



## **Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimi Etkinlik Örneği: Pıhtı Önleyici İlaç<sup>1</sup>**

### **An Example of The Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Activity: Anticoagulant Drugs**

Fethiye KARSLI BAYDERE<sup>2</sup>, Yasemin HACIOĞLU<sup>3</sup>, Koray KOCAMAN<sup>4</sup>

#### **Öz**

Bu araştırmada, bir STEM etkinliğinin geliştirilmesi ve birinci sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanma sürecinin sunulması amaçlanmaktadır. Etkinlik geliştirme sürecine problem ve konunun belirlenmesi ile başlanmıştır. Etkinlik konusu belirlenirken Genel Kimya Laboratuvarı II ders içeriğinde yer alan ve hâlihazırda uygulanan deneyler kapsamında STEM eğitimi yaklaşımı ile mühendislik tasarım sürecinin işletilebileceği, günlük yaşam ile ilişkinin kurulabileceği, güvenlik, etik ve sağlık konusunda önlemlerin alınabileceği durumlar göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca bu konunun derste ayrılan süreye, öğrenci seviyesine ve mevcut fiziki donanıma uygunluğuna da dikkat edilmiştir. Bu bağlamda ‘kimyasal reaksiyonlar: madenin değişimi’ konusu uygulamaları kapsamında yürütülen ‘Aspirin eldesi’ deneyi konu olarak seçilmiştir. Günlük yaşam bağlamı kurulması amacıyla aspirinin içeriği ve faydaları araştırılmış ve STEM etkinliği hazırlanmaya geçilmiştir. Etkinliğin hazırlanması sürecinde mühendislik tasarım süreci aşamaları kullanılmıştır. Hazırlanan etkinlik, uygulanmadan önce STEM eğitimi alanında çalışmaları olan beş uzmanın görüşüne sunulmuştur ve uzmanların görüşlerine göre düzenlenmiştir. Bu şekilde son hali verilen etkinlik 2015-2016 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Doğu Karadeniz’de bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği bölümünde Genel Kimya Laboratuvarı II dersine kayıtlı olan ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan 32 öğretmen adayına uygulanmıştır. Tüm öğretim uygulamaları toplamda 10 ders saati (10x50 dakika) sürmüştür. Araştırma sonucunda öğrenciler gerçek yaşamlarında karşılaşılabilecekleri bir problem olan kanın aşırı pıhtılaşması problemini çözmek için pıhtı önleyici bir ilaç yapımını ve mühendislik tasarım temelli fen eğitimini deneyimleme fırsatı sağlamışlardır.

**Anahtar Kelimeler:** STEM eğitimi, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, genel kimya laboratuvarı.

#### **Abstract**

In this research, it is aimed to present the process of developing and implementation on science teacher candidates a STEM activity. For this, the process has been started with the determination of problem and topic first. Some issues such as the engineering design process can be operated with the STEM education approach in the content of the General Chemistry Laboratory II course, where relationship with daily life can be established, and safety, ethics and health precautions, have been taken into consideration when determining the topic of activity. In addition, attention has been paid to the suitability of this subject to allocated time in the lesson, to student level, and to the existing physical equipment. In this context, the experiment ‘obtaining Aspirin’ conducted under the subject of ‘chemical reactions: change of matter’ was chosen as the subject. The contents and benefits of Aspirin have been investigated in order to establish a daily life context and the activity started to be prepared. In the process of preparing the activity, the engineering design processes are used. Prepared activity was presented to five experts who had been working in the field of STEM education and revised according to the opinions of experts. This activity implemented with 32 teacher candidates who enrolled in General Chemistry Laboratory II course in the department of science teacher of education faculty of a state university in Eastern Black Sea in the spring of 2015-2016 education year and volunteered to participate in the study. All teaching practice lasted a total of 10 lesson-hours--eight 50 minutes. As a result of this research, students have had the opportunity to experience an anticoagulant drug production to solve the excessive blood clotting problem which they may face in their real life and engineering design-based science education.

**Keywords:** STEM education, engineering design based science education, general chemistry laboratory.

1 Bu araştırmanın bir bölümü 2. Uluslararası Sosyal Bilimler Sempozyumu’nda sunulmuş olup, özet kitabında özeti basılmıştır. Bu araştırmaya birinci ve ikinci yazarlar eşit seviyede katkıda bulunmuştur.

2 Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Giresun, Türkiye; <https://orcid.org/0000-0003-0994-0974>

3 Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Giresun, Türkiye; <https://orcid.org/0000-0002-1184-4204>

4 Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, Türkiye; <https://orcid.org/0000-0003-1908-813X>

**Atf / Citation:** Karlı Baydere, B., Hacıoğlu, Y., & Kocaman, K. (2019). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimi etkinlik örneği: Pıhtı önleyici ilaç. *Kastamonu Education Journal*, 27(5), 1935-1946. doi:10.24106/kefdergi.3051

## Extended Abstract

STEM Education is based on the integration of these disciplines by removing the boundaries between the four disciplines as science, technology, engineering and mathematics (Chiu, Price & Ovrachim, 2015; Dugger, 2010; Meng, Idris & Eu, 2014). However, as in many countries' teaching programs, there is also a disciplinary structure in our country. For this reason, the integration of disciplines can be achieved by establishing a link between disciplines, by taking a certain disciplinary or disciplines focus or integrally (Dugger, 2010, Sampurno, Sari & Wijaya, 2015). It is emphasized in the literature that design-based and problem-based STEM applications are appropriate for integrated STEM education applications and to enable the integration of engineering in science education (Bozkurt, 2018).

In this research, it is aimed to present a STEM activity applied to first grade science teacher candidates enrolled in 'General Chemistry Laboratory-II'. Since this research is an activity development work, a sample STEM activity and the steps followed in the process of developing the activity are also presented in detail. For this, the process has been started with the determination of problem and topic first. Some issues such as the engineering design process can be operated with the STEM education approach in the content of the General Chemistry Laboratory course, where relationship with daily life can be established, and safety, ethics and health precautions, have been taken into consideration when determining the topic of activity. In addition, attention has been paid to the suitability of this subject to allocated time in the lesson, to student level, and to the existing physical equipment. In this context, the experiment "obtaining Aspirin" conducted under the subject of 'chemical reactions: change of matter' was chosen as the subject. The contents and benefits of Aspirin have been investigated in order to establish a daily life context and the activity started to be prepared.

In the process of preparing the activity, the engineering design process steps developed by Hynes, et al. (2011) for high school students are used. In the process of determining the problem state which is the first step of the engineering design process, attention has been paid to selecting a daily life problem that everyone can experience or face in the immediate vicinity. In addition, it has been noted that there is a problem that students will need information in the context of the general objectives of the course, and encourage students to inquire (Lewis, 2006, NAE & NRC, 2009; NRC, 2012). The problem is confined to a situation that will only prevent blood clotting, and the problem scenario has been created accordingly. In addition, the criterion and limitations which are characteristics of the design problem in the process of determining the problem are not directly specified in the problem state but are indirectly presented in the scenario for the determinations of the students. One of the considerations in the process of determining the problem situation is that a problem situation is created in which the students can offer more than one solution proposal. It has also been noted that the design can be tested while the problem scenario is being created. Various questions were asked to the students during the activity to identify their problem in the scenario, determine the need for problem, and conduct research inquiries. In this way, students are provided with the opportunity to carry out scientific research and inquiry and engineering design process together. In the step of the development of possible solutions of the engineering design process, students are asked to formulate solution proposals by paying attention to the criteria and limitations of the problem and then they were asked to select the solution that best meets these criteria and limitations. After this select phase, students were asked to present their solution proposals together with their reasons to colleagues in order to improve communication skills. In the step of prototyping, students are asked to plan a prototype of the best solution proposal they choose and to carry out their designs. In the step of the solution testing and evaluation of the engineering design process, students are asked to test the designs they created by paying attention to the criteria and limitations of the problem and determine whether they were successful in solving the problem. In the step of the presentation of the solution, students are asked to present their design solutions to other groups about the characteristics of solution for problem, the success criteria of the solution and how the solution is obtained in order to improve communication skills. At the final step, students were asked to discuss with the question "What other problems can your design you create be used to solve?" in order to encourage students to adapt their knowledge and experience to other situations.

Prepared activity was presented to five experts who had been working in the field of STEM education. According to the feedbacks from experts, various arrangements have been made on the activity. This final activity was applied to 32 teacher candidates who enrolled in General Chemistry Laboratory II course in the department of science teacher of education faculty of a state university in Eastern Black Sea in the spring of 2015-2016 education year and volunteered to participate in the study. The students were divided in to 7 groups of 4 or 5. Through the process, students were encouraged to ensure inter-group and intra-group communication and collaboration. Since none of the students had previous knowledge and experience in STEM education, the engineering design process was explained to them in detail in the 2-hour timeframe and generally informed about what they will do differently from existing courses. 8 lesson hours are devoted to the implementation of the activity. In the execution of the activities, the first two lesson hours are divided into the stages of determining the problem, presenting the solution proposals and presenting the best solution. During the next four lesson hours, the students made and tested the design and revised it. During the last two lesson hours, students presented their designs and evaluated the whole process. All teaching practice lasted a total of 10 lesson-hours--eight 50 minutes.

In this study, since only one STEM activity instance and development process is introduced, the study has some limitations whether the activity is effected or not on students' understanding the concepts and high-level skills and motivation. For this reason, more research should be done to comparatively examine the effectiveness of these areas. As a result of this research, students have had the opportunity to experience an anticoagulant drug production to solve the excessive blood clotting problem which they may face in their real life and engineering design-based science education. This experience may have encouraged them to follow developments in this area. It is believed that only one application is not enough to determine the students' interests and orientations. Identifying students' orientation and achievements with more and different applications can create another research topic.

## 1. Giriş

Araştırmacılar, eğitimciler, politikacılar ve ebeveynler 21. Yüzyılda değişen şartlara ayak uydurabilmek için öğrenme ortamlarının kalitesini arttırmanın yollarını keşfetme çabasındadırlar. Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Math) (STEM) becerilerinin, 21. yüzyıl şartlarına ayak uydurabilecek becerilere sahip bireyler yetişmesine katkıda bulunduğunun farkına varan ülkeler disiplinlerin entegrasyonuna dayanan STEM eğitime ağırlık vermişlerdir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank ve Roehrig, 2014). Türkiye’de bu duruma kayıtsız kalmamış ve 2018 yılında yeniden güncellenen öğretim programlarında disiplinler arası ilişkiye vurgu yapılmış, fen bilimleri öğretim programında (MEB, 2018) da beceri öğrenme alanına mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiştir. Bu durum ülkemizde milli eğitim politikalarının bu alana önem verdiği bir göstergesi olarak düşünülebilir.

STEM eğitiminin amacı, küresel bir yarışın içinde ayakta kalabilmek ve bu yarış en ön sıralarda devam ettirebilmek için bilimsel açıdan okuryazar bireyler yetiştirmektir (National Academy of Engineering [NAE] ve National Research Council [NRC], 2009). STEM eğitimi, fen ve matematik disiplinlerinin yanı sıra teknoloji ve mühendislik uygulamalarına da odaklanmaktadır (Bybee, 2010). Böyle bir eğitim süreci sonrasında, bireylerin fizik, kimya, biyoloji ve matematik gibi temel bilimlerin ortaya koyduğu teorik bilgileri kullanarak, teknoloji ve mühendislik uygulamaları ile bu bilgilerin yoğunlaşması sonucunda gündelik hayatımıza değer katacak ve problemleri çözmemizi sağlayacak yenilikler ortaya koyması beklenmektedir (Morrison, 2006; Bybee, 2010).

Birçok araştırmacı STEM eğitiminin, kavramsal anlamayı (Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok-Naaman, 2004; Roberts, 2012; Gülhan ve Şahin, 2016a), öğrencilerin kavramsal anlamalarını (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016a), sanatta yaratıcılık becerilerini (Eger, 2013; Maeda, 2013; Tarnoff, 2010; Platz, 2007), bilimsel süreç ve karar verme becerilerini (Bozkurt, 2014), problem çözme ve işbirlikçi öğrenme becerilerini (Niess, 2005) geliştirdiğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer bilincinde (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014:22; Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi, 2013), ilgi, tutum ve motivasyonlarında artış sağladığını (Saad, 2014; Yamak, Bulut ve Dünder, 2014; Ricks, 2006; Freeman, Alston ve Winborne, 2008; Gülhan ve Şahin, 2016b; Rehmat, 2015; Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013; Aydın ve Karanlı Baydere, 2019) belirten birçok araştırmada da STEM eğitiminin olumlu yanlarına vurgu yapılmıştır. Bazı araştırmalarda ise öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulama konusunda endişelerinin olduğu belirtilirken (Karlı, Kocaman, Hacıoğlu ve Şahin, 2016), bu endişelerin sebepleri arasında süreci nasıl işletecekleri konusunda yeterli kaynaklara ulaşamaması ya da var olan uygulamaların yetersiz olduğu gerekçe gösterilmektedir (Han, Yalvac, Capraro ve Capraro, 2015; Corlu, Capraro ve Capraro, 2014; Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016b; Karlı vd., 2016). Ayrıca yapılan çalışmalarda STEM eğitiminin sadece yap-boz, tak-çıkart, deneme-yanılma ya da materyal geliştirme uygulamalarının olmadığı (Leonard ve Derry, 2014; Roth, 2001; Hacıoğlu vd. 2016b), bu karmaşanın ortadan kaldırılması için somut, uygulaması yapılmış etkinliklerin sunulmasına ihtiyaç duyulduğuna da vurgu yapılmaktadır (Hacıoğlu, vd. 2017). Bu nedenle STEM yaklaşımı için farklı bakış açılarıyla geliştirilmiş uygun örnek etkinliklerin geliştirilmesi, STEM bilgi bankasına önemli bir katkı sağlayabilir. Bununla birlikte STEM programlarını uygulayacak öğretmenlerin bilgi ve beceriler ile donatılabilmesi için üniversitelerin eğitim fakültelerindeki öğrencilere STEM eğitim uygulamalarının yapılması (Hacıoğlu, vd. 2017; Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya, 2016) ve hâlihazırdaki öğretmenlerin de aynı deneyimi kazanmaları için hizmet-içi eğitimler yoluyla STEM uygulamalarına katılmaları bir gerekliliktir.

Bu araştırmada, ‘Genel Kimya Laboratuvarı II’ dersine kayıt yaptıran birinci sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının katılım sağladığı ‘Pıhtı önleyici ilaç’ isimli bir STEM etkinliğinin sunulması amaçlanmaktadır. Bu temel amaç çerçevesinde ‘STEM etkinliklerinin hazırlanması ve uygulanması süreci nasıl işletilmektedir?’ sorusuna cevap aranmıştır.

## 2. Yöntem

Bu araştırma bir etkinlik geliştirme çalışmasıdır. Bu bölümde örnek bir STEM etkinliği ve etkinliğin geliştirilmesi sürecinde takip edilen adımlar ayrıntılı olarak sunulmuştur.

### Etkinlik konusunun ve çerçevesinin belirlenmesi

STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak dört disiplinin arasındaki sınırları kaldırarak bu disiplinlerin entegrasyonuna dayanmaktadır (Chiu, Price ve Ovrachim, 2015; Dugger, 2010; Meng, Idris ve Eu, 2014). Fakat birçok ülkenin öğretim programında olduğu gibi bizim ülkemizde de disiplinler bir yapı mevcuttur. Bu nedenle disiplinler arasındaki entegrasyon, disiplinler arasında ilişki kurarak, belli bir disiplin/leri odağa alarak ya da bütünleşik bir şekilde sağlanabilir (Dugger, 2010; Sampurno, Sari ve Wijaya, 2015). Bütünleşik STEM eğitimi uygulamaları için ve fen eğitimine mühendisliğin entegrasyonunu sağlayabilmek için alanyazında tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamalarının uygun olduğu vurgulanmaktadır (Bozkurt, 2018).

STEM disiplinlerinin entegrasyonunun sağlanabilmesi için bu disiplinlerin hedef ve davranışları ve en önemlisi de bireylerden beklenen becerilerin işe koşulması ile sürece başlanmalıdır. Bunun yanı sıra sürece günlük yaşamla bağlantılı ve birçok çözümü olan karmaşık problemler ile başlanması önerilmektedir (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012; Chiu vd., 2015; NAE ve NRC, 2009; Honey, vd., 2014; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011; Williams, 2011). STEM eğitim uygulamalarında mühendislik problemlerine yani tasarım problemlerine benzer problemlerle başlanması hedeflenir. Çünkü fen derslerinde mühendisliğin odağa alınmasında bu problemler öğrenenlerin günlük yaşam ile ilişki kurmaları açısından önemlidir (Leonard, 2004). Mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonuna ilişkin tüm yaklaşımlarda günlük yaşam problemine çözüm üretirken tasarım geliştirme sürecini yürütmeleri sağlanır (Moore, vd., 2014; Marulcu, 2010; Mehalik, Doppelt ve Schunn., 2008; Hmelo, Holton ve Kolodner, 2000; Sadler, Coyle ve Schwartz, 2000). Bu süreçte genel bir problem çözme sürecinin işletilmesinden ziyade, mühendislerin düşünme sürecinin işletilmesi hedeflenir (Dym, 1994). Mühendislik tasarım süreci, mühendislik problemlerini çözmek için bir araç yapmak ya da özel bir amaç için süreç geliştirmede en iyi yolu seçmeyi içeren döngüsel, yaratıcı, dinamik bir süreçtir (NAE ve NRC, 2009). Mühendisler tasarım problemlerini tasarımlar yoluyla çözerler ve bu süreci başarıyla sonuçlandırmak için problemlerini kriter ve sınırlıkları bağlamında ele alırlar. Mühendisler bu problemlerini çözerken belli basamakları takip etmek yerine döngüsel olarak bazı aşamalara geri dönme ve düzenlemeye ihtiyaç duyarlar (ITEA, 2007; NAE ve NRC, 2009; NAE, 2010; NRC, 2012). Brunsell (2012) konu ile ilgili olarak, alan yazında birçok farklı aşamalardan oluşan tasarım sürecinin bulunduğunu (Brunsell, 2012; Culver, 2012; Fortus, vd. 2004; Hynes, Postmore, Dare, Milto, Rogers, Hammer ve Carberry, 2011; Mentzer, 2011; NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012), fakat tüm bu süreçlerde problemin tanımlanması, olası çözümlerin ortaya çıkarılması, çözümlerin analiz edilmesi, test edilmesi, değerlendirilmesi ve gerekiyorsa çözümün yenilenmesi, fikirlerin sunumu gibi benzer beklentilerin olduğunu belirtmektedir.

Öğretmen adayları ile yürütülecek bu çalışmada ise mühendislik tasarım temelli fen eğitimini deneyimleyebilecekleri ve mühendislik tasarım sürecini yürütecekleri bir etkinlik tasarlanması amaçlanmıştır. Bunun için ise ilk olarak problem ve konunun belirlenmesi ile sürece başlanmıştır.

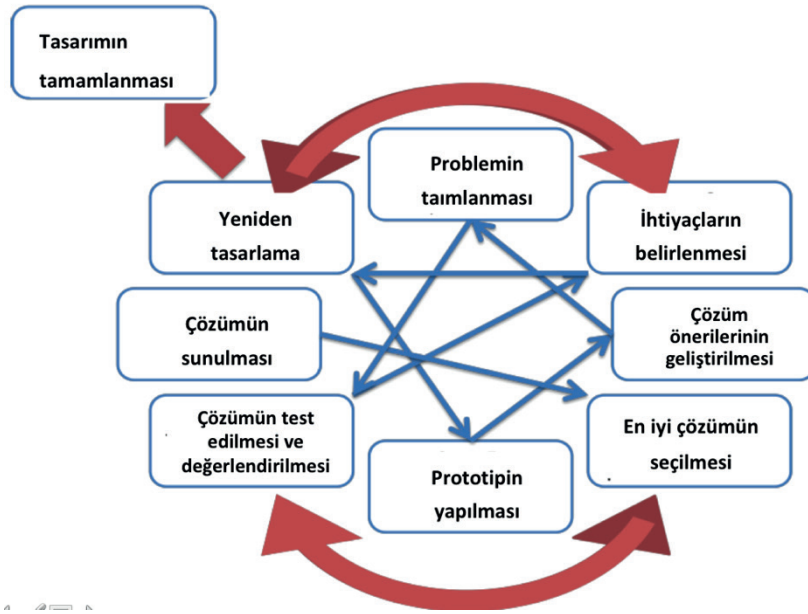
Etkinlik konusu belirlenirken Genel Kimya Laboratuvarı II ders içeriğinde yer alan konular ve laboratuvar uygulamaları kapsamında STEM eğitim yaklaşımı ile mühendislik tasarım sürecinin işletilebileceği, günlük yaşam ile ilişkinin kurulabileceği, güvenlik, etik ve sağlık konusunda önlemlerin alınabileceği durumlar göz önünde bulundurulmuştur. Dersin 'Kimyasal reaksiyonlar: maddenin değişimi' konusunun uygulamaları kapsamında yürütülen aspirin eldesi konusu tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları için bir fikir vermiştir. Nitekim hâlihazırda ders içerisinde yapılan uygulamalarda öğrenciler günlük yaşamla ilişki kurmadan, deneyleri her hafta verilen yönergeye uygun olarak uygulamaktadır. Fakat konunun kazanımlarının elde edilmesi amacıyla STEM eğitimi uygulayabilmek için günlük yaşam bağlamı kurulması önemlidir. Aspirinin günlük yaşamda kullanılması konusundan yola çıkılmıştır ve kan sulandırma özelliği üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Kanın pıhtılaşması bağlamında bir problem tasarlandığında çözüm/lerinin neler olabileceği, aspirinin içeriği, kan sulandırma amacıyla kullanılan ilaçların içeriği, bu içeriklerin hangi bitkilerden elde edilebileceği ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca problem durumu oluşturmak için kan pıhtılaştırılması sonucu olan kalp krizi ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Oluşturulacak örnek olayın problem durumu ve çözümünde kan sulandırıcı/aspirin türevi ilaçlar kullanılmasının uygunluğu konusunda araştırmanın yapıldığı ilin Tıp Fakültesinde görev yapan farmakoloji uzmanlarıyla görüşülmüş ve etkinlik hazırlanmaya geçilmiştir. Ayrıca bu konunun derste ayrılan süreye, öğrenci seviyesine ve mevcut fiziki donanımına uygunluğuna da dikkat edilmiştir.

### **Etkinliğin tanıtılması**

Bu bölümde sırasıyla etkinliğin hazırlanması süreci, etkinliğin uygulama adımları, etkinliğin uygulanması ile etkinliğin pilot uygulama ve uzman görüşleri doğrultusunda düzenlenmesi detaylıca sunularak etkinlik tanıtılmaya çalışılmıştır.

#### **1. Etkinliğin hazırlanması süreci**

Bu bölümde etkinliğin hazırlanması süreci Hynes, vd.'nin (2011) lise öğrencileri için oluşturdukları mühendislik tasarım süreci aşamalarına göre ayrıntılı olarak açıklanmıştır.




Şekil 1. Mühendislik tasarım süreci basamakları (Hynes, vd., 2011)

## 2. Etkinliğin uygulama adımları

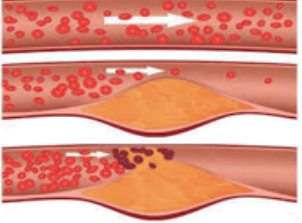
i. Problemin tanımlanması: Mühendislik tasarım süreci genellikle bir ihtiyaç, istek ya da problemle başlamaktadır (NRC, 2012). Sürecin başlaması açısından ve problemin çözüme kavuşturulması için problemin tanımlanması önemlidir. Fakat öncelikle mühendislik tasarımına uygun problem durumunun oluşturulması ve öğrencilere sunulması gerekmektedir. Mühendislik tasarım problemleri, STEM eğitiminde fen bilgisini edinmek amacıyla da tasarım sürecini başlatmak için etkin bir yoldur. Ayrıca bireyler mühendislik problemlerini çözerken hem ilgili disipline ilişkin bilgi edinirler hem de sürece dahil olarak tasarım becerilerini geliştirirler (Kolodner, 2002; Leonard, 2004).

Problem durumunun belirlenmesi aşaması için öncelikle aşağıdaki problem durumu oluşturulmuştur.

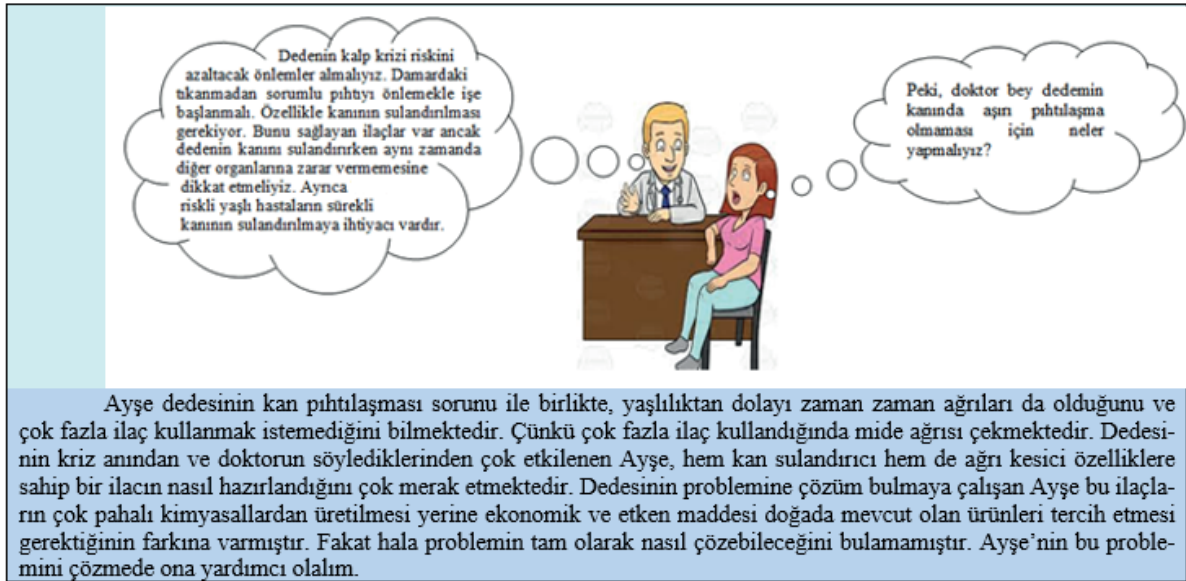
**DAMARDAKİ AŞIRI PIHTILAŞMAYI ÖNLEYELİM!**



Ayşe, havanın da güneşli olduğu bir gün köye gitmiştir. Ayşe'nin babaannesi o gün çok güzel yemekler yapmıştır. Ayşe'nin dedesi Mehmet Bey yemeği fazla kaçırıp söyleyerek Ayşe'ye birlikte tarlada çalışmayı teklif etmiştir. Ve beraber tarlanın yolunu tutmuşlardır. Mehmet Bey tarlada çapa yaparken göğsünde müthiş bir ağrı oluşmuş, ardından yere yığılmıştır. Ayşe korku içerisinde hemen ambulansı çağırıp dedesini en yakın hastaneye ulaştırmayı başarmıştır. Doktor kontrolü sonrasında Mehmet Bey'in ciddi bir kalp krizi geçirdiği anlaşılmıştır. Doktor, Mehmet Bey'in durumu hakkında Ayşe'yi bilgilendirmiştir. Özellikle aşırı derecede sigara kullanan, yağlı/şekerli yiyecekler tüketen ve 40 yaş üstü kişilerin sıcak havalarda ani hareket etmesinin kalp krizi riskini artırdığını belirtmiştir. Dedesinin de risk grubunda olduğu için böyle bir hastalık yaşadığını anlatmıştır. Buna ek olarak kalp damarlarının içinde "plak" adını verdiğimiz kolesterol birikintileri olduğunu ve buna benzer şekilde yaşantısı olan kişilerde bu plağın yırtılabileceğini anlatmıştır. Yırtılan plağın üzerine hücum eden kan hücreleri kısa süre içinde aşırı derecede pıhtı oluşturarak damarı tıkanması sonucu kalp krizinin gerçekleştiğini anlatmıştır. Bu nedenle kanın aşırı derecede pıhtılaşmaması için önlemler alması gerektiğine ve kan sulandırıcı ilaç veya besinler alması gerektiğini belirtmiştir.



Problem durumunun belirlenmesinde aşağıdaki hususlara dikkat edilmiştir: Seçilen problemin her an kendisinin ya da yakın çevresindekilerin karşılaşılabileceği bir günlük yaşam problemi olmasına dikkat edilmiştir. Dersin genel hedefleri çerçevesinde öğrencilerin bilgiye ihtiyaç duyacakları ve onları araştırma- sorgulamaya yönelten bir problem olmasına dikkat edilmiştir (Lewis, 2006, NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012). Problem, sadece kan pıhtılaşmasını önleyecek bir durum ile sınırlandırılmış ve problem senaryosu buna uygun oluşturulmuştur.



Mühendisler, problemleri başarılı bir şekilde çözüme ulaştıracak tasarım ya da ürüne ilişkin kriterleri (fonksiyon, verimlilik düzeyi, dayanıklılık, maliyet vb.) ve tasarım sürecinde dikkate alınması gereken kısıtlamaları (yasal, sosyal, ahlaki, estetik, ekonomik vb.) tanımlarlar (Brunsell, 2012; ITEA, 2007; NAE, 2010; NRC, 2012). Tasarımın doğru değerlendirilmesi için mühendislik tasarım probleminde kriterlerin açık ve ölçülebilir olması gerekirken, sınırlılıklar tasarım çözümü üzerinde etkili olmalı, fakat değiştirilebilir olmalıdır (ITEA, 2007; NAE, 2010; NRC, 2012). Bu bilgiler ışığında bu çalışmada, senaryoda problem durumu tasarım probleminin özellikleri olan kriter ve sınırlılıkları içermesine dikkat edilmiştir (NAE ve NRC, 2009). Fakat kriter ve sınırlılıklar problem durumu içerisinde doğrudan belirtilmemiş, mühendislik tasarım sürecinin ilk aşaması olan problemin belirlenmesi sürecinde öğrencilerin belirleyebileceği şekilde dolaylı olarak senaryoda sunulmuştur. Örneğin problem senaryosunda kriter ve sınırlılıkların sunulmasında "kan pıhtılaşmasını önleyecek bu tasarımın aynı zamanda ekonomik ve etken maddesi doğada mevcut olan ürünlerden oluşması gerekmektedir" ifadesi kullanılmıştır.

Yaratıcılık gerektiren mühendislik problemleri için daima farklı çözümler bulunmaktadır (Brunsell, 2012; Mentzer, 2011; Wendell, Connolly, Wright, Jarvin, Rogers, Barnett ve Marulcu, 2010). Bu nedenle çalışmada öğrencilerin birden fazla çözüm önerisi sunabileceği bir problem durumu oluşturulmasına dikkat edilmiştir (Wendell, 2008).

Problem senaryosu oluşturulurken mühendislik tasarım sürecinin işletilmesi açısından tasarımın test edilebilir olması önemli olduğu için bu duruma da dikkat edilmiştir (NAE ve NRC, 2009).

ii. İhtiyaçların belirlenmesi: Mühendislik tasarım problemlerinin STEM disiplinlerine entegrasyonunu sağlamada bilimsel araştırma süreci dikkate alınması gereken bir durumdur. Özellikle de fen eğitimi araştırmalarında bilimsel araştırma-sorgulama oldukça önemlidir ve öğretim programının temel amaçları arasındadır (MEB, 2018). Bu nedenle süreçte bilimsel araştırma-sorgulama süreci ve mühendislik tasarım süreci bir arada yürütülmelidir. Bu birlikteliğin kurulmasında en önemli aşama mühendislik tasarım sürecindeki ihtiyaçların belirlenmesi aşaması ve sonrasındaki aşamalardır (Holbrook ve Kolodner, 2000; Kolodner, 2000).

Öğrencilerin senaryodaki problemi tanımlamaları, probleme yönelik ihtiyaçlarını belirlemeleri ve araştırma-sorgulama yapmaları için onlara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

Sizce Ayşe'nin çözmesi gereken problem nedir? Grup arkadaşlarınızla tartışarak görüşlerinizi yazınız.

Bu problemi çözmek için neler biliyoruz? - Neleri bilmemiz gerekir?

Problemin çözümünde gerekli bilgileri araştırarak yazınız.

iii. Çözüm önerilerinin geliştirilmesi: Mühendislik tasarım sürecinin probleme yönelik olası çözümlerin geliştirilmesi aşaması için öğrencilerden problemin kriter ve sınırlılıklarına dikkat ederek çözüm önerilerini oluşturmaları istenmiştir. Bu etkinlikte ele alınabilecek kriterler; diğer organlara zarar vermeyecek niteliklere, ağrı kesici özelliğe ve kanın pıhtılaşmasına engel olacak özelliğe sahip olmasıdır. Bu etkinlikte ele alınabilecek sınırlılıklar ise; tasarımın ekonomik maddelerden ve etken maddesi doğada mevcut olan ürünlerden yapılması gerektiğidir. Nitekim gerçek hayatta karşımıza çıkan mühendislik tasarım problemlerinin tek bir doğru çözüm yolu yoktur (Brunsell, 2012; Silk ve Schunn, 2008). Bu aşama-

da mühendisler kriter ve sınırlılıklarını belirledikleri tasarım problemlerine yönelik çözüm önerileri geliştirmeye çalışırlar.

Bunun için bu çalışmada öğrencilere aşağıdaki yönergeler sunulmuştur:

*Probleme yönelik aklınıza gelen tüm çözüm önerilerinizi ayrıntılı olarak (şekil, şema, işlem, aşama, gerekli araç gereç, güvenlik önlemleri vb.) yazınız.*

1. Çözüm önerinizi ayrıntılı olarak yazınız.
2. Çözüm önerinizi ayrıntılı olarak yazınız.
3. Çözüm önerinizi ayrıntılı olarak yazınız.

iv. En iyi çözümün seçilmesi: Mühendisliğin amacı, tasarım problemlerindeki kriterleri karşılamanın ve kısıtlamaları yerine getirmenin birden fazla yolu olmasına karşın, probleme yönelik en iyi çözümü tasarlamaktır (NRC, 2012). Bu aşamada mühendisler, sundukları çözüm önerilerinin kriter ve kısıtlamaları ne düzeyde karşıladığının değerlendirmelidirler (Mentzer, 2011; Brunzell, 2012; NRC, 2012). Aslında problemin çözümünü en iyi şekilde karşılayabilmek için en önemli kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda diğer bazı kriter ve kısıtlamalardan ödün vererek (trade-off) karara varmaları, yani mühendisler gibi optimizasyon yapmaları gerekmektedir (ITEA, 2007; NAE ve NRC, 2009; NAGB, 2010; Brunzell, 2012; NRC, 2012; Silk ve Schunn, 2008). Bu doğrultuda mühendisler en uygun çözümü belirlemede ya olası çözümlerin güçlü yanlarını uygun şekilde bir araya getirecek yeni bir çözüm tasarlarlar, ya da farklı kriterler için uygun olan olası çözümlerin tüm avantaj ve dezavantajlarını karşılaştırarak mevcut koşullar bağlamında aralarından en uygun olana karar verirler (Mentzer, 2011; NRC, 2012). Bunları sağlayabilmek için en iyi çözümün seçilmesi aşamasında öğrencilere kriter ve sınırlılıkları en iyi karşılayan çözüm önerilerini seçmeleri konusunda yönerge sunulmuştur:

En iyi çözüm önerinizin ne olduğuna grup içerisinde problem bağlamında tartışarak karar veriniz ve ayrıntılı olarak (sınırlılıklar vs. göz önünde bulundurularak) açıklayınız.

Bu seçimden sonra öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirmek amacıyla çözüm önerilerini gerekçeleri ile birlikte sınıftaki arkadaşlarına sunmaları istenir. Bu sunum sırasında gruptaki diğer öğrencilerin bu çözüm önerilerini değerlendirirken bilimsel iletişim becerilerinin gelişmesi için problemi kriter ve sınırlılıkları ile birlikte bilimsel açıdan değerlendirmeleri istenir:

*Grupça karar verdiğiniz çözüm önerinizi diğer gruplarla paylaşınız.*

v. Prototipin yapılması: Prototip, probleme çözüm olacak kabul edilebilir tasarım ortaya çıkana kadar tasarımın / çözümün ayrıntılarını ortaya koyan, tasarımın yapımının ilerlemesini ve test edilmesini kolaylaştıran bir gösterimi ya da fiziksel, sanal, matematiksel bir modelidir (Hynes, vd., 2011, NRC, 2012). Prototipin yapılması aşamasında öğrencilerin seçtikleri en iyi çözüm önerisinin prototipini tasarlamak için plan oluşturmaları ve tasarımlarını gerçekleştirmeleri istenir:

*Ayşe'nin problemine seçtiğiniz en iyi çözüm önerinizi uygulayabilmek için yapılandırılmış bir plan hazırlayarak bir sonraki derse hazır geliniz.*

*Gerekli bütün materyalleri laboratuvarından alarak çözüm öneriniz için tasarımınızı oluşturunuz. Gerekli materyaliniz ya da malzemeniz yoksa öğretmeninizden yardım isteyiniz.*

vi. Çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi: Kabul edilebilir bir ürün ortaya konulana kadar prototip yapma işleminin tekrar edilmesi başarılı bir çözüm ortaya konulması açısından önemlidir (Koehler, Faraclas, Sanchez, Latif ve Kazerounian, 2005). Bu aşamada yapılan prototipin (tasarım çözümlerinin) kriter ve kısıtlamalara dayalı uygun testler geliştirilerek test edilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Değerlendirmeden sonra başarılı bulunmayan prototiplerin geliştirilmesi, düzenlenmesi ve test edilmesi sürecinin problem çözümünde başarılı oluncaya kadar tekrar etmesi gerekmektedir (Hynes, vd., 2011; Brunzell, 2012). Bu çalışmada çözümü test etme ve değerlendirme aşamasında öğrencilerin oluşturdukları tasarımları problemin kriter ve sınırlılıklarına dikkat ederek test etmeleri ve problemin çözümünde başarılı olup olmadığını belirlemeleri istenmiştir:

*Tasarımlarınızın problemi çözmede başarılı olup olmadığını test ediniz.*

*Tasarımlarınızın problemi çözmede başarısız olduğu durumda süreci gözden geçirerek tasarımlarınızı yeniden revize ediniz ve test ediniz. Bu süreci probleme çözüm buluncaya kadar devam ettiriniz.*

*Geliştirdiğiniz tasarımınızın kullanımına yönelik bir kullanım kılavuzu hazırlayınız (bunun için teknoloji, görseller vb kullanabilirsiniz).*

vii. Çözümün sunulması: Mühendislik tasarım sürecinin tamamında mühendisler işbirliği içerisinde çalışırlar ve bu süreci işletecek öğrencilerden de bu performans beklenmektedir (NRC, 2012). Sürece yönelik sunma aşamasında daha önemli gibi görünse de gruplar/bireyler süreçteki tüm aşamalarda iletişim halindedirler (Mentzer, 2011). Nitekim “problemin belirlenmesi” aşamasında kısıtlamalar ve kriterlere yönelik anlayışlarını, “test etme, değerlendirme, iyileştirme” sürecinde ise test sonuçlarını, iyileştirmelere yönelik kararlarını, bu kararları verme gerekçelerini paylaşırken iletişimde bulunurlar (NRC, 2012). Fakat sürecin sonunda gerçekleştirilen iletişim; tasarım çözümünün sunulması için probleme yönelik çözümün özellikleri, çözümün başarı kriterleri ve çözümün nasıl elde edildiği konuları üzerine gerçekleştirilir (Hynes, vd., 2011; NRC, 2012). Bu nedenle çözümün sunulması aşamasında yine öğrencilerin diğer gruplarla iletişimini gerçekleştirmek için çözüm önerilerini diğer gruplara sunmaları istenir:

*Oluşturduğunuz tasarımınızı problemi çözmeye ve kılavuzda belirttiğiniz özelliklere göre sınıf arkadaşlarınıza sununuz. (Dinleyici gruplar da sunulan tasarıma yönelik fikirlerini belirteceklerdir).*

viii. Tasarımın tamamlanması: En son aşamada ise öğrencilerin elde ettikleri bilgi ve deneyimleri başka durumlara uyarlamalarını teşvik etmek amacıyla tartışmalar yürütülebilir:

*Oluşturduğunuz tasarımınızın başka hangi problemlerin çözümünde kullanılabileceğini tartışarak yazınız.*

### 3. Etkinliğin uygulanması

Etkinlik 2015-2016 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Doğu Karadeniz’de bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği bölümünde Genel Kimya Laboratuvarı II dersine kayıtlı olan ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan 32 öğretmen adayının katılımı ile uygulanmıştır. Etkinliğe uygulanması için 8 ders saati ayrılmıştır. Etkinliği uygulayan öğrencilerin hiç birisi daha önceden STEM eğitiminde bilgi ve deneyime sahip olmadıkları için etkinliklerin uygulanmasından önce 2 ders saatlik zaman diliminde mühendislik tasarım süreci ayrıntılı olarak açıklanmış, genel olarak mevcut dersten farklı olarak ne yapacakları konusunda bilgilendirilmiştir. Öğrencilere yapılan bilgilendirme ile birlikte uygulamalar toplamda 10 ders saati (10x50 dakika) sürmüştür.

Mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinde grup çalışması yapılmasının girişimci, iletişim becerileri yüksek ve işbirliği içerisinde çalışabilen bireyler yetiştirmek açısından önemli olduğu ve 21. yüzyıl ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlandığı bilinmektedir (Kolodner, Crismond, Gray, Holbrook ve Puntambekar, 1998; Bybee, 2010; Bozkurt, 2014; Gülhan, 2016; Erdoğan, Corlu ve Capraro, 2013, Hacıoğlu, vd, 2016a). Bu nedenle bu çalışmada öğrencilerin problemi çözmeye sürecinde grup çalışmasının önemine vurgu yapılmıştır. Etkinliklerin yürütülmesi için öğrenciler dört ya da beş kişilik 7 gruba ayrılmışlardır. Grup oluşturma sürecinde öğrenciler grup arkadaşlarını kendileri belirlemişlerdir. Buna ek olarak süreç boyunca gruplar arası ve grup içi iletişim ve işbirliğinin sağlanması için öğrenciler teşvik edilmiştir.

Problemin tanımlanmasında öğrencilerin farklı kaynaklardan bilgi toplaması ve bu bilgilerin problemin çözümü için gerekliliği konusunda tartışmalar gerçekleştirip, sonuçlarını rapor etmesi önem arz etmektedir (NAE ve NRC, 2009; Mentzer, 2011; Brunzell, 2012; NRC, 2012). Bu çalışmada da öğrenci gruplarının süreci başarılı bir şekilde tamamlayabilmeleri için birden fazla bilgi kaynağından bilgi toplamaları konusunda teşvik edilmiştir. Ayrıca bu aşamada öğrencilerin mühendisler gibi davranarak probleme yönelik var olan çözümlerin araştırılması, deneysel veriler toplanması ve alternatif çözümlere yönelik beyin fırtınası oturumları şeklinde yaklaşımları uygulamaları beklenir (NAE ve NRC, 2009; NAGB, 2010; Mentzer, 2011; Brunzell, 2012; NRC, 2012). Bu çalışmada da öğrencilerin grup eşliğinde mühendis ve bilim insanı gibi davranarak probleme yönelik çözüm önerileri sunmaları sağlanmıştır.

Probleme en uygun çözümün belirlenmesi aşamasında öğrencilerin en uygun çözüme karar vermesi için detaylı analiz ve uygun değerlendirme yaklaşımlarını kullanmaları gerektiği vurgulanmaktadır. Özellikle test etme ve değerlendirme aşamasında öğretmen iyi bir rehber olmalı ve öğrencilerin süreci yap-boz, deneme-yanılma şeklinde yürütmeleri için sürekli uyarılarda bulunmalıdır (Leonard ve Derry, 2014; Roth, 2001; Hacıoğlu vd. 2016b). Grupların bilimsel bilgi çerçevesinde ve problem bağlamında süreci yönetmelerine dikkat edilmelidir. Bu çalışmada da öğrenciler problem çözümünde başarısız ya da yetersiz olduklarında grup tartışması yaparak süreci değerlendirmeleri istenmiştir. Bunu yaparken de sınıf arkadaşlarından fikir almaları sağlanmıştır. Buna ek olarak öğrencilerin problemin çözümünde başarısız olma durumunda öğretmen tarafından yeniden tasarlama/revize etme aşaması için hangi sürece geri dönmeleri gerektiği konusunda tartışmaları sağlanmıştır.

Probleme yönelik çözümün sunulması aşamasında öğrenci grupları farklı içerikte aspirin türevi bileşimler ve farklı içeriklerde C vitamini içeren bileşimler oluşturmuşlar ve oluşturdukları tasarımlarını sunmuşlardır. Tasarımlarını sunarlarken yaptıkları araştırmaları, problemin çözümü için kullandıkları maddelerin kimyasal özelliklerini, oluşturdukları bileşimlerde bu maddelerin nasıl bir değişime uğradığını ve tasarımlarının problem çözümüne nasıl hizmet edeceğini



açıklamışlardır. Tüm süreci değerlendirmişlerdir. Bu aşamada öğrencilerin işbirliği ve iletişim becerilerinin gelişmesi için tasarımlarını diğer gruplarla paylaşmaları sağlanmış olup, yazılı iletişim becerilerinin gelişmesini sağlamak için ise tasarımına yönelik kullanım kılavuzu hazırlamaları ve sunmaları istenmiştir.



**Şekil 2. Etkinliğin uygulanma sürecinden bazı görseller**

Etkinliklerin yürütülmesinde ilk iki ders saati problemin belirlenmesi, çözüm önerilerinin sunulması ve en iyi çözümün belirlenerek sunulması aşamasına ayrılmıştır. Sonraki dört ders saati boyunca öğrenciler tasarımı gerçekleştirip test etmişler ve revize etmişlerdir. Daha sonraki iki ders saati boyunca tasarımlarını sunmuşlar ve tüm süreci değerlendirmişlerdir. Etkinliğin uygulanma sürecinden bazı görseller Şekil 2’de verilmiştir.

Bu araştırmada problemin çözüm sürecinin öğrencileri günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri bir problem durumuyla karşı karşıya bırakarak yaratıcı problem çözme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Mühendislik tasarım sürecinin içerisinde bilimsel araştırma sorgulama sürecinin de dahil edilmesiyle öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, süreçte en iyi çözüm önerilerinin kriter ve sınırlılıklar bağlamında belirlenmesi, çözüm için uygun materyal ve malzemelerin seçilmesi ve tasarımlarını test ederken ve süreci değerlendirirken karar verme durumuyla karşı karşıya bırakıldıkları için karar verme becerilerinin işe koşulması hedeflenmiştir.

#### **4. Etkinliğin pilot uygulama ve uzman görüşleri doğrultusunda düzenlenmesi**

Hazırlanan STEM etkinliği ile ilgili olarak 5 uzmandan görüş alınmıştır. Uzmanlardan gelen dönütlere göre etkinlik üzerine çeşitli düzenlemeler yapılmıştır.

Uzman görüşlerinden birisi problem durumuna yönelik çözüm önerilerinin sadece aspirin ile sınırlı olduğu konusunda idi. Fakat bilgiye en kolay ulaşım araçlarından biri olan internetin arama motorlarında araştırma yapıldığında dahi söğüt ağacı kabuğunun özütünün, C vitamininin içeriğinin de aspirin gibi kan sulandırma özelliği olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum bir farmakolog ve bir biyoloğa danışılarak teyit edilmiştir. Nitekim öğrenciler de bu çözüm önerilerini pilot uygulamalar esnasında sunmuşlardır. Ayrıca aspirin yapmaya karar veren öğrenciler bileşenleri ve kullanacakları maddelerin oranlarını internetten hazır bulmalarının önüne geçmek için problem durumunda verilen ekonomik ve doğada bulunan malzemelerden oluşturulması sınırlılığı sık sık hatırlatılmış ve bununla ilgili açıklamalar yapılmıştır.

Etkinlik hazırlanırken başlangıçta problem durumunda kan sulandırıcı ilaca vurgu yapabilmek için kalp krizi riskini azaltan ve kanı sulandıran ifadeleri bulunmakta idi. Fakat uzman görüşlerinden bir diğerinde problem durumunda verilen kalp krizine yapılan vurgunun yerine kan pıhtılaşmasına olan vurgunun daha fazla yapılması gerektiği yer almakta idi. Uzman önerisi doğrultusunda problem durumu yeniden düzenlenmiştir.

Bir başka uzman görüşü ise oluşturulması hedeflenen kan sulandırıcı ilaçlardan aspirinin mideye zararlı olması nedeniyle bu sınırlılığın problem durumundan çıkarılması gerektiğini önermiştir. Pilot uygulama sırasında öğrenciler bu sınırlılığı en iyi çözüm önerisini belirlerken dikkate almışlar ve bu sınırlılığı, tasarımlarının probleme yönelik birçok kriteri karşıladığı için görmezden gelmişlerdir. Fakat uygulama yapılacak diğer gruplar için nihai etkinlikten oluşturulacak olan

tasarımın mideye zarar vermemesi gerektiği sınırlılığının çıkarılması önerilmektedir.

Uzman görüşlerinden bir diğeri ise çözüm önerilerinin, problem olan kanı sulandırma özelliğine yönelik test etme aşamasının ders/laboratuvar ortamında gerçekleştirilemeyeceğine ilişkindir. Ancak etkinlikte okul-çevre işbirliğini sağlamak amacıyla ilin kan bankasından atıl kan temin edilmiştir. Bir süre bekletilip pıhtılaşan kan ile öğrencilerin tasarladıkları ilaç etkileştirilip, problemde yer alan pıhtıyı giderip gidermediği test edilmiştir. Bu aşamada gerekli sağlık önlemleri alınmıştır. Örneğin öğrencilere eldiven, maske, önlük kullanımı konusunda uyarılar yapılmış ve pilot uygulama esnasında bunlara dikkat edilmiştir. Öğrenciler de tasarımlarını test edebilmişlerdir. Etkinliği uygulayacak öğretmenlerin de bu duruma dikkat etmeleri önerilmektedir.

Etkinlikte yer alan “10. Tasarımlarınızın problemi çözmeye başarısız olduğu durumda süreci gözden geçirerek tasarımlarınızı yeniden oluşturunuz ve test ediniz. Bu süreci probleme çözüm buluncaya kadar devam ettiriniz.” ifadesinde yer alan “tasarımlarınızı yeniden oluşturunuz.” ifadesi sürecin baştan işletilmesi gerektiği yanlış anlaşılması ihtimaline karşı “tasarımınızı yeniden revize ediniz” ifadesi ile değiştirilmiştir. Bu yanlış anlaşılmanın önüne geçmek için uzman görüşü doğrultusunda pilot uygulama esnasında yürütücü araştırmacı, öğrencilere mühendislik tasarım sürecinin döngüsel olduğunu ve işlemlerin sıralı olmasının zorunlu olmadığını vurgulamıştır. Bu nedenle pilot uygulamada bu durumla ilgili sorun yaşanmamıştır. Öğrenciler gerekli gördükleri aşamaya geri dönmüşler ve süreç döngüsel yürütülmüştür. Fakat araştırmacının aktarılabilişliğini arttırmak için etkinliğin nihai formunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Etkinlikte yer alan “14. Aşye'nin problemine seçtiğiniz en iyi çözüm önerinizi uygulayabilmek için yapılandırılmış bir plan hazırlayarak bir sonraki derse hazır geliniz.” yönergesine yönelik uzman görüşünde “Bunun bir sonraki derste yapılacak olması, durumun içerisine ailelerin dahil olması, hatta tasarımı ve madde seçimini tamamen ailelerin yapmasına neden olur” ifadesi yer almaktadır. Fakat bu uygulamaların iki hafta süreceği düşünülüğünde öğrencilerin süreçten uzaklaşmaması için yönergede bu ifadeye yer verilmiştir. Pilot uygulamalarda öğrenciler üniversite düzeyinde olduğundan ailelerin sürece dahil olması ihtimaliyle karşılaşmamıştır. Fakat etkinlik farklı sınıf düzeylerine uyarlanırken bu ifadenin düzeltilmesi gerekliliği gözden kaçırılmamalıdır.

### 3. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, bir STEM etkinliğinin geliştirilme aşamaları detaylıca sunulmuştur. Etkinliğin geliştirilmesinde mühendislik tasarım temelli fen eğitimine uygun olarak hazırlanmış STEM etkinliğinin özellikleri ve süreçte uygulamanın nasıl yapıldığı da tanıtılmıştır. Bununla birlikte bu araştırmada, sadece bir STEM etkinliği örneği ve geliştirilme süreci tanıtıldığı için, öğrencilerin konuyla ilgili kavramları anlamalarına, üst düzey becerilerine ve motivasyonlarına etkilerine dair somut kanıt sağlamada sınırlılıklara sahiptir. Bu nedenle, bu alanlardaki etkililiğini karşılaştırmalı bir şekilde incelemek için daha fazla araştırma yapılmalıdır.

Bu araştırma sonucunda öğrenciler gerçek yaşamlarında karşılaşılabilecekleri bir problem olan kanın aşırı pıhtılaşması problemini çözmek için pıhtı önleyici bir ilaç yapımını ve mühendislik tasarım temelli fen eğitimini deneyim edinme fırsatı sağlamışlardır. Bununla birlikte bu deneyim onların bu alandaki gelişmeleri takip etmelerini desteklemiş olabilir. Sadece bir uygulamanın öğrencilerin ilgilerini ve yönelimlerini belirlemede yeterli olmadığına inanılmaktadır. Öğrencilerle daha fazla ve farklı uygulamalarla onların yönelimlerini ve başarılarını belirlemek bir başka araştırmanın konusunu oluşturabilir.

STEM eğitim yaklaşımının Türkiye’de yeni olması ve uygulayıcı olan öğretmenlerin bu yaklaşıma yönelik etkinlikleri nasıl uygulayacaklarına dair endişe yaşamaları uygulanmış etkinlik örneklerinin sunulmasına ihtiyaç olduğunun bir göstergesi kabul edilebilir. Bu çalışmada da etkinliğin ayrıntılı olarak sunulmasının araştırmacıların, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu endişelerinin azaltması noktasında faydalı olacağına inanılmaktadır. Ayrıca yeni olan STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili bir uygulamanın tanıtılmasının alana ilgi duyan araştırmacıların, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının erişimine sunulması da oldukça önemlidir. Böylece araştırma kapsamında geliştirilen STEM etkinliğinin sunulmasının STEM bilgi havuzuna katkı sağladığı söylenebilir. Bunun yanı sıra bu etkinliğin çeşitli bölümleri örneklemine ilgi ve ihtiyaçlarına göre değiştirilebilir.

### 4. Kaynakça

- Aydın, E., & Karslı Baydere, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52. DOI: <https://doi.org/10.7822/omuefd.439843>.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bozkurt-Altan, E. (2018). Disipliner yapıdaki derslerde STEM eğitimi: Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları. *Kuramdan Uygulamaya STEAM Eğitimi (2. Baskı) içinde (165-202)*. Ankara: Pegem Akademi.

- Bozkurt-Altan, E., Yamak, H., & Buluş-Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- 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. doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996. doi: 10.1126/science.1194998.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In Brunsell, E. (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA].
- Chiu, A., Price, A. C., & Ovrhim, E. (2015). *Supporting elementary and middle school STEM education*. Chicago: Museum of Science and Industry. [https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science\\_leadership\\_initiative/SLI\\_Lit\\_Review.pdf](https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science_leadership_initiative/SLI_Lit_Review.pdf)
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Culver, D. E. (2012). *A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K-12 engineering education*. Graduate Theses, Iowa State University Ames, Iowa. <http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3895&context=etd>.
- Dugger, W. (2010). Evolution of STEM in the United States. In *Technology Education Research Conference*. Queensland.
- Dym C.L. (1994). *Engineering: A synthesis of views*. New York: Cambridge University Press.
- Eger, J. (2013). STEAM... Now!. *The STEAM Journal*, 1(1), 8.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Erdogan, N., Corlu, M. S., & Capraro, R. M. (2013). Defining innovation literacy: Do robotics programs help students develop innovation literacy skills? *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-9.
- Freeman, K. E., Alston, S. T., & Winborne, D. G. (2008). Do learning communities enhance the quality of students' learning and motivation in STEM? *Journal of Negro Education*, 77(3), 227- 240.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016a). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. In Ö. Demirel, & S. Dinçer (Eds.), *Eğitimde nitelikler arayışı* (pp. 283-302). Pegem Yayınları: Ankara. <http://dx.doi.org/10.14527/9786053183563>.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016b). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 602-620. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447
- Gülhan, F. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2017). The opinions of prospective science teachers regarding STEM education: The engineering design based science education. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 649-684.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016a). Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. ERPA International Congresses on Education 2016 (Sözlü Sunum). Saray-bosna. [https://www.erpacongress.com/upload/dosya/erpa-international-congresses-on-education2016\\_1576165d518935.pdf](https://www.erpacongress.com/upload/dosya/erpa-international-congresses-on-education2016_1576165d518935.pdf)
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016b). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807-830.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, M. R. (2015). In-service teachers' implementation of and understanding from project-based learning (PBL) in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning, *Eurasia Journal of Mathematics, Science ve Technology Education*, 11(1), 63-76.
- 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.
- Holbrook, J., & Kolodner, J. L. (2000). *Scaffolding the development of an inquiry-based (science) classroom*. In B. Fishman & S. O'Conner-Divelbiss (Edt.), *Proceedings, International Conference of The Learning Sciences 2000 (ICLS)*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds). National Academy of Engineering and National Research Council (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington DC: The National Academies Press.
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing%20Engineering%20Hynes.pdf>
- International Technology Educators Association/International Technology and Engineering Educators Association [ITEA]. (2000/2002/2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: Author.
- Karslı, F., Kocaman, K., Hacıoğlu, Y. & Şahin, Ç. (2016). *Graduate Students' Views About The Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Education*. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, Turkey.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3).
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998). *Learning by design from theory to practice*. <http://www.cc.gatech.edu/projects/lbd/htmlpubs/lbdtheorytoprac.html>
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.
- Koehler, C., Faraclas, E., Sanchez, S., Latif, K., & Kazarounian, K. (2005). *Engineering frameworks for a high school setting: guidelines for technical literacy for high school students*. Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition. June, 2005. Washington, DC: American Society for Engineering Education.

- Leonard, M. J. (2004). *Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom*. National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, B.C.
- Leonard, M., & Derry, S. (2011). "What's the science behind it?" *The interaction of engineering and science goals, knowledge, and practices in a design-based science activity*. (Sözlü sunum). WCER Working Paper (No. 2011-5). University of Wisconsin–Madison.
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum? *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
- Maeda, J. (2013). STEM+ Art= STEAM. *The STEAM Journal*, 1(1), 34.
- Marulcu, İ. (2010). *Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines*. Doctoral dissertation, Lynch School of Education, Boston College.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle school science through design based learning versus scripted inquiry: better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, January, 97(1), 71-85.
- Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary students' perceptions of assessments in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 219-227. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1070a>
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Basım Evi
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. <https://www.partnersforpubliced.org>
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering [NAE]. (2010). *Standards for K-12 engineering education?* Washington, DC: National Academies.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523.
- Platz, J. (2007). How do you turn STEM into STEAM? Add the arts. *Ohio Alliance for Arts Education*. <http://www.ikzadvisors.com/wp-content/uploads/2009/09/STEM-+-ARTS-STEAM.pdf>
- Rehmat, A. P. (2015). *Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: A problem-based learning approach for STEM integration*. UNLV Theses, Dissertations, Professional Papers, and Capstones. 2497. <http://digitalscholarship.unlv.edu/thesesdissertations/adresinden/alınmıştır>.
- Ricks, M. M. (2006). *A study of the impact of an informal science education program on middle school students' science knowledge, science attitude, STEM high school and college course selections, and career decisions*. PhD Thesis. The University of Texas, Austin.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, May/June 2012. <http://www.iteaconnect.org/mbr-only/Library/TTT/TTTe/04-12roberts.pdf>
- Roth, W. M. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.
- Saad, M. E. (2014). *Progressing science, technology, engineering, and math (STEM) education in North Dakota with near-space ballooning*. Master Thesis. Master of Science Grand Forks, North Dakota.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299-327.
- Sampurno, P. J. Sari, Y. A., & Wijaya, A. D. (2015). Integrating STEM (science, technology, engineering, mathematics) and disaster (STEM-D) education for building students' disaster literacy. *International Journal of Learning and Teaching*, 1(1), 73-76.
- Silk, E. M., & Schunn C. D. (2008). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting, *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 209-223.
- Tarnoff, J. (2010). STEM to STEAM—Recognizing the value of creative skills in the competitiveness debate. *The Huffington Post*. Retrieved from [http://stematehs.pbworks.com/w/file/46306554/STEM2STEAM\\_Creativity.pdf](http://stematehs.pbworks.com/w/file/46306554/STEM2STEAM_Creativity.pdf)
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, Ş. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal Technology Design Education*, 23(1), 87-102.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.
- Williams, J. (2011). STEM education: proceed with caution. *Design and Technology Education*, 16(1), 26-35.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTEMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.