıyla geliştirilen likert tipli bir ölçek ve demografik sorulardan oluşan veri toplama aracı elektronik posta aracılığıyla gönderilmiştir. Bu çalışmanın bulguları, katılan müdürlerin ve müfettişlerin okullarının/bölgelerinin STEM farkındalığına/kaynaklarına ilişkin farklı algılara sahip olduğunu göstermiştir. Müfettişler, görevli oldukları bölgelerinin STEM ve STEM ile ilgili kaynakların

önemli ölçüde farkında olduğuna inanırken; müdürlerin algıları, okullarının STEM farkındalığına/kaynaklarına ilişkin daha az olumlu algılara sahip olduklarını ortaya koymuştur. Bu bulgulara göre araştırmacı, kişinin idari rolünün, kişinin okul/bölge STEM farkındalığı/kaynaklarına ilişkin algılarını etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacı çalışmanın sonuçlarından hareketle öğretmen ve yöneticiler için mesleki gelişim programlarının düzenlenmesi, toplumun tüm paydaşlarının STEM anlayışının, bilgisinin ve desteğinin çeşitlenmesi, STEM mesleklerine başvurulması ve bu mesleklerde hizmet vermek için nitelikli bireylerin toplam sayısındaki gelişmenin sağlanması gibi öneriler sunmuştur.

Anagün ve ark., (2020) yaptıkları çalışmayla, sınıf öğretmeni adaylarının STEM odaklı etkinlikler geliştirme sürecinde hangi becerileri kullandıklarını ve STEM uygulamaları sürecindeki deneyimlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın katılımcıları kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle belirlenen 41 sınıf öğretmeni adaydır. Veri toplama araçları, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemlerden oluşmaktadır. Katılımcılar ilk hafta STEM yaklaşımına ilişkin bilgilendirilmişlerdir. Daha sonra altı farklı gruba ayrılan öğretmen adaylarının görevi, pelikan yumurtalarını olumsuz durumlardan koruyabilmek amacıyla yuva inşa etmek olmuştur. Süreçte ilk olarak tasarımı kağıt üzerinde çizen öğretmen adayları daha sonra gerekli malzemeleri sağlayarak yuvaları inşa etmişlerdir. İnşa edilen yuvalar sınıfta sunulmuş ve diğer gruplar tarafından maksimum uygunluk, dayanıklılık, malzemenin doğallığı gibi kriterler dikkate alınarak değerlendirilmişlerdir. Betimsel analiz tekniğiyle çözümlenen veriler ışığında çalışmanın sonuçları öğretmen adaylarının tasarım süresince mühendislik temelli tasarım basamaklarını takip ettikleri ve disiplinler arası becerileri benimsediklerini ortaya koymuştur.

Özdemir ve Cappellero (2020), sınıf öğretmenlerinin STEM farkındalık düzeylerini ve STEM yaklaşımına yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Nicel verilere ulaşmak için 5’li likert tipinde ölçekten; nitel verilere ulaşmak için yarı yapılandırılmış görüşme formundan yararlanılmıştır. Çalışmanın sonuçları, sınıf öğretmenlerinin STEM yaklaşımına ilişkin farkındalık düzeylerinin mesleki kıdeme, mezun olunan fakülte türüne ve cinsiyete göre farklılaşmadığını göstermiştir. Görüşme formlarından elde edilen sonuçlara göre ise öğretmenlerinin STEM’e yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

İpekoğlu-Yetgin ve Yangın (2021), gerçekleştirilen tasarım temelli öğrenme uygulamalarının, özel yetenekli ve normal öğrencilerin tasarım ve becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın katılımcılarını BİLSEM’de eğitim görmekte olan altı özel yetenekli ğrenci ve normal okulların nc sınıfında öğrenim görmekte olan altı diğer ğrenci oluşturmaktadır. Özel yetenekli öğrenciler grup 1, diğer öğrenciler ise grup 2 şeklinde ayrılmıştır. Beş farklı tasarım etkinliği beş hafta süresince gerçekleştirilmiştir. Verilerin elde edilmesinde tasarım sürecini değerlendirme anahtarı, çizimler ve tasarlanan ürünler kullanılmıştır. Çalışma sonunda her iki grupta da ihtiyaç ve problem durumunun tespit edilmesi, olası çözümler bulma, en iyi çözümü seçme, prototipi inşa etme ve çözümleri sunma becerilerinin gelişme gösterdiği saptanmıştır. İhtiyaç ve problemin araştırılması aşaması ise her iki grupta da fazla artış göstermemiştir. Ayrıca zel öğrencilerden oluşan grubun diğer gruba kıyasla çözümleri test etme ve değerlendirme ile yeniden tasarlama becerilerindeki gelişiminin fazla olduğu görülmüştür.

Türkoğuz ve Kayalar (2021), mobil-FeTeMM ğretim uygulamalarının, fen bilimleri ğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerine etkisini incelemeyi hedeflemişlerdir. Çalışmanın katılımcılarını fen bilimleri ğretmenliği programının nc sınıfına bağlı iki farklı şubesinde öğrenim görmekte olan fen bilimleri ğretmeni adayları oluşturmuştur. İki şubeden biri deney grubu diğer de kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubunda dersler mobil-FeTeMM yöntemiyle işlenirken; kontrol grubunda sadece FeTeMM ğretim uygulamalarıyla işlenmiştir. “Mühendislik Tasarım Süreç Becerileri leği” n test-son test şeklinde uygulanarak tasarımlar öncesi ve sonrasında veriler toplanmıştır. Araştırma sonuçları, mobil-FeTeMM uygulamalarının ğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci becerilerini kontrol grubuna kıyasla etkin şekilde geliştiremediğini göstermiştir. Buna ek olarak her iki grup da alternatif tasarım bulma, model tasarlama ve tasarlanan ürünü revize etme ile ilgili sorunlar yaşamışlardır.

Dadacan (2021) yapmış olduğu araştırmada, ğretmen adaylarının STEM eğitimi özyeterliklerini, farkındalık dzeyelerini ve STEM etkinliklerini derslerde kullanmaya yönelimlerini farklı değerşkenler açısından incelemiştir. Araştırma kapsamında Hacettepe, Gaziantep ve Kahramanmaraş Sütçü İmam niversiteleri’nde öğrenim gören fen bilimleri, sınıf ve matematik ğretmen adayları kolay ulaşılabilir

örneklem yöntemi ile belirlenerek katılımcı olmuşlardır. Araştırmada karma desen benimsenmiştir. Sonuçlara göre öğretmen adaylarının STEM özyeterlik ve farkındalık seviyelerinin “orta” seviyede; STEM etkinliklerini derslerde kullanma yönelimlerinin “yüksek” olduğu tespit edilmiştir. Branş, cinsiyet, öğrenim görmekte oldukları üniversiteler ise herhangi bir istatistiksel anlamlı farklılaşmaya sebebiyet vermemiştir.

Akgün ve Kılıç-Türel (2021) yapmış oldukları çalışmada, bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi bölümü öğrencilerinin STEM eğitimine ilişkin farkındalıklarını, sınıf düzeyi ve cinsiyet değişkeni yönünden incelemeyi amaçlamışlardır. Genel tarama yöntemi benimsenen araştırmada uygun örnekleme yöntemi kullanılarak 169 lisans öğrencisinin katılımcı olması sağlanmıştır. 5’li likert tipi ölçek ile niceliksel veriler toplanmış ve bu veriler bağımsız T-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları cinsiyet değişkeni yönünden kadın öğretmen adayları lehine anlamlı farklılık gösterirken sınıf seviyesi açısından gruplar arasında anlamlı farka rastlanmamıştır.

Ekici (2022) fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerilerini, STEM farkındalıklarını ve yaklaşıma ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. 81 fen bilgisi öğretmen adayının katıldığı çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri kullanılarak karma desen benimsenmiştir. Çalışmanın farkındalığa ilişkin nicel verileri 5’li likert tipte ölçekle toplanırken; öğretmenlerin görüşlerini belirlemek için yarı yapılandırılmış görüşmeler düzenlenmiştir. Öğretmen adaylarının STEM odaklı argümantasyon becerilerini irdelemek için bir çevre sorununa ilişkin vermiş oldukları yanıtlar yazılı dökümanlar aracılığıyla içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Bulgulara göre öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının genel olarak yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının görüşlerine ilişkin yapılan analizler neticesinde STEM’in tanımını doğru bir şekilde yapabildikleri, STEM’in öneminin bilincinde oldukları ve sınıflarında bu etkinlikleri kullanma yöneliminde oldukları sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının argümantasyon seviyesinin “orta” kalitede olduğu belirlenmiştir.

Şahiner ve Koyunlu-Ünlü (2022) yaptıkları araştırmada, sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik algılarını ve STEM farkındalıklarını artırmayı, yapılan tasarım etkinliklerine yönelik görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Araştırmaya daha önce STEM eğitimi almamış olan 39 sınıf öğretmeni adayı

katılmıştır. Etkinliklerin yürütülmesi için fen ve teknoloji laboratuvarı dersi seçilmiş ve öğretmen adayları dört veya beş kişilik gruplara ayrılmıştır. Tasarım etkinliklerinin basit araç ve gereçlerle yürütülebilecek türden olmasına özen gösterilmiş ve tasarım süreci yedi hafta sürmüştür. Etkinlikler öncesinde ve sonrasında 5’li likert farkındalık ölçeği uygulanarak nicel veriler toplanmıştır. Bunun yanı sıra ‘Bir Mühendis Çizme Testi’ ile nitel veriler elde edilmiştir. Araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının geliştiğini göstermiştir. Buna ek olarak kadın mühendis çizen kişi sayısının da fazlaştığı görülmüştür. Etkinlikler sonrasında öğretmen adayları bir mühendisin sahip olması gereken özellikler hakkında daha çok fikir sunabilmişlerdir.

Yaman ve Aşılıoğlu (2022) tarafından yapılan çalışmada, ilkökul sınıf öğretmenleri ile ortaokul matematik, bilişim teknolojileri, teknoloji tasarım ve fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik tutum, sınıf içi uygulama özyeterlik algı düzeyleri ve farkındalık düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada betimsel tarama modeli benimsenmiştir. Uygun örnekleme yöntemi kullanılarak 609 öğretmen ile çalışma yürütülmüştür. 15 madde ve 3 alt boyuttan oluşan “STEM Farkındalık Ölçeği”, 17 maddelik tek boyutlu “STEM Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği” ve 23 madde ve 3 alt boyuttan oluşan “STEM Sınıf İçi Uygulama Özyeterlik Algı Ölçeği” araştırmanın veri setini sağlayan araçlar olmuştur. Veri setinin çözümlenmesinde betimsel analiz yöntemi kullanılmış ve ortalama değer, standart sapma değerleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, öğretmenlerin STEM eğitime yönelik farkındalık seviyelerinin, ölçeğin “Öğrenciye Etkisi” ve “Öğretmene Etkisi” alt boyutlarında “yüksek” olduğunu göstermektedir. Farkındalık ölçeğinin bir diğer alt boyutu olan “Derse Etkisi” alt boyutunda ise “orta” seviyededir. Öğretmenlerin STEM eğitime ilişkin tutumlarının olumlu olduğu saptanmıştır. Öğretmenlerin STEM eğitime yönelik sınıf içi uygulama özyeterlik algılarına ait sonuçlara bakıldığında, düzeyin hem ölçeğin genelinde hem de alt boyutlarda pozitif olduğu görülmektedir.

Altun-Yalçın ve Çakır (2022) gerçekleştirdikleri çalışmada, mühendislik tasarımı eğitiminin okul öncesi dönemde kullanılmasına ilişkin algıları incelemeye çalışmışlardır. Çalışma, beş okul öncesi öğretmenin katılımıyla fenomenolojik nitel yaklaşım benimsenerek yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak, yedi açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formundan faydalanılmıştır. Veriler

içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Sonuçlara göre, okul öncesi öğretmenlerinin çoğunlukla olumlu görüşlere sahip olduğu saptanmış olmakla birlikte; bir öğretmenin tasarım sürecinin zaman alması, malzeme konusunda sıkıntı yaşanması ve eğitim sistemimizin test skoru ölçme odaklı olması gibi engellerle karşılaştığını belirttiği görülmüştür.

Altun ve Apaydın (2022) tarafından yürütülen çalışmada, sınıf öğretmenlerinin mesleki kıdem ve cinsiyetlerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıklarını ve tutumlarını etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Tarama modeliyle yürütülen çalışmada 190 farkındalık ve tutum belirlemeye yönelik ölçek analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, STEM farkındalık seviyeleri ‘Katılıyorum’; tutum seviyeleri ise ‘Kararsızım’ şeklinde olmuştur. Farkındalık seviyeleri ve tutumların cinsiyet değişkeni ile anlamlı ilişkisi olmadığı; mesleki kıdem yılı ile anlamlı ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak farkındalık seviyeleri ve tutumları arasında olumlu yönde ilişki saptanmıştır.

Bulut ve ark., (2022) öğretmen adaylarının katılımcı olduğu çalışmada, STEM uygulamalarının (FeTeMM) öğretim yönelimi, farkındalık ve tutuma olan etkisini incelemeye çalışmışlardır. Araştırmanın katılımcı grubu fen bilimleri ve matematik öğretmen adaylarından oluşan 34 kişidir. Karma modelin benimsendiği çalışmada tek grup ön test-son test deseni ve durum çalışması yöntemi bir arada kullanılmıştır. Veriler ölçekler ve görüş formları vasıtasıyla elde edilmiştir. Uygulama süresince öğretmen adayları günlük hayatta karşılaştıkları problemleri belirleyip, probleme dayalı öğrenme ile STEM disiplinleri ve bütünleşmesini dikkate alarak problem çözmeye yöneltilmişlerdir. 14 hafta süre içerisinde gerçekleştirilen etkinliklerden sonra ön test-son test yöntemi aracılığıyla toplanan veriler incelendiğinde, son test lehine anlamlı artışlar görülmüştür. Bununla birlikte bazı puanlarda düşümlere ve anlamlı düzeyde olmayan artışlara da rastlanmıştır. Nitel veriler dikkate alındığında STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarında olumlu etkiler oluşturduğu ve merak, bilgi edinme isteğinde artış sağladığı belirlenmiştir.

STEM alanına yönelik alanyazın tarandığında öğretmen ve öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen birçok çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmalar arasında, öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri hazırlama sürecinde sorun

yaşadıklarını ortaya koyan sonuçlara rastlanmıştır. Ancak tasarım süreci döngüsünde hangi aşamalarda sorun yaşanıldığına odaklanan çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Ayrıca birçok çalışmada öğretmen adaylarının hizmet öncesinde STEM yaklaşımına yönelik uygulamalar yapmadıkları ve bu yaklaşımdan habersiz oldukları bildirilmiştir. Alanyazın kaynaklarında öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına aşina olması gerekliliği vurgulanmış ve bu sebeple daha önce STEM uygulamasına katılmamış öğretmen adaylarının STEM farkındalığının ne düzeyde olduğunun belirlenmesi, STEM etkinlikleri sonrası bu düzeyin ne ölçüde etkileneceğinin incelenmesinin STEM eğitimi açısından önemli olacağı düşünülmüştür. Buna ek olarak, STEM etkinlikleri hazırlama sürecinde hangi aşamada aksaklıklar yaşanıldığının belirlenmesinin, STEM eğitimindeki eksikliklerin iyileştirilmesine hizmet edebileceği düşünülmüştür.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Araştırma Yöntemi

Araştırmada karma araştırma yöntemi benimsenmiştir. Karma araştırma yöntemi nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Tashakkori ve Teddlie, 1998; Creswell, 2003; Johnson ve Turner, 2003; Baki ve Gökçek, 2012). Araştırmada karma araştırma yöntemlerinin gerekçelerinden olan genişletme (expansion) kullanılmıştır. Genişletmenin amacı araştırmanın farklı bileşenleri için farklı yöntemler kullanılması ve çalışmanın kapsamının genişletilmesidir (Greene ve ark., 1989). Araştırmanın bir bileşeni olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri hazırlama öncesinde ve sonrasında olmak kaydıyla farkındalık düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle önceden belirlenen örneklem üzerinde ön test uygulaması yapılmış; daha sonra STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiş ve son olarak son test uygulaması yapılmıştır. Farkındalıkların incelenmesi bileşeni için basit deneysel yöntem kullanılarak nicel veriler toplanmıştır. Basit deneysel yöntem, kontrol grubu olmaksızın tek bir grubun gelişimini izlemeye odaklanmaktadır (Çepni, 2018). Diğer bir bileşen olan STEM temelli etkinlikler hazırlama sürecinin incelenmesi ise nitel verilerin kullanıldığı özel durum çalışması olup, doküman analizine dayanmaktadır. Özel durum çalışmaları araştırma yöntemlerinin ve veri toplama kaynaklarının tümünü kapsayabilen bir yöntemdir. Bu yöntem kişi, grup, konu, sorun gibi özel bir durum üzerine yoğunlaşma fırsatını verir. Özel durum kapsamında kullanılabilen doküman analizi yönteminde araştırmacı, amacıyla eşleşen kaynakları tarayarak önemli gördüğü bilgileri not alır ve bu notlar üzerinden değerlendirmeler yapar (Çepni, 2018; Yıldırım ve Şimşek, 2018). STEM temelli etkinlikler hazırlama sürecinin incelenmesi amacıyla özel durum çalışması kapsamında, öğretmen adaylarının etkinlik modüllerindeki ifadeler ve hazırladıkları etkinliklerin fotoğrafları göz önünde bulundurularak değerlendirmeler yapılmıştır.

3.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Türkiye’de fen bilgisi öğretmenliği lisans programlarında öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Örneklemi ise 2021-2022 eğitim ve öğretim senesinde Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi fen bilgisi öğretmenliği lisans programında 2. Sınıf düzeyinde öğrenim

görmekte olan, daha önce STEM eğitimi almamış 28 kız, 5 erkek olmak üzere 33 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcılar belirlenirken zaman, işgücü ve para sınırlılıkları dolayısıyla kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir olması için seçkisiz olmayan örnekleme yönteminden faydalanılmıştır (Akgün ve ark., 2012).

3.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak “STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleri” (EK 2; EK 3 ve EK 4) ve gerekli izinler alınarak Buyruk ve Korkmaz (2014) tarafından geliştirilen “FeTeMM Farkındalık Ölçeği” (EK 5) kullanılmıştır.

3.3.1 STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleri

STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleri hazırlanırken Fen Bilimleri Öğretim Programı’ndaki kazanımlara uygunluk gözetilmiştir. Fen bilimleri dersi 8. sınıf basınç ünitesi; F.8.3.1.2. “sıvı basıncını etkileyen değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini test eder” ve F.8.3.1.3 “katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnekler verir” kazanımlarıyla bağlantılı olarak üç farklı etkinlik modülü hazırlanmıştır. Modüller hazırlanırken Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği’ndeki basamaklar için uyumlu yanıtlar elde edilebilmesi amacıyla, bu analitik rubriğin kullanıldığı araştırmada yer alan, Kınık-Topalsan (2018) tarafından geliştirilmiş modüller incelenmiş ve yeni hazırlanan modüller soru kalıpları aynı kalacak şekilde, basınç ünitesi kazanımlarını ele alan etkinlikler içerecek tipte düzenlenmiştir. Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği (EK 2), Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği (EK 3) ve Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği (EK 4), Etik Kurul tarafından onaylanan STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleri’dir. Modüllerde, probleme ait çözüm önerilerini çizim yaparak açıklama fırsatı sunulmuştur. Çizimler, öğrencilerin planlama yapmaksızın doğrudan inşa etme eğilimlerini hafifletir ve tasarım düşüncesini, mühendislik zihin alışkanlıklarını benimsemelerini sağlar (Portsmore ve ark., 2012; Lucas ve Hanson, 2014). Buna ek olarak, taslak çizimler STEM disiplinlerini vurgulamanın bir yoludur. Çizimler sayesinde öğrencilerin STEM disiplinlerindeki bilgilerini yakalamak ve değerlendirmek kolaylaşır. Öğrencilerin alana özgü bilgi düzeylerindeki farklılık hem taslak çizimlerine hem de tasarım süreçlerine yansır (Jee ve ark., 2014). Modüllerde yer alan etkinliklerin geliştirilmesi aşamasında basit malzemeler kullanılarak hazırlanabilmeleri öncelik olmuştur.

3.3.2 FeTeMM Farkındalık Ölçeği

FeTeMM Farkındalık Ölçeği, öğretmen adaylarının STEM'e ilişkin farkındalık seviyelerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Buyruk ve Korkmaz (2014) tarafından geliştirilmiş olan 5'li likert tipteki ölçek 17 maddeden oluşmakta olup, 10 tane olumlu bakış, 7 tane olumsuz bakış ifadesi içermektedir. Ölçekte tüm maddeler için, Kesinlikle Katılmıyorum (1); Katılmıyorum (2); Kararsızım (3); Katılıyorum (4); Kesinlikle Katılıyorum (5) ifadeleri bulunmaktadır. Veri toplama aracının kullanılması için araştırmacıdan izin sağlanmıştır (EK 7).

Buyruk ve Korkmaz (2014) tarafından yürütülen çalışmada ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.927 değerinde saptanmıştır. Bu çalışmada ise ölçeğin ilgili değeri 0.882 şeklinde bulunmuştur. Bulunan Cronbach Alpha güvenirlik değeri Çizelge 3.1'de sunulmaktadır.

Çizelge 3.1 STEM Farkındalık Ölçeğine İlişkin Cronbach's Alpha Değerleri

| Cronbach's Alpha | N of Items |
|------------------|------------|
| 0.882 | 17 |

3.4 Uygulama Süreci

İlk olarak uygulama süreci için Etik Kurul izni alınmıştır (EK 1). İlk hafta 3 ders saati süresi boyunca STEM yaklaşımına ilişkin bilgilendirmeler yapılmış ve diğer haftalarda yapılacak etkinliklerden bahsedilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerine ilişkin FeTeMM Farkındalık Ölçeği ön test olarak uygulanmıştır. Diğer üç haftada üçer ders saati olmak kaydıyla, STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleri öğretmen adaylarına dağıtılmış ve modüldeki soruları yanıtlamaları sağlanmıştır. Modüllerdeki sorulara verilen örnek cevaplar Ek 9, Ek 10 ve Ek 11'de yer almaktadır. Öğretmen adayları modüllerde belirtilen örnek durumdan hareketle çalışma grupları ile tasarımlarını hazırlamışlar ve bu süreçte Hynes ve ark., (2011) tarafından oluşturulan mühendislik temelli tasarım döngüsünü dikkate almışlardır. Öğretmen adaylarının geliştirdiği tüm etkinlikler fotoğraflanmıştır. Son hafta etkinliklerin tamamlanmasının ardından FeTeMM Farkındalık Ölçeği son test olarak uygulanmıştır.

3.5 Verilerin Analizi

Bu başlık altında STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleri ve FeTeMM Farkındalık Ölçeği ile elde edilen verilerin analiz sürecine yer verilmiştir.

3.5.1 STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülleriyle Elde Edilen Verilerin Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Kullanılarak Analiz Edilme Süreci

Öğretmen adaylarının mühendislik temelli tasarım etkinlikleri hazırlama sürecini analiz etmek amacıyla Kınık-Topalsan (2018) tarafından geliştirilen Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği (EK 6) kullanılmıştır. Kullanılan analitik rubrik ile öğretmen adaylarının ortaya koyduğu performansların parçalara bölünerek puanlanması ve bu puanlardan ortalama puan elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak etkinlik değerlendirme ölçütü beş aşamaya ayrılmıştır. Analitik rubrikteki basamakların puanlandırılması için; kötü (1), düşük nitelikte (2), orta-geliştirilmeli (3), iyi-başarılı (4) ve mükemmel (5) ölçütlerine yer verilmiştir. Analitik rubriği kullanmak için araştırmacıdan gerekli izin sağlanmıştır (EK 8).

Analitik rubrikteki basamaklara yönelik ölçme sonuçlarının güvenilirliğini sağlamak amacıyla iki farklı puanlayıcı tarafından puanlama yapılmıştır.

Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği'nde bulunan basamakların, farklı puanlayıcılar arasında görüş birliğini ön plana çıkaracak şekilde puanlanması amacıyla Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Puanlama Anahtarı geliştirilmiştir (Çizelge 3.2). Böylece etkinliklere ait performanslar puanlanırken belirlenen ölçütler göz önünde bulundurulmuştur.

Çizelge 3.2 Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Puanlama Anahtarı

| Basamaklar | P Ölçütler |
|---|---|
| Problemin tanımlanması | 1 Açıklamaya yer verilmemiş. |
| | 2 Açıklama ilgisiz ve anlatımda sorun var. |
| | 3 Problem cümlesi etkinlik modülündeki hikâyeye odaklanarak, bilimsel bilgi ve tasarım vurgusuna yer verilmeden oluşturulmuş. |
| | 4 Açıklamada tasarım vurgusuna yer verilmiş ancak bilimsel sorgulama vurgusu yapılmamış. |
| | 5 Açıklamada ilgili bilimsel ilkelere veya kriterlere ve tasarım vurgusuna yer verilmiş, anlatım iyi düzeyde. |
| Tanımlanan problemin anlaşılabilirliği | 1 Açıklamaya yer verilmemiş. |
| | 2 Açıklama ilgisiz ve anlatımda sorun var. |
| | 3 Geliştirilecek olan tasarımın hangi bilgi ve prensiplere uygun çalışacağına öngörülememiş olması durumunda, bu bilgilere hangi kaynak üzerinden erişilebileceğinin belirtilmesi (AR-GE merkezleri, ilgili internet sayfaları, mobilya endüstrisi gibi). |
| | 4 Tasarımın hangi bilgi ve prensiplere sahip olacağını belirtilmesi ancak bunların tasarımla ilişkilendirilerek açıklanmamış olması. |
| | 5 Tasarımın hangi mühendislik ve fen bilgisini (Pascal prensibi, dinamik, eğim vs.) içereceğinin belirtilmesi ve bu bilgilerin tasarımla ilişkilendirilmesi. |
| Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik kriterlerin belirlenmesi | 1 Açıklamaya yer verilmemiş. |
| | 2 Kriterler ilgisiz. |
| | 3 Tek kriter belirtilmiş. |
| | 4 En az iki kriter belirtilmiş. |
| | 5 En az üç kriter belirtilmiş. |

Çizelge 3.2 Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Puanlama Anahtarı (devamı)

| | |
|---|---|
| Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi | 1 Açıklamaya yer verilmemiş. |
| | 2 Tasarımda oluşabilecek sınırlılıklar ilgili bilimsel bilgi ile ilişkilendirilmemiş ve anlatımda sorun var. |
| | 3 Tasarımda oluşabilecek sınırlılıklar herhangi bir bilimsel bilgi ile ilişkilendirme yapılmadan belirtilmiş, anlatımda sorun yok. |
| | 4 Tasarımda oluşabilecek bilimsel bilgiye veya tasarım bileşenlerine yönelik sınırlılıklardan söz edilmiş ancak bilimsel bilgi ve bileşenler arasındaki ilişkiye değinilmemiş (basınç kuvveti ve serum hortumu uzunluğu ilişkisi gibi). |
| | 5 Tasarımda oluşabilecek sınırlılıklar ilgili bilimsel bilgi ve tasarımın bileşenleri ile doğru ilişkilendirilmiş. |
| Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi | 1 Açıklamaya yer verilmemiş. |
| | 2 İhtiyaç duyulan malzemelerden bahsedilmemiş ancak nasıl tedarik edilebileceği belirtilmiş. |
| | 3 İhtiyaç duyulan malzemeler belirtilmiş ancak ne amaçla kullanılacağı belirtilmemiş. |
| | 4 İhtiyaç duyulan malzemeler kullanılarak tasarımda temel olarak ne hedeflendiğine yer verilmiş (Pascal ilkesini sağlamak gibi) ancak detaylı değil. |
| | 5 İhtiyaç duyulan malzemelerin ne amaçla kullanılacağına açıkça yer verilmiş. |
| Olası çözümlerin geliştirilmesi (yazılarak ifade edilmesi) | 1 Açıklamaya yer verilmemiş. |
| | 2 Tek çözüm yolu geliştirilmesi ancak açıklamaların yetersiz olması. |
| | 3 Tek çözüm yolu geliştirilmesi ve önerilen tasarımlar için açıklamalar yapılması. |
| | 4 Birden fazla çözüm yolu geliştirilmesi ancak açıklamaların yetersiz olması. |
| | 5 Birden fazla çözüm yolu geliştirilmesi ve açıklamalar yapılması. |

Çizelge 3.2 Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Puanlama Anahtarı (devamı)

| | |
|---|---|
| Olası çözümlerin geliştirilmesi (çizilerek ifade edilmesi) | 1 Çizime yer verilmemiş. |
| | 2 Tek çözüm yolu geliştirilerek malzemelerin ne amaçla kullanılacağına açıkça yer verilmemiş. |
| | 3 Tek çözüm yolu geliştirilerek malzemelerin ne amaçla kullanılacağına yer verilmiş. |
| | 4 Birden fazla çözüm yolu geliştirilerek malzemelerin ne amaçla kullanılacağına açıkça yer verilmemiş. |
| | 5 Birden fazla çözüm yolu geliştirilerek malzemelerin ne amaçla kullanılacağına yer verilmiş. |
| Çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması | 1 Çözüm önerisi yok. |
| | 2 Çözüm uygulanamaz ve yaratıcı değil. |
| | 3 Çözüm uygulanamaz ancak yaratıcı. |
| | 4 Çözüm uygulanabilir ancak yaratıcı değil. |
| | 5 Çözüm uygulanabilir ve yaratıcı. |
| Karar verme matrislerinin oluşturulması | 1 Açıklamaya yer verilmemiş. |
| | 2 Açıklama ilgisiz. |
| | 3 Tasarlanan prototipin en uygun tasarıma sahip olduğuna işaret eden temel açıklamalar kullanılması (tüm prototipler hedeflenen prensibe uygun olarak çalışmıştır; bu nedenle temel ifadeler kullanan öğrencilerin, net olarak belirtmemiş olsalar da sınırlılık-kriter bağlamında karar verme sürecine katıldıkları varsayılmıştır). |
| | 4 Tasarım döngüsünde sınırlılıkları aşmak için hangi yolların izlendiğinin ve başarılı tasarıma ulaştırılan sürecin net olarak ifade edilememesi, alternatif tasarımın neleri iyileştirdiğinin belirtilmemesi. |
| | 5 Tasarım döngüsünde sınırlılıkları aşmak için hangi yolların izlendiğinin ve başarılı tasarıma ulaştırılan sürecin açıkça ifade edilmesi. |

Çizelge 3.2 Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Puanlama Anahtarı (devamı)

| | | |
|--|---|---|
| Prototipin yapılması veya çizilmesi | 1 | Prototipin oluşturulamamış. |
| | 2 | Prototip ilgili probleme çözüm değil ve işlevsellikte sorun var. |
| | 3 | Prototip ilgili probleme çözüm değil ancak işlevsel. |
| | 4 | Prototip ilgili probleme çözüm ancak işlevsellikte sorun var. |
| | 5 | Prototip ilgili probleme çözüm ve işlevsel. |
| Çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi | 1 | Çözüme dair prototip oluşturulamamış. |
| | 2 | Çözüme dair prototip geliştirilmiş ancak sunulmamış. |
| | 3 | Çözüme dair prototip geliştirilmiş ancak prototip çalışmamış. |
| | 4 | Çözüme dair prototip geliştirilmiş ancak prototipin çalışmasında bazı sorunlar var. |
| | 5 | Çözüme dair prototip geliştirilmiş ve sorunsuz çalıştırılarak sunulmuş. |

Puanlanmasında görüş ayrılığı olan her bir basamak için Miles ve Huberman'ın (1994) aşağıdaki güvenilirlik analizi formülü kullanılmıştır:

$$\text{Güvenirlik} = \text{Görüş birliği sayısı} / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş ayrılığı}).$$

Güvenirlik değerleri, analitik rubrikte yer alan “problemin tanımlanması” basamağı için 0.83; “tanımlanan problemin anlaşılabilirliği” basamağı için 0.91; “problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi” basamağı için 0.92; “probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi” basamağı için 0.98; “olası çözümlerin geliştirilmesi” basamağı için 0.91 ve “karar verme matrislerinin oluşturulması” basamağı için 0.99 olarak hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arası tutarlılığı gösteren bu değerlerin en az 0.80 olması gerekmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Yapılan hesaplamalar, puanlanmasında görüş ayrılığı yaşanan her bir basamak için güvenilirlik değerinin istenilen düzeyde olduğunu ortaya koymuştur.

Analitik rubrikteki basamaklar iki puanlayıcı tarafından puanlanarak ölçme sonuçlarının güvenilir olması sağlanmıştır. Geliştirilen puanlama anahtarı, analitik

rubrikteki basamakların puanlanması aşamasında puanlayıcıların çoğu madde üzerinde görüş birliği sağlamasına katkıda bulunmuştur. Farklı puanlanan basamaklar için aritmetik ortalamalar alınmış ve 1.00-1.79: “Kötü-1”; 1.80-2.59: “Düşük nitelikte-2”; 2.60-3.39: “Orta, geliştirilmesi gerek-3”; 3.40-4.19: “İyi-4” ve 4.20-5.00: “Mükemmel-5” şeklinde değerlendirilmiştir. 3.40 ve üzerinde olan ortalama puanlar başarılı kabul edilirken; 3.40 altında olan puanlamalar geliştirilmesi gereken basamaklar şeklinde yorumlanmıştır. Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği ile incelenen öğrenci performanslarına ait basamaklara ilişkin frekans, yüzde ve sınıf ortalaması değerlerine bulgular kısmında yer verilmiştir.

3.5.2 FeTeMM Farkındalık Ölçeği İle Elde Edilen Verilerin Analiz Süreci

Verilerin normal dağılım sergileyip sergilemediklerini belirlemek amacıyla SPSS Statistics 21 programı ile yapılan Kolmogorov-Smirnov testi ile ilgili sonuçlar Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.3 FeTeMM Farkındalık Ölçeği Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları

| | Kolmogorov-Smirnov | | |
|---------------------------|--------------------|----|----------|
| | İstatistik | sd | <i>P</i> |
| FeTeMM Farkındalık Ölçeği | 0.128 | 33 | 0.184 |

Çizelge 3.3’te belirtilen FeTeMM Farkındalık Ölçeği Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi sonuçlarına göre ilgili veri setinin istatistiksel olarak normal dağılım ($p>0.05$) gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum ölçeklerle elde edilen ön test ve son test verilerinin normal dağılım gösterdiği ve parametrik bir testin uygulanabileceği sonucunu doğrulamaktadır. Buna göre, çalışma grubunun FeTeMM Farkındalık Ölçeği ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını saptamak amacıyla Bağımlı Örneklem T-Testi (Paired-Sample T-Test) uygulanmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 FeTeMM Farkındalık Ölçeğinin Bileşenlerine Uygulanan Analizler

| Bileşenler | |
|-------------------------|---|
| Olumlu Maddeler | Bağımlı Örneklem T-Testi (Paired-Sample T-Test) |
| Olumsuz Maddeler | Bağımlı Örneklem T-Testi (Paired-Sample T-Test) |
| Tüm Maddeler | Bağımlı Örneklem T-Testi (Paired-Sample T-Test) |

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde, öğretmen adaylarının STEM temelli etkinlikler (Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği, Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği ve Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği) sürecindeki düzeylerinin tanımlanmasına; diğer bir ifadeyle “Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tasarım temelli etkinlikler süreci basamaklarındaki düzeylerinin tanımlanması nasıldır?” birinci alt problemine ilişkin nitel bulgulara ve bu bulguların sayısal ifadelerine yer verilmiştir.

Düzeylerin tanımlanması alt başlıkları ile verilen nitel bulgular; öğretmen adaylarının STEM etkinlik modüllerindeki sorulara verdikleri yanıtları, yanıtların analitik rubrik ile nasıl puanlandığını ve puanlamaya ilişkin hazırlanan bazı etkinliklerin fotoğraflarını kapsamaktadır.

4.1.1 Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği Sürecinde Düzeylerin Tanımlanması

- Bu etkinliğe ait modülde, problemin tanımlanması basamağına ilişkin “Örnek olaydaki problem durumunu kendi cümlelerinizle tanımlar mısınız?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Kuaför salonunda koltuk ihtiyacını gidermek için bilimsel olarak çalışma prensibi öğrenilmeli ve tasarım yapılması gerekmektedir. (Mükemmel-5)

Ö2: Kuaför koltuğunun temini uzun süre alacağından en iyi şekilde tasarlanmalıdır. (İyi-4)

Ö3: Kuaför koltuğu ihtiyacının olması fakat koltuğun siparişinin verilmesiyle birlikte temin edilme süresinin uzaması. (Orta-3)

Ö4: Yetersiz koltuk olması. (Düşük nitelikte-2)

Öğretmen adaylarının hazırladıkları problem durumları incelendiğinde, Ö1’in ifadesi bilimsel araştırma ve sorgulamayı kullanarak tasarım yapılmasını ve bu plan dahilinde problemin çözümünü esas almaktadır. Bu nedenle görüş birliğine varılarak “Mükemmel-5” şeklinde puanlanmıştır. Ö2’nin ifadesi incelendiğinde, tasarım yapılması gerekliliği belirtilmesine rağmen etkinlik modülünde verilen hikayeye daha çok odaklanıldığı ve Ö1’in ifadesine kıyasla açıklık bağlamında daha alt düzeyde

olduğu görülmektedir. Bu sebeple “İyi-4” şeklinde puanlanmıştır. Ö3’ün ifadesinde ise herhangi bir bilimsel sorgulama veya tasarım gerekliliğine vurgu yapılmayarak problem durumu için ilgisiz ancak anlatımda sorun yaratmayan ifadeler kullanılmıştır. Bu nedenle “Orta-3” şeklinde puanlanmıştır. Ö4, Ö3’e benzer şekilde modüldeki hikayeye odaklanarak problem durumunda mühendislik tasarım süreci veya bilimsel araştırma-sorgulama gerekliliğini vurgulamamanın yanı sıra açık olmayan basit ifadeler kullanmıştır. Bu sebeple “Düşük nitelikte-2” şeklinde puanlama yapılmıştır.

- Tanımlanan problemin anlaşılabilirliği basamağına ilişkin “Problem kapsamında çözüme ulaşılabilmesi için ne gibi bilgilere ihtiyaç vardır?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Kuaför koltuğunu tasarlayabilmek için önce gerekli malzemeleri ve konforu sağlayabilmek amacıyla bilgi toplanmalıdır. Ayrıca mekanizmanın hareketi ve sağlamlığı için kuvvet ve dinamik, Pascal prensibi hakkında da bilgi sahibi olmalıdır. (Mükemmel-5)

Ö2: Basınç, kuvvet, dinamik, kütle ve ağırlık ilişkisini bilmeli. (İyi-4)

Ö3: Mobilyacıyla iletişime geçip örnek koltuk üzerinden tasarım mühendisliği bilgilerini öğrenebilir. (Orta-3)

Ö4: Kuaför koltuğu mekanizmasında hangi mekanizmanın kullanıldığını bilmesi gerekir. (Düşük nitelikte-2)

İfadeler incelendiğinde, Ö1’in yapılacak olan tasarımla gerekli mühendislik ve fen bilgilerini ilişkilendirdiği görülmektedir. Ö2 ise gerekli bilgileri ifade etmesine rağmen bunu tasarımla ilişkilendiren açıklayıcı cümle kullanmamıştır. Ö3, tasarımda hangi bilgilerin kullanılması gerektiğini belirtmemesine rağmen bu bilgilere hangi kaynak üzerinden erişebileceğini belirtmiştir. Ö4 ise herhangi bir fen veya mühendislik bilgisine vurgu yapmamanın yanı sıra bu bilgilere hangi kaynaktan erişebileceğini de belirtmemiştir.

- Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik kriterlerin belirlenmesi basamağına ilişkin “Tasarlanması gereken aletin özellikleri nasıl olmalıdır?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2 ve Ö3) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Sağlam, konforlu ve basınç ile aşağı yukarı hareket edebilmeli. (Mükemmel-5).

Ö2: Müşteriyi rahat ettirecek konfora sahip olmalıdır. Koltuk boyu ayarlanabilir olmalıdır. (İyi-4)

Ö3: Müşteriye göre yükselip alçalabilen bir koltuk olmalıdır. (Orta-3)

Ö1 ifadesinde tasarlanan sisteme dair üç kriter; Ö2 iki kriter ve Ö3 tek kriter belirtmiştir.

- Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi basamağına ilişkin ‘‘Bulunacak olan çözüm veya çözümlerde yaşanabilecek sınırlılıklar ne olabilir?’’ sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Tasarladığımız koltuktaki sağlamlık, konfor ve aşağı yukarı hareketi sağlayan mekanizmanın ağır yükten olumsuz etkilenerek basınç sisteminin bozulabilme olasılığı sınırlılık olabilir. (Mükemmel-5)

Ö2: Zayıf basınç iletimi olabilir. (İyi-4)

Ö3: Tasarımı yeterince sağlam olmayabilir. (Orta-3)

Ö4: Malzemeler pahalı olabilir. (Düşük nitelikte-2)

Ö1 ifadesinde, tasarımda oluşabilecek sınırlılıkları ilgili bilimsel bilgi kapsamında ele alarak yapacağı tasarım ile ilişkilendirmiştir. Ö2 ise hangi bilimsel prensipte sorun yaşanabileceğini belirtmesine rağmen buna sebep olacak etkene işaret etmemiştir. Ö3 ifadesinde, sınırlılığa sebep olabilecek bilimsel bilgiye yer vermemiştir. Ö4’ün ifadesi ise Ö3’te olduğu gibi herhangi bir bilimsel bilginin sınırlılığına işaret etmemekle birlikte ilgisiz açıklama içermektedir.

- Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi basamağına ilişkin ‘‘Hangi kaynakları kullanacaksınız? Nedenleri ile açıklar mısınız?’’ sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Mukavva karton, renkli karton, küçük ve orta boy olmak üzere iki şırınga, serum hortumu, bant, makas, silikon, su malzemelerini kullanacağız. Şırınga ile serum hortumunun içindeki suyun sıkıştırılmasını ve itilmesini sağlayarak su basıncından

yararlanacağız. Bu da düzeneğimizin aşağı yukarı hareket etmesini sağlayacak.
(Mükemmel-5)

Ö2: Su, cetvel, mukavva, serum hortumu, şırınga, silikon tabancası ve silikon.
Bu malzemeler basınç oluşturmamızı sağlayacaktır. (İyi-4)

Ö3: Su, bant, cetvel, serum hortumu, mukavva, şırınga, silikon tabancası ve silikon. (Orta-3)

Ö4: İnternette faydalanacağım. Çünkü böylece her türlü bilgiye erişebilirim.
(Düşük nitelikte-3)

İfadeler incelendiğinde, Ö1'in tasarımda kullanacağı malzemeleri ve bu malzemeleri hangi amaçla kullanacağını belirttiği açıkça görülmektedir. Ö2 ise kullanacağı kaynakları belirtmiş olmasına rağmen hedefini (basınç oluşturmak) kaynaklarla ilişkilendirerek açıklamamıştır. Ö3 sadece kullanacağı kaynakları belirtmiştir. Ö4 ise hangi kaynakları kullanacağını belirtmemiş ancak bu kaynaklara hangi yolu kullanarak erişebileceğini ifade etmiştir.

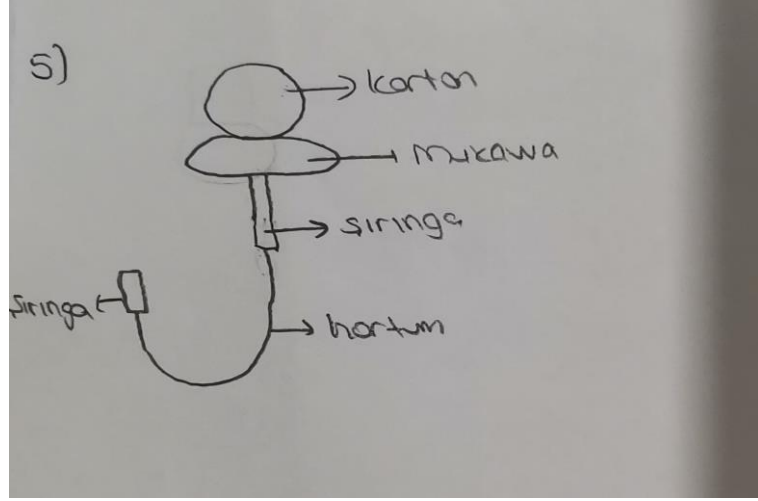
- Olası çözümlerin geliştirilmesi basamağına ilişkin “Problem için önerebileceğiniz çözüm önerileri nelerdir? Çözüm önerilerini ifade ederek belirtebilir veya olası çözümler için çizim yapabilirsiniz.” ifadesine öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Öncelikle koltuğun çalışma mekanizması hakkında araştırma yapılmalıdır. Araştırma ile Pascal prensibi veya hava basıncını bu koltukta nasıl kullanabileceğini öğrenmelidir. Pascal prensibi alanda kuvveti ileterek basınç oluşturur. Bu basınç hidrolik sistemlerde çalışma kuvveti için önemlidir. (Mükemmel-5)

Ö2: Pascal prensibi veya hava basıncını kullanarak koltuğu tasarlayabilir. (İyi-4)

Ö3: Pascal prensibini kullanarak koltuğu tasarlayabilir. Pascal prensibi hareketsiz ve sıkıştırılamayan bir akışkanın aynı mutlak yüksekliğe sahip tüm noktalarında sıvı basıncının aynı olmasını sağlar. Bu tanımdan yola çıkarak yapacağı koltukta şırınga ve su sayesinde basınç oluşur ve düzenek hareket eder. (Orta-3)

Ö4:



Şekil 4.1 Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (Orta-3)

Ö5: İş bilenler yardımıyla koltuğu tasarlamak fikrimin arkasındayım. Ortadaki sınırlılıkları kaldırmak için ortak çalışma yapılmalı. Kriterlerin sağlanması ve sınırlılıklar bu ortaklaşmayı zorluyor. (Düşük nitelikte-2)

İfadeler incelendiğinde, Ö1'in problemin çözümü için Pascal prensibi ve hava basıncının kullanılması olmak üzere iki farklı öneri belirttiği görülmektedir. Ö2, benzer şekilde iki öneriye işaret etmiştir ancak bu önerilerin nasıl işleyeceğini belirtmemiştir. Ö3 tek çözüm önerisi önermiştir ve tasarıma dair açıklamalarda bulunmuştur. Ö4 ise tek çözüm önerisini çizim yaparak açıklamış ve önerisinde kullanacağı malzemeleri çiziminde açıkça belirtmiştir. Ö5, problemin çözümünde ortak çalışmanın gerekliliğini vurgulamış ancak herhangi bir öneriyi tam anlamıyla belirtmemiştir.

- Karar verme matrislerinin oluşturulması basamağına ilişkin “Çözüm önerilerinizden birine karar vermeniz için her bir öneriyi kriterleriniz ve sınırlılıklarınız bağlamında sorgulamalısınız. Karar verme sürecinde kriter ve sınırlılık matrisleri alternatif tasarım için size ne şekilde yardımcı oldu?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Çözüm önerimde belirtmiş olduğum sınırlılıklara dikkat ederek ve tasarımda bir yerine iki şırınga kullanarak Pascal prensibinin işlemlerini sağladım. İki şırınga yardımıyla suyun itilmesini ve çekilmesini sağlayarak mekanizmayı çalıştırdım. (Mükemmel-5)

Ö2: Koltuğun aşağı yukarı hareket etmesini Pascal prensibi ile sağladım. (İyi-2)

Ö3: Elimdeki seçenekleri en uygundan en az uygun olana doğru sıralayarak uygulanması hızlı ve kolay olanı seçerek karar verdim. (Orta-3)

Ö4: Eksik kuaför koltuğunu kısa sürede tamamlamakta yardımcı oldu. (Düşük nitelikte-2)

Ö1, kriter ve sınırlılıkları kapsamında kendisini başarılı tasarıma ulaştıran aşamaları net bir şekilde açıklamıştır. Ö2, tasarımının hangi bilimsel ilke ile işlediğini açıklamış ancak bu tasarımı nasıl başarıya ulaştırdığını ifade etmemiştir. Ö3, karar verme sürecinde düşüncelerini nasıl oluşturduğunu temel ifadelerle açıklamıştır. Ö4 ise karar verme süreci ile ilgisi olmayan bir açıklamada bulunmuştur.

- Çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması, prototipin yapılması veya çizilmesi ve çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi basamakları için grupların geliştirdiği STEM performans ürünleri dikkate alınmıştır. Kuaför koltuğu tasarımı etkinliğine dair bazı grupların (G1 ve G2) geliştirdiği ürünler aşağıdaki gibidir (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3):



Şekil 4.2 Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G1)



Şekil 4.3 Kuaför Koltuğu Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G2)

Tasarlanan ürünler görünüş olarak benzer ve birbirinden farklılaşmamış olsa da her grup belirledikleri kriterlerle eşleşen tasarımı başarıyla tamamlamıştır. Bu nedenle geliştirilen ürünler kendi içinde özgündür. Grupların tasarladığı ürünler, belirledikleri kriterler ve sınırlılıklar bağlamında uygulanabilir ve ideal bir koltuk tasarımı açısından yaratıcı olarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen prototipler ilgili problem için çözüm sağlamıştır ve sorunsuz çalışarak sunulabilecek aşamaya getirilmiştir. Böylece gruplar (tüm öğretmen adayları) çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması, prototipin yapılması veya çizilmesi ve çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi basamaklarından “Mükemmel-5” puan almışlardır.

4.1.2 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Sürecinde Düzeylerin Tanımlanması

- Bu etkinliğe ait modülde, problemin tanımlanması basamağına ilişkin “Örnek olaydaki problem durumunu kendi cümlelerinizle tanımlar mısınız?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Hortumun ucu geniş alanı sulamak için yetersizdir ve vakit kaybı oluşturmaktadır. Büyük bir alanın tek hamlede, tasarruflu şekilde suyu dağıtacak basınç kuvveti yardımıyla sulanması gerekmektedir. (Mükemmel-5)

Ö2: Büyük bir alanın az su kullanarak sulanması için tasarım yapılması gerekmektedir. (İyi-4)

Ö3: Yaz aylarında sıcaklık arttığı için sulama gereksiniminin fazla olması ve zaman alması problemdir. (Orta-3)

Ö4: Sulama sistemi yapılması gerekmektedir. (Düşük nitelikte-2)

Problem durumları incelendiğinde, Ö1'in ifadesi bilimsel araştırma ve sorgulamayı kullanarak basınç ilkesiyle çalışan tasarım yapılmasını ve belirli kriterleri esas alarak problemin çözülmesi gerekliliğini yansıtmaktadır. Ö2'nin ifadesi incelendiğinde, belirli kriterler kapsamında tasarım yapılması gerekliliği belirtilmesine rağmen gerekli bilimsel ilkenin ön plana çıkarılmadığı ve Ö1'in ifadesine kıyasla açıklık bağlamında daha alt düzeyde olduğu görülmektedir. Ö3'ün ifadesinde ise herhangi bir bilimsel sorgulama veya tasarım gerekliliğine vurgu yapılmayarak modüldeki hikayeleştirilmiş duruma bağlı kalınmış ve problem durumu için yetersiz ancak anlatımda sorun yaratmayan ifadeler kullanılmıştır. Ö4, modüldeki hikayeye odaklanarak problem durumunda mühendislik tasarım süreci veya bilimsel araştırma-sorgulama gerekliliğini vurgulamamanın yanı sıra açık olmayan basit ifadeler kullanmıştır.

- Tanımlanan problemin anlaşılabilirliği basamağına ilişkin “Problem kapsamında çözüme ulaşılabilmesi için ne gibi bilgilere ihtiyaç vardır?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2 ve Ö3) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Sıvı basıncını ve Pascal prensibini bilmesi gereklidir. (İyi-4)

Ö2: Sulama sistemine ilişkin mühendislik tasarım bilgilerini, gerekli materyalleri ve gerekliyse arıtma sistemini öğrenmek için fikir almalıdır. (Orta-3)

Ö3: Bitkilerin fazla su tüketiminin önüne geçebilmek için sulama sisteminin nasıl tasarlanacağını bilmesi gerekir. (Düşük nitelikte-2)

İfadeler incelendiğinde Ö1, geliştireceği tasarımda hangi bilimsel ilkeleri kullanacağını ön plana çıkarmıştır. Ancak bu bilimsel bilgileri kullanarak tasarımında neleri hedeflediğini belirtmemiş ve tasarımla ilişkilendirme yapmamıştır. Ö2, gerekli mühendislik bilgilerini öğrenebilmek için bu alanda deneyimli kişilerden fikir alınması

gerektiğini savunmuştur. Ö3 ise tasarımında nelere gereklilik duyacağını belirtmemiştir.

- Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik kriterlerin belirlenmesi basamağına ilişkin “Tasarlanması gereken aletin özellikleri nasıl olmalıdır?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2 ve Ö3) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Dayanıklı olmalıdır. Basınç doğrultusunda suyun hareketi sağlanmalıdır. Suyun yüzeye dağılımı eşit olmalıdır. (Mükemmel-5)

Ö2: Daha kısa zamanda, daha fazla sulama yapabilen bir alet olmalıdır. (İyi-4)

Ö3: Sulama sistemi sağlam olmalıdır. Kolayca kırılabilir veya delinebilir olmamalıdır. (Orta-3)

Ö1 ifadesinde üç farklı kriter, Ö2 iki ve Ö3 tek kriter belirtmiştir.

- Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi basamağına ilişkin “Bulunacak olan çözüm veya çözümlerde yaşanabilecek sınırlılıklar ne olabilir?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Suyun dağılması için açacağı deliklere ve hortumun uzunluğuna bağlı olarak basınç yetersiz gelebilir. Bu nedenle suyun dağılımını istediği şekilde ayarlayamayabilir. (Mükemmel-5)

Ö2: Hava ve basınç yeterli olmayabilir. (İyi-4)

Ö3: Bahçe büyük ve bitkiler fazla olduğundan istenilen sulamayı yapmak zor. (Orta-3)

Ö4: Tasarımda kullanacağımız su yetersiz olabilir. (Düşük nitelikte-2)

Ö1 ifadesinde, tasarımda oluşabilecek sınırlılıkları ilgili bilimsel bilgi kapsamında ele alarak tasarımı ile ilişkilendirmiş ve basınca etkiyebilecek nedenleri belirtmiştir. Ö2 ise hangi bilimsel prensipte sorun yaşanabileceğini belirtmesine rağmen buna sebep olacak etkene işaret etmemiştir. Ö3 ifadesinde, sınırlılığa sebep olabilecek bilimsel bilgiye yer vermek yerine, modüldeki hikayeleştirilmiş duruma odaklı açıklamalarda bulunmuştur. Ö4’ün ifadesi ise Ö3’te olduğu gibi herhangi bir

bilimsel bilginin sınırlılığına işaret etmemekle birlikte ilgisiz açıklama içermektedir. Yapılan etkinliklerde malzeme kısıtlılığı söz konusu değildir.

- Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi basamağına ilişkin ‘‘Hangi kaynakları kullanacaksınız? Nedenleri ile açıklar mısınız?’’ sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2 ve Ö3) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Pinpon topları, şırınga, serum hortumu, toplu iğne, mukavva kartonu ve bant kullanacağım. Şırınga hortuma suyu ileterek basınç oluşmasını sağlayacak. Toplu iğne ile pinpon topunu deleceğim. Pinpon topu delikler yardımıyla suyu fişkırtacak. Sistemi mukavva kartonuna sabitleyip toprak üzerindeki bitkilere eşit su dağıtımını sağlayacağım. (Mükemmel-5)

Ö2: Pet şişe, serum hortumu, su, silikon tabancası, makas, toplu iğne. (Orta-3)

Ö3: Yapılmış örneklerden ilham almak için interneti kullanacağım. (Düşük nitelikte-2)

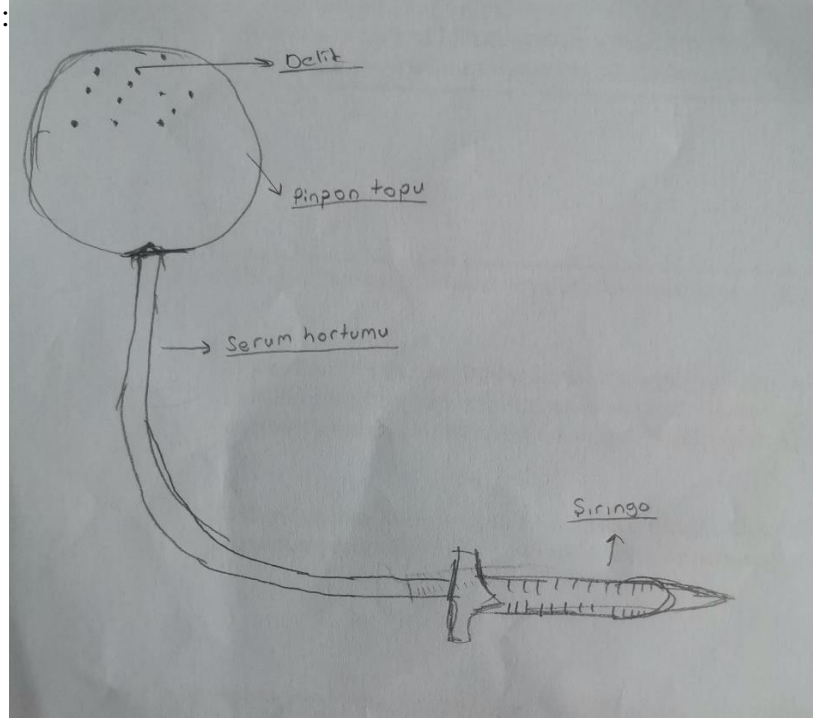
İfadeler incelendiğinde, Ö1'in tasarımda kullanacağı malzemeleri ve bu malzemeleri hangi amaçla kullanacağını belirttiği açıkça görülmektedir. Ö2 sadece kullanacağı kaynakları belirtmiştir. Ö3 ise hangi kaynakları kullanacağını belirtmemiş ancak bu kaynaklara hangi yolu kullanarak erişebileceğini ifade etmiştir.

- Olası çözümlerin geliştirilmesi basamağına ilişkin ‘‘Problem için önerebileceğiniz çözüm önerileri nelerdir? Çözüm önerilerini ifade ederek belirtebilir veya olası çözümler için çizim yapabilirsiniz.’’ ifadesine öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Serum hortumunda delikler açarak veya pinpon topunu delerek tarla gibi geniş alanlarda zemine yerleştirip sulama yapılabilir. (İyi-4)

Ö2: Pinpon topunda delikler açarım ve suyun basınç farkından yararlanarak geniş alanda dağılarak fişkırtmasını sağlayabilirim. (Orta-3)

Ö3:



Şekil 4.4 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (Orta-3)

Ö4: Bitki suya ihtiyaç duydukça verebilecek güzel bir sulama sistemi tasarlarım. (Düşük nitelikte-2)

Ö1 iki öneriye işaret etmiştir ancak bu önerilerin nasıl işleyeceğini ve hangi prensipleri kullanarak çalışacağını belirtmemiştir. Ö2, tek çözüm önerisi önermiş ve tasarımın nasıl işleyeceği konusunda açıklamalarda bulunmuştur. Ö3, tek çözüm önerisini çizim yaparak açıklamış ve önerisinde kullanacağı malzemeleri çiziminde açıkça belirtmiştir. Ö4 ise tasarlayacağı sistem hakkında açıklayıcı bir anlatım kullanmamıştır.

- Karar verme matrislerinin oluşturulması basamağına ilişkin “Çözüm önerilerinizden birine karar vermeniz için her bir öneriyi kriterleriniz ve sınırlılıklarınız bağlamında sorgulamalısınız. Karar verme sürecinde kriter ve sınırlılık matrisleri alternatif tasarım için size ne şekilde yardımcı oldu?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Pinpon topuna serum hortumunu sabitledim. Pinpon topunu deldim ve içini su ile doldurdum. Delik sayısının basıncın fazla olması için az kalmasını sağladım.

Ardından serum hortumunun bir ucuna şırınga taktım ve basınçla suyun iletilerek püskürtülmesini sağladım. (Mükemmel-5)

Ö2: Su tasarrufu sağlamak için bir tane pinpon topu kullandık. (İyi-4)

Ö3: Çözüm önerilerimiz, vakitten ve sudan tasarruf sağlayan bir sulama sistemi oluşturmaya yönelikti. Bundan yola çıkarak sistemimizi tasarladık. (Orta-3)

Ö4: Su kullanılan sistem tasarladım. (Düşük nitelikte-2)

Ö1, kriter ve sınırlılıkları kapsamında kendisini başarılı tasarıma ulaştıran aşamaları net bir şekilde açıklamıştır. Ö2, tasarımında bir kriteri ve bunun için nasıl bir yol izlediğini ifade etmiş. Ancak tasarımında hangi bilimsel bilgiyi ön plana çıkardığını belirtmemiştir. Ö3, karar verme sürecinde düşüncelerini nasıl oluşturduğunu temel ifadelerle açıklamış ancak bunları uygulamak için tasarım sürecinde neler yaptığını belirtmemiştir. Ö4 ise karar verme süreci ile ilgisi olmayan bir açıklamada bulunmuştur.

- Çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması, prototipin yapılması veya çizilmesi ve çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi basamakları için grupların geliştirdiği STEM performans ürünleri dikkate alınmıştır. Sulama sistemi tasarımı etkinliğine dair bazı grupların (G1, G2 ve G3) geliştirdiği ürünler aşağıdaki gibidir (Şekil 4.5; Şekil 4.6 ve Şekil 4.7):



Şekil 4.5 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G1)



Şekil 4.6 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G2)



Şekil 4.7 Sulama Sistemi Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G3)

G1, kriterleri bağlamında su tasarrufunu sağlamak amacıyla, suyun akışını kontrol edebileceği bir sistem geliştirmiştir. G2, pinpon topunu yüzeye (mukavva karton) sabitleyerek damla sulama sistemi tasarlamıştır. Böylece hem zamandan hem de sudan tasarruf etme kriterini ön plana çıkarmıştır. G3'ün ise geri kalan grupların tasarladığı gibi pinpon topunda açtığı delikler aracılığıyla problemi çözüme ulaştırdığı

görülmektedir. Tasarım bu yönüyle uygulanabilir olsa da G1 ve G2'nin geliştirdiği sisteme kıyasla özgün değildir. G1 ve G2, ek kriterin tasarıma yansıtılması yönünden özgün tasarımları neticesinde diğer gruplardan farklılaşarak çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması basamağından “Mükemmel-5”; diğer gruplar “İyi-4” puan almışlardır. Buna ek olarak, prototipin yapılması veya çizilmesi ve çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi basamağından tüm gruplar “Mükemmel-5” puan almayı başarmışlardır. Tüm gruplar probleme çözüm sağlayan prototipi geliştirmişler ve sorunsuz şekilde sunumlarını yapmışlardır.

4.1.3 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Sürecinde Düzeylerin Tanımlanması

- Bu etkinliğe ait modülde, problemin tanımlanması basamağına ilişkin “Örnek olaydaki problem durumunu kendi cümlelerinizle tanımlar mısınız?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Eğilmekte yaşanan zorluk nedeniyle arabaların tamiratında güçlük yaşanmaktadır. Gerekli bilgiler öğrenilerek, arabaları aşağı yukarı hareket ettirecek farklı özelliğe sahip bir tasarım düşünülmelidir. (Mükemmel-5)

Ö2: Arabaları aşağı yukarı hareket ettiren mekanizma tasarlanmalıdır. (İyi-4)

Ö3: Can'ın babası sağlık sorunları nedeniyle eğilirken zorlanmakta ve bu nedenle arabaların alt kısmındaki arızaları tamir ederken güçlük yaşamaktadır. (Orta-3)

Ö4: Arabaların tamiratındaki zorluk. (Düşük nitelikte-2)

Problem durumları incelendiğinde, Ö1'in ifadesi bilimsel araştırma ve sorgulamayı kullanarak tasarım yapılmasını ve belirli kriterleri esas alarak problemin çözülmesi gerekliliğini yansıtmaktadır. Ö2'nin ifadesi incelendiğinde, belirli kriterler kapsamında tasarım yapılması gerekliliği belirtilmesine rağmen bilimsel sorgulama gerekliliği ön plana çıkmamakta ve Ö1'in ifadesine kıyasla açıklık bağlamında daha alt düzeyde olduğu görülmektedir. Ö3'ün ifadesinde ise herhangi bir bilimsel sorgulama veya tasarım gerekliliğine vurgu yapılmayarak modüldeki hikayeleştirilmiş duruma bağlı kalınmış ve problem durumu için yetersiz ancak anlatımda sorun yaratmayan ifadeler kullanılmıştır. Ö4, modüldeki hikayeye odaklanarak problem

durumunda mühendislik tasarım süreci veya bilimsel araştırma-sorgulama gerekliliğini vurgulamamanın yanı sıra açık olmayan basit ifadeler kullanmıştır.

- Tanımlanan problemin anlaşılabilirliği basamağına ilişkin “Problem kapsamında çözüme ulaşılabilmesi için ne gibi bilgilere ihtiyaç vardır?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Bir alana kuvvet etki eder ise basınç oluşur. Basınç ise hidrolik sistemlerde çalışma kuvveti için önemli faktördür. Tasarlanacak sistemde bu bilgilerin uygulamaya geçirilmesi mekanizmanın hareketini sağlayacaktır. (Mükemmel-5)

Ö2: Sıvı basıncı, Pascal prensibi ve eğim hakkında bilgi sahibi olmalıdır. (İyi-4)

Ö3: Mekanizmanın nasıl çalışacağını bilmesi lazım. (Düşük nitelikte-2)

İfadeler incelendiğinde, Ö1’in yapılacak olan tasarımla gerekli mühendislik ve fen bilgilerini ilişkilendirdiği görülmektedir. Ö2 ise gerekli bilgileri ifade etmesine rağmen bunu tasarımla ilişkilendiren açıklayıcı cümle kullanmamıştır. Ö3 ise herhangi bir fen veya mühendislik bilgisine vurgu yapmamanın yanı sıra bu bilgilere hangi kaynaktan erişebileceğini de belirtmemiştir.

- Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik kriterlerin belirlenmesi basamağına ilişkin “Tasarlanması gereken aletin özellikleri nasıl olmalıdır?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2 ve Ö3) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: İnsan kuvvetine ihtiyaç olmadan basınç doğrultusunda arabayı aşağı yukarı kaldırabilen, kullanımı kolay, basınca dayanıklı bir alet olmalıdır. (Mükemmel-5)

Ö2: Cihaz kullanılırken aşağı yukarı hareket edebilmelidir. Dayanıklı olmalıdır. (İyi-4)

Ö3: Arabaları yukarı yönde hareket ettirebilmelidir. (Orta-3)

Ö1 ifadesinde üç farklı kriter, Ö2 iki ve Ö3 tek kriter belirtmiştir.

- Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi basamağına ilişkin “Bulunacak olan çözüm veya

çözümlerde yaşanabilecek sınırlılıklar ne olabilir?’’ sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2 ve Ö3) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Serum hortumunun uzunluğu veya şırıngaların büyüklüğü basıncın şiddetini etkileyebilir. Bu nedenle basınç iletilemezse tasarım istediğim gibi çalışmayabilir. (Mükemmel-5)

Ö2: Şırınga gerektiğinden küçük olabilir veya serum hortumu uzun veya kısa olabilir. (İyi-4)

Ö3: Aşağı yukarı hareket eden sistem ağır arabaları kaldıramayabilir. (Orta-3)

Ö1 ifadesinde, tasarımda oluşabilecek sınırlılıkları ilgili bilimsel bilgi kapsamında ele alarak tasarımı ile ilişkilendirmiş ve basınca etkileyebilecek nedenleri belirtmiştir. Ö2 ise tasarımın hangi bileşenlerinde sorun yaşayabileceğini belirtmesine rağmen bu bileşenlerin bilimsel prensibe (basınç kuvveti) etkisinden söz etmemiştir. Ö3 ifadesinde, sınırlılığa sebep olabilecek bilimsel bilgiye yer vermek yerine modüldeki hikayeleştirilmiş duruma odaklı açıklamalarda bulunmuştur. Tasarımın herhangi bir bileşeninde oluşabilecek sorundan veya bu sorunun basınca etkisinden söz etmemiştir.

- Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi basamağına ilişkin ‘‘Hangi kaynakları kullanacaksınız? Nedenleri ile açıklar mısınız?’’ sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö4) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Mukavva karton mekanizmayı tasarlamada kullanılacak ve sabitlemek için silikon kullanacağım. Şırınga, basınç oluşturarak sistemin hareketini sağlayacak. Serum hortumu suyun şırıngalar arası iletimini sağlayacak. (Mükemmel-5)

Ö2: Mukavva kağıdı, ayakkabı kutusu, silikon, silikon tabancası, su, 2 adet şırınga ve serum hortumu kullanacağım. Pascal ilkesini uygulayacağım. (İyi-4)

Ö3: 2 adet şırınga, serum hortumu, oyuncak araba, mukavva kağıdı, silikon ve su. (Orta-3)

Ö4: Hangi malzemeleri kullanacağımı öğrenmek için, sanayide çalışan bu alanda deneyimli kişilerden fikir alabilirim. İnternet kaynağını kullanabilirim. (Düşük nitelikte-2)

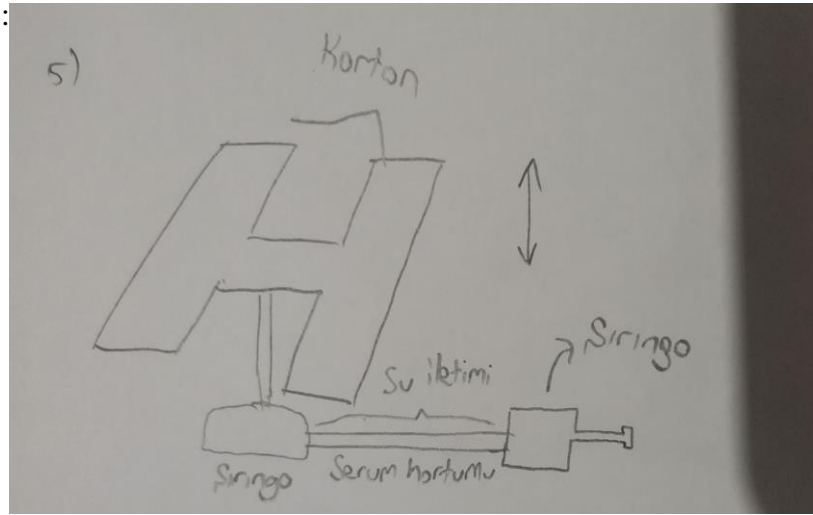
İfadeler incelendiğinde, Ö1'in tasarımda kullanacağı malzemeleri ve bu malzemeleri hangi amaçla kullanacağını belirttiği açıkça görülmektedir. Ö2 ise kullanacağı kaynakları belirtmiş olmasına rağmen hedefini (basınç oluşturmak) nasıl gerçekleştireceğini malzemelerle ilişkilendirerek açıklamamıştır. Ö3, sadece kullanacağı kaynakları belirtmiştir. Ö4 ise hangi kaynakları kullanacağını belirtmemiş ancak bu kaynaklara hangi yolu kullanarak erişebileceğini ifade etmiştir.

- Olası çözümlerin geliştirilmesi basamağına ilişkin “Problem için önerebileceğiniz çözüm önerileri nelerdir? Çözüm önerilerini ifade ederek belirtebilir veya olası çözümler için çizim yapabilirsiniz.” ifadesine öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4 ve Ö5) yanıtlarından bazıları şu şekildedir:

Ö1: Tasarlanacak sistem hava veya sıvı basıncı ile basınç farkından yararlanarak çalıştırılabilir. (İyi-4)

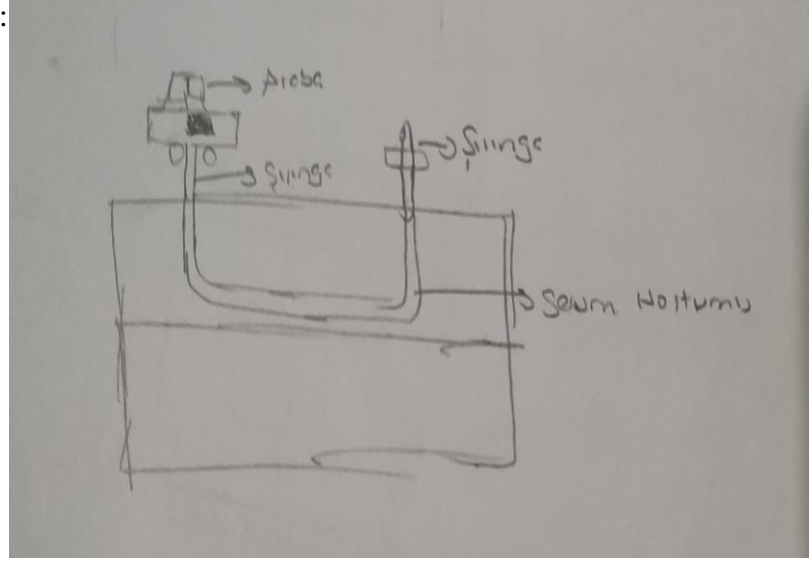
Ö2: Ayakkabı kutusunda şırınganın boyutuna göre delik açacağız ve şırıngaları ekleyeceğiz. Şırıngaların uç kısmına serum hortumunu yerleştireceğiz. Son olarak hortumun içerisine su doldurup basınç ile çalışan sistemimizi tasarlayacağız. Pistona bastığımızda kriko mantığıyla çalışarak maket arabayı kaldıracak. (Orta-3)

Ö3:



Şekil 4.8 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (Orta-3)

Ö4:



Şekil 4.9 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (Orta-3)

Ö5: Araçları kaldıracak bir düzenek tasarlamalıyım. (Düşük nitelikte-2)

Ö1 iki öneriye işaret etmiştir ancak bu önerileri nasıl gerçekleştireceğini belirtmemiştir. Ö2 tek çözüm önerisi önermiştir. Tasarımın nasıl işleyeceğine ve nasıl inşa edeceğine dair detaylı açıklamalarda bulunmuştur. Ö3, tek çözüm önerisini çizim yaparak açıklamış, eğimli rampa tasarlayacağı sisteme ait malzemeleri de detaylandırmıştır. Ö4, Ö3'e benzer şekilde tasarlayacağı sistemde kullanacağı malzemeleri ve sistemin bütünü çizimle göstermiştir. Ö5 ise çözüm önerisine dair detaylandırma yapmamıştır.

- Karar verme matrislerinin oluşturulması basamağına ilişkin “Çözüm önerilerinizden birine karar vermeniz için her bir öneriyi kriterleriniz ve sınırlılıklarınız bağlamında sorgulamalısınız. Karar verme sürecinde kriter ve sınırlılık matrisleri alternatif tasarım için size ne şekilde yardımcı oldu?” sorusuna öğretmen adaylarının (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5 ve Ö6) verdikleri yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö1: Şırıngalar ilk başta küçük olduğu için arabayı hızlıca kaldırmamızı engelledi. Daha sonra şırıngaların boyutunu değiştirdik ve daha şiddetli basınç oluşturduk. (Mükemmel-5)

Ö2: Şırınganın oluşturduğu basınç sistemi kaldırmakta zorluk çekti. Daha sonra serum hortumuna daha fazla su ekleyerek basıncı artırdık (Mükemmel-5)

Ö3: İlk başta şırıngalarımı küçük kullandım. Bu nedenden dolayı istediğim karşılığı alamadım. Aynı durumu serum hortumunu uzun kestiyimde de yaşadım. Daha sonra bu sınırlılıkları düzelterek basınçla çalışan mekanizmayı tasarladım. (Mükemmel-5)

Ö4: Serum hortumunu kısa, şırınga boyutunu büyük tuttum. (İyi-4)

Ö5: Sınırlılıklar ve hedeflediğim kriterleri gözeterek soruna en uygun çözümün bu olduğunu düşündüm. Araçları Pascal prensibi kullanarak kaldırabilecek düzeneği tasarladım. (Orta-3)

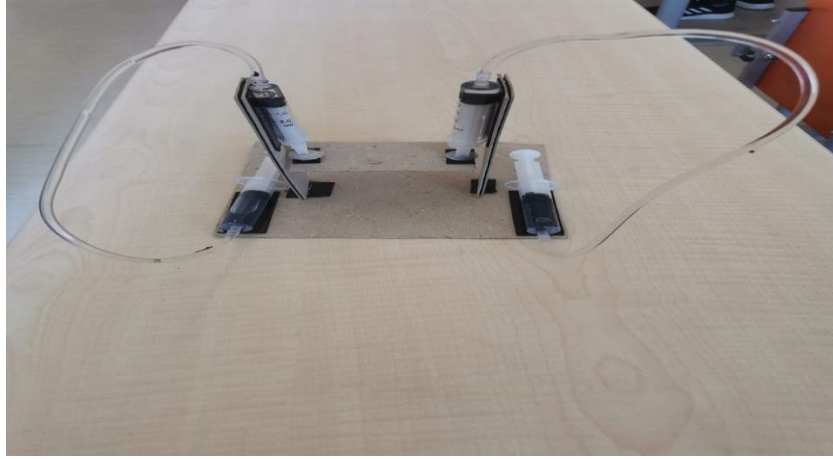
Ö6: Araç kaldırma lifti tasarlamama yaradı. (Düşük nitelikte-2)

Ö1, Ö2 ve Ö3, süreçte yaşadığı sınırlılıkları ve kendilerini hedeflenen bilimsel prensibe sahip tasarıma ulaştıran aşamaları net bir şekilde açıklamıştır. Ö4, tasarımında nelere dikkat ettiğini belirtmiş olmasına rağmen bunun hedeflediği bilimsel ilkeye (basınç) etkisini detaylıca açıklamamıştır. Ö5, karar verme sürecinde düşüncelerini nasıl oluşturduğunu temel ifadelerle açıklamış ancak bunları uygulamak için tasarım sürecinde neler yaptığını belirtmemiştir. Ö6 ise karar verme süreci ile ilgisi olmayan basit düzeyde bir açıklamada bulunmuştur.

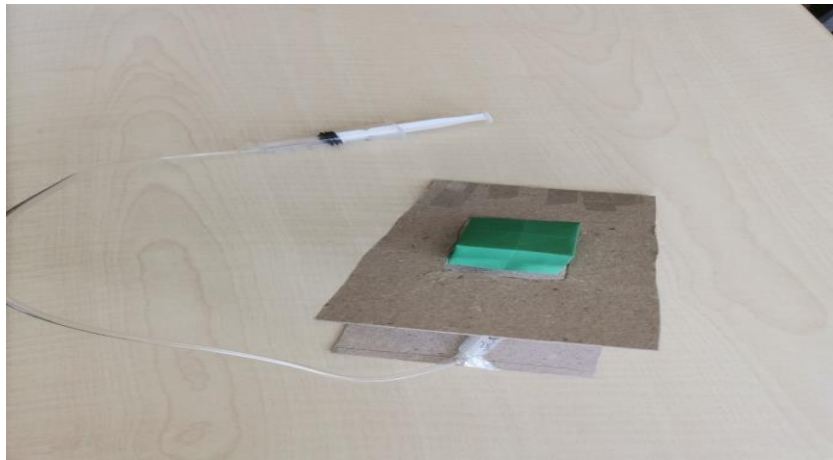
- Çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması, prototipin yapılması veya çizilmesi ve çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi basamakları için grupların geliştirdiği STEM performans ürünleri dikkate alınmıştır. Araç kaldırma lifti tasarımı etkinliğine dair bazı grupların (G1, G2 ve G3) geliştirdiği ürünler aşağıdaki gibidir (Şekil 4.10; Şekil 4.11 ve Şekil 4.12):



Şekil 4.10 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G1)



Şekil 4.11 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G2)



Şekil 4.12 Araç Kaldırma Lifti Tasarımı Etkinliği Performans Ürünleri (G3)

G1 ve G2'nin tasarımlarına bakıldığında, kullanılan aynı ve farklı malzemeler görülmekte olup aynı olan malzemelerin sayısında da farklılık vardır. İnşa edilen tasarımlar kullanım ve görünüş açısından birbirlerinden farklılaşmaktadır. G3'e bakıldığında, hedeflenen eğimli rampa ile kaldırma lifti tasarımının başarıyla inşa edildiği görülmektedir. Gruplar benzer kriterler belirlemiş olsalar da prototiplerinde kriterleri başarıyla yansıtmışlar ve kendi içinde özgünlük kazanmışlardır. Tüm grupların tasarladığı ürünler, belirledikleri kriterler ve sınırlılıklar bağlamında uygulanabilir ve ideal bir kaldırma lifti tasarımı açısından yaratıcı olarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen prototipler ilgili problem için çözüm sağlamıştır ve sorunsuz çalışarak sunulabilecek aşamaya getirilmiştir. Böylece gruplar (tüm öğretmen adayları) çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması, prototipin yapılması veya çizilmesi ve çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi basamaklarından ‘‘Mükemmel-5’’ puan almışlardır.

4.1.4 STEM Etkinlik Süreci Basamaklarında Düzeylerin Tanımlanmasına İlişkin Elde Edilen Bulguların Sayısal İfadesi

Çizelge 4.1 STEM Etkinlik Süreci Basamaklarının Sayısal Olarak Değerlendirilmesi

| Basamaklar | Değerlendirme | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|-----------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | \bar{X} |
| | f | % | f | % | f | % | f | % | f | % | |
| 1.Problemin tanımlanması | 0 | 0 | 8 | 8.33 | 53 | 55.20 | 25 | 26.04 | 10 | 10.41 | 3.38 |
| 2.Tanımlanan problemin anlaşılabilirliği | 0 | 0 | 21 | 21.87 | 23 | 23.95 | 46 | 47.91 | 6 | 6.25 | 3.38 |
| 3.Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün yada sisteme yönelik kriterlerin belirlenmesi | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 33.33 | 38 | 39.58 | 26 | 27.08 | 3.93 |
| 4.Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi | 10 | 10.41 | 19 | 19.79 | 28 | 29.16 | 24 | 25 | 15 | 15.62 | 3.15 |
| 5.Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi | 0 | 0 | 16 | 16.66 | 41 | 42.70 | 5 | 5.20 | 34 | 35.41 | 3.59 |
| 6.Olası çözümlerin geliştirilmesi | 9 | 9.37 | 30 | 31.25 | 47 | 48.95 | 9 | 9.37 | 1 | 1.04 | 2.61 |
| 7.Çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 22.91 | 74 | 77.08 | 4.77 |
| 8.Karar verme matrislerinin oluşturulması | 20 | 20.83 | 14 | 14.58 | 34 | 35.41 | 17 | 17.70 | 11 | 11.45 | 2.84 |
| 9.Prototipin yapılması veya çizilmesi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 96 | 100 | 5 |
| 10.Çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 96 | 100 | 5 |

Her bir öğretmen adayının STEM etkinlikleri hazırlama sürecinin incelenmesi amacıyla, üç farklı etkinlikten farklı basamaklara ilişkin elde ettikleri puanlar hesaplanmıştır. Daha sonra katılımcılara ait ortalama puanları bulabilmek için aritmetik ortalamalar alınmıştır. Aynı zamanda yapılan değerlendirmeye dayanarak

her bir basamak için ilgili puanlara sahip katılımcı frekansı (f) ve katılımcı sayısının yüzdeliği (%) sunulmuştur. Çizelge 4.1'e bakıldığında, problemin tanımlanması, tanımlanan problemin anlaşılabilirliği, problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi ve karar verme matrislerinin oluşturulması basamakları 2.60-3.39 puan aralığında yer alıp "orta-geliştirilmesi gerek" olarak; problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik kriterlerin belirlenmesi ve probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi basamakları 3.40-4.19 puan aralığında yer alıp "iyi" olarak; çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması, prototipin yapılması veya çizilmesi ve çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi basamakları ise 4.20-5.00 puan aralığında yer alıp "mükemmel" olarak değerlendirilmiştir.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde; "Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında farkındalık değerleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?" alt problemine ilişkin bulgular sunulmaktadır.

FeTeMM Farkındalık Ölçeği'nde toplam 17 madde bulunmaktadır. Tüm maddeleri kapsayan ön test ve son test arasında anlamlı farklılaşma olup olmadığını incelemek için bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Örneklem büyüklüğü 33 katılımcıdan oluşan bu çalışmada, farkındalık ölçeğinin ön testine 33; son testine 32 öğretmen adayı katılmıştır. Bu sebeple değerlerin doğru hesaplanabilmesi adına, son teste katılmamış olan öğretmen adayının, farkındalık ölçeğiyle ilgili alt problemlerin yanıtladığı çalışmalara katılmadığı varsayılarak 32 katılımcı üzerinden değerlendirme sağlanmıştır.

Çizelge 4.2 FeTeMM Farkındalık Ölçeği Bağımlı Örneklem T-Testi Ön Test ve Son Test Sonuçları

| | N | \bar{X} | S | sd | t | P |
|---------------------|----|-----------|------|----|-------|-------|
| FFÖ-Ön test | 32 | 4.23 | 0.45 | 31 | -2.40 | 0.023 |
| FFÖ-Son Test | 32 | 4.51 | 0.37 | | | |

Çizelge 4.2'de öğretmen adaylarının FeTeMM Farkındalık Ölçeği'ne verdikleri yanıtların istatistikî sonuçları görülmektedir. Sonuçlar, p değerinin 0.05'ten küçük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu değer 0.05'ten küçük olması, ön test ve son test arasında anlamlı farklılaşma olduğunu [$t(31)=-2.40$ $p<0.05$] göstermektedir.

Katılımcıların ölçekteki maddelere verdikleri yanıtlara ilişkin, ön test ortalama puanı (\bar{X} :4.23) ile son test ortalama puanı (\bar{X} :4.51) arasında artış olduğu saptanmıştır.

4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde; "Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında olumlu farkındalık maddeleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?" alt problemine ilişkin bulgular sunulmaktadır.

FeTeMM Farkındalık Ölçeği'nde toplam 17 madde bulunmaktadır. Ölçekteki 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 ve 14 numaralı toplam 12 madde olumlu yargı içermektedir (EK 5). Olumlu yargı içerenler arasında 1, 10, 12 numaralı maddeler "STEM'in bütünleşik doğası"ni; 2 ve 14 numaralı maddeler "öğrenciyi cesaretlendirme ve özgüvenini artırma"yı; 3 numaralı madde "problem çözme becerisi"ni; 4 numaralı madde "yaratıcılığın gelişimi"ni; 5 numaralı madde "eleştirel düşünme"yi; 6 numaralı madde "üst düzey düşünebilme"yi; 7 numaralı madde "erken yaşta bilimsel bilgi kazanımı sağlama"yı; 8 numaralı madde "problemlere alternatif çözümler"i ve 9 numaralı madde "işbirliğini aktif kılma"yı konu almaktadır. Bu maddeleri kapsayan ön test ve son test arasında anlamlı farklılaşma olup olmadığını incelemek için bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır.

Çizelge 4.3 FeTeMM Farkındalık Ölçeği Olumlu Madde Ön Test ve Son Test Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuçları

| | N | \bar{X} | S | sd | t | P |
|----------------------------|----|-----------|------|----|-------|-------|
| FFÖ-Olumlu Ön test | 32 | 4.21 | 0.47 | 31 | -2.01 | 0.054 |
| FFÖ-Olumlu Son Test | 32 | 4.44 | 0.36 | | | |

Çizelge 4.3'te olumlu maddelere ilişkin FeTeMM Farkındalık Ölçeği'ne uygulanan bağımlı örneklem t-testi istatistiki sonuçları görülmektedir. Katılımcıların ölçekteki maddelere verdikleri yanıtlara ilişkin, ön test ortalama puanı (\bar{X} :4.21) ile son test ortalama puanı (\bar{X} :4.44) arasında artış olduğu saptanmıştır. Ancak sonuçlara göre p değeri 0.05 değerinden çok az farklı ve büyüktür. Bu değer 0.05'ten büyük olması, ön test ve son test arasında anlamlı farklılaşma olmadığını [$t(31)=-2.01$ $p>0.05$] göstermektedir.

4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde; "Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında olumsuz farkındalık maddeleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?" alt problemine ilişkin bulgular sunulmaktadır.

FeTeMM Farkındalık Ölçeği'nde toplam 17 madde bulunmaktadır. Ölçekteki 11, 13, 15, 16 ve 17 numaralı toplam 5 madde olumsuz yargı içermektedir (EK 5). Olumsuz yargı içerenler arasında 11 numaralı madde "kariyer bilinci"ni; 13 numaralı madde "STEM'in günlük yaşamla ilişkilendirilmesi"ni; 15 numaralı madde "öğrencinin dikkatini ve ilgisini artırma"yı; 16 numaralı madde "STEM'de zaman yönetimi"ni ve 17 numaralı madde "STEM'in bütünleşik doğası"ni konu almaktadır. Bu maddeleri kapsayan ön test ve son test arasında anlamlı farklılaşma olup olmadığını incelemek için bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır.

Çizelge 4.4 FeTeMM Farkındalık Ölçeği Olumsuz Madde Ön Test ve Son Test Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuçları

| | N | \bar{X} | S | sd | t | P |
|---------------------------------|----|-----------|------|----|-------|-------|
| FFÖ-Olumsuz Ön test | 32 | 4.29 | 0.51 | 31 | -2.33 | 0.026 |
| FFÖ-Olumsuz Son Test | 32 | 4.68 | 0.70 | | | |

Çizelge 4.4'te olumsuz maddelere ilişkin FeTeMM Farkındalık Ölçeği'ne uygulanan bağımlı örneklem t-testi istatistiki sonuçları görülmektedir. Sonuçlar, p değerinin 0.05'ten küçük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu değer 0.05'ten küçük olması, ön test ve son test arasında anlamlı farklılaşma olduğunu [$t(31)=-2.33$ $p<0.05$] göstermektedir. Katılımcıların ölçekteki maddelere verdikleri yanıtlara ilişkin, ön test ortalama puanı (\bar{X} :4.29) ile son test ortalama puanı (\bar{X} :4.68) arasında artış olduğu saptanmıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada, birinci alt probleme ilişkin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM temelli tasarım etkinlikleri sürecindeki düzeylerinin tanımlanması; ikinci, üçüncü ve dördüncü alt problemlere dayalı olarak ise öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri öncesi ve sonrasında farkındalıklarına ilişkin anlamlı bir farklılık olup olmadığının incelenmesi amaçlanmıştır. Buna yönelik olarak, araştırmanın birinci alt problemine ilişkin tartışma ve sonuç “fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM temelli tasarım etkinlikleri sürecindeki düzeylerinin tanımlanmasına yönelik tartışma ve sonuç”; ikinci, üçüncü ve dördüncü alt problemine yönelik tartışma ve sonuç ise “fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına ilişkin tartışma ve sonuç” alt başlıklarında yer almaktadır. Son alt başlıkta ise tartışma ve sonuca ilişkin öneriler sunulmaktadır.

5.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Temelli Tasarım Etkinlikleri Sürecindeki Düzeylerinin Tanımlanmasına Yönelik Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın “Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM tasarım temelli etkinlikler süreci basamaklarındaki düzeylerinin tanımlanması nasıldır?” alt problemine ilişkin elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının analitik rubrikte yer alan hiçbir basamaktan “kötü” ve “düşük nitelikte” ortalamaya sahip olmadıklarını göstermektedir. Bu durum öğretmen adaylarının STEM eğitim anlayışına uyum sağlama sürecine katıldıklarını gösterse de geliştirmeleri gereken basamakların varlığı dikkat çekmektedir.

Bulgular; öğretmen adaylarının problemin tanımlanması, tanımlanan problemin anlaşılabilirliği, problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi ve karar verme matrislerinin oluşturulması basamaklarını geliştirmeleri gerektiği sonucunu açığa çıkarmıştır.

Alanyazındaki çalışmalara bakıldığında; Bozkurt-Altan ve Hacıoğlu (2018) yapmış oldukları araştırmada, öğretmenlerin oluşturdukları STEM problem durumlarının, kriter ve açıklık içermemesi bakımından bilimsel sorgulama sürecinin işletilememesine neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarıyla benzer olarak, öğretmenlerin mühendislik tasarım problemleri üretmede sorun yaşadıkları sonucunu ortaya koymuşlardır. Bozkurt-Altan ve ark., (2016) yaptıkları araştırmada

bu araştırmanın sonuçlarına paralel olacak şekilde, öğretmen adaylarının STEM tasarım süreci basamaklarına ilişkin değerlendirmelerini, Hynes ve ark., (2011) tarafından geliştirilmiş olan mühendislik tasarım süreci çerçevesine göre yapmışlar ve öğretmen adaylarının problemin tanımlanması ve olası çözümlerin geliştirilmesi basamaklarında sorun yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Hynes ve ark., (2011)'nin da belirttiği gibi STEM etkinlik süreci bir döngüdür. Bu sebeple öğretmen adaylarının problemin tanımlanması ve tanımlanan problemin anlaşılabilirliği basamaklarında istenilen düzeyde performans sergileyememiş olmaları, onların sınırlılıkları belirtmede zorlanmalarını beraberinde getirmiştir. Karar verme matrislerinin oluşturulması süreci ise hem sınırlılık hem de kriterleri birlikte ele almayı gerektirmektedir. Öğretmen adayları kriterleri belirlemede “iyi” düzeyde olsalar bile sınırlılıkları belirleme basamağında “orta-geliştirilmesi gerek” düzeyinde performans sergiledikleri için karar verme matrislerinde istenilen performansa ulaşamadıkları düşünülmektedir.

Bulgulara bakıldığında; problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik kriterlerin belirlenmesi ve probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi basamakları için değerlendirme sonucu “iyi” düzeyindedir. Bozkurt-Altan ve ark., (2016) tarafından yürütülen çalışmada da öğretmen adayları bahsi geçen basamaklarda sorun yaşamadıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ve Bozkurt-Altan ve ark., (2016) tarafından yürütülen çalışmada, öğretmen adaylarının kriterlerin belirlenmesi ve probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında başarılı düzeyde olmaları, yapılan araştırmaların paralel sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir.

“Mükemmel” olarak değerlendirilen basamaklar arasında ise çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması, prototipin yapılması veya çizilmesi ve çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi yer almaktadır. Alanyazında bu basamaklara yönelik incelemeler yapılan araştırmalara rastlamak mümkündür. Bozkurt-Altan ve ark., (2016) tarafından yürütülen araştırmanın sonuçlarına göre öğretmen adayları prototipin geliştirilmesi aşamasında zorluk yaşamışlardır. Bozkurt-Altan ve Tan (2022) yapmış oldukları çalışmada, öğretmen adaylarının STEM etkinliği geliştirme performanslarını yaratıcılık ölçütüne odaklı şekilde değerlendirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının ürettikleri çözümlerin birbirinden farklılaşma

düzeyinin düşük olduğu ve çözümlerin aynı fikirler etrafında şekillendiği; bu sebeple yaratıcılık düzeylerinin istenilen düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bahsi geçen araştırmaların sonuçları, bu araştırmanın sonuçlarına zıt olsa da English ve King (2019) tarafından yapılan araştırma paralel sonuçlar ortaya koymuştur. English ve King (2019)'in yürüttüğü çalışmada, öğrenciler farklı bilimsel ilkeleri vurgulamamış olsalar da prototip yapımında başarılı sonuçlara ulaşmışlardır. Öğrencilerin etkinlik sorularına benzer cevaplar verdiği ve cevaplanmayan soruların da olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada farklı basamakların “geliştirilmesi gerektiği” sonucuna varılmış olmasına rağmen öğretmen adayları prototip yapmada, sunulabilir hale getirmede ve hazırladıkları etkinliklere yönelik kriterlerini karşılayan yaratıcı ve uygulanabilir çözümler sunmada zorlanmamışlardır. Bu durumun, grup çalışmasının öğrencilere sağladığı avantajlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Grup çalışması akran öğrenmelerini destekleyerek öğrencilere birbirinden öğrenme fırsatı oluşturur (Bodner ve Elmas, 2020). Ayrıca English ve King (2019)'in araştırmasında, öğrencilerin yaptıkları tasarımları nasıl geliştirdikleri yönündeki açıklamalarının sınırlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ölçüt, bu çalışmanın karar verme matrisi basamağı ile eşleşmektedir ve sınırlı açıklamalar yapılması ile dikkat çekmektedir. Yapılan bu çalışmada da karar verme basamağı ile ilgili olarak “orta-geliştirilmesi gerek” sonucuna ulaşılmıştır. Bu yönüyle English ve King (2019)'in araştırması ile bu çalışmanın benzer sonuçlar verdiği görülmektedir.

Bu araştırma öğretmen adaylarının her ne kadar STEM etkinlik sürecinde kötü ve düşük nitelikte ortalamalara sahip olmadıklarını ortaya koysa da bazı basamaklarda zorlandıklarını ve geliştirmeleri gereken basamakların varlığını da açığa çıkarmıştır. Öğretmenlerin özyeterlilik düzeylerinin yüksek olması, öğrencileri için ilham kaynağı olmalarını ve kendi öğretme isteklerini canlı tutmalarını sağlayacaktır. Öğretmenlerin mesleklerine ilişkin bilgi, beceri ve deneyimlerinin iyi düzeyde oluşu, onların özyeterliliklerini doyuma ulaştırarak içsel motivasyonlarını yükseltecek ve güven duymalarını sağlayacaktır (Tschannen-Moran ve Woolfolk-Hoy, 2001; Bandura, 2007; Özdemir, 2008). Dolayısıyla STEM etkinliği sürecine ait basamakların geliştirilmesi öğretmen adaylarının STEM özyeterliliklerini ve güvenlerini artıracaktır. Alanyazında buna ilişkin olarak; Yaşar ve ark., (2006) tarafından öğretmenlerin mühendislik, tasarım ve teknolojiye yönelik algı ve anlayışlarını

belirlemek için veri toplama aracı geliştirilmiştir. Geliştirilen veri toplama aracının sağladığı sonuca göre, öğretmenlerin çoğu mühendislik temelli tasarım etkinliklerini derste kullanmaya istekli olmasına karşın bu yaklaşımı kullanmaya aşina olmadıkları için güvensizlik yaşamışlardır. Çalışma sonucunda hizmet öncesi eğitimde öğretmenlere yönelik STEM eğitiminin sağlanmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur. Değirmenci (2020) yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının STEM eğitiminde öğrencilere rehberlik etmede kısmen yeterli hissettikleri sonucuna ulaşırken, mühendislik sürecinin yönetiminin en yetersiz hissettikleri konu olduğunu tespit etmiştir. Öğretmen adayları bu durumun sebebinin teorik ağırlıklı, uygulama olmadan yapılan eğitimler olduğunu belirtmişlerdir. Kendaloğlu (2021) STEM etkinliği geliştirme sürecinin özyeterlilik üzerine etkisini incelediği çalışmasında, STEM ile ilgili teorik eğitim alan ve etkinlikler hazırlayan öğretmen adaylarının özyeterliliklerinin arttığını tespit etmiştir. Etkinliklerin STEM süreci basamaklarının gelişimini sağladığına, öğretmen adaylarının böylece uzmanlaştığına ve gelecekte bu anlayışı öğrencilerine aktarma konusunda özyeterlilik kazandıklarına vurgu yapmıştır.

5.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Farkındalıklarına İlişkin Tartışma ve Sonuç

Çalışmanın bu kısmında, ‘‘Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında farkındalık değerleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?’’; ‘‘Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında olumlu farkındalık maddeleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?’’ ve ‘‘Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladığı STEM temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında olumsuz farkındalık maddeleri arasında anlamlı farklılaşma var mıdır?’’ alt problemlerine ilişkin elde edilen bulgular ve sonuçlar üzerinde durulmuştur.

FeTeMM Farkındalık Ölçeği'nin tüm maddelerine ilişkin bulgular incelendiğinde, son test lehine anlamlı farklılaşma olduğu [$t(31)=-2.40$ $p<0.05$] tespit edilmiştir. Alanyazına bakıldığında bu sonucu destekler nitelikte araştırmaların varlığı göze çarpmaktadır. Gibson (2017), teknoloji ve tasarım öğretmen adaylarının endüstriyel işletmelere yerleştirilmelerinin, katılımcıların algılarını ve farkındalıklarını ne şekilde etkileyeceğini araştırmıştır. Süreç sonunda katılımcıların farkındalıklarının ve mühendisliğe yönelik algılarının arttığını saptamıştır. Böylece

öğretmen adaylarının, STEM'in ayrılmaz unsuru olarak bu konuları daha iyi öğretmeye hazırlandıklarını belirtmiştir. Knowles, Kelley ve Holland (2018) bir proje kapsamında, çeşitli STEM etkinliklerinin öğretmen farkındalığı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Mesleki gelişim kursu alan ve STEM etkinliklerine katılan deney grubu ile mesleki gelişim kursu almayan ve hiçbir etkinliğe katılmayan kontrol grubu üzerinden yürütülen araştırmada, deney grubunun STEM kariyer farkındalığının arttığı görülmüştür. Karışan ve ark., (2019) uygulanan STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına olan etkisini incelemiştir. Etkinlikler sonunda farkındalık düzeylerinin istatistiksel olarak büyük oranda artış gösterdiği saptanmıştır. Şahiner ve Koyunlu-Ünlü (2022), sınıf öğretmeni adaylarının STEM farkındalıklarını incelemek için etkinlikler öncesi ve etkinlikler sonrası olmak üzere farkındalık ölçeği uygulamışlardır. Araştırma sonucuna göre, yapılan etkinlikler sonrası öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinin geliştiği görülmüştür. Bulut ve ark., (2022) öğretmen adaylarının katılımcı olduğu çalışmada, STEM uygulamalarının farkındalığa olan etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Ön test-son test yönteminden elde edilen veriler incelendiğinde, son test lehine anlamlı artışlar görülmekle birlikte bazı anlamlı düzeyde olmayan artışlara da rastlanmıştır.

Farkındalık ölçeğinin 12 olumsuz yargı içeren maddesine ilişkin bulgulara bakıldığında da yine son test lehine anlamlı farklılaşma [$t(31)=-2.33$ $p<0.05$] ve aritmetik ortalamadaki artış görülmektedir. Buradan hareketle, öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri hazırlama sürecinden sonra olumsuz farkındalıklarını terk etmekte oldukları söylenebilir. Olumlu yargı içeren maddelere ilişkin bulgular ise, ön test ve son test arasında anlamlı farklılaşma olmadığını [$t(31)=-2.01$ $p>0.05$] göstermektedir. Ancak ön test ortalama puanı (\bar{X} :4.21) ile son test ortalama puanı (\bar{X} :4.44) arasında anlamlı düzeyde olmasa da artış olduğu tespit edilmiştir. Farkındalık düzeyinde olan artış STEM etkinliklerinin uygulanması için olumlu bir göstergedir.

Farkındalık ölçeğinde yer alan maddelere benzer ölçütler üzerinden yürütülen araştırmada Siew ve ark., (2015) öğretmen ve öğretmen adaylarının fen derslerinde STEM etkinliklerinin kullanımına ilişkin algılarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Öğretmenlerin algısı, STEM'in fen derslerinde benimsenmesi için sadece matematik ve fen bilgilerine dair içerik bilgisinin yeterli olmadığını, diğer disiplinlerin gerekliliğini de ortaya koyacak şekilde değişmiştir. Keza Honey ve ark., (2014)

STEM'in disiplinlerin entegrasyonu olduğunu ve yalnızca matematik ve fen disiplinleri bilmenin sınıfta bu yaklaşımı kullanmak için yeterli olmayacağını belirtmektedir. Sonuçlar bu yönüyle, yapılan bu çalışmada kullanılan FFÖ'deki 1, 10, 12 ve 17 numaralı "STEM'in bütünleşik doğası"nı ön plana çıkaran maddelerle ilişkilidir ve son test lehine oluşan farklılık sebebiyle benzeşmektedir. Ayrıca Siew ve ark., (2015) tarafından yapılan araştırmada öğretmenlerin algısı; STEM etkinliklerinin birden fazla çözüm alternatifi sağlayarak problemleri çözme, derse karşı ilgiyi, motivasyonu ve dikkati artırma, oyunlar aracılığıyla erken yaşta bilimsel bilgi kazanımı sağlama, yaratıcılığı ön plana çıkarma, STEM projelerinde işbirlikli çalışma olanağının zorlukları aşmada etkili olması ve eleştirel düşünmeye olanak tanınması başlıklarında olumlu anlamda artış göstermiştir. Siew ve ark., (2015)'nin elde ettiği sonuçlar, yapılan bu çalışmada kullanılan FFÖ'deki 8 numaralı "problemlere alternatif çözümler"e; 2, 14 ve 15 numaralı "öğrenciyi cesaretlendirme, özgüvenini, dikkatini ve ilgisini artırma"ya; 7 numaralı "erken yaşta bilimsel bilgi kazanımı sağlama"ya; 4 numaralı "yaratıcılığın gelişimi"ne; 9 numaralı "işbirliğini aktif kılma"ya; 5 numaralı "eleştirel düşünme"ye ve 6 numaralı "üst düzey düşünme"ye yönelik maddelerin bulunduğu STEM farkındalığında olan son test lehine artışı destekler niteliktedir.

Eroğlu ve Bektaş (2016) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımı hakkında görüşlerini belirledikleri araştırmada, STEM'in disiplinlerarası boyuta sahip olması, motivasyon ve ilgiyi artırması, bilimsel süreç becerileri ve psikomotor becerileri geliştirmesi, yaratıcılığı ve eleştirel bakış açısını desteklemesi görüşlerinin ön plana çıktığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde FFÖ'de yer alan 1, 10, 12 ve 17 numaralı maddelerde "STEM'in bütünleşik doğası"nın; 2, 14 ve 15 numaralı maddelerde "öğrenciyi cesaretlendirme, özgüvenini, dikkatini ve ilgisini artırma"sının; 7 numaralı maddede "erken yaşta bilimsel bilgi kazanımı sağlama"sının; 4 numaralı maddede "yaratıcılığın gelişimi"nin; 5 numaralı maddede "eleştirel düşünme"nin ve 6 numaralı maddede "üst düzey düşünme"nin konu edinilmesi ve bu çalışmada STEM farkındalığında gelişimin saptanması çalışmaların sonuçlarını birbirine yakın kılmaktadır.

Yamak ve ark., (2014) yaptıkları araştırmada, ortaokul 5. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdikleri STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini

geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Araştırma sonucunun, FFÖ’de yer alan 7 numaralı “erken yaşta bilimsel bilgi kazanımı sağlama” maddesini ön plana çıkardığı ve dolayısıyla bu çalışmada saptanan STEM farkındalığındaki gelişimi desteklediği söylenebilir.

Aslan-Tutak ve ark., (2017) öğretmen adaylarıyla uygulanan STEM etkinlikleri neticesinde farkındalıklarında olan değişimi incelemişlerdir. Etkinlikler öncesinde STEM yaklaşımını “ilgi çekmek için yapılan öğretim” olarak düşünen kişilerin; etkinlikler sonrasında “alanların bütünlük öğretimi” şeklinde düşündükleri belirlenmiştir. Katılımcıların, STEM’in bütünlük doğasına yönelik ön ve son testlerde verdikleri yanıtlar arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Çınar ve ark., (2016) öğretmen adaylarıyla STEM odaklı çalışma gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adaylarına hizmet öncesi eğitim verilerek STEM eğitiminin disiplinler arası ilişkisine bakış açılarının ne şekilde değiştiğini belirlemek amaçlanmıştır. Öğretmen adayları eğitimden önce doğa bilimlerini yalnızca matematik ile ilişkilendirmeyi düşünmüşlerdir. Eğitimden sonra ise teknoloji ve mühendislik disiplinlerini de bu ilişkiye dahil edecek şekilde düşünceleri değişmiş ve STEM’in bütünlük doğasına yönelik algı geliştirmişlerdir. Yapılan bu araştırmalar FFÖ’de yer alan 1, 10, 12 ve 17 numaralı “STEM’in bütünlük doğası”nı ön plana çıkaran maddelerle yakından ilişkilidir ve STEM farkındalığında oluşan son test lehine farklılaşmayı desteklemektedir.

Ceylan (2014) STEM temelli etkinlikler ile işlenen derste, öğrencilerin asitler ve bazlar konusunda yaratıcılık, problem çözme ve akademik başarılarındaki artışı gözlemlemiştir. Bu sonucun FFÖ’de yer alan 3 numaralı “problem çözme becerisi”; 4 numaralı “yaratıcılığın gelişimi” ve 6 numaralı “üst düzey düşünme” maddeleriyle ilişkili olduğu ve STEM farkındalığında oluşan gelişimi desteklediği söylenebilir.

Knowles ve ark., (2018) STEM etkinliklerinin öğretmenlerin kariyer bilincini olumlu anlamda artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Sarı ve Yazıcı (2020), fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve Arduino uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan uygulamaların kariyer bilinci üzerinde farkındalık oluşturabileceği belirtilmiştir. Bu araştırmaların konu alanı, FFÖ’de 11 numaralı

maddede yer alan “kariyer bilinci” ile ilişkilidir ve bu çalışmadaki STEM farkındalığının son test lehine farklılaşmasını destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Karakaya ve ark., (2019) yaptıkları araştırmada, 4. sınıf öğrencilerinin STEM uygulamaları sonrası görüşlerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre öğrenciler, STEM eğitiminin günlük yaşamla ilişkili olduğunu ve meslek tercihlerini şekillendireceğini belirtmişlerdir. Araştırmadan elde edilen görüşler, FFÖ’de 11 numarada yer alan “kariyer bilinci” ve 13 numarada yer alan “STEM’in günlük yaşamla ilişkilendirilmesi” maddeleriyle benzeşmektedir. Araştırma sonucunun, bu çalışmada saptanan STEM farkındalığındaki olumlu gelişimi destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

FFÖ’de yer alan 16 numaralı “STEM uygulamaları zaman kaybına yol açar” maddesi tüm olumsuz maddelerde olduğu gibi ters kodlanarak analiz edilmiştir. Olumsuz maddelerin ilk ve son testi arasında, son test lehine anlamlı farklılık ortaya çıktığı için çalışmaya katılan öğretmen adaylarının büyük bölümünün “STEM eğitiminin zaman kaybına yol açmadığı” farkındalığına sahip oldukları söylenebilir. Yapılan çalışmanın ders dışı saatlerde gerçekleştirilmesi, öğretmen adaylarının bu kanaate sahip olmalarını sağlamış olabilir. Bu sonuca zıt olacak şekilde, Siew ve ark., (2015)’nin araştırmasında, öğretmenlerin zamanın yönetimindeki zorluktan bahsettikleri görülmektedir. Araştırmacı bu sorunun ortadan kaldırılması için STEM etkinliklerinin ders dışı saatlerde yürütülmesini önermiştir.

5.3 Öneriler

STEM etkinliklerinde mevcut problemin tanımlanması ve anlaşılabilirliği, süreçteki sınırlılıkların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi ve karar verme matrislerinin oluşturulması aşamalarını iyileştirmeye yönelik olarak, öğretmen adaylarının STEM etkinlik süreci aşamalarını geliştirmeye ve bu alanda yeterliliklerini artırmaya odaklanan teorik ve uygulamalı eğitimler sağlanabilir.

Öğretmen adaylarının STEM uygulamaları yapması sağlanarak gelecekte uygulayıcısı olacakları STEM yaklaşımına yönelik farkındalıklarının artışı sağlanabilir. Uygulamalar ders içi ve ders dışı saatlerde gerçekleştirilebilir.

Üniversitelerin bünyesinde kurulacak olan STEM atölyeleri ve STEM öğretmeni yetiştirme programları, öğretmen adaylarının bu alandaki farkındalıklarını, bilinç düzeylerini ve sürece dair becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayabilir.

STEM alanında öğretmen adayları ile yürütülecek akademik çalışmalar, farklı kazanımlara sahip STEM etkinlikleriyle daha uzun sürelerde gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmadan hareketle, fen bilimleri dışındaki öğretmenlik branşlarının da STEM etkinlikleri süreci ve farkındalıkları incelenerek, STEM alanının geliştirilmesi için öngörüler sağlanabilir. Öğretmen adaylarının STEM etkinliği hazırlama süreçlerine odaklanan çalışmalar ile STEM eğitimcileri için eksik olan aşamalar hakkında bildirimler elde edilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Akgün, K. & Türel, YK. (2021). Bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi bölümü öğrencilerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıklarının belirlenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(1), 116-128.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. Scala Basım. İstanbul.
- Alan, B. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesi: STEM uygulamalarına hazırlama eğitimi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Elazığ.
- Alkın-Şahin, S., Tunca-Güçlü, N. & Atan, CD. (2022). Ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı (2018) kazanımlarının mühendislik ve tasarım becerileri açısından incelenmesi. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 6(1), 1-25, doi:10.46452/baksoder.1113849.
- Altun, E. & Apaydın, Z. (2022). Sınıf öğretmenlerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalık düzeyleri ve tutumları. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 527-545, doi:10.33711/yyuefd.1108245.
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: fırsatlar ve riskler. *Seta Perspektif*, (207), 1-7.
- Anagün, ŞS., Karahan, E. & Kılıç, Z. (2020). Primary school teacher candidates' experiences regarding problem-based STEM applications. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 11(4), 571-598, doi:10.17569/tojqi.793820.
- Ananiadou, K. & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *Organisation for Economic Co-operation and Development Education Working Papers*, (41), 1-33, doi:10.1787/218525261145.
- Apedoe, XS., Reynolds, B., Ellefson, MR. & Schunn, CD. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of science education and technology*, 17(5), 454-465, doi:10.1007/s10956-008-9114-6.
- Arslan, M. (2007). Constructivist approaches in education. *Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences*, 40(1), 41-61.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S. & 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, doi:10.16986/HUJE.2017027115.
- Aşılıoğlu, B. & Yaman, F. (2020). Öğretmen adaylarının STEM (FETEMM) farkındalık düzeylerinin incelenmesi. *Ekev Akademi Dergisi*, (84), 87-100.
- Atman, CJ., Adams, RS., Cardella, ME., Turns, J., Mosborg, S. & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.

- Ayaz, E. (2019). Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme, bilimsel yaratıcılık ve tasarım becerilerine etkisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı, Ankara.
- Aydın, E. & Karslı-Baydere F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 38(1), 35-52, doi:10.7822/omuefd.439843.
- Aydın-Günbatar, S. (2018). Designing a process to prevent apple's browning: A STEM activity. *Journal of Inquiry Based Activities*, 8(2), 99-110.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Hayrettin, E. & Gürer, F. (2018). 2018 fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735.
- Baki, A. & Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Electronic Journal of Social Sciences*, 11(42), 1-21.
- Bakırcı, H. & Karışan, D. (2018). Investigating the preservice primary school, mathematics and science teachers' STEM awareness. *Journal of Education and Training Studies*, 6(1), 32-42, doi:10.11114/jets.v6il.2807.
- Bandura, A. (2007). Much ado over a faulty conception of perceived self-efficacy grounded in faulty experimentation. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 26(6), 641-658, doi:10.1521/jscp.2007.26.6.641.
- Batı, K., Çalışkan, İ. & Yetişir, Mİ. (2017). Fen eğitiminde bilgi işlemsel düşünme ve bütünleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 91-103, doi:10.9779/PUJE800.
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: A phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61-79.
- Bodner, G. & Elmas, R. (2020). The impact of inquiry-based, group-work approaches to instruction on both students and their peer leaders. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 51-66.
- Bozkurt-Altan, E. & Hacıoğlu, Y. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde STEM odaklı etkinlikler gerçekleştirmek üzere geliştirdikleri problem durumlarının incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 487-507, doi:10.17522/balikesirnef.506462.
- Bozkurt-Altan, E. & Tan, S. (2021). Concepts of creativity in design based learning in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(3), 503-529, doi:10.1007/s10798-020-09569-y.
- Bozkurt-Altan, E. & Tan, S. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik tasarımlarının yaratıcılık ve karar verme unsurları bakımından incelenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10(2), 442-465, <https://doi.org/10.56423/fbod.1>.

- 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.
- Braga, JL. (1972). Teacher role perception. *Journal of Teacher Education*, 23(1), 53-57, doi:10.1177/002248717202300112.
- Breiner, JM., Harkness, SS., Johnson, CC. & Koehler, CM. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bulut, S., Özkaya, A., Şahin, G., Tatlısu, S. & Coşkun, G. (2022). STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretim yönelimi, farkındalık ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 4(7), 487-518.
- Buyruk, B. & Korkmaz, Ö. (2014). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Journal of Turkish Science Education*, 11(1), 61-76, doi:10.12973/tused.10179a.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, ÖE., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri. Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, 349s.
- Bybee, RW. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. National Science Teachers Association Press, United States of America, 116pp.
- Capobianco, BM. (2011). Exploring a science teacher's uncertainty with integrating engineering design: An action research study. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 645-660, doi:10.1007/s10972-010-9203-2.
- Caprile, M., Palmen, R., Sanz, P. & Dente, G. (2015). Encouraging STEM studies for the labour market. Brussels, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU\(2015\)542199_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf)-(Erişim tarihi: 26.12.2022).
- Ceylan, S. (2014). Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı, Bursa.
- Creswell, JW. (2003). A framework for design. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. SAGE Publications, United States of America 2003, 270pp.
- Crismond, DP. & Adams, RS. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education-Washington*, 101(4), 738.
- Culver, DE. (2012). A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K-12 engineering education. Doctoral Dissertation, Iowa State University, Major: Education (Curriculum and Instructional Technology, Iowa/USA).

- Çelik, A. (2018). Bilişimle girişimcilik: 5. sınıf öğrencilerinin tasarım odaklı doğaç yapma etkinliğinde bilişimle üretim yapmalarına ilişkin bir durum çalışması. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çepni, S. (2018). Araştırma ve proje çalışmalarına giriş. *Celepler Matbaacılık Basım Yayın ve Dağıtım, Trabzon*, 447s.
- Çevik, M., Danıştay, A. & Yağcı, A. (2017). Ortaokul öğretmenlerinin FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) farkındalıklarının farklı değişkenlere göre değerlendirilmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 584-599, doi:10.19126/suje.335008.
- Çınar, S., Pırasa, N., Uzun, N. & Erenler, S. (2016). The effect of STEM education on pre-service science teachers' perception of interdisciplinary education. *Journal of Turkish Science Education*, 13(special), 118-142, doi: 10.12973/tused.10175a.
- Çolakoğlu, M. & Gökben, AG. (2017). Türkiye'de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 46-69.
- Dadacan, G. (2021). Öğretmen adaylarının STEM öğretimiyle ilgili özyeterlik farkındalık ve yönelimlerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Değirmenci, S. (2020). STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM öz yeterliliklerinin ve uygulamalarında teknoloji ve mühendislik entegrasyonu açısından yaşadıkları sorunların belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Delen, İ. & Uzun, S. (2018). Matematik öğretmen adaylarının FeTeMM temelli tasarladıkları öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(3), 617-630, doi:10.16986/HUJE.2018037019.
- Demirtaş, Z. & Ekşioğlu, S. (2020). Prospective teachers' STEM awareness and information communication technologies usage levels. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 8(4), 67-85, doi:10.17220/mojet.2020.04.005.
- DeWaters, J. & Powers, S. (2006). Improving science literacy through project based K 12 outreach efforts that use energy and environmental themes. *American Society for Engineering Education*, 1-17.
- Doymuş, K., Şimşek, Ü. & Bayrakçeken, S. (2004). İşbirlikçi öğrenme yönteminin fen bilgisi dersinde akademik başarı ve tutuma etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 1(2), 103-115.
- Du, W., Liu, D., Johnson, CC., Sondergeld, TA., Bolshakova, VL. & Moore, TJ. (2019). The impact of integrated STEM professional development on teacher quality. *School Science and Mathematics*, 119(2), 105-114, doi:10.1111/ssm.12318.
- Dugger, WE. (2010). Evolution of STEM in the United States. In 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, 2010 December.

- Durmuş, V. (2018). Okul öncesi ve sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının üstün yetenekli öğrencilere yönelik stem eğitimi öz yeterlilik düzeylerinin incelenmesi: İstanbul Aydın Üniversitesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dym, CL., Agogino, AM., Eris, O., Frey, DD. & Leifer, LJ. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120, doi:10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x.
- Ekici, F. (2022). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve STEM odaklı argümantasyon becerilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Konya.
- Ellefson, MR., Brinker, RA., Vernacchio, VJ. & Schunn, CD. (2008). Design-based learning for biology: Genetic engineering experience improves understanding of gene expression. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 36(4), 292-298, doi:10.1002/bmb.20203.
- Engin, E. & Çam, O. (2005). Farkındalık ve psikiyatri hemşireliği. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi*, 21(2), 159-168.
- English, LD. & King, D. (2019). STEM integration in sixth grade: Designing and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(5), 863-884, doi:10.1007/s10763-018-9912-0.
- English, LD., King, D. & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271, doi:10.1080/00220671.2016.1264053.
- Er, KO. & Başeğmez, DA. (2020). The relation between STEM awareness and self-efficacy belief related to STEM practice of pre-service teachers. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(2), 941-987, doi:10.17522/balikesirnef.837613.
- Ergün, A. & Kıyıcı, G. (2019). The effect of design based science education applications of science teacher candidates on their perceptions of engineering education and engineer. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 9(4), 1031-1062, doi:10.14527/pegegog.2019.033.
- Ergün, SS. (2019). Examining the STEM awareness and entrepreneurship levels of pre-service science teachers. *Journal of Education and Training Studies*, 7(3), 142-149, doi:10.11114/jets.v7i3.3960.
- Eroğlu, S. & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67, doi: 10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m.
- Fortus, D., Dershimer, RC., Krajcik, J., Marx, RW. & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110, doi:10.1002/tea.20040.

- Gibson, KS. (2017). Student teachers of technology and design: Can short periods of STEM-related industrial placement change student perceptions of engineering and technology?. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(1), 18-29.
- Greene, JC., Caracelli, VJ. & Graham, WF. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational evaluation and policy analysis*, 11(3), 255-274, doi:10.3102/01623737011003255.
- Hartzler, DS. (2000). A meta-analysis of studies conducted on integrated curriculum programs and their effects on student achievement. Doctoral Dissertation. Indiana University.
- Hasna, AM. & Clark, R. (2009). The future of engineering: How do we attract young people. 37th Annual SEFI–the Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs–European Society for Engineering Education.
- Hernandez, PR., Bodin, R., Elliott, JW., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, KE., Chen, TW. & de Miranda, MA. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International journal of Technology and design Education*, 24(1), 107-120, doi:10.1007/s10798-013-9241-0.
- Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber, H. (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. The National Academies Press, Washington D.C, 162pp.
- Hsu, MC., Purzer, S. & Cardella, ME. (2011). Elementary teachers' views about teaching design, engineering, and technology. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 5, doi:10.5703/1288284314639.
- Hynes, MM. (2012). Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: A look at subject matter and pedagogical content knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 22, 345-360, doi:10.1007/s10798-010-9142-4.
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. Utah State University.
- İpekoğlu-Yetgin, HN. & Yangın, S. (2021). Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının normal ve özel yetenekli öğrencilerin tasarım becerilerine etkisi. *Uluslararası Eğitimde Mükemmellik Arayışı Dergisi*, 1(1), 9-23.
- Jee, BD., Gentner, D., Uttal, DH., Sageman, B., Forbus, K., Manduca, CA., Ormand, CJ., Shipley, TF. & Tikoff, B. (2014). Drawing on experience: How domain knowledge is reflected in sketches of scientific structures and processes. *Research in Science Education*, 44, 859-883, doi:10.1007/s11165-014-9405-2.
- Johnson, B. & Turner, LA. (2003). Handbook of mixed methods in social and behavioral research. SAGE Publications, United States of America, 759pp.
- Karışan, D., Macalalag, A. & Johnson, J. (2019). The effect of methods course on preservice teachers' awareness and intentions of teaching science, technology,

engineering, and mathematics (STEM) subject. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 22-35.

- 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.
- Kendaloğlu, E. (2021). Stem etkinliği geliştirme sürecinin fen bilimleri öğretmen adaylarının girişimcilik ve STEM öz-yeterlilikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Bursa.
- Kınık-Topalsan, A. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219, doi:10.23891/efdyu.2018.66.
- Knop, L., Ziaefard, S., Ribeiro, GA., Page, BR., Ficanha, E., Miller, MH., Rastgaar, M. & Mahmoudian, N. (2017). A human-interactive robotic program for middle school STEM education. In 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Michigan Technological University.
- Knowles, JG., Kelley, TR. & Holland, JD. (2018). Increasing Teacher Awareness of STEM Careers. *Journal of STEM Education*, 19(3), 47.
- Lin, KY., Wu, YT., Hsu, YT. & Williams, PJ. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-15, doi:10.1186/s40594-020-00258-9.
- Ling, OS. & Wah, JLP. (2019). UCTS foundation students' perception towards Arduino as a teaching and learning tool in STEM education. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 16(3), 1-21.
- Lucas, B. & Hanson, J. (2014). Thinking like an engineer: using engineering habits of mind to redesign engineering education for global competitiveness. In SEFI Annual Conference, 2014 February, Birmingham, United Kingdom.
- Marulcu, İ. & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- Mehalik, MM., Doppelt, Y. & Schuun, CD. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of engineering education*, 97(1), 71-85.
- Miles, MB. & Huberman, AM. (1994). Qualitative data analysis: An expanded sourcebook. SAGE Publications, United States of America, 373pp.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). STEM eğitimi raporu. Ankara, [http://yegitek.meb.gov.tr/STEM Egitimi Raporu.pdf](http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf)-(Erişim tarihi: 02.12.2022).

- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). STEM eğitimi öğretmen el kitabı. https://scientix.eba.gov.tr/images/upload/Event_35/Gallery/STEM%20E%C4%9Fitimi%20%C3%96%C4%9Fretmen%20El%20Kitab%C4%B1.pdf (Erişim tarihi: 03.12.2022).
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı. Ankara, <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>-(Erişim tarihi: 01.12.2022).
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2019). Kazanım merkezli STEM uygulamaları. Ankara, https://ookgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_01/29164143_STEM_Kita pYk.pdf-(Erişim tarihi: 02.01.2023).
- Moore, T.J., Glancy, A.W., Tank, K.M., Kersten, J.A., Smith, K.A. & Stohlmann, M.S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(1), 1-13, doi:10.7771/2157-9288.1069.
- Morrison, J. (2006). TIES STEM education monograph series: Attributes of STEM education. Teaching Institute for Excellence in STEM. Baltimore.
- National Academy of Engineering (NAE). (2010). Annual Report. <https://www.nae.edu/File.aspx?id=52175>-(Erişim tarihi: 20.01.2023).
- National Aeronautics and Space Administration. (2018). Engineering Desing Process. <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html>-(Erişim tarihi: 26.01.2023).
- Niess, M.L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523, doi:10.1016/j.tate.2005.03.006
- Oh, J., Lee, J. & Kim, J. (2013). Development and application of STEAM based education program using scratch: Focus on 6th graders' science in elementary school. *In Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 493-501.
- Olçay, E.E. (2005). Farkındalık ve psikiyati hemşireliği. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 21(2), 159-168.
- Özbilen, A.G. (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific Educational Studies*, 2(1), 1-21.
- Özdemir, A.U., & Cappellero, E. (2020). Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ve FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşleri. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(1), 46-75.
- Özdemir, S.M. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının öğretim sürecine ilişkin öz-yeterlik inançlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 54(54), 277-306.
- Pang, J. & Good, R. (2000). A review of the integration of science and mathematics: Implications for further research. *School Science and Mathematics*, 100(2), 73-82.

- Papert, S. (1993). *The children's machine*. BasicBooks, New York, 156pp.
- Park, N. & Ko, Y. (2012). Computer education's teaching-learning methods using educational programming language based on STEAM education. In *Network and Parallel Computing: 9th IFIP International Conference*, September 6-8, Gwangju, Korea.
- 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, Doi: 10.17679/inuefd.684513
- Portsmore, M., Watkins, J. & McCormick, M. (2012). Planning, drawing and elementary students in an integrated engineering design and literacy activity. 2nd P-12 Engineering and Design Education Research Summit, Washington, DC.
- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future*. Washington, https://www.nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire--PCAST.pdf-(Erişim tarihi: 03.01.2023).
- Rifandi, R. & Rahmi, YL. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), 1-7, doi:10.1088/1742-6596/1317/1/012208.
- Rinke, CR., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, CR. & Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300-309, doi:10.1111/ssm.12185.
- Rotherham, AJ. & Willingham, DT. (2010). 21st-century" skills. *American Educator*, 17(1), 17-20.
- Şahiner, E. & Ünlü, ZK. (2022). Mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin sınıf öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ve mühendislik algıları üzerine etkisi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 11(1), 145-154, doi: 10.30703/cije.971521.
- Sarı, U., Alıcı, M. & Şen, ÖF. (2018). The effect of STEM instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinions. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, <https://ejrsme.icrsme.com/article/view/17861>-(Erişim tarihi: 10.01.2023).
- Sarı, U., Duygu, E., Şen, ÖF., & Kırındı, T. (2020). The effects of STEM education on scientific process skills and STEM awareness in simulation based inquiry learning environment. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 387-405, doi: 10.36681/tused.2020.34.
- Sarı, U. & Yazıcı, YY. (2020). STEM Eğitimi ve Arduino Uygulamaları Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(2), 246-261, doi: 10.33710/sduijes.701220.

- Schaefer, MR., Sullivan, JF. & Yowell, JL. (2003). Standards-based engineering curricula as a vehicle for K-12 science and math integration. In 33rd Annual Frontiers in Education, 5-8 November, Colorado, United States of America.
- Siew, NM., Amir, N. & Chong, CL. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 1-20, doi: 10.1186/2193-1801-4-8.
- Shukshina, LV., Gegel, LA., Erofeeva, MA., Levina, ID., Chugaeva, UY. & Nikitin, OD. (2021). STEM and STEAM education in Russian Education: Conceptual framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(10), 1-14, doi:10.29333/ejmste/11184.
- Şimşek, N. (2004). Yapılandırmacı Öğrenme ve Öğretime Eleştirel Bir Yaklaşım. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama Dergisi*, 3-5, 115-139.
- Suchman, EL. (2014). Changing academic culture to improve undergraduate STEM education. *Trends in Microbiology*, 22(12), 657-659, doi:10.1016/j.tim.2014.09.006.
- Sümen, ÖÖ. & Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational sciences: Theory and practice*, 16(2), 459-476, doi: 10.12738/estp.2016.2.0166.
- Tashakkori, A., Teddlie, C. & Teddlie, CB. (1998). Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches. SAGE Publications, Vol: 46, United States of America, 185pp.
- Tekerek, B. & Karakaya, F. (2018). STEM education awareness of pre-service science teachers. *International Online Journal of Education and Teaching*, 5(2), 348-359.
- Tschannen-Moran, M. & Hoy, AW. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17(7), 783-805.
- Türkoğuz, S. & Kayalar, A. (2021). Mobil-FeTeMM öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreç becerilerine etkisi. *Asya Öğretim Dergisi*, 9(2), 34-54, doi:10.47215/aji.974899.
- Wang, HH. (2012). A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration. Doctorate Dissertation, University of Minnesota.
- Wang, HH., Moore, TJ., Roehrig, GH. & Park, MS. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.
- Watson, SW., Cothorn, TL. & Peters, ML. (2020). School Administrators' Perceptions of STEM Awareness and Resources. *AASA Journal of Scholarship and Practice*, 17(3), 19-40.
- Wendell, KB. (2008). The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Qualifying Paper, March 24, Tufts University.

- White, R., Allen, T., Cunningham, C., Diefes-Dux, H., Godoy-Gonzalez, M., Newberry, P., Rosen, L., Rutherford, J., Schunn, C., Sclafani, S., Spohrer, J., Stage, E. & Tanner, R. (2010). Standards for K-12 engineering education?. Washington, <https://nap.nationalacademies.org/read/12990/chapter/1>-(Erişim tarihi: 24.01.2023).
- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education, 2008, Virginia Polytechnic and State University.
- Yakman, G. & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Yalçın, SA. & Çakır, Z. (2022). Okul öncesi dönemde mühendislik tasarımı eğitiminin kullanılmasının öğretmenlerin gözünden değerlendirilmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 6(3), 558-581, doi:10.24130/eccdjecs.196720226345.
- Yaman, F. & Aşılıoğlu, B. (2022). Öğretmenlerin STEM eğitime yönelik farkındalık, tutum ve sınıf içi uygulama özyeterlik algılarının incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(234), 1395-1416, doi:10.37669/milliegitim.845546.
- 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.
- Yaşar, Ş., Baker, D., Robinson-Kurpius, S., Krause, S. & Roberts, C. (2006). Development of a survey to assess K-12 teachers' perceptions of engineers and familiarity with teaching design, engineering, and technology. *Journal of Engineering Education*, 95(3), 205-216, doi:10.1002/j.2168-9830.2006.tb00893.x.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık, No: 76, Ankara, 427.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.

EKLER

EK 1: Etik kurul onay belgesi

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

| OTURUM TARİHİ | OTURUM SAYISI | KARAR SAYISI |
|---------------|---------------|--------------|
| 30/03/2022 | 04 | 2022-58 |

KARAR NO: 2022-58

Dr. Öğr. Üyesi Fatma Nur BÜYÜKBAYRAKTAR'ın "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Temelli Etkinlikler Sürecinin ve Etkinliklerin STEM Farkındalığına Etkisinin İncelenmesi" başlıklı çalışması etik yönden incelendi.

Dr. Öğr. Üyesi Fatma Nur BÜYÜKBAYRAKTAR'ın "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Temelli Etkinlikler Sürecinin ve Etkinliklerin STEM Farkındalığına Etkisinin İncelenmesi" başlıklı çalışmasının etik yönden uygun olduğuna, toplantıya katılanların oy birliği ile karar verildi.

ASLI GIBİDİR
30/03/2022
Doç. Dr. Hasan Hüseyin MUTLU
Başkan

EK 2: Kuaför koltuğu tasarımı etkinliği

STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülü

KUAFÖR KOLTUĞU TASARIMI ETKİNLİĞİ



Örnek Durum: Ümit küçük bir kasabada kuaför açılışı yapmıştır. Birkaç hafta içerisinde müşteri yoğunluğu nedeniyle kuaför salonuna yeni bir kuaför alımı yapmak istemektedir. Ancak salonda başka bir kuaför koltuğu yoktur ve sipariş verilmesi halinde temini uzun sürmektedir. Ümit salonu için yeni bir kuaför koltuğunu nasıl tasarlayacağını düşünmektedir.

- 1- Örnek olaydaki problem durumunu kendi cümlelerinizle tanımlar mısınız?
- 2- Ümit'in problemi kapsamında çözüme ulaşabilmesi için ne gibi bilgilere ihtiyacı vardır?
- 3- Ümit'in tasarlaması gereken aletin özellikleri nasıl olmalıdır?
- 4- Hangi kaynakları kullanacaksınız? Nedenleri ile açıkla mısınız?
- 5- Ümit'in problemi için önerebileceğiniz çözüm önerileri nelerdir? Çözüm önerilerini ifade ederek belirtebilir veya olası çözümler için çizim yapabilirsiniz.

- 6- Ümit'in bulacağı çözüm veya çözümlerde yaşayacağı sınırlılıklar neler olabilir?
- 7- Çözüm önerilerinizden birine karar vermeniz için her bir öneriyi kriterleriniz ve sınırlılıklarınız bağlamında sorgulamalısınız. Karar verme sürecinde kriter ve sınırlılık matrisleri alternatif tasarım için size ne şekilde yardımcı oldu?
- 8- Verilen tasarım görevini düşünün. Ümit'in problemini ortadan kaldıracak aletin tasarımını yapmanız ve bu tasarım modeli ile sunum yapmanız gerekmektedir.

EK 3: Sulama sistemi tasarımı etkinliği

STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülü SULAMA SİSTEMİ TASARIMI ETKİNLİĞİ



Örnek durum: Gülce, bahçesindeki bitkileri düzenli olarak sulamaktadır. Yaz mevsiminin gelişiyle birlikte bitkilerin suya olan ihtiyacı artmaktadır ve bu yüzden sulama için ayırdığı vakti artırması gerekmektedir. Sulama hortumuyla yaptığı sulama hem vakit kaybına hem de fazla su tüketimine neden olmaktadır. Gülce, sorununa ilişkin uygun bir sulama sistemini nasıl tasarlayabileceğini düşünmektedir.

- 1- Örnek olaydaki problem durumunu kendi ifadelerinizle tanımlar mısınız?
 - 2- Gülce'nin problemi kapsamında çözüme ulaşabilmesi için ne gibi bilgilere ihtiyacı vardır?
 - 3- Gülce'nin tasarlaması gereken aletin özellikleri nasıl olmalıdır?
 - 4- Hangi kaynakları kullanacaksınız? Nedenleri ile açıklar mısınız?
 - 5- Gülce'nin problemi için önerebileceğiniz çözüm önerileri nelerdir? Çözüm önerilerini ifade ederek belirtebilir veya olası çözümler için çizim yapabilirsiniz.
-
- 6- Gülce'nin bulacağı çözüm veya çözümlerde yaşayacağı sınırlılıklar neler olabilir?
 - 7- Çözüm önerilerinizden birine karar vermeniz için her bir öneriyi kriterleriniz ve sınırlılıklarınız bağlamında sorgulamalısınız. Karar verme sürecinde kriter ve sınırlılık matrisleri alternatif tasarım için size ne şekilde yardımcı oldu?
 - 8- Verilen tasarım görevini düşünün. Gülce'nin problemini ortadan kaldıracak aletin tasarımını yapmanız ve bu tasarım modeli ile sunum yapmanız gerekmektedir.

EK 4: Araç kaldırma lifti tasarımı etkinliği

STEM Temelli Tasarım Etkinliği Modülü

ARAÇ KALDIRMA LİFTİ TASARIMI ETKİNLİĞİ



Örnek durum: Can'ın babası otomobillerin bakım ve tamiratını yapmaktadır. İlerleyen yaşı ve sağlık sorunları nedeniyle eğilirken zorlanmakta ve otomobillerin alt bölümlerindeki arızaları tespit etmekte güçlük çekmektedir. Can ise bu durumu fark etmiştir ve sorunu nasıl çözebileceğini düşünmektedir.

- 1- Örnek olaydaki problem durumunu kendi cümlelerinizle tanımlar mısınız?
- 2- Can'ın problemi kapsamında çözüme ulaşabilmesi için ne gibi bilgilere ihtiyacı vardır?
- 3- Can'ın tasarlaması gereken aletin özellikleri nasıl olmalıdır?
- 4- Hangi kaynakları kullanacaksınız? Nedenleri ile açıklar mısınız?
- 5- Can'ın problemi için önerebileceğiniz çözüm önerileri nelerdir? Çözüm önerilerini ifade ederek belirtebilir veya olası çözümler için çizim yapabilirsiniz.

- 6- Can'ın bulacağı çözüm veya çözümlerde yaşayacağı sınırlılıklar neler olabilir?
- 7- Çözüm önerilerinizden birine karar vermeniz için her bir öneriyi kriterleriniz ve sınırlılıklarınız bağlamında sorgulamalısınız. Karar verme sürecinde kriter ve sınırlılık matrisleri alternatif tasarım için size ne şekilde yardımcı oldu?
- 8- Verilen tasarım görevini düşünün. Can'ın problemini ortadan kaldıracak aletin tasarımını yapmanız ve bu tasarım modeli ile sunum yapmanız gerekmektedir.

EK 5: Buyruk ve Korkmaz (2014) tarafından geliştirilen FeTeMM Farkındalık Ölçeği

| | Kesinlikle Katılmıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılıyorum | Kesinlikle Katılıyorum |
|--|-------------------------|-------------|------------|-------------|------------------------|
| 1- Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik eğitim yaklaşımı olan STEM, dört temel disiplini içinde barındırır. | | | | | |
| 2- STEM eğitimi öğrencileri öğrenmek için cesaretlendirir. | | | | | |
| 3- STEM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini <u>geliştirir.</u> | | | | | |
| 4- STEM bireylerin temel bilgi ve becerilerini kullanarak mühendislik alanında yaratıcılıklarını gelişmesine katkı sağlar. | | | | | |
| 5- STEM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler. | | | | | |
| 6- STEM öğrencilere üst düzey düşünme becerisi kazandırır. | | | | | |
| 7- STEM eğitiminin temelini çocukların erken yaşlarda bilimsel bilgiyle karşılaşmalarını sağlayıcı etkinlikler oluşturur. | | | | | |
| 8- STEM eğitimi öğrencilerin bir probleme yönelik birden fazla çözüm alternatifinin olduğunu keşfetmelerini sağlar. | | | | | |
| 9- STEM eğitimi öğrencilerde işbirlikli çalışmayı geliştirir. | | | | | |
| 10- STEM eğitiminin amacı, disiplinler arasında ilişki kurarak öğrenmenin bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesidir. | | | | | |
| 11- STEM eğitimi öğrencilerin kariyer bilincine bir katkısı olmaz. | | | | | |
| 12- Fendeki bazı konular doğrudan matematik bilgi ve becerisi ister. | | | | | |
| 13- Fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin buluşması fennin günlük hayattaki kullanım becerisini artırmaz. | | | | | |
| 14- STEM uygulamaları öğrencilerin özgüvenini geliştirir. | | | | | |
| 15- STEM uygulamaları öğrencilerin derse karşı ilgisini ve dikkatini dağıtır. | | | | | |
| 16- STEM etkinliklerini uygulamak zaman kaybına yol açar. | | | | | |
| 17- Fen dersine mühendislik alanının entegrasyonu gereksizdir. | | | | | |

EK 6: Kınık-Topalsan (2018) tarafından geliştirilen Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği

| Kategoriler | Ölçütler ve Puanlama | | | | | |
|--|----------------------|---|---|---|---|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Toplam |
| Problemin tanımlanması | | | | | | |
| Tanımlanan problemin anlaşılabilirliği | | | | | | |
| Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik kriterlerin belirlenmesi | | | | | | |
| Problem doğrultusunda geliştirilecek ürün ya da sisteme yönelik sınırlılıkların belirlenmesi | | | | | | |
| Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi | | | | | | |
| Olası çözümlerin geliştirilmesi | | | | | | |
| Çözümlerin yaratıcı ve uygulanabilir olması | | | | | | |
| Karar verme matrislerinin oluşturulması | | | | | | |
| Prototipin yapılması veya çizilmesi | | | | | | |
| Çözümün sunulabilecek aşamaya getirilmesi | | | | | | |

Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği

EK 7: FeTeMM Farkındalık Ölçeğini kullanmak için araştırmacıdan alınan izin

← Özgen Korkmaz



Alıcı: Şans Baş



Re:

7 Mar 2022 Pzt 18:06

Elbette kullanabilirsiniz. Kolay gelsin

7 Mar 2022 Pzt, saat 18:05 tarihinde Şans Baş

şunu yazdı:

Sayın hocam merhabalar. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Yüksek Lisans bölümünde öğrenciyim. "FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması" isimli çalışmanızı inceledim. STEM alanında fen öğretmeni adaylarıyla çalışma yapmayı planlıyorum. Çalışmanızda kullandığınız veri toplama aracını kaynak göstermek suretiyle kullanabilir miyim? Teşekkür ederim.

--

Prof. Dr. Özgen KORKMAZ
Amasya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

EK 8: Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim Etkinliklerini Değerlendirme Rubriği Ölçeğini kullanmak için araştırmacıdan alınan izin

Gönderen: Şans Baş

Gönderildi: 22 Şubat 2022 Salı 00:02:50

Kime: Ayşegül KINIK TOPALSAN

Konu:

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Yüksek Lisans bölümünde öğrenciyim. "Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretim Etkinliklerinin Değerlendirilmesi" isimli çalışmanızı inceledim. STEM alanında fen öğretmeni adaylarıyla çalışma yapmayı planlıyorum. Çalışmanızda kullandığınız veri toplama aracını kaynak göstermek suretiyle kullanabilir miyim? Teşekkür ederim.

Alıcı: [Şans Baş](#)

Ynt:

22 Şub 2022 Salı 09:45

[6 EK](#) 38,43KB

Tabii ki kullanabilirsiniz.

Saygılarımla

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül KINIK TOPALSAN

Eğitim Fakültesi Öğretim Üyesi

İstanbul Aydın Üniversitesi (Florya Kampüsü)

Beşyol Mah. İnönü Cad. No: 38

Sefaköy-Küçükçekmece / İSTANBUL

Tel...: (+90212) 444 1 428 (26502)

Web: <http://www.aydin.edu.tr>

| | | | |
|---|---|---|---|
|  İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ |  | Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül KINIK TOPALSAN SINIF EĞİTİMİ ANABİLİM DALI SINIF ÖĞRETMENLİĞİ Öğretim Üyesi Program Director FLORYA HALİT AYDIN YERLEŞKESİ AYDINLIT 26502 | İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ FLORYA / BEŞYOL MAHALLESİ KÜÇÜKÇEKMECE / İSTANBUL www.aydin.edu.tr |
|---|---|---|---|

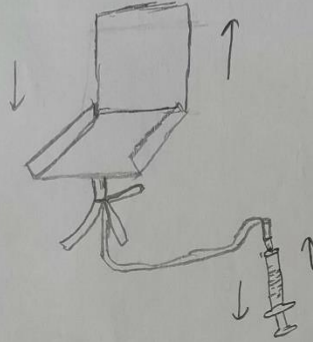
EK 9: Kuaför koltuğu tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları

- ① ^{Problemin tanımlanması} Ümit'in kuaför salonu vardır. Bir kaç hafta sonra müşteri yoğunluğundan yetişememektedir. Yeni kuaför koltuğu olsa uzun süre sonra gelecektir. Bu nedenle koltuğu kendisi tasarlamak istemektedir.
- ② Kuaför koltuğunun çalışma mekanizmasını bilmelidir. Müşterinin hangi koltuk yapısında rahat olacağını düşünmelidir.
- ③ Koltuğun müşterinin boyuna göre yukarı aşağı hareket etmeli. Yoğunluk ve dayanıklılığı fazla süngerden yapılmalıdır. Dönebilir ayarlanabilir, olmalıdır. Kriterlerin belirlenmesi
- ④ Su (pet şişede)
Cetvel
Mukavva
Serum hortumu
Renkli karton
2 adet siringa
Renkli karton
Silikon tabancası ve silikon
- Bu malzemeler koltuğu pascal prensibine uygun olarak tasarlamamıza yardımcı olacak.
- İhtiyaçların belirlenmesi
- ⑤ Ümit'in öncelikle koltuk hakkında araştırma yapması gerekir. Araştırma sonucunda pascal prensibi ve bu prensibi koltukta nasıl uygulayacağını öğrenmelidir.
- Pascal prensibi alana kuvvet ederek basınca dönüşür. Basıncı hidrolik sistemlerde çalışma kuvveti için önemlidir. Olan gözlemlerin geliştirilmesi
- ⑥ Basıncı ayarlarken sıkıntı çekebilir. Müşterinin ağırlığına göre ya fazla basıncı mekanizma bozulabilir, ya da basıncı oluşmayabilir, zayıf olduğundan. Sınırlılıklar
- ⑦ Karar verirken pascal prensibi kriterlerime öncelik etti. Tasarımda da pascal prensibini uyguladım. Karar verme matrisleri
- ⑧

EK 9: Kuaför koltuğu tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları (devamı)

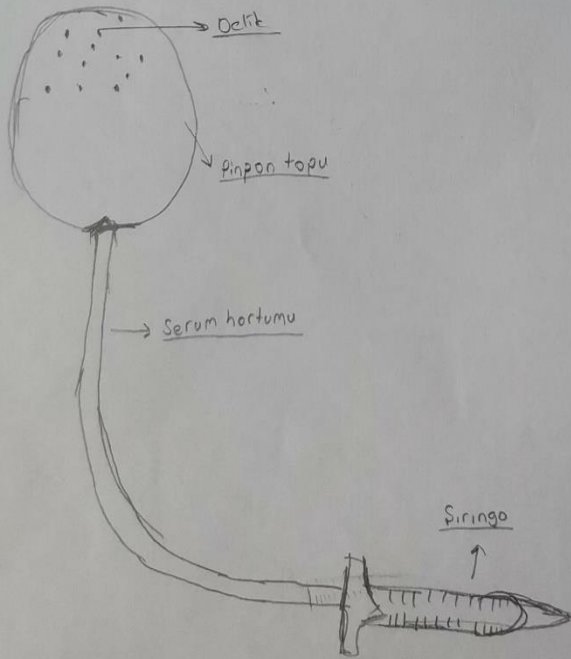
- 1) Ümit'in bir kuaför salonu vardı çok fazla müşteri geldiği için yeterli kuaför koltuğu yok. Bu yüzden kuaför koltuğu sipariş etmesi gerekiyor. Fakat temini uzun olduğu için kendisi kuaför koltuğu tasarlamak istiyor.
- 2) Koltuğu tasarlamak için önce gerekli mekanizmaları ve konforunun nasıl rahat yapabilmek için bilgi toplamalı, kuvvet ve dinamik ilkelere hakkında da bilgi sahibi olmalı, basınca, parçalı ilkesini de bilmelidir.
- 3) Sağlam olmalı, konforlu olması, aşağı yukarı basınca hareket edebilmeli.
- 4) Şırınga, Serum hortomu, Makas, bant, renkli karton mukavva, cetvel, su. Şırınga koltuğa piston vazifesi görmek için Serum hortomu şırıngalar arasında sıvı iletimini sağlamak için.
- 6) Tasarladığımız koltuktaki sağlamlık, konfor, koltuğu aşağı yukarı hareketini sağlayan mekanizma, ağır yük yüklenirse bu mekanizmanın bozulması.
- 7) Çözüm önerisinde bazı sınırlılıklara dikkat ederek elimdeki mekanizmaları kullanarak (bir şırınga yerine iki tane kullandık). koltuğu tasarladık.

5)



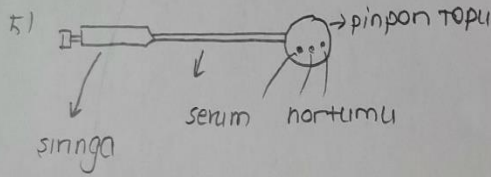
EK 10: Sulama sistemi tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları

- 1) Örnek olaydaki problem yaz mevsiminin gelmesiyle Gülcem birkleini daha fazla sulama zamanında kalması ama Gülcem vaktinin olmaması.
- 2) Gülcem'in birkleiler için fazla su tüketmemesi için sulama sisteminin nasıl olduğunu bilmeli gerekir.
- 3) Birklelerin su ihtiyacını hemen kasılları için tesellat alet hızlı olmalı kalya kullanabilir dmalı de basınca dayanlı olmalı.
- 4) Teris topu \Rightarrow Suju getir bir alaya paskartmak için
Siringa \Rightarrow Basıncı oluşturmak için
Serum hortumu \Rightarrow Suju basıncı yardımıyla pinpon topuna ulaştirmek için
Cebnek \Rightarrow Sirkonu eitmek için
Sirkon \Rightarrow Sebittirmek için
Toplu iğne \Rightarrow Teris topunu delmek için.
- 5) Pinpon topunu deilde Serum hortumunun bir ucunu sirkonla kapatmak ve toplu iğne ile delikler açarak, suju daha seri yüzeye paskartmasını sağlayabiliriz.
- 6) Bahçesi büyük ve birkleleri fazla olduğunda Gülcem'in tasarımı bütün birkleler için yeterli dmayabilir.
- 7) Serum hortumunu farklı yerlerden delerek suju paskartılmasını sağlamak ama Serum hortumunu kase olduğu için bahçenin tamamını sulamak çok zor.



EK 10: Sulama sistemi tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları (devamı)

- 1) Gülce'nin sulama sistemine ihtiyacı vardır.
- 2) Pascal prensibini bilmeye ihtiyacı vardır.
- 3) Dayanıklı olmalıdır.
Basına doğrultusunda hareket edilmelidir.
Sıvı dağılımı eşit olmalıdır.
- 4) Pinpon topu: suyun dağıtılması için
Serum hortumu: suyun ilerlemesi için
Bant: sabitlemek için
Plastik kap: suyun sızamaması için
Toplu iğne: delim için
Su
Siringa: suya basına uygulaması için



- 6) Hortum boyu uzun olursa istenen basına sağlayamayabilir. Siringa boyutu küçük olabilir
- 7) Pinpon topuna serum hortumunu sabitledim. Pinpon topunu deldim ve iğni su ile doldurdum. Ardında serum hortumunun bir ucuna siringa taktım ve basınca suyun püskürtülmesini sağladım.

EK 11: Araç kaldırma lifti tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları

1- Örnek olaydaki problem Can'in babasının yaşı nedeniyle eğilemediği için otokontrolün alt bölümlerindeki arızaları tespit edememesi.

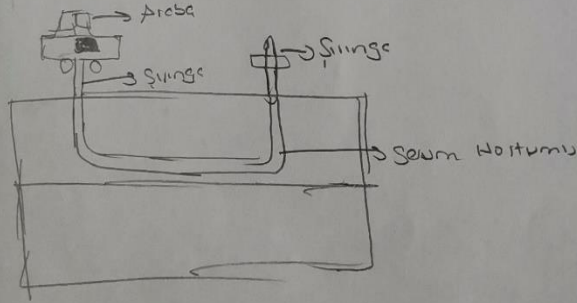
2- Bu örnekte pascal prensibinin bilinmesi ve bu ilkenin uygulandığı örnek gösterilmesi gerekir.

3- Tasarım kolay kullanılabilir, basınca dayanıklı ve sağlam olmalı.

4- Kullanılan Malzemeler:

- * Ayakkabı kutusu
- * Şiringa → Basıncı uygulaması için
- * Su
- * Serum hortumu → Suyun basıncı ile iletilmesini sağlar
- * Silikon → Sabitlemek için kullanıldı (Yapıştırmak için)

5- Ayakkabı kutusunda şiringa boyutuna göre iki delik açıldı ve şiringaları deliğe yerleştirdik. Şiringaların uç kısmına serum hortumu yerleştirdik. Bir şiringanın üzerine de ağız yerleştirdik. Son olarak hortumu su ile doldurduk ve şiringa ile basıncı oluşturarak ağızı kaldırdık.



6- Şiringa ağızı kaldırılarak kadar basıncı yaratılabiliyor.

7- Şiringalar körük oluşu için araba hızlı kalkmadı. Ayrıca serum hortumunun uzunluğunda ağızın kalkma hızını etkiledi.

8- Önerilen tasarımı çizildi ve sunumu yapıldı.

EK 11: Araç kaldırma lifti tasarımı etkinliği modülüne ilişkin örnek cevap kağıtları (devamı)

1) Can'ın babasının yaşlanması sonucu tamirat işlerini gereğince yapamamasıdır.

2) Pascal prensibini, kaldırma kuvvetini ve kuvvet ve dinamik konularını bilmelidir.

3) Aşağı-yukarı basına doğrultusunda hareket edebilmelidir. Sağlam olmalıdır.

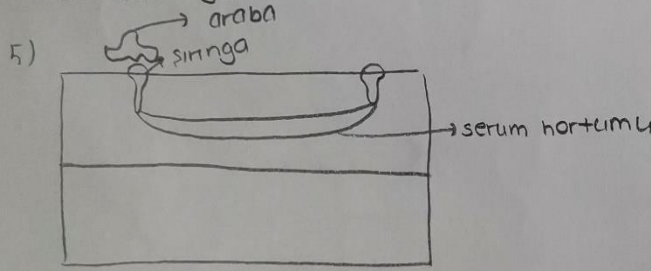
4) Şiringa: Basınç uygulaması için
Karton kutu

Su

serum hortumu: su için kanal oluşturulmalıdır.

makas: kesim için

silikon: yapıştırma için



Ayakabı kutusunun kapağını kestik, kutuya bölme olarak kapaktı ekledik. Üst kısma iki delik açtık ve şiringaları ekledik. Şiringaların üç kısımlarına serum hortumunu yerleştirdik. Son olarak hortumun içine su doldurduk ve pistonu basarak maket olarak yerleştiğimiz arabanın ayağı kalkmasını sağladık.

6) Şiringa ortalamadan küçük olabilir.
Serum hortumu çok uzun olabilir.

7) ilk olarak şiringalarımı çok küçük kullandım, bu nedenden dolayı istediğim karşılığı alamadım. Aynı durumu serum hortumunu çok uzun kesmemde de yaşadım.

8) ürünü fotoğrafladığım için, sürecimi tamamlamış oldum.

ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler | |
|------------------|--|
| Adı Soyadı | Şans BAŞ |
| Uyruğu | <input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer: |

| Eğitim Bilgileri | |
|------------------|--|
| Lisans | |
| Üniversite | Ondokuz Mayıs Üniversitesi |
| Fakülte | Eğitim Fakültesi |
| Bölümü | Fen Bilgisi Öğretmenliği |
| Mezuniyet Tarihi | 04.01.06.2020 |
| Yüksek Lisans | |
| Üniversite | Ordu Üniversitesi |
| Enstitü Adı | Fen Bilimleri Enstitüsü |
| Anabilim Dalı | Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı |
| Programı | Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı |