

NAKLİYE FİRMALARI İÇİN TAŞINMA PROBLEMİ: MÜHENDİSLİK TASARIM ODAKLI ETKİNLİK ÖRNEĞİ¹

Esra Bozkurt Altan², İrem Üçüncüoğlu³, Hüseyin Özek⁴

ÖZ

Bu çalışmada mühendislik tasarım sürecinin kullanıldığı örnek bir etkinliği ayrıntılı olarak sunmak amaçlanmaktadır. Etkinlik bir proje kapsamında okul dışı öğrenme ortamında 40 dakikalık 12 periyotta uygulanmıştır. Uygulamaya 6., 7., ve 8. sınıfa devam eden 24 öğrenci katılmıştır. Etkinlikte öğrencilere nakliye firmalarının yüksek binalarda apartmanın içindeki asansörleri kullanmadan nakliye işlemini yapmaları gerektiğine dair bir tasarım problemi sunulmuştur. Ardından öğrencilerden bir binanın dördüncü katına eşya taşımak için kullanılabilecek ve gerçek ölçülerin 1/20'si ölçeğinde bir tasarım gerçekleştirmeleri istenmiştir. Mühendislik tasarım süreci çerçevesinde planlanan etkinlikte öğrenciler Arduino programını kullanarak verilen problem durumuna yönelik çözüm geliştirmişlerdir. Etkinlikte teknoloji, mühendislik, fen ve matematik disiplinlerinin entegrasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Uygulama sürecinde öğrencilerin olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi ve prototip yapımı aşamalarında; birden çok çözüm geliştirmek, grup çalışması yapmak, çözümlerini prototipe aktarmak ve matematiksel model oluşturmak hususunda sorun yaşadıkları belirlenmiştir. Bu sorunların üstesinden nasıl geldiği hususunda uygulayıcılara çözüm önerileri sunulmuştur. Öğrencilerin etkinlikle ilgili görüşleri makalede paylaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: mühendislik tasarım süreci, STEM, ortaokul öğrencileri, okul dışı öğrenme ortamı.

A TRANSPORTATION PROBLEM FOR MOVING COMPANIES: AN EXAMPLE ACTIVITY WITH AN ENGINEERING DESIGN FOCUS

ABSTRACT

This study aimed to present an example activity in which the engineering design process was used. The activity was carried out in an out-of-school learning environment in 12 periods of 40 minutes. Twenty four students who were in the 6th, 7th or 8th grade, participated in the activity. Students were presented with a design problem in which moving companies must carry out transport operations in high-rise buildings without using the lifts of the buildings. They were then requested to make a design at a scale of 1/20 that can be used to carry goods to the fourth floor of a building. The students used technology (the Arduino program) for developing a solution. This activity enabled integration of the disciplines of technology, engineering, science, and mathematics. Students expressed positive opinions about the activity. The difficulties that students experienced and the suggestions for how to support them are discussed in the paper.

Keywords: engineering design process, STEM, middle school students, out-of school learning.

Makale Hakkında:

Gönderim Tarihi: 30.07.2019

Kabul Tarihi: 17.10.2019

Elektronik Yayın Tarihi: 29.10.2019

¹ Bu çalışma, Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenen CEAUM-1901-17-16 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

² Doktor Öğretim Üyesi, Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, esrabozkurt@sinop.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5592-1726>

³ Uzman Fen Bilimleri Öğretmeni, ucuncuoglu.irem57@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3261-4106>

⁴ Yüksek Lisans Öğrencisi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, hcantr36@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4464-0539>

GİRİŞ

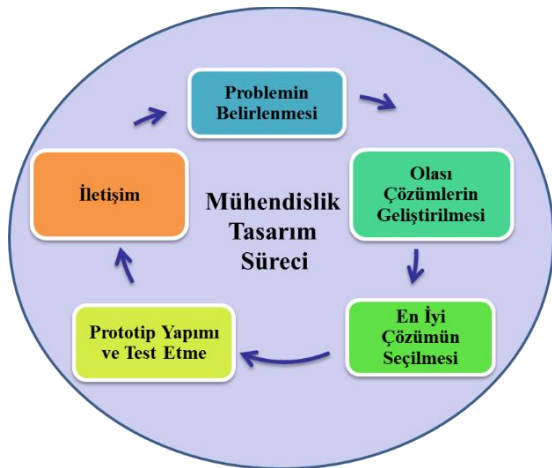
Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi, bilmenin, yaparak ve yaşayarak öğrenmenin ötesinde üretme ve inovasyonu öne çıkaran bir yaklaşımdır (Çorlu, 2017). Hem ulusal hem de uluslararası eğitimi geliştirme/iyileştirme çalışmalarında benimsenen bir yaklaşım olarak STEM eğitimi karşımıza çıkmaktadır (Bozkurt Altan, 2017a; Ercan, 2014; Karahan, 2017; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017, 2018; National Academy of Engineering [NAE], 2010; National Research Council [NRC], 2012; Smith & Karr-Kidwell, 2000). Bu yaklaşımın önemli noktalarından biri STEM disiplinlerinin öğretiminin birbirleriyle ilişkili, bütüncül yapılmasıdır (Smith & Karr-Kidwell, 2000). İlişkili ve bütüncül yaklaşım ile kastedilen STEM disiplinlerinin birbiri ile iç içe geçtiği uygulamalardır. Diğer bir deyişle, STEM eğitimi, öğrencilerin yaşamı ya da bağlamı ile uyumlu birden çok çözümü olan gerçek yaşam problemleri ile karşı karşıya kalması ve bu problemlere çözüm ararken STEM disiplinlerinden en az ikisine yönelik bilgi ve/veya becerileri kullanması ya da geliştirmesi olarak tanımlanabilir (Sanders, 2009; Shaughnessy, 2013). STEM eğitiminde sıklıkla karşılaşılan bir durum, günlük yaşam ya da bağlama uygun problemlerin odadaki bir disipline yönelik bilgi ve becerileri kazandıracak şekilde planlanmasıdır (NAE & NRC, 2014). Bir örnek ile açıklamak gerekirse, fen bilimleri dersinde aynalar ve yansıma konusuna yönelik kazanımları gerçekleştirmek isteyen öğretmen, öğrencilerine aynalar ve yansıma konularına yönelik bilgi kullanmalarını gerektiren bir tasarım problemi sunabilir. Problem çözme sürecini mühendislik tasarım döngüsünü esas alarak yapılandırabilir. Bununla birlikte tasarım geliştirilirken matematiksel model oluşturmaları da gerekebilir. Böyle bir süreçte fen, matematik ve mühendislik disiplinleri işe koşulmuştur. Ancak odadaki disiplin fendir ve hedef, aynalar konusuna yönelik kazanımları geliştirmektir.

STEM eğitime yönelik öğrenme ortamları planlanırken dikkat edilmesi gereken bir husus bu disiplinlerin entegrasyonunun nasıl sağlanacağıdır (Bozkurt Altan, 2017b). Biraz daha detaylandırmak gerekirse; “*Fen dersi zaten matematik ile iç içe çünkü $X=V.t$, $d=m/V$*

buralarda zaten matematik kullanılmıyor mu?”, “*Matematik dersinde bilgisayar aracılığıyla sunum programlarını kullandığımızda teknoloji entegrasyonu zaten yapılmış olunmuyor mu?*”, “*Fen dersinde termos tasarlatmıştık, mühendislik entegrasyonu bu şekilde oluyor mu?*” gibi sorulara cevap vermek için, STEM disiplinleri öğrenme sürecine nasıl dahil edildiğinde STEM eğitim anlayışına uygun öğrenme ortamlarının planlanabildiğine dair bir çerçeve çizmek önem arz etmektedir. Bu sebeple STEM disiplinlerinin entegrasyonunun nasıl yapılacağına üzerinde durulması gerekmektedir. Nitekim, alan yazında STEM alanlarının uzmanları gerçek yaşamda nasıl çalışıyorsa benzer süreçlerin kullanılması önerilmektedir (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012; Chiu, Price, & Ovrahim, 2015; Harrel, 2010; NAE & NRC, 2009, 2014). Fen bilimleri alanında çalışanlar araştırma-sorgulama süreçlerini kullanmaktadır. Matematik alanında çalışanlar matematiksel problem çözme sürecinde model oluşturmaya sıklıkla kullanmaktadır (Karahan & Bozkurt, 2017). O halde fen disiplininin olduğu bir STEM odaklı etkinlikte araştırma-sorgulama süreçlerine yer verilmesi, matematik disiplininin entegre edildiği bir etkinlikte ise modellemeye yer verilmesi önerilmektedir (NRC, 2012). Teknoloji alanında ürün geliştirmek hesaplamalı düşünme sürecini işe koşmayı gerektirir (Çorlu, 2017). Mühendisler ise problemlere tasarım sürecini kullanarak çözüm bulurlar (Hmelo, Holton, & Kolodner, 2000). Bu durumda teknolojinin entegre edildiği etkinliklerde hesaplamalı düşünme becerisini geliştirecek uygulamalara yer vermek gerekecektir. Mühendisliğin dahil edildiği uygulamalarda ise mühendislik tasarım süreci kullanılmalıdır (NAE & NRC, 2009). Bu paragrafın başında dikkat çektiğimiz soruları cevaplayacak olursak, fen dersinde kullanılan formüllerde yapılan dört işlem ile matematik entegrasyonu sağlanmış olmayacaktır. Matematik dersinde öğretmenin ya da öğrencinin hazırladığı sunum uygulaması ile yapılan ölçme-değerlendirme ile STEM eğitim anlayışında belirtilen teknoloji entegrasyonu sağlanmış olmayacaktır. Benzer şekilde fen dersinde öğrenciler ile birlikte yapılan termos etkinliğinde ancak tasarım süreci basamakları kullanıldıysa mühendislik entegrasyonu sağlanmış olacaktır. Biraz detaylandırmak gerekirse öğrenciler ile belirli işlem adımlarını

takip ederek termos yapımını sağlamak yerine, öğrencilere termos yapımına ihtiyaç duyacakları belirli kriter ve kısıtlamaları içeren bir problem durumu sunulabilir. Örneğin, içeceğin sıcaklığını sabit tutacak, kullanışlı, estetik ve basit malzemeler ile yapılacak bir araç tasarımına duyulan ihtiyaca yönelik bir senaryo ile derse başlanabilir. Öğrencilerin problemde yer alan kriterler ve kısıtlamaları tanımlamaları sağlandıktan sonra probleme yönelik çözüm önerilerinde bulunmaları ve en iyi çözümü seçerek prototipini yaparak test etmelerini sağlayan bir süreç yürütülebilir. Bu durumda sonuç olarak derste yine termos yapılmış olacaktır ancak mühendislik tasarım süreci esas alınmış olacaktır.

STEM disiplinlerinden biri olarak mühendisliğin kullanıldığı etkinliklerde diğer STEM disiplinlerinin entegrasyonunu sağlamanın daha kolay olduğu alan yazında dikkat çekilen bir noktadır (NAE & NRC, 2009; NRC, 2012; Roehrig, Moore, Wang, & Park, 2012; Siew, 2017). Bu durum mühendisliğin birleştirici rolü olarak tanımlanmaktadır (Felix, 2010; NAE & NRC, 2009). Başka bir ifadeyle mühendislik tasarım sürecinin kullanıldığı etkinliklerde diğer STEM disiplinlerinin entegrasyonunun daha kolay sağlanacağına dikkat çekilmektedir. Nitekim mühendislik, doğası gereği fen, matematik ve teknoloji disiplinlerinin işe koşulmasını gerektirmektedir. Bu durumda bu çalışma kapsamında sunulan etkinlikte de kullanılan Şekil 1'de sunulan mühendislik tasarım sürecini (Brunsell, 2012; Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx, & Mamluk-Naaman, 2005; NAE & NRC, 2009) daha detaylı ele almak faydalı olacaktır:



Şekil 1. Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları

Mühendislik tasarım süreci, kriter (tasarımda olması gereken özellikler) ve kısıtlamaları (en iyi tasarımı yapmanın önündeki engeller) olan bir problem ile başlar. Problemin tanımlanması için öğrencilerin problemdeki kriter ve kısıtlamaları belirlemeleri istenir. Bir sonraki adımda probleme yönelik çözüm üretmek ve bunun için araştırmalar yapmak gerekmektedir. Ardından, geliştirilen çözümlerin kriter ve kısıtlamalar açısından değerlendirilmesi gerekecektir. Gelecek adımda tercih edilen çözüme dair prototip yapılır ve test edilir. Gerekiyorsa önceki aşamalara geri dönülür ve çözümler geliştirilir. Son olarak öğrencilerin neden kendilerinin çözümünün en iyi olduğunu anlatan sunum yapmaları istenir (Brunsell, 2012; Fortus vd., 2005; NAE & NRC, 2009).

STEM eğitime uygun öğrenme ortamları oluşturmak üzere mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasına uluslararası literatürde eğitim raporlarında ve bilimsel çalışmalarda yer verilmektedir (Hmelo vd., 2000; Moore vd., 2014; NAE & NRC, 2009; Roehrig vd., 2012; Siew, 2017). Ülkemizde de fen programlarına mühendislik entegre edilmesi ile disiplinlerarası bağlantıların kurulması yönünde adımlar atılmıştır (MEB, 2018). Ülkemizde öğretmenler ile yapılan bir çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik tasarım problemleri hazırlamak hususunda zorlandıklarına dikkat çekilmektedir (Bozkurt Altan & Hacıoğlu, 2018). Ayrıca fen bilimleri öğretim programında mühendislik disiplininin entegrasyonuna her ne kadar vurgu yapılıyor olsa da öğretmenlere yönelik örnek uygulamalar yer almamaktadır (MEB, 2018). Bu sebeple öğretmenler ve öğretmen adayları için mühendislik tasarım sürecinin kullanıldığı etkinliklerin nasıl planlandığı ve uygulandığına dair örnek uygulamalar sunulmasının alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu etkinlikte uygulama süreci detaylı anlatılmakta ve süreçteki öğrenci dönütleri de sunulmaktadır. Bu durum aynı etkinliği uygulamak isteyen eğitimciler için de sürece yönelik fikir sahibi olmalarına katkı sağlayabilecektir.

Bu çalışma kapsamında planlanan etkinlik okul dışı öğrenme ortamında gerçekleştirilmiştir. Okul dışı öğrenme ortamları özgün bağlamlara sahip STEM odaklı etkinliklerin uygulanabildiği ortamlardır ve bu ortamların öğrencilerin üzerinde olumlu etkileri birçok

araştırmanın sonuçları arasında yer almaktadır (Baran, Canbazoğlu Bilici, Mesutoğlu, & Ocak, 2016; Bicer, Beodeker, Capraro, & Capraro, 2015; Bozkurt Altan, Üçüncüoğlu, & Öztürk, 2019; Sullivan, 2008; Şahin, Ayar, & Adıgüzel, 2014). Bu doğrultuda gerçekleştirilen etkinliğin okul dışı öğrenme ortamlarında STEM etkinlikleri gerçekleştirmeyi planlayan araştırmacılar için hem doğrudan kullanımı hem de yeni etkinlik geliştirmek üzere faydalanılması ile alan yazınına katkı sağlanacaktır.

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Bu çalışmada mühendislik tasarım süreci esas alınarak planlanmış *Nakliye Firmaları için Taşınma Problemi* etkinliğinin STEM eğitim anlayışına uygun bir etkinlik örneği olarak sunulması amaçlanmaktadır. Etkinlik, Karadeniz Bölgesi'nde bir üniversitenin Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenen "Ortaokul Öğrencileri için STEM Eğitim Programının Hazırlanması ve Etkilerinin Araştırılması" adlı proje kapsamında geliştirilen etkinliklerden biridir. Proje, okul dışı öğrenme ortamı olarak planlanmıştır. Projenin çıktılarına yönelik detaylı bulgular Bozkurt Altan ve diğerleri (2019) tarafından yapılan araştırmada yer almaktadır. Bu çalışmada sunulan etkinlik 40 dakikalık 12 periyotta uygulanmıştır.

Proje kapsamında Etik Kurul Raporu alınmış, rapor ile birlikte Milli Eğitim Müdürlüğü'nden öğrencilerin katılımına dair izin çıkartılmıştır. Ardından proje içeriğine yönelik bilgilendirme metni, afiş ve başvuru formları ve veli izin formları merkez ilçedeki okullara dağıtılmıştır. Gönüllü olarak başvuru yapan öğrencilerden altıncı, yedinci ve sekizinci sınıfa devam eden 24 (13 kadın, 11 erkek) öğrenci basit tesadüfi örnekleme ile belirlenmiştir.

Etkinlikte öğrencilere nakliye firmalarının yüksek binalarda apartmanın içindeki asansörleri kullanmadan nakliye işlemini yapmaları gerektiğine dair bir senaryo sunulmaktadır. Ardından öğrencilerden bir binanın dördüncü katına eşya taşımak için kullanılabilecek ve gerçek ölçülerin 1/20'si ölçeğinde bir tasarım gerçekleştirmeleri istenir. Mühendislik tasarım süreci çerçevesinde planlanan etkinlikte öğrencilerden teknolojiyi de (Arduino programı) kullanarak verilen problem durumuna yönelik çözüm

geliştirmeleri istenmiştir. Etkinlikte teknoloji, mühendislik, fen ve matematik disiplinlerinin entegrasyonu sağlanmıştır. Teknoloji entegrasyonunun sağlanabilmesi için öğrencilerin Arduino ile kodlama yapmak konusunda giriş düzeyinde bilgi ve beceriye sahip olması gerekmektedir. Bu proje kapsamında öğrencilerin Arduino kullanmaya yönelik becerilerini geliştirmek üzere bu etkinlikten önce uygulamalar yapılmıştır. Bir başka ön koşul ise öğrencilerin matematiksel modelin nasıl oluşturulacağına dair deneyim sahibi olmalarıdır.

Kullanılan Araç ve Gereçler

Etkinliğin uygulanması sürecinde aşağıda sunulan araç-gereçler kullanılmıştır. Bunların dışında öğrencilerin basit/atık malzeme kullanmakta serbest olması sağlanmıştır. Etkinlik için kullanılacak araç-gereçler şöyledir:

- ❖ Arduino Uno kart,
- ❖ bilgisayar bağlantı kablosu,
- ❖ jumper kablo,
- ❖ step motor,
- ❖ lego seti*,
- ❖ ip,
- ❖ makara,
- ❖ karton,
- ❖ makas,
- ❖ bant,
- ❖ bilgisayar,
- ❖ etkinlik kağıdı (Ek 1),
- ❖ tasarım değerlendirme rubriği (Ek 2)
- ❖ ve öğrenci günlüğü (Ek 3).

**Laboratuvar ortamında bulunduğu için lego seti kullanılmıştır. Etkinliğin uygulanması için legoların bulunması şart değildir. Basit malzemeler kullanılarak da yapılabilir.*

Etkinlik 4'er kişiden oluşan grup çalışması ile yürütülmüştür. Etkinliğin uygulama süreci mühendislik tasarım sürecinin basamakları ekseninde sunulacaktır.

Birinci Aşama: Problemin Belirlenmesi

Bu aşamada öğrencilere öncelikle bir problem durumu sunulur. Bu çalışmada aşağıdaki problem sorulmuştur:

Bir nakliye firmasının yöneticisi Ahmet Bey firmanıza birtakım şikayetler ile geldi. Evden eve yapılan nakliye işlerinde çalışan

personelin eşyaları indirirken veya yukarıya çıkarırken çok fazla güç sarf ettiklerini, ebatları büyük ve ağır olan eşyaları taşımakta zorlandıklarını belirtmektedir. Bu sorunu en çok 8-10 kat gibi yüksek binalarda yaşadıklarını söylemiştir. Bunun yanı sıra bazı apartmanlarda yönetim küçük eşyaların taşınması için bile asansörün kullanılmasına izin vermemektedir. Genel sorun olarak eşyaların taşınması sırasında apartmanların merdiven boşluklarının dar ya da alçak olmasından dolayı çok zorlandıklarını ve az da olsa taşınan eşyalara maddi zararlar verebildiklerini söylemektedir. Bu konudaki müşteri şikâyetlerinin ve taleplerin artması sonucunda siz ve ekibinizden hem çalışanlara daha az güç sarf ettirecek hem de istenilen noktaya güvenli bir şekilde eşyaları taşıyabilecek bir çözüm bulmanızı istemektedir.

Problemin bu kısmı üzerine öğrencilere problemde kendilerinden ne beklendiği sorulur. Ardından aşağıdaki sorular yöneltilir:

- ❖ Sizce bu duruma nasıl bir çözüm bulabiliriz?
- ❖ Basit makineleri kullanarak bir çözüm bulabilir miyiz? Nasıl?
- ❖ Apartmanın dışından bir sistem kurulabilir mi?
- ❖ İnsan gücünü en aza sizce nasıl indirebiliriz?

Bu sorulara yönelik öğrenci cevaplarından birkaçı şöyle olmuştur:

Ö16: Sabit makara ile taşıma yapsak çekmek zor olur sanırım, insan gücü de az olacaktı.

Ö9: Basit makinelerden kaldıraç ve makaralı bir sistem yapabiliriz.

Ö13: Vinç gibi bir sistemi apartmanın dışına yapmak gibi düşündüm. Ama ayrıntılarını planlamak lazım.

Bu aşamada öğrencilerin zihinlerinde model oluşmaya başlamış ancak ayrıntılar ile ilgili düşünme ihtiyaçları olmuştur. Genel anlamda sorulara cevap verebildikleri gözlemlenmiştir.

Yukarıdaki sorular üzerine tartışıldıktan sonra öğrencilere bu sorunu çözebilecek bir ürün tasarlamaları ve tasarladıkları ürünü müşteriye en iyi şekilde anlatabilmek için sunulan problemi çözmek üzere bir model hazırlamaları

gerektiği belirtilir. Model 4 katlı bir bina esas alınarak 1/20 oranında küçültülerek hazırlanacaktır. Hazırlanacak modelin en az 1 kg yükü taşıması gerekmektedir. Maliyetin düşük olması için basit makinelerin de kullanılması gerekmektedir.

Problem ile ilgili ayrıntıların konuşulmasının ardından öğrencilere bu problemdeki kriter ve kısıtlamaların neler olduğu sorulur ve bu aşama sonlandırılır. Bu aşamada öncelikle öğrencilere kriter ve kısıtlamaların nasıl belirleneceği başka bir örnek üzerinden anlatılmıştır. Sonrasında bu problem ile ilgili kriter ve kısıtlamaları belirleyebildikleri gözlemlenmiştir. Bu aşama 40 dakikalık 2 periyotta gerçekleştirilmiştir.

İkinci Aşama: Olası Çözümlerin Geliştirilmesi

Grup çalışması ile gerçekleştirilen etkinliğin bu aşamasında gruptaki her öğrenciden öncelikle bireysel olarak probleme yönelik birden fazla çözüm üretmeleri istenir. Tasarım sürecinde olası çözümlerin geliştirilmesi aşaması öğrencilerin yaratıcılıklarının açığa çıkmasının beklendiği aşamadır (Brunsell, 2012; Hynes vd., 2011). Her ne kadar beyin fırtınası yaratıcı fikir ortaya çıkartmayı geliştiriyor olsa da öğrencilerden birinin ürettiği ilk çözüm önerisinin diğer öğrencilerin farklı öneriler ortaya çıkarmasına engel olmaması için öncelikle bireysel çözüm önerileri alınır. Fotoğraf 1 ve 2’de öğrencilerin bireysel çözüm önerilerinden birkaçı sunulmuştur.



Fotoğraf 1. Ö19'un Bireysel Çözümü

Öğrencilerin bireysel çözümlerinde genelde tek bir çözüme yönelik çizim yapabildikleri gözlemlenmiştir. Birden fazla çözüm

üretmelerinin önemine dikkat çekilse de yalnızca birkaç öğrenci birden çok çözüm önerebilmiştir. Bireysel çözümlerini ürettikten sonra öğrenciler kendi gruplarındaki her bireyin ürettikleri çözümler üzerine tartışırlar. Çözümlerin ayrıntılarını birbirleriyle paylaşırlar ve daha iyi çözümler ortaya koyabilmek üzere grup çalışması yürütürler. Bu aşamada uygulayıcılar grupların olası çözümlerini dinleyerek yönlendirme yapmadan çözümlerini geliştirmeleri için yardımcı olabilecek sorular sormaktadır. Uygulayıcılar ve öğrenciler arasında geçen örnek bir diyalog şöyledir:

Ö13: Bizim üzerinde durduğumuz çözümümüz eşyaları vinç gibi bir şeyin kavrayıp yukarı taşıması şeklinde...

Araştırmacı: Bunu nasıl yapmayı planlıyorsunuz?

Ö14: Uzun bir kol yapacağız ucuna motor ile çalışan bir makara yapabiliriz ama makarayı motorla çalıştırmak için bağlantıları nasıl yapacağımıza bakmadık henüz...

Araştırmacı: Peki vinç eşyaları nasıl kavrayacak, eşyaların sarsılmasını engellemek gerekir mi? Bunun için bir şeyler düşündünüz mü?

Ö16: Hımm bunu düşünmedik aslında.



Fotoğraf 2. Ö7'nin Bireysel Çözümü

Yaratıcılığın yoğun bir şekilde işe koşulmasını gerektiren bu aşamada uygulayıcılara öğrencilerden fikirlerini detaylandırmalarını istemeleri önerilebilir. Zira öğrenciler orijinal fakat ayrıntılarının anlaşılmadığı ya da kendilerinin de farkında olmadıkları öneriler geliştirebilmektedir. Bu aşamada çözümlerini uygulamaya nasıl aktaracakları sorulmalıdır. Bunları detaylı bir şekilde çizmeleri/açıklamaları istenebilir.

Öğrencilerin çözümlerini detaylandırabilmeleri için örneğin basit makinelerin prensipleri, step

motorun nasıl çalıştığı gibi hususlarda bilgiye ihtiyaçları olabilecektir. Bu nedenle bu aşamada öğrencilerin çözümlerinde yer alma koşulu olan basit makineler ve Arduino kullanarak step ve servo motor çalıştırma gibi konulardaki ihtiyaçlar belirlenmiş ve küçük uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamaların kapsamı şöyledir:

Sabit ve hareketli makara nasıl çalışır? Bu uygulamada Legolar ile sabit ve hareketli makara düzeneği hazırlanarak kuvvet ölçümü yapılmıştır. Ayrıca yol ve kuvvetten kazan kayıp durumları ile iş yapma kolaylığı üzerinde durulmuştur.

