

# Mühendislik Temelli STEM Eğitimi Etkinlik Örneği: Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı<sup>1</sup>

Ezgi AKKUŞ\*

Millî Eğitim Bakanlığı, Ağrı / Türkiye,  
ezgiakkus16@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6835-6394

Prof. Dr. Nilüfer OKUR-AKÇAY

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Ağrı / Türkiye,  
nilokur-7@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-3276-5564

## Öz

Bu çalışmada, mühendislik temelli STEM eğitimi etkinliğinin hazırlanması ve sınıf öğretmeni adaylarına uygulanma sürecinin adım adım sunulması amaçlanmaktadır. Mühendislik temelli STEM eğitimi etkinlik konusu belirlenirken Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelenmiştir. 3. ve 4. sınıf seviyesinde yer alan “Çevremizdeki Işık ve Sesler” ile “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” üniteleri göz önünde bulundularak araştırmacılar tarafından sınıf öğretmeni adaylarına mühendislik temelli STEM etkinliği olarak “Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı” etkinliğinin sunulmasına karar verilmiştir. Etkinlik hazırlanırken Moore ve arkadaşlarına ait mühendislik tasarımı sürecinden yararlanılmıştır. Hazırlanan etkinlik Doğu Anadolu’da bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi sınıf eğitimi ana bilim dalında öğrenim gören toplam 30 öğretmen adayına uygulanmıştır. Uygulama süreci toplam olarak 8 ders saati sürmüştür. Araştırma sonucunda sınıf öğretmeni adayları gerçek hayatta karşılaşılabile-

<sup>1</sup> Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

\* Sorumlu Yazar. Tel: +90 546 542 77 04 | Araştırma Makalesi.

**Makale Tarih Bilgisi.** Gönderim: 12.12.2022, Kabul: 31.08.2023, Erken Görünüm: Ocak, 2025, Basım: Haziran, 2025

cekleri bir problem olan aydınlanma sorununu çözebilmek amacıyla mühendislik tasarımı sürecinden yararlanmış ve bu konuda deneyim fırsatı bulmuşlardır.

**Anahtar Kelimeler:** STEM; Mühendislik tasarımı süreci; Fen; Sınıf öğretmeni adayı.

## **Engineering Based STEM Education Activity Sample: Illuminated Room Design with Mirrors**

### **Abstract**

In this research, it is aimed to prepare the engineering-based STEM education activity and to present the process of applying it to primary school teacher candidates step by step. While determining the activity subject of engineering-based STEM education, Science Curriculum was examined. Considering the “Light and Sounds in Our Environment” and “Lighting and Sound Technologies” units at the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> grade levels, it was decided by the researchers to present the “Illuminated Room Design with Mirrors” activity as an engineering-based STEM activity to primary school teacher candidates. While preparing the activity, the engineering design process of Moore et al. was used. The prepared activity was applied to 30 primary school teacher candidates in state university in Eastern Anatolia. The implementation process took a total of 8 lesson hours. As a result of the research, primary school teacher candidates benefited from the engineering design process in order to solve the problem of enlightenment, which is a problem they may encounter in real life, and they had the opportunity to experience in this subject.

**Keywords:** STEM; Engineering design process; Science; Primary school teacher candidates.

### **Extended Summary**

#### **Purpose**

In the 21<sup>st</sup> century, the ability of countries to compete globally depends on having individuals who research, question, have problem-solving skills, are curious, creative, analytical thinking, transfer what they have learned to their lives, innovate, and productive (Uştu, 2019). For the development of these characteristics in individuals, the education approach used should be suitable for this. As it is known, with the 21<sup>st</sup> century, a new educational approach has emerged that attracts the attention of all countries of the world. This educational approach is the STEM education approach. In order for STEM education to be more qualified, teachers should be trained in these areas and teachers

should have the necessary competence (Wang, 2012). For this reason, it is important to train teachers who can do STEM education (Hacıömeroğlu, 2018). One of these teaching fields is classroom teaching. Classroom education includes primary school education. Since primary school is a stage where basic knowledge and skills are acquired, the knowledge and skills gained at this stage contain the information necessary for higher learning. In this research, it is aimed to present an example of an engineering-based STEM education activity called “Room Design with Mirrors”, which was carried out with prospective classroom teachers who participated in the “Science and Technology Laboratory-II” course. In line with this purpose, “How is the preparation and implementation process of the engineering-based STEM education activity carried out?” The answer to the question has been sought.

## Method

This research is an activity development study for engineering-based STEM education. In this direction, an example of an engineering-based STEM education activity is given in this section and the development and implementation process of the activity is discussed in detail. While determining the activity subject of engineering-based STEM education, Science Curriculum was examined. Considering the “Light and Sounds in Our Environment” and “Lighting and Sound Technologies” units at the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> grade levels, the researchers planned to present the “Illuminated Room Design with Mirrors” activity as an engineering-based STEM activity to the primary school teacher candidates. In this study, the engineering design process steps developed by Moore et al. (2013) were used. MTS consists of six steps. These steps are; identification, learning, planning, testing, testing, and decision making.

In the implementation process of the engineering-based STEM activity, first of all, pre-service teachers were provided to form 5 different cooperative heterogeneous groups consisting of 6 people. Afterwards, pre-service teachers were informed about MTS and how the course would be taught according to MTS was explained in detail. Definitions of criteria and restriction concepts in MTS are given and examples of these definitions are given. Information about the scenarios is also given. An engineering design notebook was introduced to teacher candidates. It was informed that this notebook will be collected by the researchers after each lesson and will be distributed before the lesson by making the necessary preparations for the next lesson. It was emphasized that the pre-service teachers should feel like an engineer and that

they should carefully examine the scenario prepared for each lesson, reveal the problem situation, and find answers to the questions asked about what was asked of them. At this stage, the teacher candidates were asked, “What does an engineer do? What is his mission?”, “Which disciplines do engineers use?”, “How do engineers solve problems?”. Information about engineering was shared by asking questions such as, and each teacher candidate was allowed to write their ideas in their notebooks. After this stage, the explanation of the courses and the process of the courses are given for the teaching process applied for the steps of definition, learning, planning, testing, testing and decision making in MTS.

## Results

In this research, an example of an engineering-based STEM education activity named “Illuminated Room Design with Mirrors” was presented with prospective classroom teachers. The engineering design process used in the development of the activity is discussed in detail and what needs to be done at each step is emphasized. In this process, detailed explanations were made about the application stages and how to do the application, and the activity was introduced. At the same time, both the activity was introduced and the product design examples prepared by the teacher candidates for how the activity was carried out were tried to be included. As a result of this research, pre-service teachers used the engineering design process to solve the problem of enlightenment that they might encounter in their real lives, and they had the opportunity to find a solution to the problem like an engineer.

The lack of activities for the engineering-based STEM education approach and the uncertainty of the practitioners on this subject led to the belief that activity examples should be presented. In this research, it is thought that considering the example of the activity in detail and explaining it with applications will eliminate the uncertainties experienced by teacher candidates or teachers. In this regard, examples of activities can be prepared on different topics or at different levels.

## Giriş

Dünyada yaşanan küreselleşme ile birlikte toplumsal, ekonomik, politik vb. alanlarda çeşitli değişim ve gelişmeler meydana gelmektedir (Gökbayrak ve Karışan, 2017). Bu gelişim ve değişim bilim ve teknolojiye de yaşanmaktadır. Bilim ve teknolojiye yaşanan bu gelişimler, bireylerin ve toplumların

ihtiyaçlarındaki değişiklikler ile öğrenme yöntemlerinde meydana gelen değişiklikleri ve bireylerden beklenenleri de değiştirmiştir (Yücel, 2019). Bu beklentilerden biri, bireyin bilgiyi öğrenme yollarında değişiklikler yapması gerektiğidir. Bu değişiklik bireyin hazır bilgileri kullanma dışında farklı yollar kullanmasıdır. Bireyin hazır bilgiyi kullanmasından farklı olarak var olan bir problemi çözme sürecinde rol alması, bilimsel araştırmanın basamaklarını kullanarak bir sonuca varması bireyi normal öğrenimden uzaklaştırmaktadır (Hiğde ve Aktamış, 2017). 21. yüzyılda ülkelerin küresel olarak rekabet edebilmesi, araştıran, sorgulayan, problem çözme becerisine sahip, merak eden, yaratıcı, analitik düşünebilen, öğrendiklerini hayatına aktarabilen, inovasyon yapabilen ve üretken bireylere sahip olmasına bağlıdır (Uştu, 2019). Bireylerde bu özelliklerin gelişmesi için de kullanılan eğitim yaklaşımının buna uygun olması gerekmektedir.

21. yüzyılda tüm dünya ülkelerinin dikkatlerini çeken yeni bir eğitim yaklaşımı ortaya çıkmıştır. Bu eğitim yaklaşımı ise STEM eğitimi yaklaşımıdır. STEM eğitim yaklaşımı; disiplinler arası, gerçek hayat problem içeren, mühendislik süreci temelli, kanıta dayalı tekrarlı bir tasarım sürecini içeren, öğrenmenin hatalardan öğrenildiği, yalnızca ürünün değil sürecin de önemli olduğu bir eğitimi içeren ve öğrencilerin grupça çalıştığı bir yaklaşımdır (Akarso, Okur-Akçay ve Elmas, 2020). STEM eğitiminin daha nitelikli olabilmesi için öğretmenlerin bu alanlarda yetiştirilmesi ve öğretmenlerin gerekli yeterliğe sahip olması sağlanmalıdır (Wang, 2012). Bu sebeple STEM eğitimi yapabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesi önem kazanmaktadır (Hacıömeroğlu, 2018). Bu öğretmenlik alanlarından biri de sınıf öğretmenliğidir. Sınıf eğitimi ilkökul öğrenimini kapsar. İlkokul temel bir bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir kademe olduğundan bu kademedeki kazandırılan bilgi ve beceriler bir üst öğrenme için gerekli olan bilgileri içermektedir (Yurdakul, 2019). Bu dönemde STEM eğitimi de önemli bir yere sahiptir. Conderman ve Woods (2008) ile DeJarnette (2012) tarafından yapılan açıklamalar ortaokul kademesinde yapılmış olmasına rağmen öğrencilerin STEM'e yönelik ilgilerinin gelişebilmesi için ilkökul kademesinin kritik bir dönem olduğu belirtilmiştir (akt; Zengin ve Uğraş, 2019). STEM eğitimi yaklaşımında mühendislik sürecinin uygulanmasının öğrencilere; problem durumuna uygun muhakeme yapmayı, karmaşık bir yapıyı oluşturan bir bütünün parçalarına yönelik argüman oluşturmayı, farklı görüşleri ve düşünceleri analiz etmeyi, argümanlar arasında bağlantı kurmayı, bilgileri yorumlamayı ve sonuç çıkarmayı kazandırır

(Okur-Akçay, 2022). Alanyazında sınıf öğretmeni adayları ile STEM eğitime yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda özellikle ölçek geliştirme, STEM'e yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini alma ve STEM'e yönelik tutumlarını belirleme üzerinde durulmuştur (Aktaş, 2019; Akyıldız, 2018; Altaş, 2018; Anagün ve ark., 2020; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016; Kırılmazkaya, 2017; Mert, 2019; Özçakar- Sümen, 2018; Şahiner, 2020; Yıldırım ve Türk, 2018). Yapılan çalışmalardan bir diğeri de sınıf öğretmeni adayları ile mühendislik tasarım temelli STEM çalışmalarıdır (Altaş, 2018; Okur Akçay ve Akkuş Çiftçi, 2023; Şahiner, 2020). Ancak yapılan çalışmalarda sınıf öğretmeni adayları ile “Fen ve Teknoloji Laboratuvarı II” dersinde aynalar ile ilgili mühendislik tasarım temelli geliştirilen modül çalışmasına rastlanılmamıştır.

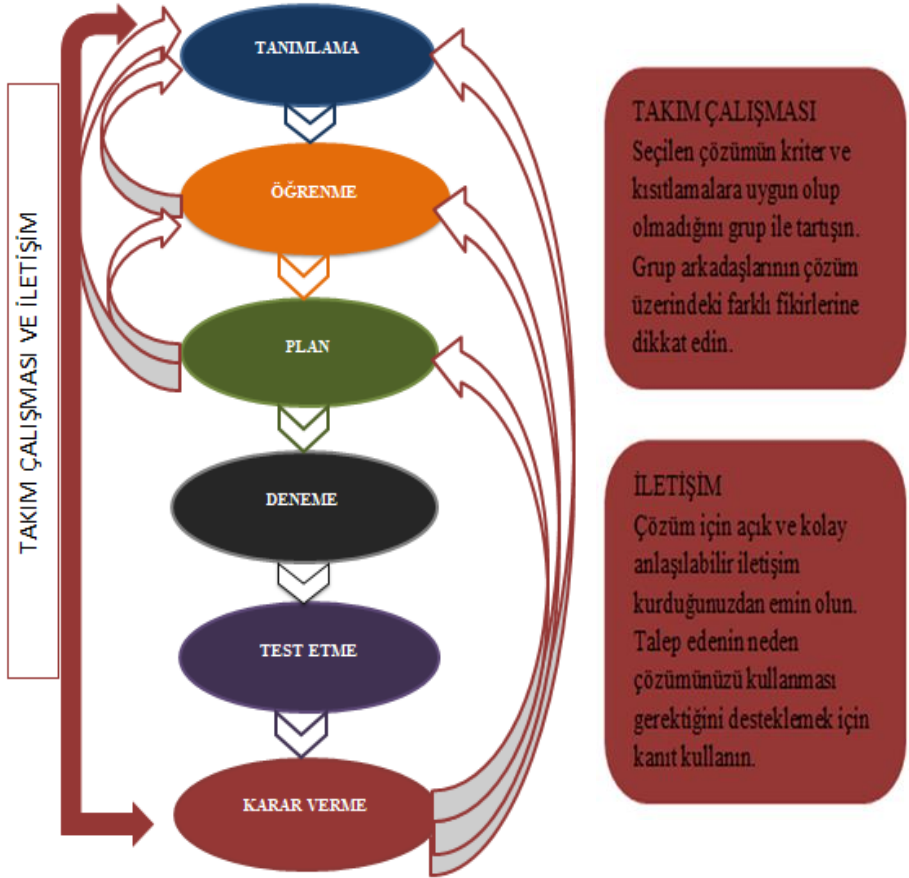
Bu araştırmada, “Fen ve Teknoloji Laboratuvarı-II” dersine katılım sağlayan sınıf öğretmeni adayları ile gerçekleştirilen “Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı” adlı bir mühendislik temelli STEM eğitimi etkinliği etkinliğinin sunulması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda “Mühendislik temelli STEM eğitimi etkinliğinin hazırlanma ve uygulanma süreci nasıl yürütülmektedir?” sorusuna cevap aranmıştır.

### **Mühendislik Tasarım Süreci**

Mühendislik, bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile matematik ve fen disiplinleri ile birlikte uğraş veren bireylerin kararları ve ortak almış oldukları fikirleri kullanarak insanlar için faydalı ürünler ortaya koymaya denilmektedir Mühendislik eğitimi her kademede verilebilir. Bu eğitim kademelerinden biri de ilkökul kademesidir. İlkokul kademesinde mühendislik eğitiminin verilmesi ile fen ve matematik alanlarında anlamlı öğrenmenin artması, mühendisliğe karşı farkındalığın artması, tasarım yapabilme yeteneğinin artması, mühendislik alanlarına yönelme ve teknoloji okur yazarlığının artması sağlanmaktadır (Katehi, Pearson ve Feder, 2009'den akt; Gülhan ve Şahin, 2016).

Mühendisler, problemlerini çözerken belirli sistematik süreçleri kullanmaktadırlar. Bu sürece mühendislik tasarım süreci denmektedir. Mühendislik tasarım süreci; yeni bilgiler öğrenme, tasarlama ve oluşturulan ürünlerin çalışma sistemleri olarak tanımlama olarak ifade edilmekte ancak mühendislik sadece tasarlamadan ibaret olmamakla birlikte aynı zamanda bireylerin günlük hayatlarında karşılaştıkları sorunları etkili bir şekilde çözüme kavuşturmasıdır (Marulcu ve Sungur, 2012). Bu çalışmada, Moore ve arkadaşlarının

(2013), geliştirmiş oldukları mühendislik tasarım süreci (MTS) basamakları kullanılmıştır. MTS, altı basamaktan oluşmaktadır. Bu basamaklar; tanımlama, öğrenme, plan, deneme, test etme ve karar vermedir. Bu tasarım sürecine Şekil 1’de yer verilmektedir.



Şekil 1. Mühendislik Tasarım Süreci (Moore ve ark., 2013)

## Yöntem

Bu araştırma mühendislik temelli STEM eğitime yönelik bir etkinlik geliştirme çalışmasıdır. Bu doğrultuda, bu bölümde mühendislik temelli STEM eğitimi etkinlik örneğine yer verilmiş ve etkinliğin geliştirilme ve uygulanma süreci ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu çalışma, 2018-2019 eğitim öğretim yılının bahar yarıyılında gerçekleştirildiği için etik kurul raporu alınmamıştır ancak çalışma sürecinde bilimsel ve etik kurallara uyulması ile ilgili bütün sorumluluk yazarlara aittir.

### Konunun Belirlenmesi

Mühendislik temelli STEM eğitimi etkinlik konusu belirlenirken Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelenmiştir. 3. ve 4. sınıf seviyesinde yer alan “Çevremizdeki Işık ve Sesler” ile “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” üniteleri göz önünde bulundurularak araştırmacılar tarafından sınıf öğretmeni adaylarına mühendislik temelli STEM etkinliği olarak “Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı” etkinliğinin sunulması planlanmıştır. Bu etkinliğin STEM alanlarına yönelik kazanımları ile etkinlik süresi ve etkinlikte kullanılacak malzemeler aşağıdaki tabloda verilmektedir.

**Tablo 1.** Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımına Yönelik Etkinlik

<b>Etkinlik</b>	Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı
<b>Süre</b>	7 ders saati
<b>Araç-Gereçler</b>	Düzlem ayna (6 adet), Çukur ayna (2 adet), Tümsek ayna (2 adet), Demir çukur ayna (1 adet), Demir tümsek ayna (1 adet), Lazer ışık (1 adet), Karton koli (1 adet), Hamur yapıştırıcı (1 adet), Maket bıçağı (1 adet)
<b>STEM Kazanımları</b>	<p><b>Fen:</b> -Ayna çeşitlerinin ne olduğunu söyler ve aynaları ayırt eder. -Çukur aynadaki özel ışınları deneyerek gözlemler ve çizimlerini yapabilir. -Aynadaki görüntülerin birbirinden farklı olduğunu bilir. -Lazer ışığını kullanarak çukur aynadaki özel ışınları deneyerek öğrenir.</p> <p><b>Teknoloji:</b> -Kullandıkları tüm malzemelerin teknolojik birer ürün olduğunu bilir. -Oluşturacağı ürünün hayatı kolaylaştıran teknolojik bir ürün olduğunu bilir.</p> <p><b>Mühendislik:</b> -Bir mühendis gibi problemin ne olduğunu bilir. -Bir mühendis gibi ürünü oluşturmak için gerekli olan fen ve matematik bağlantılarını bilir. -Bir mühendis gibi oluşturacağı ürünün planlarını ve çizimlerini yapar.</p> <p><b>Matematik:</b> -Verileri analiz eder. -Veriler arasında birinin artarken diğeri de arttığını aralarında doğru bir orantı olduğunu bilir.</p>

### Mühendislik Temelli STEM Eğitimi Uygulama Süreci

Mühendislik temelli STEM etkinliğinin uygulama sürecinde öncelikle öğretmen adaylarının 6 kişiden oluşan 5 farklı iş birlikli heterojen grup oluşturmaları sağlanmıştır. Daha sonra, öğretmen adaylarına MTS hakkında bilgi verilmiş ve dersin MTS’ye göre ne şekilde işleneceği ayrıntılı olarak anlatılmıştır. MTS’de yer verilen kriter ve kısıtlama kavramlarının tanımları yapılmış ve bu tanımlara örnekler verilmiştir. Senaryolar hakkında da bilgi verilmiştir. Öğretmen adaylarına mühendislik tasarım defteri tanıtılmıştır. Bu defterin her ders uygulamasından sonra araştırmacılar tarafından toplanacağı ve bir sonraki ders için gerekli hazırlıkları yaparak ders öncesinde dağıtılacağı bilgisi verilmiştir. Öğretmen adaylarına, kendilerini bir mühendis gibi hisset-



meleri ve her ders hazırlanan senaryoyu dikkatlice inceleyip problem durumunu ortaya çıkarmaları ve kendilerinden istenilenlere yönelik sorulara cevaplar bulmaları gerektiği üzerinde durulmuştur. Bu adımda öğretmen adaylarına, “*Mühendis ne yapar? Görevi nedir?*”, “*Mühendisler hangi bilim dallarını kullanırlar?*”, “*Mühendisler problemleri nasıl çözer?*” gibi sorular yöneltilerek mühendislik hakkında bilgi paylaşımı yapılmış ve her bir öğretmen adayının fikirlerini defterlerine yazmaları sağlanmıştır.

“*Mühendis ne yapar? Görevi nedir?*” sorusuna öğretmen adaylarından biri şu cevabı bireysel olarak vermiştir: “*İnsan hayatını kolaylaştırmak amacıyla başta fen, matematik, teknolojiden ve çeşitli bilimlerden yararlanarak ortaya bir ürün, bir soru koyan meslek grubudur.*”. Aynı öğretmen adayının bulunduğu grupta ortaya çıkan takım ortak kararı ise şöyledir: “*Mühendis, hayatın her alanıyla alakalı toplumun ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak üretilecek projelerin planlanması aşamasında ve üretim aşamasında gerekli teknolojik, matematik ve fen alanlarında hesaplamalar yapar.*”

Bu soruları sormadaki asıl amaç öğretmen adaylarının mühendislik mesleği hakkında fikirlerini ortaya koymak ve bir mühendis gibi çalışacağı bilincini uyandırarak onları sürece hazırlamaktır. Bu adımdan sonra, MTS’de yer alan tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme ve karar verme basamaklarına yönelik uygulanan öğretim sürecine yönelik derslere ait açıklama ve derslerin süreci aşağıda verilmektedir.

### **Tanımlama**

Mühendislik tasarım sürecindeki ilk adım problemin tanımlanmasıdır. Bu basamakta gerçek hayat problemine uygun olarak verilen senaryo durumu okunur. Bu senaryoya bağlı olarak problem tanımlanır. Senaryolar oluşturulurken istenilenler açık ve net bir şekilde belirtilmeli ve kriterler ile kısıtlamalara da yer verilmelidir. Bu basamakta öğrencilerin problemin doğru tanımlanması çok önemlidir. Aksi takdirde iyi tanımlanmamış problemler ile beklenen çözümlerin ortaya çıkmasında zorluklar ile karşılaşılacaktır (Brunsell, 2012; Mangold ve Robinson, 2013). Problemi tanımlayan öğrenci grup arkadaşlarıyla da tartışarak bir sonuca varır. Öğretmen bu basamakta ve diğer basamaklarda olduğu gibi problem durumunu öğrencilere sunarak hem öğrencilerin motive olmasını sağlamalı hem de öğrencinin problem durumunu unutmaması için sorgulamalıdır. Bu basamakta kriter ve kısıtlama kavramları ürünü ortaya koyma noktasında anahtar kavramlardır. Bu kavramların karşı-

lığı senaryoda öğretmen adayları tarafından kolaylıkla çıkarılması ve anlaşılması önemlidir. Aksi takdirde istenilen ürünü oluşturma noktasında hatalara sebep olabilir. Bu durum sürecin başına dönülmesine ve zaman kaybına neden olabilir. Bu basamakta son olarak, her bir öğrenci tasarım ile ilgili merak ettiği ya da öğrenmek istediği bilgiler ile ilgili olarak öğretmene 3 ya da 5 arasında değişen soru sorar. Öğretmen ise her bir sorudan sonra tasarımla ilgili olup olmama durumuna göre dönütler verir. Örneğin öğretmen, tasarımın oluşturulmasına yönelik bir soruya “mükemmel, çok iyi”, tasarımla alakasız bir soruya ise “Sence bu, tasarımınızda ne işe yarayacak?” şeklinde dönütler vermeli ve sorularla öğrencinin düşünmesini sağlamalıdır.

### ***Uygulama süreci.***

Öğretmen adayları kendilerine verilen mühendislik tasarım defterinde yer alan senaryoyu okur. Senaryo Ay Işığı Firması’ndan gelmiş olup öğretmen adaylarına senaryoya yönelik sorular sorulur.

*Ay Işığı Firması’nda bir elektrik ihalesi açılmıştır. Bilindiği üzere elektriğin tüketimi günden güne artmakta ve bununla ilgili de tasarruf elde etme yolları aranmaktadır. Ay Işığı da bununla ilgili bir proje başlatmış ve projenin ilk basamağı olan ihaleyi başlatmıştır. Bu ihalede Ay Işığı kendilerine ait bir işyerinin aydınlatılmasını istiyor. Ay Işığının bu ihaleyi açmasındaki sebep hem tasarruf elde etme yollarını bulmak hem de maddi yönden sıkıntı altına girmesinden dolayıdır. Ay Işığında toplantı odası ve firma çalışanlarının dinlenmeleri için tasarlanan bir dinlenme odası mevcuttur. Toplantı odası ile farklı aynaların kullanacağı dinlenme odasını en az masraf ile daha iyi aydınlatmak istiyor. Siz de bu ihaleye katılan bir mühendissiniz. Bunu en iyi sağlayan mühendis grubu hem Ay Işığına ait tüm işyerinin ihalesini almış olacak. Hem de yılın mühendis grubu seçilecektir. Hadi en iyi aydınlatmayı sen sağla !*

Öğretmen adayları senaryoya göre verilen sorulara yönelik öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra grup ile tartışarak ortak fikirlerini defterlerine yazarlar. Bu soruları; talep edenin kim olduğu, probleminin ne olduğu ve talep edenin problemi neden çözmek istediğine yönelik sorular yer almaktadır. Bu sorulara öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıt örneği aşağıdaki şekilde verilmektedir.

Talep eden kimdir?

Ay ışığı şirketi

Talep eden şirketin problemi ne?

Şirketin maddi yönden sıkıntıya girmesi ve tasarruf etmek için toplantı odası ile farklı ayınların kullanılacağı dinlenme odasını aydınlatmak

Talep eden şirket bu problemi neden çözmek istiyor?

Benim fikrim:

Her maddi yönden sıkıntıya girmesi hem de tasarruf etmek

Grubun fikri:

Her maddi yöndeki sıkıntıları gidermek hem de tasarruf etmek.

### Şekil 2. Senaryo Okunduktan Sonra Cevaplanan Sorular

Problemi doğru olarak tanımlayan öğretmen adayları ardından oluşturulması gereken ürüne yönelik kriter ve kısıtlamaların neler olduğu öğretmen adayları tarafından iyi kavranması gerekmektedir. Senaryoya yönelik olarak oluşturulması planlanan ürünün kriterlerinin, kısıtlamalarının neler olduğuna yönelik verilen yanıtların bir örneği aşağıdaki şekilde verilmektedir.

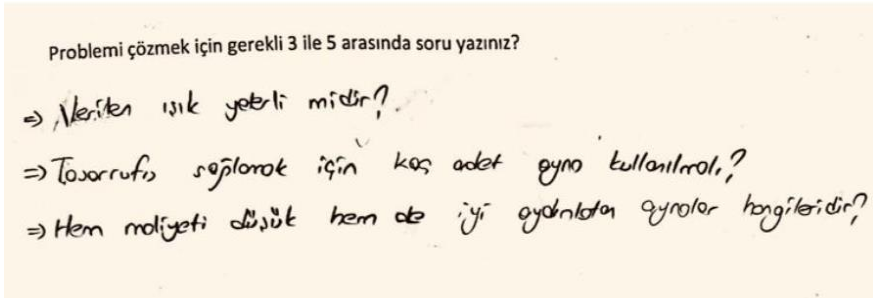
Ürünün kriterleri (gereksinimleri) ve kısıtlamaları (sınırlamaları) nelerdir?

Kriter; toplantı odası ile farklı ayınların kullanılarak dinlenme odasını en az masrafla ve daha iyi aydınlatmak  
Kısıtlama; en az masrafla aydınlatma seçenekleri

### Şekil 3. Kriter ve Kısıtlamalar

Ürünü oluşturmak için kriter, kısıtlama ve problem durumu öğretmen adayları tarafından tam olarak anlaşılmıştır. Ayrıca bu basamakta her sorudan sonra araştırmacı her gruptan birkaç kişiye söz hakkı vererek fikirlerini belirt-

melerini ister. Araştırmacının birkaç kişiye söz hakkı vermesindeki sebep kriter, kısıtlama ve problem durumunu yanlış olarak tanımlayan öğretmen adayları var ise bu şekilde araştırmacını geri dönütüne göre doğru tanımlamayı yapmasını sağlamak içindir. Ardından öğretmen adaylarına onlardan istenilen tasarım ile ilgili karşı tarafa sormak istedikleri soru olup olmadığı sorulur. Amaç, öğretmen adayları ile Ay Işığı arasında bir ilişki kurulmasını sağlamaktır. Sorusu olanların sorularını defterlerine yazmaları için süre verilir ve bu soruların Ay Işığı'na iletileceği belirtilir. Öğretmen adaylarından problemi çözmek için Ay Işığına sorduğu sorular aşağıda şekilde yer almaktadır.



**Şekil 4.** Ay Işığı Şirketine Sorulan Soru Örneği

Problemi çözmek için Ay ışığı şirketine sorulan sorular MTD defterine not edildikten sonra tanımlama basamağı tamamlanır. Öğretmen adayları şimdiye kadar yaptıkları etkinliklerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından hangileri ile bağlantılı olduğunu MTD'ye not ederler.

### Öğrenme

Mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağı olan öğrenme basamağında, bireylerin tasarımlarını oluşturmak için gerekli olan ön öğrenmelerini sağladığı basamaktır. Öğrencinin tasarımda işine yarayabilecek bilgileri öğrenmesi bu noktada önemlidir. Bu sebeple öğretmenin, öğrencinin öğrenmelerine yönelik bilgileri çok iyi planlaması gerekmektedir. Öğrenmeler, öğretmen tarafından direkt verilmemektedir. Yalnızca öğrencinin ulaşması gereken zor bilgi olursa verilebilir. Öğrenciler öğrenmelerini grup arkadaşları ile tartışarak, yaparak ve yaşayarak öğrenme ile sağlar. Bu öğrenmelerde öğrenciler fen, matematik, mühendislik ve matematik disiplinlerini kullanmaktadır. Öğrenmeler sağlanırken öğretmenin burada çok dikkatli olması gerekmektedir. Çünkü yanlış öğrenilen bilgiler tasarımın gerçekleşmesini zorlaştırmakta ve tekrar bu basamağa geri dönülmesine neden olmaktadır. Bu da tasarımda

zaman kaybına neden olmaktadır. Bunu önlemek adına öğretmen sınıf içerisinde sürekli sorgulamalıdır. Ayrıca öğretmenin problem durumunun ne olduğunu sürekli öğrencilere hatırlatarak öğrencilerin dersten kopmaması sağlanmalıdır.

### *Uygulama süreci.*

Uygulama sürecinde problemin tanımlaması adımından sonra MTS'nin öğrenme basamağına geçen öğretmen adayları, burada ön bilgilerini ve deneylerden sonraki bilgilerini yazacakları ve çizimleri yapacakları tasarım için gerekli bilgileri elde edebileceği deneyimler kazanırlar. Öğretmen adayları tarafından tanımlama basamağında sorulan soruların yanıtları araştırmacılar tarafından bu dersin başında yanıtlanır ve Ay Işığı'ndan gelen mektup öğretmen adayları tarafından okunur.

*Değerli mühendislerimiz,  
Ürününüzü tasarlamak için gerekli olan ön bilgileri öğrenme vakti!!  
Ön bilgileri öğrenmeniz için gerekli malzemeleri yolladım. Hepinize kolaylıklar diliyorum.  
Ay Işığı*

Öğretmen adayları mektubu okuduktan sonra deneyler yapmaya ve konu ile ilgili bilgileri, deneyler sonucu elde ettikleri deneyimlerle kazanırlar. Bu deneyler ve deneylerde yapılan uygulamalar aşağıda yer almaktadır.

### *Öğrenme 1. Düzlem aynada yansıma*

Bu merhalede düzlem aynaya gelen ışığın izlediği yol, düzlem aynadaki görüntü ve görüş alanı ile ilgili incelemelerin yapılması amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarına deney ile ilgili malzemeler verilmeden önce MTD'de yer verilen “Kaç çeşit ayna vardır? Bu aynaların özelliklerini yazınız?” sorusu yönlendirilir. Öğretmen adayları öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra ise grup arkadaşları ile tartışarak grupça ortak fikirlerini MTD'ye not ederler. Araştırmacılar tarafından öğretmen adaylarına “Düzlem aynaya gelen ışın geldiği açıdan farklı bir açı yaparak yansır.” ifadesi yönlendirilir.

Tahmin	Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
Düzlem aynaya gelen ışın geldiği açıdan farklı bir açı yaparak yansır. Doğru: <input checked="" type="checkbox"/> Yanlış: <input type="checkbox"/>	Bence farklı bir açıyla yansır.	Denemelerimiz sonucunda gelen ışın aynı açıda yansıdı.

Şekil 5. Öğrenme Basamağında Yer Alan İfade Tablosu

Öğretmen adayları öncelikle tahmin kısmını tamamladıktan sonra tahminlerine yönelik bildiklerim kısmını da tamamlar. Daha sonra her gruba eşit olarak 1 adet düzlem ayna ve 1 adet lazer ışık verilir. Öğretmen adayları farklı açılardan denemeler yaparak elde ettiği bilgileri MTD'ye not ederler. Aşağıdaki şekillerde öğretmen adayının deneyi yapma adımı ve deney sonucu elde ettiği bilgilere yer verilmektedir.



Gelen açı	Düzlem Aynaya yansıyan açı	Şekil
90°	90°	
45°	135°	
30°	150°	

Şekil 6. Düzlem Aynaya Gönderilen Farklı Açılarda Işımların Yansması

Deneyi yapan öğretmen adayları deney sonucunda öğrendikleri bilgileri MTD'de deney sonucu öğrendiklerim bölümüne yazmışlardır. Daha sonra, MTD de yer verilen "Düzlem aynada gelme açısı, yansıma açısı ve yüzey normali aynı düzlemde değildir." ifadesi yönlendirilir. Öğretmen adayları yüzey nor-

Düzlem aynada gelme açısı yansıma açısı ve yüzey normali aynı düzlemde değildir. Doğru: <input type="checkbox"/> Yanlış: <input type="checkbox"/>	Bilmiyorum.	Gelen ışın ve yansıyan ışın yüzey normali ile aynı düzlemde dir.
---	-------------	--

malinin ne olduğunu bilmediklerini belirtmiştir. Bu nedenle araştırmacılar tarafından yüzey normalinin ne olduğu açıklanır. Ardından öğretmen adayları “tahmin” kısmını tamamladıktan sonra “bildiklerim” kısmına geçer. Daha sonra öğretmen adayları kendilerine verilen 1 adet düzlem ayna ve 1 adet lazer ile elde ettikleri bilgileri “deney sonucu öğrendiklerim” kısmına yazar. Öğrenme alanında yer alan ifadeler aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

### Şekil 7. Öğrenme Basamağında Yer Alan İfade Tablosu

Yukarıdaki şekilde yer alan öğrenme alanını tamamlayan öğretmen adayları ikinci öğrenme alanı olan “*çukur ayna ve tümsek aynada yansıma*” bölümüne geçilir.

#### Öğrenme 2. *Çukur ayna ve tümsek aynada yansıma*

Bu dersin amacı, çukur aynaya farklı noktalarda gönderilen ışınların yansydıkları noktaları belirleme ve çukur ve tümsek aynalardaki görüntü farklılıklarını incelemektir. Öğretmen adaylarına öncelikle ulaşılmaması zor olan bilgiler araştırmacılar tarafından verilir. Verilen bu bilgiler; asal eksenin ne olduğu, asal ekseninde yer alan  $f$  (odak noktası),  $1.5 f$ ,  $2f$  (merkez) ve  $3f$  noktalarının nerelerde olduğu öğretmen adaylarına tahtaya çizilerek anlatılır. Araştırmacılar tarafından öğretmen adaylarına “*Çukur aynada asal eksene paralel gelen ışınlar odak noktasından geçer.*” ifadesi yönlendirilir. Öğretmen adayları öncelikle bildiklerim kısmını tamamlar ve her gruba araştırmacılar tarafından 1 adet demir çukur ayna, 1 adet lazer ışık ve 1 adet karton kutu verilir ve öğretmen adayları deneyerek elde ettikleri bilgiler ile deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar. Çukur aynaya yönelik öğretmen adaylarına iki farklı ifade daha yönlendirilir. Benzer şekilde öğretmen adayları öncelikle tahmin kısmını tamamladıktan sonra tahmine yönelik bildiklerim kısmını tamamlar. Öğrenme alanının son deneyi olan tümsek ayna ve çukur aynada yansıma yönelik öğretmen adayları öncelikle tahminlerini yazar. Ardından tahminlerine yönelik bildiklerini yazar. Daha sonra her gruba eşit olarak 1 adet demir çukur ayna, 1 adet demir tümsek ayna, 1 adet lazer ışık ve 1 adet karton verilir. Öğretmen adayları deney sonucunda deney sonucu öğrendiklerim kısmını da tamamlar. Öğrenme kısmında yer alan ifadeler aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

Tahmin	Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
<p>Çukur aynada asal eksene paralel gelen ışınlar odak noktasından geçer.</p> <p>Doğru: <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Yanlış: <input type="checkbox"/></p>	<p>Odak noktasından geçer.</p>	<p>Çukur aynada asal eksene paralel gelen ışınlar odak noktasından geçer.</p>
<p>Çukur aynada merkeze gelen ışın merkez dışından yansır.</p> <p>Doğru: <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Yanlış: <input type="checkbox"/></p>	<p>Merkezden yansır.</p>	<p>Merkezden gelen ışın merkezden geçer.</p>
<p>Çukur aynada 1.5 f den gelen ışın 3f den yansır.</p> <p>Doğru: <input type="checkbox"/></p> <p>Yanlış: <input type="checkbox"/></p>	<p>Bilmiyorum. Emin değilim.</p>	<p>1,5 F'den çukur aynaya ışın yollarırsa yansıması 3F'den geçer.</p>
<p>Tümsek ayna ve çukur aynada ki görüntüler birbirinden farklıdır.</p> <p>Doğru: <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Yanlış: <input type="checkbox"/></p>	<p>iki aynanın şekli birbirinden farklı olduğu için aynadaki görüntüleride farklıdır.</p>	<p>Görüntülerin farklı boyutta olduğunu öğrendik.</p>

Şekil 8. Öğrenme Basamağında Yer Alan İfade Tablosu

Öğrenme basamağında tasarıma yönelik öğrenmelerini deneyler sonucunda tamamlayan öğretmen adayları MTS'nin üçüncü basamağı olan "Planlama ve Deneme" basamağına geçilir.

### Planlama-Deneme

Öğrenciler planlama basamağında, problemin çözümüne yönelik bireysel tasarım planlarını çizerler. Ardından bu tasarımı destekleyecek düşüncelerini belirtirler. Bu adımda, beyin fırtınası ile birden fazla çözüm yolu geliştirme gibi süreçleri içeren bir tasarım planı geliştirme esastır (Moore ve ark.,



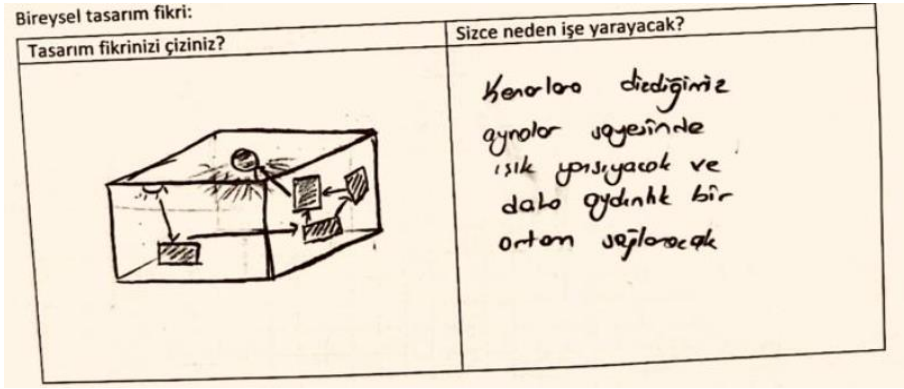
2014). Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte ortak bir tasarım planına karar verirler. Karar verirken grup arkadaşları ile beyin fırtınası yapmaları, tartışmaları önemlidir. Ayrıca öğretmen de bu adımda her gruptaki plan çizimlerini inceleyerek bu planın ne işe yaradığı, neden bu planı çizdiği ile ilgili olarak öğrencileri sorgulamalıdır. Karar verilen tasarım planı grup arkadaşları ile birlikte denir. Bu aşama aslında tasarımı test etme ve karar verme ile karıştırılabilir. Ancak bu adımda tasarımla ilgili test yapma ve karar verme söz konusu değildir. Bu adımda plan çizip denemelerindeki amaç plan ile ilgili avantaj ve dezavantajları görüp uygun ürün oluşturma çabalarıdır. Bu basamakta öğrencileri takımları ile birlikte karar verdikleri plan ilgili olarak kriter ve kısıtlamaları göz önünde bulundurarak test etmek için bir prototip geliştirirler (Moore ve ark., 2014).

### ***Uygulama süreci.***

Ay Işığı'ndan gelen aşağıdaki mektup okunur:

*Değerli mühendislerimiz,  
Bir önceki tasarımlarınıza baktım. Elde ettiğiniz veriler mükemmel.  
Bu bilgiler doğrultusunda size gönderdiğim malzemeler ile artık istenilen kriterlerde uygun aydınlatmalı bir tasarım yapmanız gerekiyor. Bütün malzemeleri her mühendis grubuna eşit olarak yolladım. Bu malzemeler ile en iyi tasarlamanız gerekiyor. Hepinize şimdiden başarılar diliyorum.  
Ay Işığı*

Her gruba eşit olarak gerekli malzemeler dağıtılır. Bu malzemeleri; 6 adet aynı boyutlarda düzlem ayna, 2 adet çukur ayna, 2 adet tümsek ayna, 1 adet koli karton, 1 adet hamur yapıştırıcısı, 1 adet lazer ışık ve maket bıçağı oluşturmaktadır. Öğretmen adayları bu malzemeler doğrultusunda olası çözüm önerilerini ve taslak çizimlerini bireysel olarak yapar ve MTD'ye not ederler. Ayrıca bu tasarım fikrinin ne işe yaradığını MTD'de belirtirler. Aşağıdaki şekilde bireysel tasarıma yönelik örneğe yer verilmektedir.



Şekil 9. Bireysel Tasarım Çizimine Ait Bir Örnek

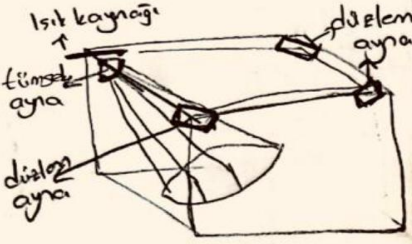
Bireysel tasarımlarının çizimi ve ne işe yaradığını tamamlayan öğretmen adayları, grupça denemelerini yapar ve ortak bir tasarım fikri belirler. Bu tasarım fikrinin ne işe yaradığını MTD'de belirtirler. Her grup kendi tasarım fikrini grupça oluşturmaktadır.



Şekil 10. Grupça Tasarım Yapan Öğretmen Adayları

İş birlikli olarak çalışan grup elemanları kendi tasarım fikirlerini birbirleri ile paylaşarak grup tasarım fikri oluştururlar. Aşağıdaki şekilde grupça tasarıma yönelik örneğe yer verilmektedir.

Grupça tasarım fikri:

Tasarım fikrinizi çiziniz?	Sizce neden işe yarayacak?
	<p>Işığın en uzun yolunu batırarak çünkü yol uzodukca aydınlanma çok olacaktır. En son aynanın tümsek ayna olması ise ışığın dağılmasını sağlayarak aydınlanmayı arttıracaktır.</p>

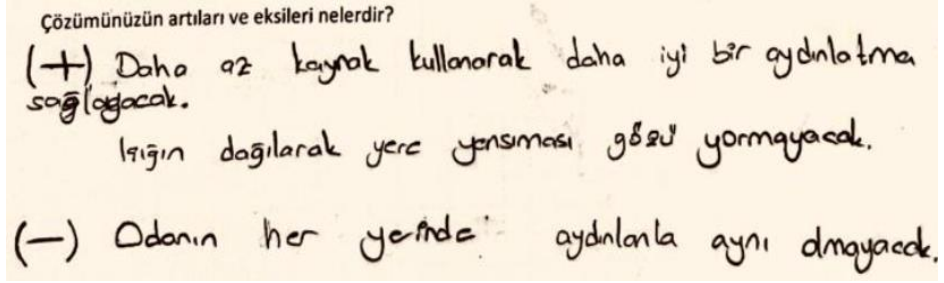
Şekil 11. Grupça Tasarım Çizimine Ait Bir Örnek

Grupça tasarımlarına karar veren öğretmen adayları ardından bu basamağın fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bağlantısını MTD'ye not ederler ve bu şekilde planlama ve deneme basamağı da tamamlanmış olur. Planlama ve deneme basamağının fen, matematik, teknoloji ve mühendislik ile bağlantısına yönelik öğretmen adayının düşünceleri aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

Fen ile bağlantısı: Ayna acsitlein = göre yansımanın büyüklüğü.
Matematik ile bağlantısı: Işık kaynağının konulduğu yer ve aynanın birbirine uzaklığı, birbirine olan açıları matematik ile ilişkilendirilebilir.
Teknoloji ile bağlantısı: Kullandığımız her alet teknolojik ellettir. Bu bakımdan teknolojiyle ilişkilendirilebilir.
Mühendislik ile bağlantısı: Bizden istenen ürünü ortaya koyarken izlediğimiz yol tamamı ile mühendislik ile bağlantılıdır.

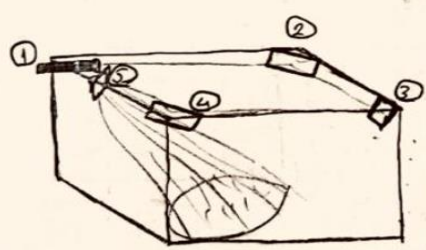
Şekil 12. Planlama-Deneme Basamağının Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematik Disiplinleri ile Bağlantısı

Planlama ve deneme basamağının disiplinler ile olan bağlantısını MTD'ye not eden öğretmen adayları ardından çözümlerinin artılarının ve eksilerinin neler olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının ifade ettiği örneklerden biri aşağıdaki şekilde yer almaktadır.



Şekil 13. Çözümün Artıları ve Eksileri Örneği

Çözümün artıları ve eksilerine yönelik düşüncelerini ifade eden öğretmen adayları ardından tasarımda kullandıkları malzemelerin isimlerini içeren bir plan hazırlamaları sonrasında bu tasarım fikrini destekleyen fen ve matematiği elde edilen sonuçlara göre belirtilmesi istenmiştir. Öğretmen adaylarından bir örneğe aşağıdaki şekilde yer verilmektedir.

Tasarım Fikri	Veri / Kanıt
<p>Çizimi, kullanılan malzemelerin etiketlerini ve her bir parçanın ne yaptığını etiketlerini içeren bir plan yapın.</p>	<p>Tasarım fikrinizi destekleyen öğrenilen fen ve matematiği test sonuçlarına göre belirleyin.</p>
 <p>1) Işık kaynağı: Odanın aydınlatmasını sağlar. 2-3-4) Düzlem Ayna: Işığın yansımalarını sağlar. 5) Tümsek Ayna: Işığın dağılmasını sağlar.</p>	<p>→ Tümsek aynanın görüntüyü (ışığı) dağıtmasından faydalandık. → Aynaları birbirinden abildince uzatıp koyduk ve ışık kaynağının uzamasını sağladık.</p>

Şekil 14. Tasarımda Kullanılan Malzemeler ve Deney Sonucu Tasarımı Destekleyen Fen- Matematik Örneği

Tasarım fikirlerini ve test sonuçlarından fen ve matematiği destekleyen düşünceler kısmı tamamlandıktan sonra planlama ve deneme basamağı tamamlanır ardından test etme ve karar verme basamağına geçilir.

### **Test Etme-Karar Verme**

Tasarım sürecinde test etme ve karar vermede, öğrencilerin verileri toplama ve analiz etme yollarıyla ürünü veya çözümü değerlendirerek güçlü ve zayıf yönlerini belirleme ve bunun üzerinden ürünü iyileştirmek için bu basamakları kullanmaları esasına dayanmaktadır (Moore ve ark., 2014). Bu adımda, öğrenciler planlama ve deneme basamağında belirledikleri tasarım fikrini test ederler. Tasarımı test ederken tasarım ile ilgili elde etmiş oldukları bilgileri, grafikleri ve çizimleri mühendislik not defterlerine not ederler. Test etme adımında problem durumu ile birlikte kriter ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak problem durumunu karşılayacak bir tasarım olup olmasına da dikkat edilmelidir. Eğer ki problem durumunu karşılıyor ise tasarım karar verme adımına gidilir ancak tasarım problem durumunu karşılamayan tasarım ise tekrar tasarlama sürecine gidilir. Tekrardan tasarlama ise problemin çözümünün tekrardan gözden geçirildiği kriter ve kısıtlamaların göz önünde bulunduğu adımdır. Karar verilen tasarımda elde edilen sonuçların güçlü ve zayıf yönleri göz önünde bulundurularak geliştirilebilir. En son olarak tasarım ile ilgili sunum yapma adımdır. Sunumda her grup ortak bir poster hazırlar. Bu posterin içeriğinde tasarımın çizimi, tasarımda neler yapıldığı, elde edilen sonuçlar ve malzeme listesi kullanılarak hazırlanır (Moore ve ark., 2014). Hazırlanan posterler sınıf ortamında sunumu yapılarak süreç tamamlanır.

### ***Uygulama Süreci***

Öğretmen adayları, tasarımlarında kullanmış oldukları malzemelerin özelliklerini, tasarımdaki işlevini, tercih edilme nedenlerini ve alternatiflerini MTD'ye yazarlar. Bireysel olarak hazırlanan çözüm önerilerini karar verme tablosuna göre değerlendirirler. Kriter ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak en uygun çözüm önerisi ortak kararla belirlenir.

Öğretmen adayları yapacakları tasarıma ait çizimleri grupça belirledikten sonra karar vermiş oldukları tasarımda kullandıkları malzemelerin özellikleri ve bu malzemelerin tasarımda nasıl bir etkisi olduğu, kriter ve kısıtlamaları nasıl desteklediğinde dair öğretmen adaylarının MTD'de yer alan uygulamalarına aşağıda yer verilmektedir.

	Ne kadar kullandın ?	Neden bunu kullandın?
Düzlem ayna	3 tane	Işığın yolunu en uzun hale getirmek için.
Çukur ayna	—	—
Tümsek ayna	1 tane	Işığı saçılmasını sağlamak için.

Takımınızdaki göreviniz nedir?

Aynaları yerleştirilmesi gereken yerleri belirlemek, kaç ayna kullanılacağını belirlemek ve takım arkadaşlarına yardımcı olmak.

Şekil 15. Kullanılan Malzemeler ve Tasarıma Etkisine Yönelik Bir Örnek

Gereğe - Neden bu tasarım fikrinin işe yarayacağını düşünüyorsunuz?

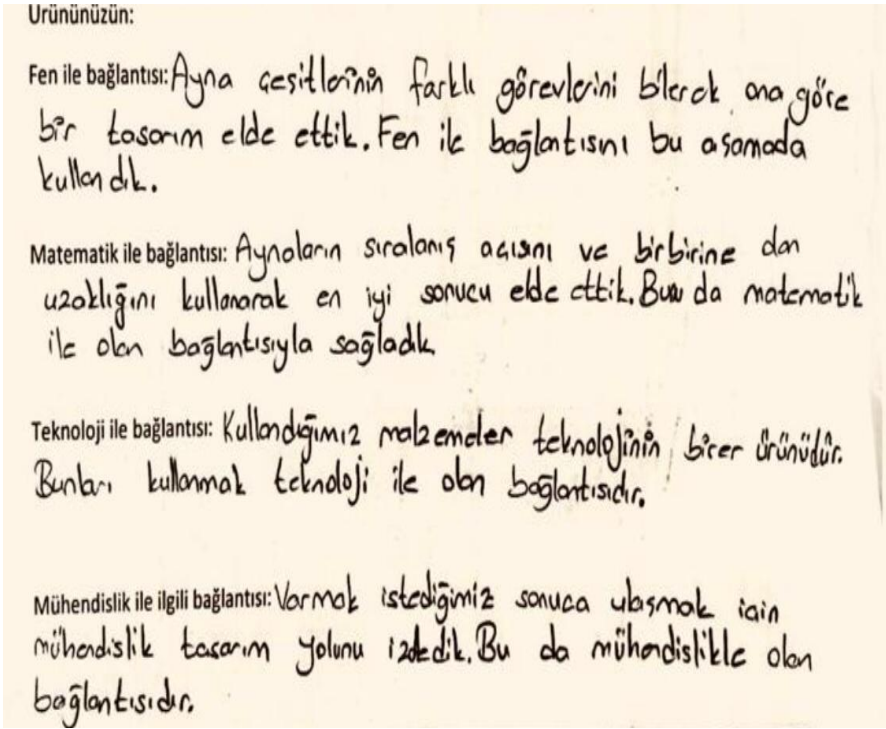
Verilerinizin ve kanıtlarınızın kriterleri / kısıtlamaları karşılamak için tasarım fikrinizi nasıl desteklediğini açıklayın.

→ En az malzemeyle en iyi sonucu elde etmek amacıyla 3 düzlem ayna 1 de tümsek ayna kullandık.

Kullandığımız 3 düzlem aynayla ışık yolunu en uzun olacak şekilde ayarladık ve en sona tümsek aynayı koyarak ışığın dağılmasını sağladığımız için en az malzemeyle en iyi sonucu elde ettiğimizi düşünüyorum.

Şekil 16. Kriter ve Kısıtlamaları Destekleyen Verilere Yönelik Bir Örnek

Tasarımda kullanılan malzemeler ve bu malzemelerin kullanılma amacı ardından ortaya konan tasarım fikrinin kriter ve kısıtlamaları nasıl desteklediği öğretmen adayları tarafından MTD'ye not edildikten sonra bu basamakta tasarımın fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile olan bağlantısı MTD'ye not edilmiştir. Aşağıdaki şekilde tasarımın disiplinler ile olan bağlantısına yer verilmektedir.



**Şekil 17.** Tasarımın Fen, Teknoloji, Matematik, Mühendislik ile Bağlantısı

Öğretmen adayları tasarımın disiplinler ile olan bağlantısını MTD defterine not ettikten sonra prototip için karar verdikleri çözüm önerisini çizerler ve test ederler. Öğretmen adayları, oluşturdukları üründen elde ettikleri sonuçları MTD’de yer verilen kısma not ederler. Bu kısımda yer alan sorular şunlardır: “Testlerinizin sonuçları nelerdir?”, “Testlerinizin sonucuna dayanarak çözümünüzü geliştirmek için ne gibi değişiklikler yapabilirsiniz?”. MTD’de yer alan Aynalı Oda tasarımı modülüne yönelik öğretmen adayının testten elde ettiği sonuç aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

Testlerinizin sonuçları nelerdir?

Benim fikrim: Yaptığımız tasarım işe yaradı ve amacımıza ulaştık. Odanın çeşitli yerlerinde aydınlanmanın farklı olmasının önüne geçemedik.

Takımca fikrimiz: Yaptığımız tasarım bizden istenen kriterlere uygun olarak yapıldı.

Çözümünüzün performansı hakkında test sonuçlarınızdan neler öğrendiniz? Çalışan ve çalışmayan şeyleri açıklayın.

Benim fikrim: Yaptığımız tasarımda sadece odanın her yerinin aynı aydınlanmaması sorunu vardır. Bunun dışında çalışmayan bir durum söz konusu değildir.

Takımca fikrimiz: Yaptığımız tasarımda sadece odanın her yerinin aynı aydınlanmaması sorunu vardır. Bunun dışında çalışmayan bir durum söz konusu değildir.

Testlerinizin sonucuna dayanarak çözümünüzü geliştirmek için ne gibi değişiklikler yapacaksınız ve bunu neden yapacaksınız?

Benim fikrim:

Düzlem aynaların yerine tümsek aynalar kullanarak ışığın saçılımını arttırabiliriz.

Takımca fikrimiz:

Düzlem aynaların yerine tümsek aynalar kullanarak ışığın saçılımını arttırabiliriz.

Çözümünüz hangi yollarla sorunun kriterleri ve kısıtlarını karşılamaktadır?

Benim fikrim:

En az malzemeyle en iyi sonucu elde ederek kriter ve kısıtların tamamına uyduk.

Takımca fikrimiz:

En az malzemeyle en iyi sonucu elde ederek kriter ve kısıtların tamamına uyduk.

Çözümünüz hangi açılardan problemin kriterleri ve kısıtlarını henüz karşılamıyor?

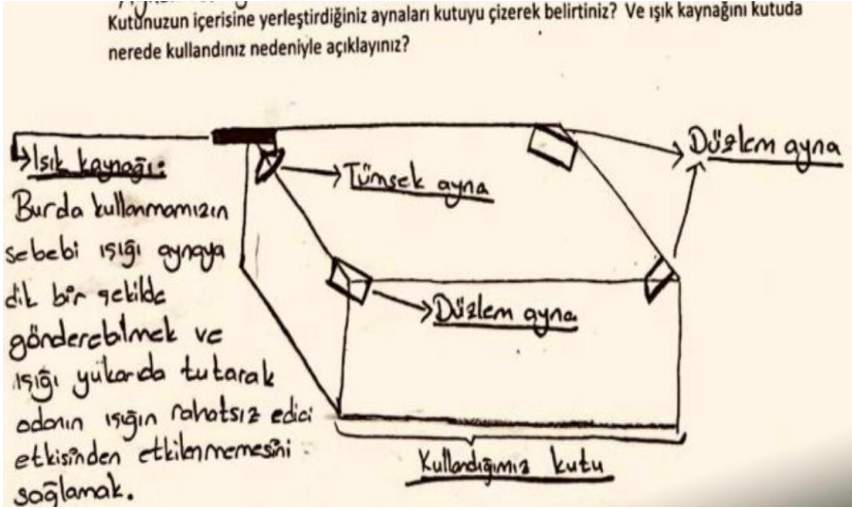
Benim fikrim:

### Şekil 18. Aynalı Oda Tasarımına Yönelik Elde Edilen Sonuç

Öğretmen adayları test sonuçlarından elde ettikleri bilgileri MTD' ye not etmişlerdir. Tasarımlarını problem durumuna uygun olarak gerçekleştiren öğretmen adayları tasarımda kullandıkları malzemelerin çizimleri ve malze-



melerden lazer ışık kaynağını nerede kullanıldığı nedenleri ile birlikte açıklanması istenmiştir. Aşağıdaki şekilde öğretmen adayının çizim ile birlikte açıklamalarına yer verilmektedir.

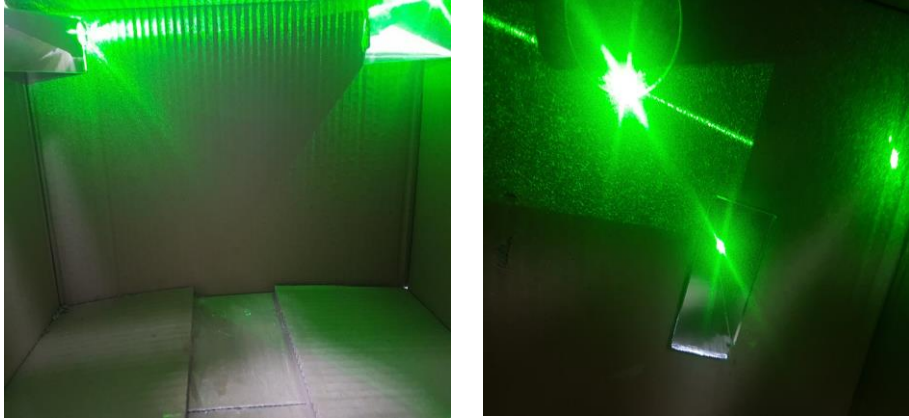


Şekil 19. Tasarımda Kullanılan Malzemeyi Nedenleriyle Açıklama

Tasarımda kullanılan malzeme nedenleri ile birlikte açıklandıktan sonra test etme ve karar verme basamakları da tamamlanır. Öğretmen adayları tasarımı Ay Işığı'nın talep ettiğine göre dizayn etmemiş olursa tekrar tasarlama basamağına gidilir. Aşağıdaki şekillerde her gruba ait öğretmen adaylarının tasarımları yer almaktadır.

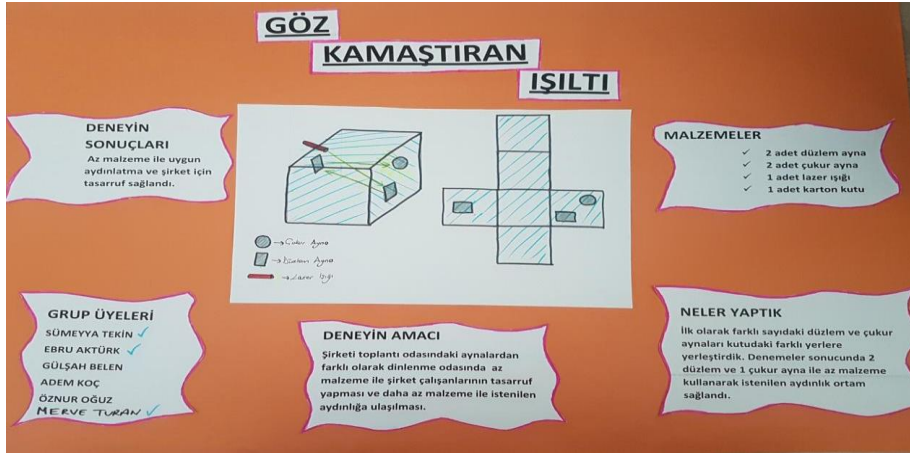


Şekil 20. Tasarımlara Ait Lazer Işıksız Örnek



Şekil 21. Tasarımlara Ait Lazer Işıklı Örnek

Tasarımlarını tamamlayan öğretmen adayları son olarak grup arkadaşları ile birlikte geliştirdikleri “Aynalarla Aydınlatmalı Oda” tasarımına ait poster hazırlayarak sınıfa sunarlar. Posterlerde yer verilecek başlıklar; “Deneyin Adı”, “Deneyin Amacı”, “Neler Yaptık”, “Deneyin Sonuçları” ve “Grup adı ve kişiler” yer almaktadır. Ayrıca posterlerde her grubun tasarımları ve tasarımlarına verdikleri isimlerde yer almaktadır. Aşağıdaki şekilde bir gruba ait poster örneğine yer verilmektedir.



Şekil 22. Tasarıma Yönelik Poster Örneği

### Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, sınıf öğretmeni adayları ile gerçekleştirilen “Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı” adlı bir mühendislik temelli STEM eğitimi

etkinlik örneği hazırlanmıştır. Etkinliğin geliştirilmesinde yararlanılan mühendislik tasarım süreci ayrıntılı olarak ele alınmış ve her bir basamakta neyin yapılması gerektiği üzerinde durulmuştur. Bu süreçte uygulama adımları ve uygulamanın nasıl yapılmasına yönelik ayrıntılı açıklamalarda bulunulmuş ve etkinlik tanıtılmıştır. Aynı zamanda hem etkinlik tanıtılmış hem de etkinliğin nasıl gerçekleştirildiğine yönelik öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları ürün tasarımı örneklerine de yer verilmeye çalışılmıştır. Bu araştırma sonucunda öğretmen adayları gerçek hayatlarında karşılaşılabilecekleri aydınlanma konusuna yönelik problemi çözmek için mühendislik tasarım sürecini kullanmış ve bir mühendis gibi probleme çözüm bulma fırsatı elde etmişlerdir.

Mühendislik temelli STEM eğitimi yaklaşımına yönelik etkinliklerin fazla olmayışı ve bu konuda uygulayıcıların belirsizlik içinde oluşları etkinlik örneklerinin sunulması gerektiğine yönelik inancı doğurmuştur. Bu çalışmada etkinlik örneğinin ayrıntılı olarak ele alınması ve uygulamalar ile anlatılması öğretmen adaylarının ya da öğretmenlerin yaşadıkları belirsizliklerin ortadan kalkmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın sonucuna bağlı olarak farklı konularda veya farklı seviyelerde etkinlik örnekleri hazırlanabileceği ve uygulamalarının yapılabileceği önerilmektedir.

### Kaynakça

- Akarsu, M., Okur-Akçay, N. ve Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175.
- Aktaş, A.T. (2019). *STEM uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının öz yeterlik inançlarına, STEM farkındalıklarına ve sorgulama becerilerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akyıldız, V. (2018). *Okul öncesi ve sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının üstün yetenekli öğrencilere yönelik STEM eğitimi öz yeterlilik düzeylerinin incelenmesi: İstanbul Aydın Üniversitesi örneği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Altaş, S. (2018). *STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algularına etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Anagün, S. Ş., Karahan, E. ve Kılıç, Z. (2020). Primary school teacher candidates' experiences regarding problem-based STEM applications. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 11(4), 571-598.
- Brunsell, E. (2012). *Integrating engineering and science in your classroom*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Conderman, G. ve Woods, S. (2008). Science instruction: an endangered species. In light of America's recent scientific decline, teaching elementary science should

- be an imperative. *Kappa Delta Pi Record*, 44(2), 76-80.
- DeJarnette, N. K. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math.) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Hacıömeroğlu, G. (2018). Examining elementary pre-service teachers' science, technology, engineering, and mathematics (STEM) teaching intention. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(1), 183-194.
- Hacıömeroğlu, G. ve Bulut, A. S. (2016). Entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669.
- Hiğde, E. ve Aktamış, H. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon temelli fen derslerinin incelenmesi: durum çalışması. *Elementary Education Online*, 16(1), 89-113.
- Katehi, L., Pearson, G. ve Feder, M. (2009). *National academy of engineering and national research council report: engineering in k-12 education*. Arlington. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Kırılmazkaya, G. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının FeTeMM öğretimine ilişkin görüşlerinin araştırılması (Şanlıurfa Örneği). *Harran Education Journal*, 2(2), 59-73.
- Mangold, J. ve Robinson, S. (2013, Nisan). *The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms*. 2013 ASEE Annual Conference & Exposition'da sunulan bildiri, Atlanta, Georgia.
- Marulcu, İ. ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- Mert, E. (2019). *Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A. ve Smith, K. A. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(1), 1-13.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Stohlmann, M. S., Ntow, F. D. ve Smith, K. A. (2013, June). *A framework for implementing quality K-12 engineering education*. 2013 ASEE (American Society for Engineering Education) Konferansı'nda sunulan bildiri, Atlanta, GA.
- Okur-Akçay, N. (2022). STEM eğitimi yaklaşımında fen eğitimi. M. Akarsu, N. Okur Akçay ve R. Elmas, (Ed.), *STEM eğitimi yaklaşımı içinde* (75-95). Ankara: Pegem Akademi.
- Okur-Akçay, N. ve Akkuş-Çiftçi, E. (2023). A case study of implementing engineering design process to build a "controllable switch instrument". *Acta Didactica*

- Napocensia*, 16(1), 233-251.
- Özçakır-Sümen, Ö. (2018). *Matematik dersinde uygulanan STEM etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının öğrenme ürünlerine etkileri*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahiner, E. (2020). *Mühendislik tasarım süreci etkinliklerinin sınıf öğretmen adaylarının fen teknoloji mühendislik matematik farkındalıklarına ve mühendis algılarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uştu, H. (2019). *İlkokul düzeyinde bütünlük STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanması: Sınıf öğretmenleriyle bir eylem araştırması*. Yayınlanmamış doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Wang, H. H. (2012). *A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering and mathematics (STEM) integration*. Yayınlanmamış doktora tezi, Minnesota Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 195-213.
- Yurdakul, M. (2019). *Sınıf eğitimi anabilim dalı 4. sınıf öğrencilerinin birleştirilmiş sınıf kavramına yönelik metaforları; Gazi Üniversitesi örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yücel, M. (2019). *İlkokul fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımının öğrencilerin tutum, bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zengin, E. ve Uğraş, M. (2019). Sınıf öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin metaforik algılarının belirlenmesi. *Ekev Akademi Dergisi*, 23(77), 57-76.