



Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimi Etkinlik Örneği: Bekleme Yapma Etkinliği

Bülent Aydoğdu¹, Ethem Kazancı^{2*}, Ahmet Kurban³, Hüma Karabacak⁴, Melike Savaş⁵, Şeyda Gürel⁶
Öz

Bu araştırmada bir STEM etkinliğinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu etkinliği 2021-2022 eğitim öğretim yılı güz döneminde STEM eğitimi dersi alan yüksek lisans öğrencileri gerçekleştirmiştir. Etkinliğin geliştirilmesi süreci problem durumunun ve konunun belirlenmesi ile başlamıştır. Etkinliğin konusu belirlenirken Milli Eğitim Bakanlığı'nın yayınladığı Ortaokul Programlarından yararlanılmıştır. Konuyu seçerken günlük yaşama uygun bir konu olmasına özen gösterilmiştir. Aynı zamanda konunun öğrenci seviyesine uygun olup olmadığına ve bu konuya ayrılan ders saati süresine de dikkat edilmiştir. Bütün bunların kapsamında "Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları" konusu ile ilgili yürütülen "Bekleme Yapma" adlı etkinlik seçilmiştir. Günlük yaşamla ilişkili olarak araçların trafik ışıklarında dur-kalk yaparken ne kadar karbon salınımı yaptıkları araştırılmıştır ve STEM etkinliği hazırlanmaya başlanmıştır. Etkinliğin hazırlanma sürecinde STEM disiplinleriyle ilgili bilgileri ve mühendislik tasarım süreci aşamalarından yararlanılmıştır. Etkinliğin tasarım geliştirme sürecinde ise pazarlama ve girişimcilik becerileri yer almıştır. Yapılan etkinliğin günlük yaşamda insanları hem ekonomik yönden olumlu etkileyeceği hem de hava kirliliği azaltabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi, Mühendislik Tasarım Süreci, STEM Disiplinleri, Bekleme Yapma

An Example of The Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education Activity: No Loitering

Abstract

This research aims to develop a STEM activity. This event was carried out by graduate students who took STEM education courses in the fall semester of the 2021-2022 academic year. The development process of the activity first started with the determination of the problem situation and the subject. While determining the subject of the activity, the Secondary Education Programs published by the Ministry of National Education were used. In addition, while choosing a topic, care was taken to ensure that it was a topic suitable for daily life. At the same time, attention was paid to whether the subject was suitable for the level of the student and the course time allocated to this subject. Within the scope of all these, the activity called "Don't Wait", which was carried out on the subject of "Matter Cycles and Environmental Problems", was chosen. In relation to daily life, the amount of carbon emissions that vehicles make when stopping and starting at traffic lights according to their brands has been researched and STEM activity has begun to be prepared. During the preparation of the event, information about STEM disciplines and the stages of the engineering design process were used. Marketing and entrepreneurship skills were included in the design development process of the event. It is thought that the activity will affect people both economically and reduce air pollution in daily life.

Key Words: STEM Education, Engineering Design Process, STEM Disciplines, No Loitering

¹Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye, baydogdu@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1989-6081

^{2*} **Corresponding Author** Lisansüstü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye, ethemkazanci@yandex.com, ORCID: 0000-0002-7070-0286

³Lisansüstü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye, kurban_065@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-4159-7830

⁴Lisansüstü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye, humakarabacak03@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9057-2683

⁵Lisansüstü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye, savas.melike03@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7206-4108

⁶Lisansüstü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye, seyda-gurel@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-2181-5690

Giriş

Yaşadığımız çağda insanlar, toplumlar hatta ülkeler gelişimlerini artık teknolojik alanlarda sürdürmek zorunda olduklarını anlamışlardır. Son yıllarda bilim ve teknoloji hızlı bir şekilde gelişmekte olup bu gelişime ayak uydurmak gerekmektedir. Teknolojinin ve bilimin hızlı gelişiminde fen eğitimcilerine büyük rol düşmektedir. Fen eğitimcileri problem çözen, yaratıcı ve eleştirel düşünen bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadırlar ve aynı zamanda teknolojiyi öğrencilere sevdirmeleri gerekir. Bu şekilde yetişen bireyler sayesinde diğer ülkelerle birçok alanda rekabet edileceği düşünmektedirler. Ülkelerin uyguladıkları eğitim politikalarında fen okuryazarı bireyler yetiştirmeyi hedeflemişlerdir. Bireylerin bu özellikte yetiştirilmesinde en önemli faktör öğretmenlerdir. Bu yüzden öğretmenlerin yenilikleri takip eden kendini geliştiren eğitimciler olması gerekmektedir. (Arslan & Özpınar, 2008)

Öğretim programlarının da gelişen çağa uygun bir şekilde güncellenerek zenginleştirilmesi de kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamda, fen bilimleri öğretim programı 2018 yılında güncellenerek beceri öğrenme alanında yer alan bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerileri yanına mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018). Son yıllarda birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de ilgi gören STEM öğretim programı bunlardan biridir. STEM eğitimi kapsamında; öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerine katkı sağlamak, STEM disiplinlerini birbiriyle ilişkili bir şekilde yapılandırmak ve öğrendiklerini aktarmalarını sağlamak için 5E öğrenme halkası modelinin kullanılması ve entegre edilmesi önemli bir girişim olarak değerlendirilebilir. 5E öğrenme halkası modeli STEM eğitimi en uygun şekilde uygulanabildiği yöntemlerin başında gelir (Yıldırım & Selvi, 2018)

5E öğrenme halkası modelinde yer alan her bir "E" farklı aşamaları ve bu aşamaların İngilizce baş harflerini belirtmektedir. Bu aşamalar sırayla, giriş (engage), keşfetme (explore), açıklama (explain), derinleştirme (elaborate) ve değerlendirme (evaluate) şeklindedir (Türkmen & Usta, 2007). 5E öğrenme halkası modelinin en önemli bölümlerinden biri ilk basamak olan Giriş aşamasıdır. Bu bölümde öğrencilerin ön bilgileri merak uyandırılarak ortaya çıkartılmaya çalışılır. Keşfetme aşamasında ise öğrenci sorgulama yolu ile merak ettiği sorulara cevaplar aramaya başlar. Açıklama aşamasında, öğrenciler keşfetme basamağında elde ettikleri bilgileri veya deneyimleri öğretmen rehberliğinde açıklamaya çalışırlar. Derinleştirme aşamasında elde edilen bilgiler öğrenciler tarafından yeni durumlara uyarlama ve günlük yaşamda kullanma fırsatı bulur. En son basamak ise Değerlendirme aşamasıdır. Dersin başında belirlenen amaç-kazanımlara hangi oranda ulaşıp ulaşılmadığı alternatif ölçme ve değerlendirme teknikleri kullanılarak tespit edilir. Bu aşamanın iki farklı yönü bulunmaktadır. Öğrencinin öğrenme durumunu ve gelişimlerini ortaya çıkarılarak geri dönüt almaları sağlanır. Hem de öğretmenin öğretim hedeflerine ne derecede ulaştığını görmesi sağlanır (Öztürk, 2013)

5E öğrenme halkası modelinin farklı yöntemler veya metotlarla zenginleştirilerek uygulanabileceği eğitim anlayışı STEM eğitiminde yaygın olarak kullanılabilir (Büyükkarcı, 2019). 5E öğrenme modeli, STEM'in disiplinleri arasındaki bağlantıyı kurmaları için ders planlamayı kolaylaştıran bir yaklaşımdır (Çiftçi, Topçu, & Foulk, 2022).

STEM Eğitimi

STEM olarak bilinen fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ilişkisi içinde günümüzde gelişmiş ülkelerdeki okullarda verilen eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitimi geleneksel eğitim anlayışından çok çağdaş eğitim sisteminin öğrencilere kazandırdığı eleştirel düşünme, problem çözme, üst düzey düşünme becerileri kazandıran bir yaklaşımdır (Biasutti & EL-Deghaidy, 2014).

STEM çalışmaları, Amerika, Çin, Kore ve İngiltere başta olmak üzere pek çok ülkede artış göstermiştir (Yıldırım, 2016). Özellikle son yıllarda Türkiye'de de STEM çalışmalarına (makale, proje,

tez, bildiri vb.) yer verildiği görülmüştür. Bu bağlamda, STEM eğitiminin ulusal ölçekte yansımaları değerlendirilen çalışmalarda hızlı bir artış görülmektedir (Çepni, 2018)

Alanyazın incelendiğinde STEM eğitimi alanında birçok çalışmanın yürütüldüğü görülmektedir (Aslan & Bektaş, 2019); (Aydın Günbatır, Tarkin Çelikkıran, Selcan Kutucu, & Ekiz Kıran, 2018); (Bozkurt Altan, Yamak, & Buluş Kırıkkaya, 2016); (Çetin & Balta, 2017); (Er & Acar, 2020) (Gökbayrak & Karışan, 2017); (Hacıoğlu, 2017); (İnançlı & Timur, 2018); (Kınık Topalsan, 2018); (Özçakır Sümen & Çalışıcı, 2016); (Radloff & Guzey, 2016); (Üçüncüoğlu & Bozkurt Altan, 2018). Özçakır Sümen ve Çalışıcı (2018) tarafından yapılan çalışmada, bir çevre eğitimi dersinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi yaklaşımını uygulamayı amaçlamıştır. Araştırma, Sınıf Öğretmenliği lisans programının ikinci yılında okutulan çevre eğitimi dersinin bir parçası olarak STEM etkinliklerinin araştırmacılar tarafından tasarlanmasına ve uygulanmasına yöneliktir. Çalışma sonuçlarından, öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin zengin bir kavramsal yapıya sahip oldukları ve STEM alanlarını hem birbirleriyle hem de çevre eğitimi ile ilişkilendirdikleri belirtilmiştir. Araştırmacılar, etkinliklerin ardından yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının STEM eğitimi verimli, akılda kalıcı ve eğlenceli bulduklarını belirttiklerini vurgulamışlardır (Özçakır Sümen & Çalışıcı, 2016). Günlük hayatta ki en büyük problemlerimizden olan ve hepimizi yakından ilgilendiren hava kirliliğini önleyici bir tasarım geliştirmeye yönelik yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda çalışmanın, literatüre katkı sağlayıcı nitelikte olduğu söylenebilir.

Bu araştırmada, şehir içi kavşaklarda trafik yoğunluğu ve hava kirliliğini problemlerine “STEM eğitimleri yaklaşımları dikkate alınarak mühendislik süreçleriyle beraber nasıl proje geliştirilir? Geliştirilen projede yapılacak etkinliğin “Etkinliğin uygulanma sürecinin nasıl işleneceği” sorusuna cevap aranmıştır.

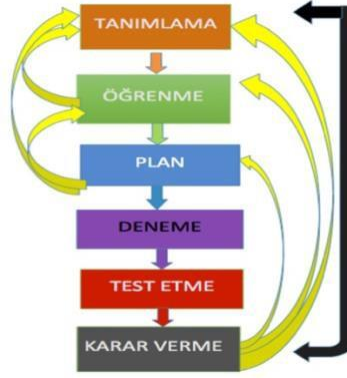
YÖNTEM

Bu araştırma örnek bir STEM etkinliğinin geliştirilmesi sürecini detaylı olarak sunan bir çalışmadır. Araştırmanın yöntemi tasarım temelli araştırma yöntemidir (McKenney & Reeves, 2013). Tasarım yoluyla öğrenme, hem bilim hem de tasarım becerilerini kullanarak doğal ve anlamlı bir alan sağlar. Tasarım fikirlerinin işe koşulmasını, öğrencilerin bilim içeriğine ilişkin eksik ve zayıf kavramları belirlemeleri ve kavram hatalarını ayıklamaları için fırsatlar sağlar; tasarımın yinelemeli doğası yoluyla kavramları uygulama ve test etme fırsatları sağlar. Ayrıca tasarımın işbirlikçi doğası, ekip çalışması için fırsatlar ve fikirler oluşturarak sonuçların iyi bir şekilde iletilmesi ihtiyacını sağlar (Kolodner, 2002).

1. STEM Etkinliğinin Hazırlanması

STEM disiplini gerçek hayat problemlerini çözmek için bilimsel matematiksel mühendislik disiplinlerinin anlamlı bir şekilde harmanlandığı önemli bir disiplindir (Atman, ve diğerleri, 2013) (Cantreel, Pekcan, Itani, & Velasquez Bryant, 2006); (Ulusal Araştırma Konseyi (NRC), 2010, 2012)). Etkinliğin hazırlanma sürecinde Mühendislik Tasarım Süreci basamakları adım adım uygulanmıştır (Moore, ve diğerleri, 2014). Öğrenciler günümüz problemlerini anlayabilmeli ve bu problemlere çözümler üretebilmelidir. Bu noktada onlara STEM disiplinlerini ve mühendisliği anlamlı bir şekilde zengin, ilgi çekici ve motive edici içerikle bütünleştiren modüller sunulmalıdır (Moore, ve diğerleri, 2014). STEM eğitimi, genellikle öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine katıldığı ve matematik, teknoloji ve/veya bilimin entegrasyonu ve uygulanması yoluyla anlamlı öğrenmeyi deneyimlediği bir öğretim yaklaşımı olarak kullanılır (Moore & Smith, 2014). STEM çalışmalarının temelini oluşturan mühendislik tasarım süreci aşağıda verilen aşamalara uygun olarak kullanılmıştır.

(Bkz şekil 1)



Şekil 1. Mühendislik Tasarım Süreci (Moore, ve diğerleri, 2014)

STEM eğitimini konu alan çalışmalar incelendiğinde “enerji dönüşümleri ve çevre bilimi” konusunun öğretiminde hava kirliliğinin önlenmesine yönelik akıllı trafik sistemi ile ilgili bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Buradan yola çıkarak mevcut çalışma planlanmıştır.

Bu çalışmada yüksek lisans öğrencilerinin STEM etkinlikleri tasarımları ve mühendislik tasarım sürecini yürütebilecekleri bir etkinlik geliştirmeleri amaçlanmıştır. Bunun için öncelikle günlük hayattan bir problem belirlenip, ardından konu belirlenerek sürece başlanmıştır.

1.1 Tanımlama

Etkinlik konusu belirlenirken Fen Bilimleri dersinin 8.sınıf konusu olan enerji dönüşümleri ve çevre bilimi konusunu STEM eğitimi yaklaşımı ile mühendislik tasarım sürecinin de dâhil edilip, günlük yaşamla ilişki kurulmuş ve sağlık, temizlik ve çevre konuları göz önüne alınmıştır. Çevre sorunlarından hava kirliliği üzerinde durulmuştur. Özellikle trafikten kaynaklanan hava kirliliği sorunu göz önüne alınmıştır. Bunun üzerine STEM eğitimi uygulayabilmek için günlük yaşam probleminin kurulması önemlidir. Problem tasarlandığında çözüm ve çözüm önerilerinin neler olabileceği ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. Bunun akıllı trafik sistemi ile çözülebileceği fikri ortaya atılmıştır.

Günlük yaşamda karşımıza çıkabilecek bir problem durumu ve bu probleme çözüm aramak için bir problem senaryosu belirlenmiştir. Burada amaç, öğrencilerin verilen senaryodan problemi belirlemek ve bu probleme cevap aramaktır. Araştırmacılar dikkat çekici bir problem durumu oluşturmak amacıyla güncel yaşamdaki gerçek verilerden yararlanarak aşağıdaki problem senaryosu belirlemiştir.

1.1.1 Bilgi Temelli Yaşam Problemi



Gülce her sabah babası ile beraber arabalarıyla okula gitmektedir. Bir gün önce Fen Bilimleri

dersinde çevre kirliliği ile ilgili derste öğrendiklerini babasına anlatmaya başlamıştı. Gülce derste öğrendiği bu durumda araç egzozlarından çıkan gazın çevreyi çok kirlettiği ve bu gazın sera etkisine neden olduğudur.

Gülce babasıyla okula giderken her sabah Haşhaş Kavşağı'ndan geçerken ışıklarda çok fazla beklediklerini fark ediyor ve egzozdan çıkan ekstra gazın havayı daha fazla kirletebileceğini babasıyla paylaşıyor. Bu duruma nasıl bir çözüm bulabileceği konusunda düşünmeye başlıyor.

-Arabaların ışıklarda bekleme süresini azaltmak egzoz salınımını azaltır mı?

-Arabaların kavşaklarda dur-kalk yapması hava kirliliğini nasıl etkiler?

-Arabaların ışıklarda bekleme süresini azaltmak yakıttan tasarruf sağlar mı?

1.2 Öğrenme

Bu basamakta problem durumunun çözümüne yönelik ihtiyaçlar belirlenmiştir. Buna yönelik "Problemi çözmek için nelere ihtiyacım var?" ve "Araba egzozundan çıkan karbon salınımını azaltmak için ne gibi önlemler almalıyım?" sorularına cevap aranmaktadır. Gerekli olan ders kazanımları Ek1' de detaylı olarak anlatılmıştır. STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecinin öğretilmesi, öğrencilerin eleştirel düşünme ve takım oluşturma becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir ve STEM konularının entegrasyonu için bir platform sağlar (Wicklein, 2006).

1.3 Plan Yapma

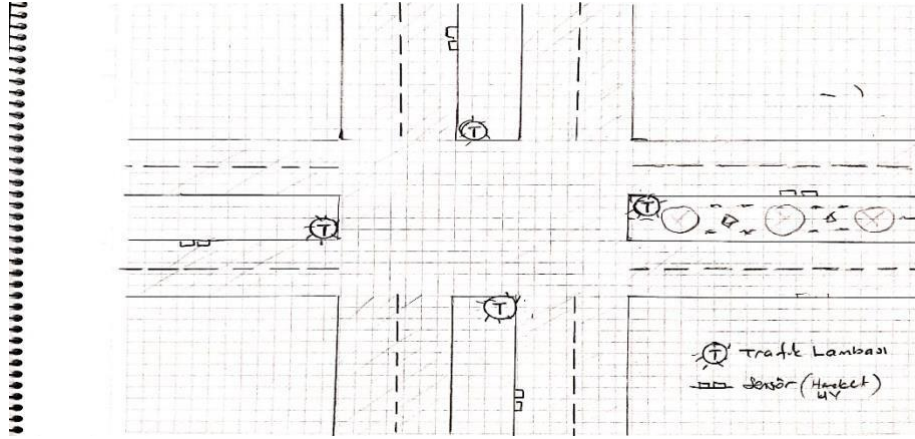
Bu basamakta problem sorularının çözümüne yönelik bireysel olarak ya da grup çalışması halinde yüksek lisans öğrencilerinin fikirlerini alınmış ve çözüm önerileri sunmalarını beklenmiştir.

STEM eğitiminde yeterli düzeyde bilgi sahibi olmaları için öğrencilere 7 haftalık ders saati sürecinde teorik ders verilmiş ve mühendislik tasarım süreci detaylı şekilde açıklanmıştır. Etkinlik tasarım süreci ve sunum için 7 haftalık ders saati süresi ayrılmıştır.

Fen Bilimleri Eğitimi Yüksek Lisans öğrencileri tarafından geliştirilen STEM etkinliğinin süreci ilk olarak Milli Eğitim Bakanlığının belirlediği İlköğretim Programlarındaki kazanımlardan yararlanarak günlük yaşamla ilişkili bir konu belirlenmiştir. Seçilen bu konu senaryolaştırılarak bilgi temelli yaşam problemi oluşturulmuştur. Senaryo yazıldıktan sonra seçilen konunun ders sürecine nasıl uyarlanacağını anlatan 5E öğrenme halkası modeline uygun planının aşamaları ayrıntılı olarak yazılmıştır.

1.4 Deneme

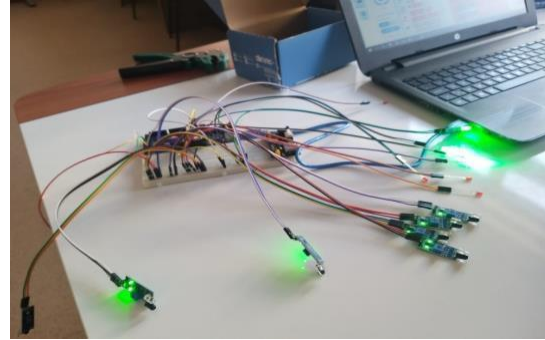
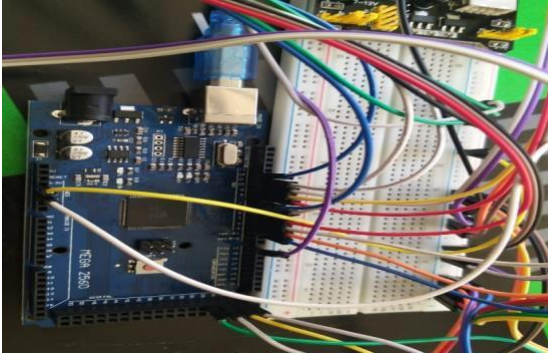
Elde edilen tasarlardan yola çıkarak bölgesel hava kirliliğini en aza indirebilecek sistem olan akıllı trafik sistemi önerisi uygun bulunmuştur. Gerekçelerle çözüm önerisi desteklenmiştir. Tasarım için uygun ihtiyaç malzemeleri belirlenmiştir. Maliyet açısından da ihtiyaçlar değerlendirilmiştir.



Bu aşamada ihtiyaç malzemeleri karşılandıktan sonra önceden çizilen taslaktan yola çıkarak tasarım yapılmaya başlanmıştır. İlk seçilen malzemede istenilen sonuç elde edilmediği için malzeme değişikliğine gidilmiştir.

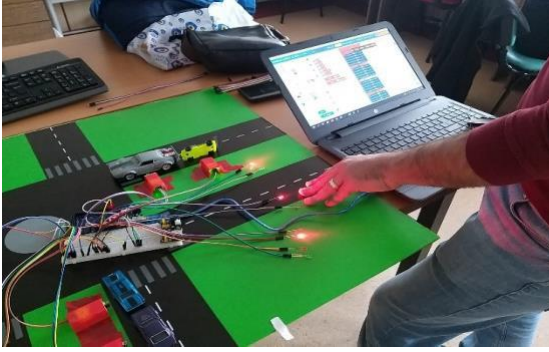
1.5 Test Etme

İlk olarak yapılan ürün için sert bir mukavva üzerine yol güzergâhı çıktısı yapıştırılmış ardından arabaların yoğunluğunun hesaplanması için basınç sensörü kullanımına karar verilmiştir. Ancak yapılan çalışmalarda basınç sensörünün istenilen şekilde çalışmaması ve yüksek maliyetinden dolayı yerine basınç sensörü IR(Infrared sensör) kullanılmıştır



Kullanılacak sistemin kodlamaları arduino mega kullanılarak yapılmıştır. Tasarımın dekorasyonu için 3D yazıcıdan trafik lambası ve sensör korumalıkları çıkartılmıştır.

Arduino kodlaması yapılırken 4 yol kavşağı için toplamda 60 sn lik süre verilmiştir. Trafik lambalarında sadece kırmızı ve yeşil ışık kullanılmıştır. Kırmızıdan yeşil ışığa geçiş süresi 2 saniye olarak ayarlandığından 4 kavşak için toplamda 8 saniyelik bir süre farkı ortaya çıkmıştır. Kalan 52 saniye kavşaklarda ki ışıklara yoğunluğa göre dağıtılmıştır.



Daha öncesinde baskısı yapılan yol güzergâhında yönler belirlenip trafik lambaları kavşak noktalarına yerleştirilmiştir. Arduino mega kablolarını mukavvanın altından belirttiğimiz noktalardan trafik lambaları ile eşleşecek şekilde tasarımı tamamlanmıştır.



Tasarımın test aşamasında kavşaklara koyulan araçların yoğunluğuna göre ışık süreleri gözlemlenmiş ve araç yoğunluğunun olduğu noktalarda daha uzun süre yeşil ışık yanmıştır. Bu sayede araçların bekleme süreleri azalarak egzozdan çıkan gaz salınımı en aza indirilmiş ve trafikten kaynaklı hava kirliliğine etkisi azaltılmıştır.

	KUZEY		GÜNEY		DOĞU		BATI		Toplam Süre (sn)	Birim Orana Düşen Yeşil Işık Yanma (sn)
	DOLULUK	Yeşil Işık Yanma Süresi (sn)	DOLULUK	Yeşil Işık Yanma Süresi (sn)	DOLULUK	Yeşil Işık Yanma Süresi (sn)	DOLULUK	Yeşil Işık Yanma Süresi (sn)		
DURUM 1	1	13,00	1	13,00	1	13,00	1	13,00	52	13,00
DURUM 2	2	20,80	1	10,40	1	10,40	1	10,40	52	10,40
DURUM 3	2	14,86	2	14,86	2	14,86	1	7,43	52	7,43
DURUM 4	1	7,43	3	22,29	2	14,86	1	7,43	52	7,43
DURUM 5	1	10,40	2	20,80	1	10,40	1	10,40	52	10,40
DURUM 6	2	13,00	3	19,50	1	6,50	2	13,00	52	6,50

Tablo 1: Doluluk Durumlarına Göre Yeşil Işık Yanma Süreleri,

Yukarıdaki tabloda da gözlemlendiği gibi trafik ışıklarındaki araç yoğunluğu arttıkça o noktaya verilen geçiş hakkı artmaktadır. Bu sayede araçlar daha az bekleyerek havaya verdikleri egzoz salınımını azaltmaktadır. İlk durumda her ışık altında bir araç olduğunda her bir aracın 13 sn' lik bir geçiş hakkı olmuştur. Kuzey yönüne iki araç koyulduğunda o yöndeki yeşil ışık süresi 20,80 sn ye çıkmış ve diğer yönlerdeki yeşil ışık süreleri 10,40 sn olacak şekilde azalmıştır. 3. Durumda ise kuzey, güney ve doğu yönlerine ikişer araç batı yönüne ise tek araç koyulduğunda yeşil ışık süreleri ikişer aracın olduğu yerlerde daha uzun 14,86 sn, tek aracın olduğu yerde ise 7,43 sn olacak şekilde yanmıştır. Diğer durumlarda da benzer şekilde araç yoğunluğu arttıkça yeşil ışığın yanma süresi uzamış, az araç bulunan yönlerde ise kalan süre araç sayısı ile orantılı olarak azalmıştır.



Ürünün görselliğini tamamlamak için fon kartonlarından hazırlanan ağaç gövdeleri ve kavşak için oluşturulan haşhaş motifi kullanılmıştır.

1.6 Karar Verme

Elde edilen tasarım çalıştırılıp sunulduktan sonra uygun dönütler alınmış ve problem sorularına yeterli düzeyde cevap sağlamıştır. Böylelikle tasarımı tamamlanmış ve son halini almıştır.

Tasarım sonuç aşamasına gelmeden önce birkaç kez test aşamasından geçmiş ve en uygun hale getirilmiştir. Etkinlik geri dönüştürülebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi ile desteklediğinde sistemin tamamen doğaya zarar vermeyecek şekilde yapılabileceği kararına varılmıştır. Fakat maliyet ve zeminin yetersizliğinden dolayı etkinliğe eklenememiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, bir STEM etkinliğinin planlama ve uygulanma aşamaları ayrıntılı şekilde sunulmuştur. Etkinlik fen bilimleri dersi kazanımlarına uygun olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada, STEM etkinliğinin özellikleri ve sürecin nasıl ilerlediği tanıtılmıştır. Grup olarak çalışılması, etkinliğin planlama aşamasında farklı fikirlerin ortaya çıkması ve özgün bir ürün ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır. Ortaya çıkan problem durumlarıyla daha rahat ve pratik bir şekilde çözüm ortaya çıkmıştır. STEM eğitimi öğrencilere yaparak, yaşayarak öğrenme fırsatı sağlasa da STEM ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında okullarda öğretmenlerin teorik eğitime daha çok önem verdikleri laboratuvar çalışmaları ve mühendislik çalışmalarının daha geri planda kaldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalar, öğretmenlerin STEM disiplinleri arasında bağlantı kurmakta zorlandıklarını belirtmektedir (Kelley & Knowles, 2016). Özellikle öğretmenlerin kendi alanları dışındaki disiplinleri kendi derslerine nasıl entegre edecekleri konusunda zorluk yaşadıkları belirtilmektedir (Çolakoğlu, M.H, & Günay-Gökben, 2017). Bunun nedenlerinden biri, öğretmenlerin STEM yaklaşımlarını uygulama konusunda teorik alt yapılarının eksik olduğu düşünülmektedir. STEM eğitime yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalık üzerine yapılan çalışma sonucunda öğretmenlerimizin mühendislik uygulamalarını sınıf içinde kullanabilmek için mesleki açıdan yetersiz olduğu ve mesleki eğitime ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Fen bilgisi öğretme adaylarının eğitim fakültesinde aldıkları derslerin STEM uygulamalarıyla entegre edilmesi gerektiği STEM uygulamalarıyla teorik bilgidan çok

daha kalıcı öğrenmelerin gerçekleşeceği yapılan çalışmalar sonucunda ulaşılmıştır. Ayrıca bu ihtiyaçlarını giderme konusunda imkan bulamadıkları da belirlenmiştir. Alanyazı incelendiğinde STEM ile ilgili yapılan çalışmalarda öğretmenlerin STEM eğitimine yeterince hazır olmadıkları öz yeterliliklerinin istenilen noktada olmadığı sonucuna varılmıştır (Bleicher, 2006). STEM ile ilgili daha öncesinde çalışma yapan öğretmenlerin STEM programını uygulamada daha deneyimli olduğu sonucu tespit edilmiştir (Van Haneghan, Pruet, & Neal-Waltman, 2015)

Yapılan bazı çalışmalarda, öğretmenlerin STEM ile ilgili görüşlerine bakıldığında STEM uygulamalarının öğrenciler üzerinde yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır aynı zamanda STEM uygulamalarının öğretmenlerin mesleki deneyimlerine yön vererek öğretmenlerin profesyonel gelişimleri için önemli olduğu vurgulanmıştır (Yalçın, 2011)

Gerçek yaşamda karşılaşılabilecek bir durum olan trafikten kaynaklanan egzozan çıkan karbon salınımını azaltma konusunda mühendislik tasarım temelli fen eğitimi süreci deneyimlenmiştir. Bu deneyim çalışmaya katılanların eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, beyin fırtınası yapmasını sağladığından aynı zamanda STEM uygulaması için fen, mühendislik ve teknolojik becerilerin kullanılmasını geliştirdiğinden mesleki açıdan gelişimlerine katkı sağlamıştır. Grup olarak belirlenen konu üzerinde çalışma yapılmıştır ve bu durum çalışmaya katılanların bireysel olarak ilgi ve yönelimlerini belirlemede yetersiz kalmıştır.

STEM eğitiminin popülerlik kazandığı bir dönemde yapılan bu çalışma alanyazınına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. STEM eğitime ilgi duyan araştırmacılara fayda sağlayacağına inanılmaktadır. Bu nedenden dolayı etkinliğin aşamaları detaylı şekilde anlatılmıştır. Aşamaları ihtiyaca göre değiştirilebilir ve düzenlenebilir. STEM eğitiminin mühendislik tasarım aşamasında yaşanan bazı sorunların ortadan kaldırılması ve bu konudaki endişelerinin giderilmesine faydalı olacağından eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarına seçmeli ders olarak okutulmalıdır

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik Kurul onayı gerektirmemektedir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Yazarların katkı oranları eşittir.

Çıkar Beyanı

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Altan, E. B., Yamak, H., & Kırıkkaya, E. B. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Arslan, S., & Özpinar, İ. (2008). Öğretmen nitelikleri: İlköğretim programlarının beklentileri ve eğitim fakültelerinin kazandırdıkları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(1), 38-63.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). Engineering

- design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.
- Aydin-Gunbatar, S., Tarkin-Celikkiran, A., Kutucu, E. S., & Ekiz-Kiran, B. (2018). The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 954-972.
- Bektaş, O., & Aslan, F. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkında görüşlerinin belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 17-50.
- Biasutti, M., & EL-Deghaidy, H. (2015). Interdisciplinary project-based learning: An online wiki experience in teacher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 24(3), 339-355.
- Bleicher, R. E. (2007). Nurturing confidence in preservice elementary science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), 841-860.
- Büyükkarci, A. (2019). *Kodlama ile zenginleştirilmiş 5E modelinin 4. Sınıf matematik başarısına, kalıcılığına ve tutumuna etkisi.*
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Cetin, A., & Balta, N. (2017). Pre-service science teachers views on STEM materials and STEM competition in instructional technologies and material development course. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 279-288.
- Çepni, S. (2018). Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi. *Pegem*, 001-633.
- Çiftçi, A., Topçu, M. S., & Foulk, J. A. (2022). Pre-service early childhood teachers' views on STEM education and their STEM teaching practices. *Research in Science & Technological Education*, 40(2), 207-233.
- Çolakoğlu, M., & Gökben, A. G. (2017). Türkiye'de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformel Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 46-69.
- Er, K. O., & Acar, D. (2020). Öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ile STEM uygulamalarına ilişkin özyeterlik inançları arasındaki ilişki. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(2), 941-987.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Hacıoğlu, Y. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi. *Gazi Üniversitesi, Ankara.*
- İnançlı, E., & Timur, B. (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 1(1), 48-68.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3, 1-11.
- 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), 9-40.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2013). Systematic review of design-based research progress: Is a little knowledge a dangerous thing? *Educational researcher*, 42(2), 97-100.
- MEB. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM*

- Education: Innovations and Research*, 15(1), 5.
- NRC, (2010-2012.) Ulusal Araştırma Konseyi.
- Öztürk, N. (2013). *Altıncı sınıf fen ve teknoloji dersi ışık ve ses ünitesinde 5E öğrenme modeline dayalı etkinliklerin öğrenme ürünlerine etkisi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating Preservice STEM Teacher Conceptions of STEM Education. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 759-774. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9633-5>
- Sümen, Ö. Ö., & Çalisici, H. (2016). Pre-Service Teachers' Mind Maps and Opinions on STEM Education Implemented in an Environmental Literacy Course. *Educational sciences: Theory and practice*, 16(2), 459-476.
- Topalsan, A. K. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219.
- Türkmen, H., & Usta, E. (2007). *The Role of Learning Cycle Approach Overcoming Misconceptions in Science*. 25, 491-500.
- Üçüncüoğlu, İ., & Altan, E. B. (2018). Fen bilimleri öğretmen adayları için STEM odaklı laboratuvar uygulamaları etkinliği: Sağlıklı yaşam modülü'ne yönelik değerlendirmeler. *Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 4(9), 329-347.
- Van Haneghan, J. P., Pruet, S. A., Neal-Waltman, R., & Harlan, J. M. (2015). Teacher beliefs about motivating and teaching students to carry out engineering design challenges: Some initial data. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(2), 1.
- Wicklein, R. C. (2006). Five good reasons for engineering as the focus for technology education. *The Technology Teacher*, 65(7), 25.
- Yalçın, M. (2011). *İlköğretim okullarında okul müdürüne ilişkin metforik algılar* [Yüksek Lisans Tezi].
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 47-54.
- Yıldırım, B. (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23-33.

EXTENDED SUMMARY

Introduction

STEM is an educational approach given in schools in developed countries today in relation to science, technology, engineering and mathematics. STEM education is an approach that provides students with critical thinking, problem solving and high-level thinking skills that the contemporary education system gains rather than traditional education (Biasutti & EL-Deghaidy, 2014). STEM studies have increased in many countries, especially in America, China, Korea and England (Yıldırım, 2016). Especially in recent years, it has been observed that STEM studies (articles, projects, thesis, papers, etc.) have been included in Turkey as well. In this context, there is a rapid increase in studies evaluating the national reflection of STEM education (Çepni, 2018).

In this research, "How can a project are developed together with engineering processes by considering STEM education approaches to problems of traffic density and air pollution at urban intersections?" The answer to the question of "How the implementation process of the activity will

be handled" was sought for the activity to be carried out in the developed project.

Method

This research is a study that presents the development process of an exemplary STEM activity in detail. The method of the research is the design-based research method (McKenney & Reeves, 2013). Learning by design provides a natural and meaningful space, using both science and design skills. Putting design ideas to work provides opportunities for students to identify missing and weak concepts and debug concepts related to science content; It provides opportunities to practice and test concepts through the iterative nature of design. In addition, the collaborative nature of the design provides the need to communicate results well, creating opportunities and ideas for teamwork (Kolodner, 2002).

STEM discipline is an important discipline in which scientific mathematical engineering disciplines are meaningfully blended to solve real-life problems (Atman, et al., 2013) (Cantreel, Pekcan, Itani, & Velasquez Bryant, 2006); (National Research Council (NRC), 2010, 2012)). During the preparation of the activity, the Engineering Design Process steps were applied step by step (Moore, et al., 2014). Students should be able to understand daily life problems and produce solutions to these problems. At this point, they should be presented modularly, integrating STEM disciplines and engineering with rich, engaging and motivating content in a meaningful way (Moore, et al., 2014). STEM education is often used as a teaching approach where students participate in the engineering design process and experience meaningful learning through the integration and application of mathematics, technology and/or science (Moore & Smith, 2014).

When the studies on STEM education are examined, no research has been found about the smart traffic system for the prevention of air pollution in the teaching of the subject of "energy transformations and environmental science". Based on this, the present study was planned. In this study, it is aimed that graduate students design STEM activities and experience an activity in which they can carry out the engineering design process. For this, firstly, a problem from daily life was determined, and then the process was started by determining the subject.

Findings and Discussion

In this research, the planning and implementation stages of a STEM activity are presented in detail. The activity was prepared in accordance with the achievements of the science course. In this study, the characteristics of STEM activity and how the process progresses are introduced. Working as a group contributed to the emergence of different ideas and an original product during the planning phase of the event. A more comfortable and practical solution has emerged with the problem situations that have arisen. Although STEM education provides students with the opportunity to learn by doing and experiencing, when the studies on STEM are examined, it is seen that the teachers in schools give more importance to theoretical education, laboratory studies and engineering studies in the background. Studies indicate that teachers have difficulty in making connections between STEM disciplines (Kelley & Knowles, 2016). It is stated that especially teachers have difficulties in how to integrate other disciplines into their lessons (Çolakoğlu, M.H, & Günay-Gökben, 2017). As a result of the study on teacher opinions and awareness on STEM education, it has been determined that our teachers are professionally inadequate to use engineering applications in the classroom and they need vocational training. As a result of the studies, it has been determined that the courses taken by the science teacher candidates at the faculty of education should be integrated with STEM applications, and that with STEM applications, much more permanent learning than theoretical knowledge will be realized. When the literature is examined, it has been concluded that teachers are not ready enough for STEM education and their self-efficacy is not at the desired level (Bleicher, 2006). It has been determined that the teachers who have studied STEM

before are more experienced in applying the STEM program (Van Haneghan, Pruet & Neal-Waltman, 2015).

In some studies, when teachers' views on STEM are examined, it has been concluded that STEM applications improve students' creative thinking, critical thinking, and problem-solving skills. Engineering design-based science education process has been experienced in reducing carbon emissions from the exhaust caused by traffic, which is a situation that can be encountered in daily life. This experience contributed to the professional development of the participants as it enabled them to think critically, creatively, and brainstorm, and also improved the use of science, engineering and technological skills for STEM practice. A study was conducted on the subject determined as a group, and this situation was insufficient to determine the individual interests and orientations of the participants.

It is thought that this study, which was carried out at a time when STEM education gained popularity, will contribute to the literature. It is believed that it will help to researchers interested in STEM education. For this reason, the stages of the activity are explained in detail. Its stages can be changed and edited as needed. It should be taught as an elective course to teacher candidates in education faculties, as it will be beneficial to eliminate some of the problems experienced in the engineering design phase of STEM education and to eliminate their concerns on this subject.