Kaldıraç yapalım. Bu etkinlikte öğrencilere öncelikle kaldıraç tanıtılmıştır. Legolar ile destek noktasının yüke ve kuvvete yakın olduğu kaldıraç modelleri yapılmaları sağlanmış ve kuvvet ölçümleri yapılarak kuvvet ve yol kazanç/kayıp durumlarını fark etmeleri sağlanmıştır.

Step ve Servo motor nasıl çalıştırılır? Öğrenciler bu etkinlikten önce Arduino ile fiziksel programlama konusunda bilgi ve deneyime sahiptir. Bu etkinlikte step ve servo motorun nasıl çalıştığından bahsedilerek günlük yaşamda nerelerde kullanıldığı üzerine konuşulmuştur. Ardından step ve servo motorun kodları incelenmiş ve çalıştırılmıştır. Sonrasında öğrencilerden step ve servo motoru çalıştırarak günlük yaşamda bir probleme çözüm olacak düzenek hazırlamaları istenmiştir. Bu etkinlikte bazı öğrenciler açılıp kapanan garaj kapısı bazıları ise bariyer tasarımı yapmıştır.

Üçüncü Aşama: En İyi Çözümün Seçilmesi

Bu aşamada öğrencilerin bireysel çözümlerini tartıştıktan ve grup olarak bu çözümlerden birkaç alternatif belirledikten sonra problemdeki kriter ve kısıtlamaları en iyi sağlayan çözüme karar vermeleri istenmiştir. En iyi çözümün seçilmesi aşamasındaki grup çalışmasından bir görüntü Fotoğraf 3'te yer almaktadır.

Gruplardan birinde en uygun çözüme karar verilmesi aşamasında grup içi anlaşmazlık yaşanmıştır. Öğrenciler ile kurulan diyaloglar sonucu bu durumun öğrencilerin formal eğitimde çok fazla grup çalışması deneyimi

yaşamadıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Anlaşmazlığın kaynağı gruptaki öğrencilerden ikisinin kendi çözümünün seçilmesi konusunda ısrarcı olmalarıdır. Bu aşamada öğrencilere en uygun çözümün seçilmesinin bir sonraki aşama için önemi ile ilgili açıklama yapılmıştır. Ayrıca en uygun çözüm seçilirken problemdeki kriter ve kısıtlamaları esas almaları gerektiği vurgulanmıştır.



Fotoğraf 3. En İyi Çözüme Karar Verilmesi Sürecinden Bir Görüntü

Gruplar en iyi çözüme karar verdikten sonra uygulayıcılar grupların kararlarını dinler ve neden bu kararın en iyi olduğunu sorgular. Öğrencilerden tatmin edici cevaplar gelene kadar bu süreç devam eder. Örnek bir diyalog şöyle olmuştur:

Ö1: Bizim kararımız bir ray yapmak bu rayda eşyaları bir vagon gibi düşüneceğimiz bir kutunun içine koyup bu kutuyu bir motora bağlı iple çekip indireceğiz.

Araştırmacı: Neden en iyisinin bu çözüm olduğunu düşünüyorsunuz?

Ö3: Neredeyse tüm kriterleri karşılıyor. Eşyaları güvenli taşıyabiliriz. Ayrıca ucuza mal edebiliriz.

Dördüncü Aşama: Prototipin Yapılması ve Test Etme

Öğrenciler çözümlerinin modelini yapmak üzere çalışmaya başlarlar. Bu aşamada öğrencilerin eğilimi, problemde verilen 4 katlı bir bina ve 1/20 oranında küçültmeyi dikkate almadan ve deneme/yanılma ile modeller oluşturmak yönünde olabilmektedir. Bu nedenle malzemeler verilmeden önce öğrencilerin hesaplamalarını yapmaları, tasarımlarındaki basit makinelerin nasıl çalışacağını açıklamaları ve tasarımlarındaki kuvvet kazancını ifade eden matematiksel modeli oluşturmaları istenir.

Ardından öğrencilerin hazırladıkları

prototiplerin çalışıp çalışmadığı, en az 1 kg yük taşıma ve basit makine kullanma kriterlerini taşıma durumu test edilir. Test etme aşamasında sorun tespit edilen gruplar ile sorunun neden kaynakladığı sorgulanır. İyileştirme yapmaları için fırsat verilir. Öğrencilerin prototip yapım aşamalarından görüntüler Fotoğraf 4 ve 5'te sunulmuştur.



Fotoğraf 4. Öğrencilerin Prototip Oluşturma Sürecinden Bir Görüntü



Fotoğraf 5. Öğrencilerin Prototip Oluşturma Sürecinden Bir Diğer Görüntü

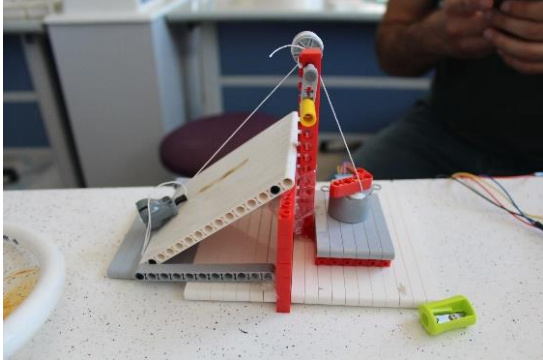
Prototip oluşturma sürecinde gözlemlenen bir durum öğrencilerin tasarladıkları çözümü modele aktarmak konusunda sıkıntı yaşamaları olmuştur. Bu aşamada öğrenciler ile kurulan diyaloglarda şu ifadeleri sıklıkla kullandıkları tespit edilmiştir:

Ö11: Biz daha iyi bir çizim yapmıştık. Ama modele bu kadar aktarabildik.

Ö17: Kafamızda tasarladığımız tam olarak böyle değildi. Modele aktarırken zorlanıyoruz.

Öğrencilerin prototiplerinden biri Fotoğraf 6'da sunulmuştur. Örneğin Fotoğraf 6'da örnek

verilen grubun prototipinde hazırlanan düzenek problemin çözümü için uygundur. Ancak 1 kg yük taşıma kriterini karşılamamaktadır. Aynı zamanda 4 katlı bir binanın 1/20'si ölçeğine uygun değildir. Grup, fikirlerini uygulamaya geçirmeyi hedef aldığını ve boyutlara dikkat etmeyi tasarımın bitmesine yakın fark ettiğini belirtmiştir. Test etme aşamasından sonra grubun aynı düzeneği bu kriterlere dikkat ederek yeniden yapılandırılması sağlanmıştır.



Fotoğraf 6. Öğrenci Prototiplerinden Bir Örnek

Öğrencilerin tasarımlarına yönelik matematiksel model oluşturmada güçlük çektiği tespit edilmiştir. Genellikle tasarımda kullandıkları basit makineler sabit makara ve kaldıraç olmuştur. Kaldıraçta yaptıkları kuvvet kazancını bilinen kuvvet kazancı formülü ile ifade etmiş ancak kendi tasarımlarındaki değişkenleri dikkate alarak planlayamamışlardır.

Beşinci Aşama: İletişim

Bu aşamada öğrencilerin geliştirdikleri prototipi tanıtmak üzere dijital poster hazırlamaları sağlanır. Ardından kendi projelerine isim vermeleri ve bir slogan oluşturmaları istenir. Öğrencilerin çözümlerinin en iyi olduğuna ikna etmesi gerekecektir.

Ek 2’te sunulan rubrik aracılığıyla tasarımlar öğrenme ortamında bulunan 3 araştırmacı tarafından değerlendirilerek öğrencilere dönüt sağlanmıştır. Bu aşamada ayrıca, öğrencilere tasarımlarını nasıl iyileştireceklerine yönelik fikir yürütmeleri için süre tanınır.

ETKİNLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Etkinliğin gerçekleştirildiği proje kapsamında her etkinlik için öğrenciler görüşlerini günlükler

aracılığı ile bildirmiştir. Her bir etkinliğin adının yazılı olduğu kağıtlar öğrencilere etkinlik sonunda dağıtılmıştır. Kağıtlarda şu ifadeler yer almaktadır:

- ❖ Bu etkinliği sevdim. Çünkü, ...
- ❖ Bu etkinliği sevmedim. Çünkü, ...
- ❖ Bu etkinliğin bende geliştirdikleri: ...

Bu etkinliğe yönelik öğrenci günlüklerindeki değerlendirmeler incelenmiştir (Ek 3). Etkinlik sonunda öğrencilerin 23’ü etkinliğe yönelik değerlendirme yapmıştır ve 22’sinin olumlu yönde görüş bildirdiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin olumlu görüşlerini ifade ederken *tasarım geliştirme süreçlerini kullanmak* (f=9), *yaratıcı düşüncelerine* (f=6) olanak tanınması, *kodlama* konusunda kendilerini geliştirmeye (f=5) katkı sağlaması, günlük yaşamdan (f=5) bir problemi ele almalarının *motive edici* olması, *mühendisliğe yönelik ilgilerinin* (f=2) artmasına katkı sağlaması, *eğlenceli* (f=2) olması ve *takım çalışmasına* (f=2) katkı sağlaması unsurlarına vurgu yaptığı tespit edilmiştir. Örneğin, Ö5 kodlu öğrenci “Gerçek bir sorun ile karşı karşıyaydık, gerçek problemlere çözüm bulmak kendimi işe yarar hissettiriyor” şeklinde görüş bildirerek etkinlikte günlük yaşamdan bir problemin ele alınmasını öne çıkarmıştır. Ö8 kodlu öğrenci etkinliğin mühendisliğe ilgi duymasına yardımcı olduğunu “...İlk defa mühendisliğe ilgi duydum.” sözleriyle ifade etmiştir. Etkinlikle ilgili bir diğer olumlu görüş Ö14 tarafından “...Hızlıca düşünmeyi, grupça karar vermeyi, iş birliği yapmayı öğrendik.” şeklinde belirtilmiştir.

Olumsuz görüş bildiren bir öğrenci tasarımlarının başarılı olmadığına atıfta bulunmuş ve görüşlerini şöyle ifade etmiştir: “...Güzel bir eşya bandı yaptık ancak hesaplamaları doğru yapamadığımızdan çalışmadığı için kötü hissettim.” (Ö19).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamında mühendislik tasarım sürecini deneyimledikleri bir etkinlik detaylıca sunulmuştur. Öğrenciler uzun ve yorucu bir etkinlik olmasına karşın ilgiyle çalışmışlardır. Günlük yaşamdan bir problem olan *Nakliye Firmaları için Taşınma* probleminin öğrencilerin bağlamına uygun olduğu düşünülmektedir. Nitekim öğrencilerin

problemi gerçekçi bularak çözüm üretmeye motive oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca etkinlik öğrencilerin mühendislerin problemleri nasıl çözdüğü ve mühendislik tasarım sürecine ilişkin farkındalık kazanmalarına katkı sağlamıştır. Bu nedenle etkinliğin tasarım becerilerini geliştirmek üzere uygulanabileceği söylenebilir.

Öğrencilerin etkinliğe yönelik olumlu yönde değerlendirmeler yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin görüşlerinde etkinliği tasarım geliştirme süreçlerini kullanmak, yaratıcı düşüncelerine olanak tanınması, kodlama konusunda kendilerini geliştirmeye katkı sağlaması, günlük yaşamdan bir problemi ele almalarının motive edici olması, mühendisliğe yönelik ilgilerinin artmasına katkı sağlaması, eğlenceli olması ve takım çalışmasına katkı sağlaması unsurlarına vurgu yaptığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinin kullanıldığı bu etkinliğe olumlu yaklaştığı söylenebilir. Etkinlik ile ilgili olumsuz görüş bildiren yalnızca bir öğrenci olmuştur. Bu öğrencinin tasarımı planladığı gibi yapamamış olmasının kendini kötü hissetmesine sebep olduğu belirlenmiştir. Uygulayıcılar için bu aşamada öğrencilerin prototiplerini test ettikten sonra geliştirmesi için fırsat vermesi ve öğrencileri cesaretlendirmeye dikkat etmeleri önerilebilir.

Etkinliğin uygulama sürecinde öğrencilerin olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi ve prototip yapımı aşamalarında; birden çok çözüm geliştirmek, grup çalışması yapmak, çözümlerini prototipe aktarmak ve matematiksel model oluşturmak hususunda sorun yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu sorunların olası nedenleri ve uygulayıcılar için öneriler aşağıda sunulmuştur.

Öğrencilerin olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında öncelikle bireysel çözümlerinde tek bir çözüm ifade etmeye yöneldikleri ortaya çıkmıştır. Birden fazla çözüm üretmeye az sayıda öğrenci yönelim göstermiştir. Bu durumun öğrencilerin yaratıcılıklarını kullanmalarını gerektiren bu tür etkinliklerle daha az karşılaşmış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Arduio ve basit makinelerin kullanılması kriterlerinin problem durumuna yönelik ortaya konulan çözümlerden sonra sunulması ile, yaratıcılığın azalmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Nitekim fen içerik

bilgisinin geliştirilmesi ihtiyacı bu durumun doğal yansıması olmuştur.

Bir gruptaki öğrencilerin en doğru çözüme karar verilmesi aşamasında grup içi anlaşmazlıklar yaşadıkları görülmüştür. Öğrenciler ile kurulan diyaloglar sonucu bu durumun öğrencilerin formal eğitimde çok fazla grup çalışması deneyimi yaşamadıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin hayal ettikleri ve çizdikleri çözümleri prototipe aktarmakta zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle formal eğitimde mühendislik tasarım sürecinin kullanıldığı etkinliklerin daha çok uygulanması önerilebilir.

Öğrencilerin çizimlerdeki ya da hayal ettikleri modelleri prototipe aktarmada zorluk çektiği gözlemlenmiştir. Öğrenciler ile kurulan diyaloglarda bu durumun öğrencilerin benzer uygulamaları formal eğitimde fazla deneyimlememiş olmalarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Birden fazla uygulama yapılmasının öğrencilerin bu konuda kendini geliştirmesini sağlayabileceği düşünülmektedir. Ancak bu uygulamayı ilk kez deneyimleyecek öğrenciler ile çalışacak olan uygulayıcılar için öğrencileri çözümlerini olabildiği kadar modele aktarmaları hususunda cesaretlendirmek önerilebilir.

Etkinliğin matematiksel modelleme kısmının geliştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Etkinlikte öğrencilerin taşıyacak yükler ile ilgili insan iş gücü, maliyet, kuvvet kazancı gibi değişkenleri dikkate alarak verimliliğe yönelik bir matematiksel model oluşturmaları planlanmıştır. Ancak öğrencilerin bu bağlantıları kurmakta güçlük çektiği gözlemlenmiştir. Uygulayıcılar için öğrencilerin tasarımlarındaki kuvvet kazancına yönelik matematiksel model geliştirmelerinin üzerinde daha fazla durmaları önerilebilir.

Fen bilimleri öğretim programının mühendislik ve tasarım becerilerinin geliştirilmesi hedefleri (MEB, 2018) düşünüldüğünde mühendislik tasarım etkinliklerinin fen derslerinde de kullanılması önerilebilir. Derslerinde mühendislik tasarım sürecini kullanmak isteyen öğretmenler için küçük bir açıklama yapmak faydalı olacaktır. Bu etkinlik okul dışı öğrenme ortamı için planlandığı ve daha geniş kapsamlı bir proje bağlamında uygulandığı için etkinlik ile doğrudan fen kazanımlarını gerçekleştirme

kaygısı güdülmemiştir. Ancak yine de altıncı, yedinci ve sekizinci sınıflardan oluşan öğrenciler ile çalışıldığı için ve probleme yönelik kriterlerden biri en az iki basit makine kullanımı olduğu için olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında basit makineler ile ilgili araştırma-sorgulama süreçlerinin kullanıldığı mini etkinlikler planlanmıştır. Sınıf içi uygulamalarda tasarım probleminin içerdiği fen kazanımları için olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında mini araştırma, deney, beyin fırtınası vb. teknikler ile öğrencilerin tasarım ile ilgili çözüm üretmek üzere sahip olmaları gereken bilgi ve becerileri kazandırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Bicer, A., Beodeker, P., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2015). The effects of STEM PBL on students' mathematical and scientific vocabulary knowledge. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 2(2), 69-75.
- Bozkurt Altan, E. (2017a). Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.) içinde, *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* (ss. 165-199). Ankara: Pegem Akademi.
- Bozkurt Altan, E. (2017b). Fen-teknoloji-mühendislik ve matematik (FeTeMM-STEM) eğitimi. H. G. Hastürk (Ed.) içinde, *Teoriden pratiğe fen bilimleri öğretimi* (ss. 354-388). Ankara: Pegem Akademi.
- 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.
- Bozkurt Altan, E., Üçüncüoğlu, İ., & Öztürk, N. (2019). Preparation of out-of-school learning environment based on science, technology, engineering, and mathematics education and investigating its effects. *Science Education International*, 30(2), 138-148.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of stem in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In E. Brunsell (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association Press.
- Chiu, A., Price, C. A., & Ovrahim, E. (2015, April). *Supporting elementary and middle school STEM education at the whole school level: A review of the literature*. Paper presented at NARST 2015 Annual Conference, Chicago, IL.
- Çorlu, M. S. (2017). STEM: bütünleşik öğretmenlik çerçevesi. M. S. Corlu & E. Çallı (Editörler) içinde, *STEM kuram ve uygulamaları* (ss. 1-10). Ankara: Pusula Yayıncılık.
- Ercan S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Felix, A. L. (2010, April). *Design-based science for STEM student recruitment and teacher Professional development*. Paper presented at Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879.
- Harrel, P. E. (2010). Teaching an integrated science curriculum: Linking teacher knowledge and teaching assignments. *Issues in Teacher Education*, 19(1), 145-165.
- Hmelo, C. E., Holton, D., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247-298.

- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. National Center for Engineering and Technology Education. Retrieved from ERIC database (ED537364) at <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537364.pdf>
- Karahan, E. (2017). STEM eğitim merkezleri. S. Çepni (Ed.) içinde, *Kuramdan uygulamaya STEM+A+E Eğitimi* (ss. 93-113). Ankara: Pegem Akademi.
- Karahan, E., & Bozkurt, G. (2017). STEM eğitiminde matematik odaklı gerçek dünya problemleri ve matematiksel modelleme. S. Çepni (Ed.) içinde, *Kuramdan uygulamaya STEM+A+E Eğitimi* (ss. 353-372). Ankara: Pegem Akademi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *Fen bilimleri dersi programı, 3.- 8. sınıflar taslak öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi programı, 3.- 8. sınıflar*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- National Academy of Engineering. (2010). *Standards for K-12 engineering education?* Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering & National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering & National Research Council. (2014). *STEM Integration in K12 Education status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the e enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Shaughnessy, M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324.
- Siew, N. M. (2017, May). *Integrating STEM in an engineering design process: The learning experience of rural secondary school students in an outreach challenge program*. Paper presented at the International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST), Aydın, Turkey.
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*. Retrieved from ERIC database (ED443172) at <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf>
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Science: Theory & Practice*, 14(1), 309-322.

Kaynak Gösterme

- Bozkurt Altan, E., Üçüncüoğlu, İ., & Özek, H. (2019). Nakliye firmaları için taşınma problemi: Mühendislik tasarım odaklı etkinlik örneği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 9(2), 132-149. <http://www.ated.info.tr/index.php/ated/issue/view/19> adresinden erişildi.

Ek 1

Etkinlik Kağıdı

NAKLİYE FİRMALARI İÇİN TAŞINMA PROBLEMİ



GRUP ÜYELERİNİN ADI SOYADI:

-
-
-
-



Bir nakliye firmasının yöneticisi Ahmet Bey firmanıza birtakım şikayetler ile geldi. Evden eve yapılan nakliye işlerinde çalışan personelin eşyaları indirirken veya yukarıya çıkarırken çok fazla güç sarf ettiklerini, ebatları büyük ve ağır olan eşyaları taşımakta zorlandıklarını belirtmektedir. Bu sorunu en çok 8-10 kat gibi yüksek binalarda yaşadıklarını söylemiştir. Bunun yanı sıra bazı apartmanlarda yönetim küçük eşyaların taşınması için bile asansörün kullanılmasına izin vermemektedir. Genel sorun olarak eşyaların taşınması sırasında apartmanların merdiven boşluklarının dar ya da alçak olmasından dolayı çok zorlandıklarını ve az da olsa taşınan eşyalara maddi zararlar verebildiklerini söylemektedir. Bu konudaki müşteri şikâyetlerinin ve taleplerin artması sonucunda siz ve ekibinizden hem çalışanlara daha az güç sarf ettirecek hem de istenilen noktaya güvenli bir şekilde eşyaları taşıyabilecek bir çözüm bulmanızı istemektedir.

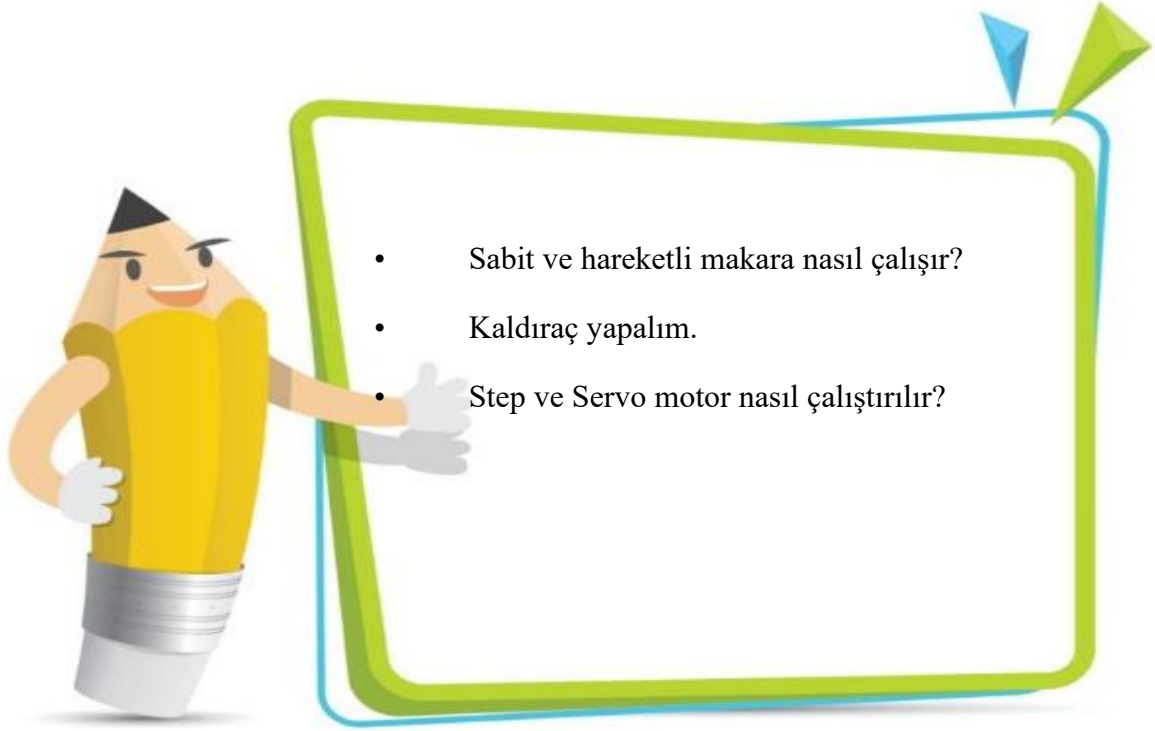
Siz bu duruma nasıl çözümler önerebilirsiniz?

Ekip arkadaşlarınızla beraber bireysel çözümlerinizi tartışınız. Sizce en iyi çözüm nasıl sağlanır? Karar verdiğiniz çözümü aşağıdaki boşluğa yazarak/çizerek detaylı olarak açıkla mısınız?



NELERE İHTİYACIMIZ VAR?

Çözümlerinizi uygulamaya geçirebilmek için hangi konularda bilmeniz gerekenler var?
Eksikliklerinizi birlikte tamamlamaya ne dersiniz?



- Sabit ve hareketli makara nasıl çalışır?
- Kaldıraç yapalım.
- Step ve Servo motor nasıl çalıştırılır?

HESAPLAMALAR ÖNEMLİDİR!

Geliştirdiğimiz yeni sistem artık insan gücünü daha az kullanıp nakliye sırasında eşyalarda oluşabilecek hasarı sıfıra indirecektir. Fakat bu sistemi şirket çalışanlarına ve patrona en iyi şekilde anlatmak üzere 4 katlı binanın üçüncü katı için küçük bir çalışan maket yapmanız gerekmektedir. Sizlere verilen bilgileri ve verilen malzemeleri göz önüne alarak sisteminizin bir benzerini 1/20 oranında küçültme yaparak ekip arkadaşlarınızla birlikte oluşturmanız istenmektedir.



BİNA BİLGİLERİ	
Bina Yüksekliği	20 metre
Toplam Kat Sayısı	4 katlı
Eşyaların Taşınacağı Kat:	3. kat
Her bir Dairenin Yüksekliği:	5 metre

Değişkenler	Metre	Santimetre	1/20 ölçekli (cm)
Bina Yüksekliği:			
Bir Dairenin Yüksekliği:			
3. Kat Yüksekliği:			

Sevgili Arkadaşlar,

Gerçekleştirmeyi planladığınız tasarım için taşınacak yükün miktarı, insan iş gücü, maliyet ve kuvvet değişkenlerini dikkate alarak tasarımınızı en verimli hale getirmek için çözüm yolları önermenizi bekliyoruz. Son olarak en verimli olduğunu düşündüğünüz tasarım çözümünüzün maliyetini ve taşınacak belirli bir miktar yük için harcanacak kuvvet değişkenini dikkate alarak ne kadar kuvvet harcayarak nasıl bir maliyetle ne kadar yük taşıyabileceklerini gösteren bir model sunmanız beklenmektedir.

Ek 2

Tasarım Değerlendirme Rubriği

ÖLÇÜTLER	EVET	GELİŞTİRİLMELİ	HAYIR
<i>Prototip ile 1 kg yük taşınıyor mı?</i>			
<i>Prototipte basit makine kullanılmış mı?</i>			
<i>Prototip 4 katlı bir binanın 3. katı için verilen ölçülerin 1/20'si oranında mıdır?</i>			
<i>Çalışanların daha az enerji sarf etmelerine olanak tanıyor mu?</i>			
<i>Eşyaların güvenli taşınması için önlemler alınmış mı olarak tanıyor mu?</i>			
<i>Prototipin maliyeti düşük mü?</i>			

Ek 3

Öğrenci Günlüğü

Bu etkinliği sevdim. Çünkü,

Bu etkinliği sevmедim. Çünkü,

Bu etkinliğin bende geliştirdikleri: