

Tematik STEM Eğitimi Uygulaması: Sürtünme Kuvveti Örneği

Yasemin Hacıoğlu

Öz

STEM eğitimine verilen önem artış eğilimindedir. STEM eğitiminin öneminin artması ile birlikte öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamalarına ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada beşinci sınıf fen bilimleri dersi sürtünme kuvveti konusunda, Türkiye, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaşanan gerçek yaşam problem durumu ile başlayan, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini ve bilimsel araştırma sürecini işe koşabilecekleri tematik STEM etkinliğinin tasarlanması, uygulaması ve değerlendirilmesinin sunulması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında tasarlanan etkinlik için öncelikle uzman görüşüne başvurulmuş ve geri dönütler doğrultusunda düzenlenerek, bir fen bilimleri öğretmeni tarafından ve araştırmacı rehberliğinde, 2018-2019 eğitim öğretim yılında 24 beşinci sınıf öğrencisi ile uygulanmıştır. Uygulama sürecine ilişkin uzman, araştırmacı ve öğretmen görüşleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda etkinliğin uygulanabilir olduğu fakat süre, mühendislik tasarım süreci, öğrencileri hazırlama ve süreci yürütme açısından uygulama sürecinde dikkat edilmesi gereken durumlar olduğu sonucuna varılmıştır. Farklı öğrenci grubu, konu ve kazanımlara uyarlanabileceği konusunda öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: STEM eğitimi, STEM etkinliği, tematik eğitim, mühendislik tasarımı, sürtünme kuvveti

Makale Hakkında

Gönderim tarihi: 22.07.2019

Düzeltilme tarihi: 07.10.2020

Kabul tarihi: 14.10.2020

Elektronik Yayın Tarihi: 17.12.2020

Giriş

On dokuzuncu yüzyılın sonuna doğru bilim ve teknolojiadaki gelişmelerin yansımalarıyla birlikte, bir gerçek yaşam problemini çözebilmek veya belli bir tema, konu ya da olayı ele almak için tek bir disiplin bilgi ve yöntemi yeterli olmamış, birden fazla disipline ait bilgi ve yöntemin birlikte işe koşulması (bütünleştirme - entegrasyon) gerekliliği ortaya çıkmıştır. Birden fazla disiplin bilgi ve yönteminin birlikte işe koşulduğu bu anlayış disiplinler arası ya da tematik yaklaşım olarak ifade edilmiştir (Jacobs, 1989; İşler, 2004). Bu durumun eğitime yansımaları olarak da disipline özgü eğitim anlayışından uzaklaşılması, disiplinler arası eğitim yaklaşımı benimsenmeye başlanmıştır (Jones, Rasmussen ve Moffitt, 1997). Disiplinler arası yaklaşımın öğretme/öğrenme ortamlarında kullanımıyla ilgili farklı entegrasyon uygulamaları denenmiş ve bu uygulamalar birleşik, problem odaklı, karma, bütüncül gibi farklı şekillerde isimlendirilmiştir (Tress, Tress ve Fry, 2005; Smith, 2006). Bu disiplinler arası eğitim uygulamaları genel olarak multidisipliner (çok disiplinli), interdisipliner (disiplinler arası) ve transdisipliner (disiplinler üstü) yaklaşım

Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü,
hacioglu_yasemin@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-1184-4204

olarak sınıflandırılmıştır (Drake ve Burns, 2004; Fogarty, 1991; Lederman ve Niess, 1997; Petrie, 1992). Tüm uygulamalarda amaç ortak bir temada bütünleşmek iken, çok disiplinli yaklaşımda belli temanın farklı odakları farklı derslerde/disiplinlerde ayrı ayrı ele alınır; daha sonra tema çerçevesinde bütünleştirilir (Drake ve Burns, 2004; Grady, 1994). Disiplinler arası yaklaşımda bütünleşik temanın odakları arasında derslerin/disiplinlerin bilgi ve becerisi ile ilişki kurulur (Grady, 1994; Tress vd., 2005, 2007). Tüm bunların ötesinde disiplinler üstü yaklaşımda, temanın gerçek alanında ilgili disiplinlerin çalışma ortamlarında ele alınması ile disiplinlerin ayrımı belirsizleşerek öğrenme gerçekleştirilmektedir (Tress vd., 2006).

Disiplinler arası öğretim uygulamalarının artması ile öğrencilerin anlamlı ve kalıcı öğrenmeleri sağlanmış ve öğrendiklerini gerçek yaşama aktarabilmeleri kolaylaşmıştır (Furner ve Kumar, 2007). Ayrıca öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, iş birliği ve takımla çalışma becerileri gelişmiştir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). Fakat bilim ve teknolojiye katkı sağlamak için, yetişen nesillerin hangi disiplinler odağında eğitilmeleri gerekliliği ve hangi disiplinlerin ön plana çıkarılması gerektiği tartışılır hale gelmiştir. Yapılan değerlendirmeler ve ihtiyaç analizleri sonucunda yayınlanan raporlarda, içinde bulunduğumuz yüzyılda karşılaştığımız problemlerin çözümünde sıklıkla ve öncelikli olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (İngilizce baş harflerinin kısaltması STEM olan) disiplinlerinin entegre edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Bybee, 2010). Bu durum disiplinler arası öğretim çalışmalarına da yansıyor fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonuna dayanan STEM eğitimi, disiplinler arası öğretim çalışmalarının odağında yer almıştır.

STEM eğitimi, tek bir disipline ait bilgi ve disiplinin gerektirdiği beceri ile çözülemeyen günlük yaşam problemlerinin, en az iki STEM disiplini bilgi ve becerisini kullanarak üstesinden gelme sürecine dayanmaktadır (Briener, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012). Bu süreçte disiplin uzmanlarının çalışma süreçlerinin işe koşulması entegrasyonu kolaylaştırmaktadır (Bozkurt Altan, 2017; Hacıoğlu, 2019). Bunun için, STEM eğitimi uygulamalarında tasarım temelli STEM uygulamaları, proje tabanlı STEM uygulamaları, probleme dayalı STEM uygulamaları şeklinde farklı pedagojik kuram ya da yaklaşımların temel alındığı uygulamaların olduğu görülmektedir (English ve King, 2018; Bybee, 2010; Dugger, 2010; English, 2016; Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; Moore vd., 2014; Park, Park ve Bates, 2018). Bu uygulamalarda STEM disiplinlerinin entegrasyonu için öğrencilerin disiplinlerin çalışanlarının çalıştığı şekilde çalışması, yani bilimsel araştırma-sorgulama süreci ile mühendislik/teknoloji tasarım sürecinin birlikte işletilmesi önemlidir (National Research Council [NRC], 2012). Özellikle mühendislik/teknoloji entegrasyonu için tasarım süreçlerinin işe koşulmasını gerektiren tasarım temelli öğrenme pedagojileri sıklıkla karşımıza çıkmaktadır (Felix, 2010; Felix, 2016; Hacıoğlu, 2019; International Technology Educators Association [ITEA], 1996; Katehi, Pearson ve Feder, 2009). Bununla birlikte STEM eğitimi gerçekleştirirken, disiplinlerin öğrenme içeriği ya da gerçek yaşam bağlamında bir temanın odağa alınması da (Moore vd., 2014)—tematik bir yaklaşımın benimsenmesi—önemlidir.

Mühendislik tasarım süreçlerinin yürütülmesini gerektirecek gerçek yaşam problemlerinin tema/bağlam olarak ele alınması, okul öncesinden üniversiteye STEM

disiplinlerinin entegrasyonunu sağlamaya fırsat sağlar (NRC, 2012). Bunu gerçekleştirebilmek için problemler mühendislik problemleri gibi kriter (ölçüt) ve sınırlılıklar içerecek şekilde oluşturulabilir (Moore vd., 2014). Böylece disiplinler arası yaklaşıma uygun olarak, öğrencilerin karşı karşıya bırakıldıkları belli bir tema çerçevesindeki gerçek yaşam bağlamında mühendislik problemini çözmeleri beklenir (NRC, 2012). Mühendislik tasarım problemlerinin çözümü modeller (tasarım-prototip) ya da modellemelerdir (Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Oluşturulan matematiksel modellemeler, özellikle matematiğin entegrasyonu için de önemlidir (Davies ve Gilbert, 2003; Hallström ve Schönborn, 2019). Öğrencilerin gerçek yaşam bağlamındaki problemleri çözebilmeleri için temel eğitim seviyesinde birçok araştırmacı tarafından döngüsel mühendislik tasarım sürecinin işletilmesi önerilmektedir (Little, Poth, Gilbert ve Barger, 2005; Corbett ve Coriell, 2014; Jones, 2013; Sargianis, Sylvia ve Chandler, 2014). Tüm tasarım süreçleri temel olarak; problemin tanımlanması veya belirlenmesi, olası çözüm önerilerinin sunulması, en iyi çözüm önerisinin seçilmesi, prototipin yapılması ve test edilmesi, prototipin gerekirse revize edilmesi ve çözümün sunulması aşamalarını içermektedir. Böylece STEM eğitiminin amaçları olan öğrencilerin fen ve matematik öğrenmeleri gerçekleştiği gibi (Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok-Naaman, 2004; Lemons, Carberry, Swan ve Rogers, 2010; Mehalik, Doppelt ve Shun, 2008; Sadler, Coyle ve Schwartz, 2000; Silk, Schunn ve Cary, 2009; Smith ve Karr-Kidwell, 2000), öğrenciler bu bilgilerini gerçek yaşama transfer edebilirler (Thomas, 2014). Yirmi birinci yüzyıl becerileri gelişen öğrencilerin (Bybee, 2010; Dugger ve Meier, 1994; Loepp, 2004; Wells, 2010), STEM disiplinlerine yönelik ilgi, tutum ve kariyer bilinçleri de olumlu yönde gelişir (Baran, Canbazoğlu Bilici ve Mesutoğlu, 2015; Ostler, 2012). Bu kazanımlar gerekçesiyle hem okul dışı hem de okulda yapılan STEM eğitimleri öğrenme için önemlidir (Shah, Wylie, Gitomer ve Noam, 2018).

STEM eğitiminin önemi gün geçtikçe artmasına karşın, alan yazın incelendiğinde öğretmenlerin yaptıkları uygulamalarda özellikle STEM disiplinlerini birleştirici rol oynayan mühendislik disiplinin entegrasyonunu sağlamaya yönelik kaygılarının olduğu (Hacıoğlu, 2017; Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2017), bu durum onların STEM eğitimi gerçekleştirmelerini engellediği (English ve King, 2018) ya da uygulamak isteyenlerin gerçek yaşam problemi kurmada, uygun bağlamı/temayı belirlemede ve uygulamada sorun yaşadıklarını (Bozkurt Altan ve Hacıoğlu, 2018) göstermektedir ve öğretmenlerin STEM eğitimi konusunda yüreklendirilmeleri gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Onların, ancak STEM eğitimi uygulamalarını deneyimleyerek, var olan bilgi ve becerilerini yakın bağlamlarda gerçek yaşam temelli STEM eğitiminde uyguluyor olabildiklerinin farkına varmaları sağlanabilir (Krupp, Li, Powell ve Brown, 2019). Ayrıca uygulanan örneklerinin ve öğretmen deneyimlerinin paylaşılması, henüz STEM eğitimini deneyimlememiş öğretmenler için de yüreklendirici ve yol gösterici olabilir. Ayrıca Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında (MEB, 2018) fen eğitiminde mühendislik entegrasyonuna vurgu yapılmış olsa da yapılan çalışmalar (Bozkurt Altan ve Karahan, 2019; Gülhan ve Şahin, 2018; Herdem ve Ünal, 2018) gün geçtikçe artmakla birlikte hali hazırda STEM eğitimini deneyimlememiş öğrenciler ve öğretmenler bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada STEM eğitimi için uygulayıcı öğretmenler için fen ve mühendislik entegrasyonu odağında, tematik bir konu çerçevesinde tasarım temelli bir STEM etkinliği tasarlama, uygulama ve uygulayıcı

öğretmen ve öğrenci deneyimlerini sunarak değerlendirmek amaçlanmaktadır. Bu araştırmanın, öğretmenlere tasarım temelli bir tematik STEM etkinliğini nasıl tasarlayacakları ve uygulayacaklarını, süreçte nelerle karşılaşabilecekleri konusunda yol gösterici olabileceği, bu çalışmanın bir çıktısı olan etkinliği uygulayan öğretmen ve öğrencilerinin de bir STEM eğitimi deneyimi edinmelerine fırsat sunacağı düşünölmektedir.

Yöntem

Bu çalışma bir STEM etkinliği tasarlama ve uygulama çalışması olduğundan, bir öğretim tasarım modeli olan ADDIE modelinden yararlanılmıştır. ADDIE modeli analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır ve bu aşamalarının İngilizce baş harflerinden oluşmaktadır (Branch, 2009). Etkinlik geliştirme süreci ADDIE modeli aşamalarına göre ayrıntılı olarak açıklanmıştır:

Araştırmada Gözetilen Etik İlkeler

Bir etkinlik geliştirme ve uygulama çalışması olan bu araştırmada tüm süreç ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Etkinlik geliştirme sürecinde uzman görüşüne başvurulmuştur. Uygulama süreci için gerekli izinler alınmıştır. Etkinlik gönöllü bir öğretmen tarafından bizzat uygulanmıştır ve görüşleri çalışmanın verilerini oluşturmuştur. Etkinliğin uygulandığı sınıfın öğrencilerden herhangi bir veri toplanmamıştır, fakat uygulamalara katılmaları için gerekli izinler alınmıştır. Ayrıca çalışmada—özellikle de etkinlik sürecinden örneğ fotoğraflarda—gerek öğretmenin gerekse de uygulayıcı öğretmenin tanınmamaları için gerekli önlemler alınmıştır. Araştırmanın verilerine ilişkin doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Analiz: İhtiyaç Analizi Yapılması

Bu çalışmada, öğretmenlerin fen ve mühendislik disiplinleri odağında tasarım temelli tematik bir STEM etkinliğinin nasıl hazırlayıp uygulayabileceği konusundaki temel ihtiyaç göz önünde bulundurularak, bir öğretim tasarım modeli oluşturulmuştur. Bununla birlikte araştırmanın giriş bölümünde de açıklanan öğretmenlerin STEM eğitimi etkinliklerine ulaşmada, oluştırmada ya da uygulamada yaşadıkları sorunlar göz önünde bulundurulmuştur. Yine STEM eğitimi uygulamalarının çıktıları değerlendirildiğinde öğrencilerin daha fazla STEM eğitimi uygulamalarını deneyimleri gerekliliği dikkate alınmıştır. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında (MEB, 2018) mühendislik ve tasarım becerilerine yapılan vurgu fen ve mühendislik entegrasyonuna yönelik STEM etkinliklerine ihtiyaın bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Etkinliğin oluşturulacağı konu belirlenirken öğrencilerin sıklıkla sahip oldukları kavram yanılığlarının giderilmesine olan ihtiyaç göz önünde bulundurulmuştur. Nitekim küçük yaşlarda ortaya çıkan yanılığlarının ileri yaşlara kadar taşındığını, bu durumun bilginin gerçek yaşama aktarılmasını güçlendirdiği ifade edilmektedir (Güneş, 2017). Her ne kadar fen eğitimine mühendisliğin entegrasyonu içerik odaklı bir yaklaşımla gerekleştirilebilse de (Moore vd., 2014), uygulayıcı öğretmenlerin ve öğrencilerin daha önce STEM eğitimini

deneyimlememiş olmaları dikkate alınarak, mühendislik tasarım sürecinin gerçek yaşam bağlamında tematik bir STEM yaklaşımının uygulamaları kolaylaştıracağı düşünülmüştür. Bu nedenle konu ile ilişkili temaların belirlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin bir ihtiyaç ya da problemle başladığı dikkate alınarak (NRC, 2012), öğrencilerin yaşadıkları çevrede karşılaşılan gerçek yaşam problemleri çerçevesinde etkinlikler tasarlanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca araştırmacının vermiş olduğu STEM eğitimlerinde öğretmenlerin klasik sıra düzenindeki ortamlarda STEM etkinliklerini nasıl gerçekleştirecekleri ve öğrenme ortamını nasıl düzenlemeleri gerektiği ile ilgili sorularla karşılaşması, öğrenme ortamının tasarımı ile ilgili ihtiyacın göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bu ihtiyaçlara yönelik yapılan düzenlemeler sürecin devamında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tasarım ve Geliştirme: Bağlamsal Arka Plan Oluşturulması ve Etkinliğin Tasarlanma Süreci

Etkinlik, STEM eğitiminin uygulanmasında önemli bir yeri olan mühendislik tasarım süreci doğrultusunda yapılandırılmıştır. Öğretmen ve öğrencilerin etkinliği kolay uygulayabilmeleri için etkinlik çalışma kitapçığı oluşturulmuştur (Bkz. Ek 1). Etkinliğin tasarlanma sürecinde dikkat edilen hususlar aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

STEM eğitim uygulamalarında problemlerin tasarımı temanın oluşturulması için önemlidir ve problem durumu oluşturmak, süreci yürütmek için anahtar rol oynamaktadır (Bozkurt Altan ve Hacıoğlu, 2018). Bu problemlerin öğrencilerin yakın çevrelerinde karşı karşıya kaldıkları bağlamlardan olmaları ile birlikte; mühendislerin bir ihtiyaç ya da probleme çözüm sunmak için çalmalarından yola çıkarak (NRC, 2012) birden çok çözüm yolu olmasına, çözüm yolu için STEM disiplinlerine ilişkin bilgi ve beceriye ihtiyaç hissettirmesine, problemin çözümü için önerilebilecek çözüm yollarının test edilebilir olmasına (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012; Chiu, Preis ve Ovrachim, 2015; Honey, vd., 2014; Katehi vd., 2009; Sanders, 2009; Williams, 2011) dikkat edilmiştir. Bunun için Fen Bilimleri dersi öğretim programında (MEB, 2018) yer alan 5. sınıf 3. ünite de yer alan Fiziksel Olaylar konu alanındaki “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” konusunda yer alan “F.5.3.2.1. Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.”, “F.5.3.2.2. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder.” ve “F.5.3.2.3. Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir.” kazanımları kapsamında, etkinliğin uygulanacağı ilde yaşayan öğrencilerin günlük yaşam uygulamalarına ilişkin bağlam oluşturabilecek durumlar araştırılmıştır. Etkinlik, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan ve ülkemizin fındık üretiminin büyük çoğunluğunu sağlayan bir ilde uygulanmıştır. Öğrencilerin yakın çevresinden oluşturulan temalar/bağlamlar öğrenmeyi kolaylaştırdığı için etkinlik tasarımında bağlam olarak fındık bahçesinde toplanan fındıkların güvenli bir şekilde taşınması seçilmiştir. Ayrıca bölgenin coğrafi yapısına da dikkat çekilmiş ve günlük yaşama etkileri dikkate alınarak bölge halkının günlük yaşamlarında karşı karşıya kaldıkları bir problem durumu bu bağlam çerçevesinde ele alınmıştır.

Fındıkların güvenli bir şekilde taşınacağı bir yol tasarımı, mühendislik tasarım problemi olarak yapılandırılmıştır. Öğrencilerden verilen problem durumunun çözümünü için tasarımları beklenen modelin/somut ürünün/prototipin kriter ve sınırlılıklarına da

yer verilmiştir. Ayrıca problemin birden fazla çözümü olması ve çözümlerin test edilebilir olması sağlanmıştır. Böylece, problemin mühendislik tasarım problemi özelliklerini içermesi gerekliliği de yerine getirilmiştir (National Academy of Education [NAE], 2010; NRC, 2012).

Problemin belirlenmesi aşamasında öğrencilerin mühendislik tasarım özelliklerini ortaya çıkarmalarını kolaylaştıracak sorular ve yönergeler oluşturulmuştur. Fakat verilen problem durumunun test edilebilmesi gerçek yaşamda mümkün olmadığından sınıfta uygulayabilecekleri prototipine uygun kriter ve sınırlılıklar verilmiştir. Bu durum probleme dayalı STEM eğitimi uygulamalarında da kullanabileceğini göstermektedir. Disiplinler arası yaklaşıma yönelik öğretim gerçekleştirilebileceğinin de bir göstergesidir.

Probleme çözüm önerileri sunma aşamasında, öğrencilerin verilen mühendislik tasarım problemini çözmeye çalışırken hem fen bilimlerine ilişkin bilgilere hem de tasarımı gerçekleştirirken mühendislik disiplinine ilişkin becerilere ihtiyaç duymaları ve bu bilgi ve becerileri işe koşarak geliştirmeleri hedeflenmiştir (Kolodner, 2002; Lewis, 2006; Katehi vd., 2009; NRC, 2012). Problemin çözümü için gerekli bilgileri araştırma sorgulama sonucu edinmelerini sağlayacak yönergeler sunulduktan sonra, öğrencilerin bilgileri problemin çözümü için değerlendirmeleri ve çözüm önerileri sunmaları beklenir (NRC, 2012). Öğrencilerin verilen probleme çözüm önerileri sunmaları için yönergeler oluşturulmuştur. Birden fazla çözüm önerisi sunmaları için yönergeler tekrar edilmiştir.

En iyi çözümün seçilmesi aşamasında, öğrencilerden mühendisler gibi çalışmalarını sağlayacak, çözüm önerilerini kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirmelerine ilişkin yönergeler oluşturulmuştur.

Prototipin oluşturulması, test edilmesi ve yeniden düzenlenmesi aşamasında öğrencilerden en iyi çözüm önerileri için oluşturdukları prototipi test etmelerini ve problemin kriterlerini sağlayamadıkları ve sınırlılıklarının üstesinden gelemediklerinde süreci tekrar değerlendirmeleri ve gerekirse düzenlemeleri beklenir (NRC, 2012). Bu aşama tasarlanırken, öğrencilerin problemin çözümünün somut bir çözümü olan prototipi oluşturmaları ve test etmeleri hedeflenmiştir. Bu doğrultuda araştırmacı tarafından problemin çözümü olacak ve öğrencilerin prototipini oluşturabileceği olası yollar tasarlanmış, test edilmiş ve test edilebilir, probleme uygun yükseklik ve genişlik belirlenmiştir. Burada matematiksel modelleme araştırmacı tarafından yapılmış gibi gözükse de, öğrencilerden de sürtünme kuvveti ve cismin süratine etkisi ile ilişkiyi veren ifadeyi modellemeleri beklenmektedir. Daha sonra öğrencilerin oluşturdukları prototipi test etmeleri ve değerlendirmelerine yönelik yönergeler oluşturulmuş ve değerlendirme tablosu oluşturulmuştur. Değerlendirme sonucu düzenlemeye ihtiyaç duyan öğrencilerin tasarımlarını yeniden gözden geçirerek oluşturmaları için yönergeler sunulmuştur.

Tüm araştırma süreci öğretim programında önerilen süre olan 6 ders saati (haftada iki ders saati olmak üzere 3 hafta) boyunca uygulanmak üzere tasarlanmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan etkinliğin uygulama aşamasında dikkat edilenler ve uygulayıcılara yapılacak uyarılara uygulama başlığı altında yer verilmiştir.

Uygulama : Öğrenme Ortamının Tasarımı ve Etkinliğin Uygulanma Süreci

Hazırlanan etkinlik, bağlamın kurulduğu Doğu Karadeniz Bölgesinde bir orta okul fen bilimleri öğretmeni tarafından, 2018–2019 eğitim-öğretim yılının ilk döneminde bir ortaokulun 24 (15 kız, 9 erkek) beşinci sınıf öğrencisiyle uygulanmıştır.

Uygulayıcı öğretmen; 11 yıllık deneyime sahip olmasına rağmen hizmet içi eğitimlerin uygulamaya yönelik olmaması nedeniyle STEM eğitimini uygulayamadığını, teorik hizmet içi eğitim almış olmasına rağmen hazır etkinlikleri uygulamakta çekimser kaldığı için uygulamaktan kaçınan, fakat uzman (araştırmacı) desteği ile uygulamaya gönüllü olduğunu belirten bir erkek öğretmendir. Araştırmacı uygulayıcı öğretmene gerekli ön bilgileri sunmuş, öğretmene dikkat etmesi gereken durumları anlatmış, olası tasarımları bir kez öğretmenle de gerçekleşmiş ve test etmiştir. Hazırlanan etkinlik çalışma kitapçığının nasıl kullanılacağını ve soruların olası cevaplarını tartışmıştır. Öğrenme ortamına etkinliğin uygulanması konusunda uyarlanmasına yardım etmiştir.

Etkinliğin uygulandığı okulda öğrenciler çoğunlukla orta düzeyde olmak üzere farklı sosyoekonomik düzeyde ailelerin çocuklarıdır. Öğrenciler daha önce herhangi bir STEM etkinliğine dahil olmamışlardır. Sadece ders kitaplarında yer alan Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları başlığı altında iki etkinlik gerçekleştirilmişlerdir. Etkinlik malzemeleri araştırmacı tarafından karşılanmıştır.

Uygulamalar, klasik sınıf ortamında, grupla çalışmaya uygun hale getirilmiş bir derslikte gerçekleştirilmiştir. Sıralar, dört kişilik grupların çalışabileceği şekilde birleştirilerek, 5 kare masa oluşturulmuştur. Öğrencilerin kullanacakları materyal ve deney malzemelerini koymak için bir masa da oluşturulmuştur. STEM eğitim etkinliklerinde eleştirel düşünme, karar verme, iletişim ve işbirliği becerilerinin gelişmesi için grup çalışmaları önemli olduğundan (NRC, 2012), öğrenciler öğretmen tarafından 4-5 kişilik cinsiyet açısından homojen beş gruba ayrılmıştır. Hazırlanan etkinlik kitapçıkları tüm öğrencilere dağıtılmış ve grup çalışmasının önemli olduğu vurgulanmıştır. Öğrencilere gruptaki tüm bireylerin fikirlerinin ve bilgilerinin değerli olduğu ve işbirliği içerisinde çalışmanın ilk kural olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin grup dinamiğini sağlayabilmek için öğretmenin rehberliği sağlanmıştır.

Öğretmen tarafından uygulama öncesi öğrencilere bilgiler sunulmuş, mühendislik mesleği ve mühendislik tasarım süreci hakkında bilgiler verilmiş, süreçte dikkat edilmesi gerekenler belirtilmiştir. Süreçte öğrencilerin bilim insanı ve mühendisler gibi çalışmaları önemlidir (NRC, 2012). Bu nedenle öğrencilerin her birinin süreç boyunca bir bilim insanı ve mühendis olarak görevleri olduğu ve verilen problemi işbirliği içerisinde çözmeleri gerektiği belirtilmiştir. Süreci bilimsel bilgi rehberliğinde çözmeleri gerektiği, deneme-yanılma yapmamaları konusunda öğretmen tarafından uyarılmıştır ve süreç boyunca da bu uyarı hatırlatılmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin aşamaları öğretmen tarafından ilgili süreçte vurgulanmış ve öğrencilere hatırlatılmıştır. Bu etkinliklerin aşağıda etkinliğin uygulanma sürecinde dikkat edilen hususlar mühendislik tasarım süreci bağlamında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

i. Problemin belirlenmesi/tanımlanması (1 ders saati): Dersin ilk aşamasında öğrencilere problem durumu verilerek ve okumaları sağlanmıştır. Öğrenciler problemi tanımlarken problemin çözümü olabilecek tasarımın kriter ve sınırlılıkları belirlemeleri konusunda öğretmen tarafından rehberlik edilmiştir.

ii. Olası çözüm önerilerinin sunulması (2 ders saati): Bu aşamada öğrencilerin, özellikle bilimsel araştırma sorgulamaya dayalı çözüm önerileri sunmaları için, probleme yönelik çözüm önerilerini önce sözel olarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğrenciler çözüm önerilerini ayrıntılandıramadıklarını, bilimsel dayanaklarla açıklayamadıkları fark ettirilmiş, bunun için bilimsel araştırma sürecini işletmek üzere deney yapmaya yönlendirilmiştir. Öğrenciler önceden rehberli araştırma-sorgulama yaklaşımı konusunda deneyimlidirler. Öğretmen eşliğinde “Farklı sürtünme yüzeylerinin harekete etkisi nedir?” araştırma sorusunu oluşturan öğrenciler, hipotez kurma ve değişkenleri belirleme, deneyi tasarlama ve sonuçlandırma süreçlerini grup olarak öğretmen rehberliğinde gerçekleştirmişlerdir. Deney sonuçlarını değerlendiren öğrencilerden elde edindikleri bilgileri problem bağlamında değerlendirmeleri ve bireysel olarak çözüm önerileri sunmaları istenmiştir. Çözüm önerilerini çizmeleri, hangi malzemeleri kullanacakları, neden kullanacakları ve sonucu nasıl etkileyeceği sorularını cevaplayacak nitelikte olması konusunda uyarılmıştır. Çözüm önerilerinin bireysel olarak sunulmalarını istemek öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, analitik düşünme ve karar verme becerilerini daha çok işe koşmalarını sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

iii. En iyi çözüm önerisinin belirlenmesi (1 ders saati): Öğrencilerden elde ettikleri bilimsel bilgiler doğrultusunda grup arkadaşlarının bireysel çözüm önerilerini problemin kriter ve sınırlılıklarını dikkate alarak değerlendirmeleri ve en iyi çözüm önerilerini seçmeleri istenmiştir. Öğrencilerin en iyi çözüm önerilerini neden seçtiklerini açıklamalarını istenmesi, öğretmenin öğrencilerini değerlendirmesine, öğrencilerin de bilimsel iletişimi kullanmalarına imkân tanınmıştır.

iv. Prototipin tasarlanması (2 ders saati): Öğrencilerden en iyi çözüm önerilerinin prototipi oluşturmaları istenmiştir. Bu aşamada öğretmen öğrencilere rehber olmuş, bireysel becerilerinin ve özelliklerinin farkına varabilmeleri için görev dağılımlarını yönlendirmiştir. Öğrenciler de 2 boyutlu tasarladıkları prototiplerini 3 boyutlu ve gerçekten test edilebilir hale getirmişlerdir.

v. Prototipin test edilmesi ve revize edilmesi (1 ders saati): Öğrencilerden en iyi çözüm önerileri için oluşturdukları prototipi test etmeleri istenmiştir. Okul bahçesi problem durumuna uygun şekilde bitkilerin olduğu bir ortam olduğu için bu aşama okul bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Bunun için prototipe uygun bir oyuncak kamyonu fındık yüklenerek aşağıya bırakılmış ve kazasız yola devam edip etmediği test edilmiştir. Öğrencilere verilen tasarım değerlendirme tablosuna göre değerlendirmelerini, problemin kriterlerini sağlayamadıkları veya sınırlılıklarının üstesinden gelemediklerinde süreci tekrar değerlendirmeleri ve revize etmeleri beklenmiştir. Öğrencilerin hangi aşamaya geri dönmeleri gerektiği konusunda yardımcı olmak için, öğretmen ve sınıf arkadaşları tarafından dönüt verilmiştir.

Tasarımın sunulması (1 ders saati): Tasarımlarını sonuçlandıran öğrencilerden tasarımlarını sunmaları istenmiştir. Öğrencilerden tasarımlarını sunarken ayrıca problemin çözümü için elde ettikleri bilgi ve beceriyi nerelerde veya hangi problemlerin çözümleri için de kullanabilecekleri sorgulanmıştır. Tasarım sürecine ilişkin görseller Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Öğrenci çalışmalarından ve tasarım sürecinden görseller

Etkinlik, 6 ders saatinde uygulanmak üzere tasarlanmıştır. Fakat uygularken sürecin öğrencilere açıklanması dahil olmak üzere 9 ders saati sürmüştür. Bu durumun sebebi değerlendirme aşamasında ele alınmıştır.

Değerlendirme/ Veri toplama araçları ve veri analizi: Etkinlik, tasarım ve geliştirme aşamasında STEM eğitimi alanında bir uzmandan alınan görüşler, sürece gözlemci olarak katılan araştırmacının notları ve uygulayıcı olan öğretmenin görüşleri ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiş, gerekli yerlerde alıntılarla sunulmuştur. Değerlendirme sonuçları çalışmanın bulgular bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Bulgular

Araştırmanın değerlendirme aşamasını içeren bulgular uzman görüşleri, araştırmacı notları ve öğretmen görüşleri olarak sunulmuştur.

Uzman Görüşleri

Tasarlanan etkinlik için STEM eğitimi alanında bir uzmandan yazılı olarak görüşler alınmıştır. Uzman etkinliğin belirlenen sınıf ve kazanımlara uygun olduğunu belirtmiştir. Uzman, etkinliğin sadece katılarda sürtünme kuvvetine yönelik olduğu için öğretim programında verilen süre açısından uygun olmadığını belirtmiştir. Fakat öğretmen ve öğrenci özelliklerini dikkate alarak *“Bu sürenin STEM eğitimi deneyimi olmayan öğretmen ve öğrenciler için yetersiz bile kalabileceği için bu şekilde kalabilir.”* şeklinde öneri sunmuştur. Bu nedenle uygulamalar da planlandığı şekilde gerçekleşmiştir.

Uzmanı etkinliği mühendislik tasarım sürecinin işletilmesi açısından da değerlendirmiş, problem durumunun STEM eğitimi için uygun olduğu belirtmiştir, ancak problemin çözümü olacak tasarım görevinin kriter ve sınırlılıklarının daha net verilmesini önermiştir: *“Problem durumunun öğrencilerin içerisinde bulunduğu yakın bağlamdan seçilmesi ve yerleştirilmesi STEM eğitimi açısından değerlidir. Fakat problem durumunda kriter ve sınırlılıkları için net ölçüler, net maliyet belirtilmeli. Bu durum beşinci sınıf olan öğrencilerin modelleme yapmalarını da kolaylaştıracaktır.”*

Ayrıca mühendislik tasarım sürecinin prototipin test edilmesi ve değerlendirmesi aşamasından sonra öğrencilerin kendi değerlendirmeleri, akran değerlendirmeleri ve öğretmenin öğrencileri değerlendirmeleri açısından önemli olan ve uygulayıcıya belirtilmesi gereken uyarılarda bulunmuştur: *“Öğrenciler tasarımlarını sunma aşamasında nelere dikkat edileceği ya yazılı olarak ifade edilmeli, ya da öğretmene öğrencilerin süreci değerlendirmesine imkan sunacak sorular sorması ya da yönergeler sunması konusunda uyarılmalıdır.”*

Uygulama Sürecine İlişkin Araştırmacı Notları

Araştırmacı etkinliğin uygulanması aşamasına gözlemci olarak katılmıştır. Uygulamaya müdahale etmemiş, sadece sürecin planlandığı gibi uygulanıp uygulanmadığını değerlendirmek için bulunulmuştur. Araştırmacı ilk olarak öğretmene mühendislik tasarım sürecinin işletilmesine yönelik sıklıkla vurgu yapılmasını ilişkin sıklıkla hatırlatmalar yaptığını not almıştır. Bununla birlikte öğrencilerin çözüm önerileri sunma sürecine ilişkin *“Öğrencilere birden fazla çözüm önerisi sunmaları için yönergeler sunulmasına ve hatırlatmalar yapılmasına karşın, iki öğrenci hariç tüm öğrenciler tek çözüm önerisi sunmuşlardır. Öğrencilerden bireysel çözüm önerisi alınması, grupta birlikte birden fazla çözüm önerisi değerlendirmelerini sağlamıştır.”* şeklinde not almıştır.

Araştırmacı aynı zamanda sürenin planlanandan daha uzun sürdüğu ile ilgili notlar almıştır. Bu durumun bir gerekçesi olarak öğrencilerin benzer süreci daha önce yaşamamış olmaları ile açıklamıştır: *“Öğrenciler yeni bir uygulama ile karşılaşacakları için beklenenden fazla soru sormuşlardır. Süreçte mühendis gibi davranmaları gerektiği için sürekli mühendislik mesleğine ilişkin paylaşımlarda bulunmuşlardır. Bu süreç bir ders saati sürdüğu için öğretmen etkinliğe geçememiştir.”* Ayrıca öğrenciler bireyler çözüm önerileri sundukları için ve birden fazla çözüm önerisi sunmaları için öğretmen tarafından sürekli uyarıldıkları için çözüm önerisi sunmaları aşamasının beklenenden uzun sürdüğünü not etmiştir. Ayrıca araştırmacı prototipin yapılması aşamasının beklenenden uzun sürdüğünü de not almıştır ve bunun gerekçesi olarak *“Öğrenciler grup içerisinde anlaşamadıkları ve işbirliği içerisinde çalışmak için görev paylaşımı yapamadıkları için süreç uzamıştır. Bununla birlikte öğrenciler zaman zaman tasarımın estetik boyutuna daha fazla önem vermeye çalışmaları da sürecin uzamasına neden olmuştur.”* şeklinde ifade etmiştir.

Uygulayıcı Öğretmen Görüşleri

Uygulayıcı öğretmenden sürece ilişkin görüşlerini yazılı olarak ifade etmesi istenmiştir. Öğretmen hazırlanan tasarım probleminin bağlama uygunluğunu ve öğrencilerin motivasyon ve tutumlarına etkisi üzerine olumlu katkısı olduğunu *“Bölgenin yapısı ve şartlarına uygun tespit edilen bir problem olduğu için öğrenciler daha fazla sahiplendiler ve verilen tasarım görevini gerçekleştirmeye istekli oldular ve süreçte eğlenerek öğrendiler.”* şeklinde belirtmiştir. Daha sonra ise *“Modelleme ve ardından tasarım, konuyu hem öğrenme hem de uygulama konusunda zevkli ve eğlenceli kılıyor.”* ifadesi ile desteklemiştir.

Öğretmen sürecin öğrenme üzerine etkisini *“Grup etkinliğiyle akran öğrenmesi sağlanıyor. Bunu hem öğrencilerin süreçteki açıklamaları hem de son aşamada sunumlarında bilimsel bilgiyi kullanarak açıklama yapmalarından anlayabildim.”* şeklinde ifade ederken, beceri gelişimine etkisini ise *“Süreç grup içerisinde fikir alışverişine izin veriyor. Hem grupça çözüm önerilerini değerlendirirken hem prototipin oluşturulup değerlendirilmesi aşamasında bir karara varmak için birbirlerinin fikirlerini değerlendirmeleri gerektiği için öğrencileri çok yönlü düşünmeye sevk ediyor, ayrıca tüm aşamalarda iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlıyor.”* şeklinde ifade etmiştir.

Öğretmen uygulayıcı olarak da süreci değerlendirmiş, *“STEM eğitiminin kolay ulaşılabılır ve basit malzemelerle de mümkün olduğunu gördüm ve deneyimledim.”* şeklinde ifadesi ile STEM eğitimine ilişkin önceden var olan yanlış bilgisinin farkına vardığını ifade etmiştir. *“Doğru bir şekilde planlanıp, hazırlamıldığında uygulamaların olanaklı olduğunu anladım. Ayrıca ben de STEM eğitimi uygulayabileceğim konusunda özgüvenim arttı”* ifadesi ile var olan kaygılarının da uygulama ile üstesinden geldiğini, bunun araştırmacının desteği ile mümkün olduğunu belirtmiştir.

Öğretmenin olumlu görüşleri ile birlikte, olumsuz görüşleri de dikkat çekmektedir. *“Etkinliğin kazanım süresini aşması olumsuzluk olarak değerlendirilebilir. Fakat sürenin yetersiz olmasında hem benim hem de öğrencilerin STEM eğitimi uygulamalara alışık olmamız ve süreyi planlanan şekilde kullanamamış olmamızdan kaynaklandığını düşünüyorum.”* şeklinde ifadesinde sürenin uygulamalar için yetersiz olduğunu belirtmiştir. Fakat görüldüğü gibi bu durumu deneyimlerinin olmaması ile açıklamıştır. Bununla birlikte *“Kullanılan malzemelerden kaynaklanan kirlilik çok fazla olmuştur. Bunun için tasarlanmış sınıflarımız olmalı ya da kirliliği temizlemek için teneffüslerin uzun olması gerekli, ya da ek süre verilmelidir.”* ifadesi ile öğrenme ortamının kullanımına ilişkin materyal ve malzeme kullanımından ortaya çıkan kirlilik ve üstesinden gelmek için önerilerde bulunmuştur.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, bir STEM etkinliğinin tasarlanma ve uygulanmasına ilişkin bilgiler sunulmuştur. Bu bir tasarım geliştirme çalışması olarak ifade edilse de, geliştirilen ve uygulanan etkinliğin öğrenciler üzerindeki etkileri incelenememiştir. Sadece öğretmen görüşleri doğrultusunda, etkinlik sürecinde öğrencilerin kendi yaşantılarında olan bir bağlamda problem durumu verilmesi onların derse olan ilgilerini arttırdığı, süreçte bir tasarım modeli oluşturdukları için de süreçte eğlendikleri sonucuna varılmıştır. Genel

olarak STEM eğitiminin, özel olarak ise STEM eğitiminin uygulaması olan mühendislik tasarım temelli STEM eğitiminin öğrenenlerin akademik başarılarına; yaratıcılık, karar verme, iletişim, işbirliği gibi 21. yy becerilerinin gelişimine; STEM disiplinlerine ilişkin ilgi, tutum ve motivasyonlarına olumlu etkisi olduğu çeşitli araştırmalarla (Smith ve Karr-Kidwell, 2000; Kitchen vd., 2018; Ostler, 2012) sunulmuş olsa da, bu çalışmada araştırmacı öğretmen görüşlerinden elde edilen etkinliğin öğrencilerin öğrenmelerine ve derse ilişkin ilgilerinin arttırması sonucu ile sınırlı kalmıştır. Bu sınırlılığın üstesinden gelebilmek için, bu çalışmanın değerlendirme sonuçları dikkate alınarak uygulanması ile öğrencilerin biliş, duyuş ve psikomotor gelişmelerine etkisini inceleyen çalışmalar yapılabilir.

Araştırma sonucunda, uzman görüşlerinden elde edilen bulgular ve öğretmen görüşleri dikkate alındığında etkinliğin hedeflenen ve uygulanan öğrenme ortamını oluşturan konu, kazanım, içerik, uygulama, süre, öğrenci düzeyi, materyal kullanımı, öğrencinin aktif katılımı için uygun olduğu sonucu çıkarılabilir. Bu faktörlerden süre ile ilgili hem uzmanın hem uygulayıcı öğretmenin bazı kaygıları olsa da, uygulama sürecinde öğretmen, öğreten ve öğrenme ortamı özellikleri dikkate alınarak süre yeniden düzenlenebilir. Ayrıca bu etkinliğin uygulanması öğretmenin ve öğrencilerin STEM eğitimi konusunda deneyimli olmaları ve öğrenme ortamının farklı faktörleri tarafından farklı etkilenebilir, böylece sonuçlar değişiklik gösterebilir. Etkinliği uygulayacak öğrenciler ve araştırmacılar için süreçte dikkat edilmesi ve dikkat edilen hususlar ayrıntılı verilerek bu durumun üstesinden gelinmeye çalışılmıştır.

Uzman etkinliğin hedeflenen kazanım ve öğretim programındaki önerilen süre ile birlikte değerlendirdiğinde etkinliğin sadece katılarda sürütünme kuvvetini öğrenmeye yönelik olması, sınıflarda ve gazlarda sürütünme kuvvetini kapsamaması nedeniyle uygulama süresini uzun bulmuş, fakat öğretmen ve öğrencilerin deneyimlerinin olmaması nedeniyle etkinliğin uygulanabilir olduğu yönünde görüş belirtmiştir. Bu görüş değerlendirilerek etkinlikte sunulan problem durumunun kapsamı genişletilebilir. Bunun için problem durumunda *“Fındıkları taşımak için önce yol yok havadan götürmek için bir araç tasarlayalım. Sonra belediye yol yapmaya karar versin. Sonra da ticareti için deniz yoluyla götüreceğ bir deniz aracı tasarlayım.”* şeklinde tasarım görevleri sunulabilir.

STEM eğitimi uygulamalarında öğretmenin deneyimi, inançları, anlayışları uygulamalarda kilit rol oynamaktadır (Kurup, Li, Powell ve Brown, 2019). Söz konusu etkinliğin, STEM eğitimi konusunda deneyimi olmayan bir öğretmene uygulanması bu çalışmanın başka bir sınırlılığı olmakla birlikte, çalışmanın önemine hizmet ettiğinin de göstergesi olmuştur. Öğretmenin süreç sonucunda var olan kaygılarının üstesinden süreci deneyimleyerek geldiğini ifade etmesi, öğretmenlerin daha çok uygulamalı çalışmalar yapması gerekliliğini ortaya çıkarabilir. Her ne kadar hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimler gerçekleştirilse de, bu etkinliklerin uygulamalı yapılması gerekliliği ve sayısının arttırılması gerekliliğini de hatırlatabilir. Ayrıca süreçte öğretmenlere destek olmak amacıyla uzmanların ve araştırmacıların destek olması gerekliliği de bir başka sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun üstesinden gelmek için üniversite (eğitim fakülteleri), Milli Eğitim Bakanlığı ve okul işbirliği sağlanabilir. Hizmet öncesi öğretmen eğitimi ile yapılan çalışmalar (örneğin Bozkurt, 2014; Hacıoğlu, 2017) hizmet içi

öğretmenler için uyarlanabilir ve öğretmenlerin kendi etkinliklerini tasarlamaları ve uygulamaları için destek olunabilir (Bozkurt Altan ve Hacıoğlu, 2018).

Araştırma kapsamında geliştirilen etkinlik öğrencilerin yakın çevresinden bir bağlam üzerine kurulmuştur. Bu etkinliğin önemini ortaya koymakla birlikte, yaygın etkisini azaltacak bir durum olarak değerlendirilebilir. Fakat öğretmenlerin STEM etkinlikleri hazırlarken nelere dikkat etmeleri konusunda yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Nitekim öğretmenler gerçek yaşam temelli, STEM entegrasyonuna imkân tanıyan, birden fazla çözümü olan ve test edilebilir ya da değerlendirilebilir problem durumu oluşturmada zorluklar yaşamaktadır (Bozkurt Altan ve Hacıoğlu, 2018). Yine de etkinlik araştırmacılar ve öğrenciler tarafından farklı bağlamlar için yeniden uyarlanarak uygulanabilir. Ayrıca araştırmacının notlarında belirttiği gibi de etkinlik farklı ortamlarda sürtünme kuvvetinin etkisini ele alacak şekilde, fındıkların hava, su ve kara yolu olmak üzere farklı ortamlar için tasarım görevi içerecek şekilde yeniden tasarlanabilir. Hatta farklı seviyelerdeki öğrenciler ve kazanımlar için yeniden tasarlanarak uygulanabilir. Tüm bu sonuçların öğretmenlere ve araştırmacılara fikir sunması açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Baran E., Canbazoğlu Bilici S. ve Mesutoğlu C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 60-69.
- Bozkurt Altan, E. ve Hacıoğlu, Y. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde STEM odaklı etkinlikler gerçekleştirmek üzere geliştirdikleri problem durumlarının incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 487-507.
- Bozkurt Altan, E. ve Karahan, E. (2019). Tasarım temelli fen eğitimine yönelik öğrenci ve öğretmen değerlendirmeleri: Isı yalıtımı ülke kazanımı etkinliği. *İlköğretim Online*, 18(3), 1345-1366.
- Bozkurt Altan, E. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM-STEM) eğitimi. H. G. Hastürk (Haz.), *Teoriden pratiğe fen bilimleri öğretimi* (s. 354-388). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- 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.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach* (Vol. 722). New York: Springer Science & Business Media.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C. ve 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.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996.
- Chiu, A., Price, A. C. ve Ovrachim, E. (2015). Supporting elementary and middle school STEM education. Chicago: Museum of Science and Industry. Erişim adresi https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science_leadership_initiative/SLI_Lit_Review.pdf

- Corbett, K. S. ve Coriell, J. M. (2014). *STEM explore, discover, apply – a middle school elective (curriculum exchange)*. 2014 ASEE Annual Conference'de sunulan bildiri, Indianapolis, Indiana. Erişim adresi <https://peer.asee.org/23034>.
- Davies, T. ve Gilbert, J. (2003). Modelling: Promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(1), 67–82.
- Drake, S. ve Burns, R. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Dugger, J. C. ve Meier, R. L. (1994). A comparison of second-year principles of technology and high school physics student achievement using a principles of technology achievement test. *Journal of Technology Education*, 5(2), 5-14.
- Dugger, W. E. (2010). *Evolution of STEM in the United States*. 6. Biennial International Conference on Technology Education Research'de sunulan bildiri, Queensland, Avustralya.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8.
- English, L. D. ve King, D. (2018). STEM integration in sixth grade: Designing and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics*, 17, 863–884.
- Felix, A. (2016). *Design-based science and higher order thinking* (Yayınlanmamış doktora tezi). Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia.
- Felix, A. L. (2010). *Design-based science for STEM student recruitment and teacher professional development*. Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova University.
- Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. *Educational Leadership*, 49(2), 61-65.
- Fortus, D., Dersheimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W. ve Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Furner, J. ve Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 3(3), 185-189.
- Grady, J. B. (1994). *Interdisciplinary curriculum: A fusion of reform ideas*. Colorado: Mid-Continental Regional Educational Laboratory.
- Gülhan, F. ve şahin, F. (2018). Activity implementation intended for STEAM (STEM+ Art) education: Mirrors and light. *Journal of Inquiry Based Activities*, 8(2), 111-126.
- Güneş, B. (2017). *Fizikte kavram yanılığları*. Palme Yayıncılık: Ankara.
- Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Hacıoğlu, Y. (2019). Teknolojik tasarım temelli fen eğitimi. D. Akgündüz (Haz.), *Fen ve matematik eğitiminde teknolojik yaklaşımlar* (s. 521-550). Ankara: Anı Yayıncılık.

- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve 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.
- Hallström, J. ve Schönborn, K. J. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: Reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education*, 6(22), 1-10.
- Herdem, K. ve Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48, 145-163.
- Honey, M., Pearson, G. ve Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington DC: National Academy of Engineering and National Research Council The National Academies Press.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. ve Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. Erişim adresi <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing%20Engineering%20Hynes.pdf>.
- International Technology Educators Association [ITEA]. (1996). *Technology for All Americans: A rationale and structure for the study of technology*. Reston, VA.
- İşler, A.Ş. (2004). Sanat eğitiminde disiplinlerarası tematik yaklaşım. *Milli Eğitim Dergisi*, 163, 43-54.
- Jacobs, H. H. (1989). *Design options for an integrated curriculum*. H. H. Jacobs (Haz.), *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation* (s. 12-24). Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). Erişim adresi <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED316506.pdf>.
- Jones, V. (2013). Teaching STEM: Design literacy strategies. Capture natural curiosity. *Children's Technology and Engineering*, 18(1), 28-30.
- Jones, B. F., Rasmussen, C. M. ve Moffitt, M. C. (1997). *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. American Psychological Association.
- Katehi, L., Pearson, G. ve Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] National Academies Press.
- Kitchen, J. A., Sonnert, G. ve Sadler, P. M. (2018). The impact of college- and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, 1, 1-9.
- 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.
- Kurup, P. M., Li, X., Powell, G. ve Brown, M. (2019). Building future primary teachers' capacity in STEM: Based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education*, 6(10).
- Lederman, N. G. ve Niess, M. L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*, 97(2), 57-58.

- Lemons, G., Carberry, A., Swan, C., Jarvin, L. ve Rogers, C. (2010). The benefits of model building in teaching engineering design. *Design Studies*, 31(3), 288–309.
- 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
- Little, R., Poth, R., Gilbert, R. ve Barger, M. (2005). *Adapting the engineering design process for elementary education applications*. 2005 Annual Conference'de sunulan bildiri, Portland, Oregon. Erişim adresi <https://peer.asee.org/15533>
- Loepp, F. L. (2004). Standards: Mathematics and science compared to technological literacy. *Journal of Technology Studies*, 1, 2-10.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y. ve 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*, 97(1), 71-85.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi oğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) oğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W. ve Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. ř. Purzer, J. Strobel ve M. E. Cardella (Haz.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (s. 35-60). West Lafayette: Purdue University.
- 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.
- Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: A tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1), 28-33.
- Park, D., Park, M. ve Bates, A. (2018). Exploring young children's understanding about the concept of volume through engineering design in a STEM activity: A case study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(2), 275-294.
- Petrie, H. (1992). Interdisciplinary education: Are we faced with insurmountable opportunities? *Review of Research in Education*, 18, 299-333.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P. ve 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.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sargianis, K., Sylvia, J. ve Chandler, J. (2014). *Green engineering in the elementary classroom*. http://eeweek.org/sites/default/files/EiEWebinar_slides.pdf
- Shah, A. M., Wylie, C., Gitomer, D. ve Noam, G. (2018). Improving STEM program quality in out- of-school time: Tool development and validation. *Science Education*, 1, 1–22.

- Silk, E. M., Schunn, C. D. ve Cary, M. S. (2009). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 209-223. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-009-9144-8>
- Smith, J. ve Karr-Kidwell, P. J. (2000). The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers. Erişim adresi <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf>.
- Smith, K. A. (2006). *The effect of an integrated high school science curriculum on student achievement, knowledge retention, and science attitudes* (Yayınlanmamış doktora tezi). University of Missouri, Kansas City.
- Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades* (Yayınlanmamış doktora tezi). University of Nevada, Reno.
- Tress, B., Tress, G. ve Fry, G. (2005). Researchers' experiences, positive and negative, in integrative landscape projects. *Environmental Management*, 36(6), 792-807.
- Tress, G., Tress, B. ve Fry, G. (2006). Publishing integrative landscape research: Analysis of editorial policies of peer-reviewed journals. *Environmental Science & Policy*, 9(5), 466-475.
- Wells, J. G. (2010). Research on teaching and learning in science education: Potentials in technology education. P. Reed ve J. LaPorte (Haz.), *Research in technology education* (s. 192-217). Muncie, IN: Ball State University.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education*, 16(1), 26-35.

Implementation of Thematic STEM Education: Friction Force Example

Abstract

The importance given to STEM education tends to increase. Therefore, the need for STEM education practices of teachers is emerging. This study aimed to design, implement and evaluate a STEM activity in which students could apply the engineering design process and the scientific research process that begins with a real-life problem situation experienced in the Eastern Black Sea Region. Regarding the activity designed within the scope of the study, an expert was first consulted, and the activity was organized in accordance with the feedback obtained from the expert. It was then implemented by a science teacher with 24 fifth-graders in the 2018-2019 academic year, under the guidance of the researcher. Opinions of the expert, the researcher, and the teacher in relation to the application process were evaluated. It was concluded that although the activity was in general feasible to implement, there were certain issues to consider in terms of duration of the activity, the engineering design process, preparing the students and conducting the process. Suggestions are presented to adapt the activity to different student groups, topics, and objectives.

Keywords: STEM education, STEM activity, thematic education, engineering design, friction force

EK- ETKİNLİK ÇALIŞMA KİTAPÇIğI



FINDIKLARIMIZI TOPLUYORUZ VE SATMAK ÜZERE ŞEHRE İNDİRİYORUZ

Biliyoruz ki şehrimizin en önemli ürünü fındık ve hemen hemen her birimizin ailesinin fındık bahçesi var. Ağustos ayı geldiğinde herkes fındık bahçelerinden fındıklarını topluyor, çuvallıyor ve satmak üzere kamyonetlere yükleyip şehre indirmek için hazırlıyorsunuz. Fakat fındık bahçeleri de şehrimizin coğrafi yapısı gereği hep dik ve eğimli alanlarda yer alıyor. Kamyonetiniz tüccara ulaşmak için yola çıkmaya hazır olsa bile fındık bahçemiz bir dağın tepesinde olduğu için gitmesi gereken yol planlanmamış olduğu için bu tepeden fındık torbalarını aşağıya indirmek çok zor ve tehlikeli oluyor. Bir de üstüne yağmur yağarsa, tehlike daha da artıyor. Bu da hem fındıkların toplanmasını hem de taşınmasını zorlaştırıyor. Şimdi sizlerden belediyede çalışan mühendisler olarak görev almamızı ve Ahmet amcamın köyüne bir yol inşa etmemizi istiyoruz.

Şimdi belediyenin verdiği görevi yerine getirelim. Tasarlanabilecek yolu tasarlayamayacağımız için bir maketini oluşturalım ve test edelim. Ama mühendis olduğumuzu unutmayalım ve mühendislerin çalışma sürecini dikkate alalım.

Bunun için oluşturacağımız maketimizde dikkat etmeniz gereken hususlar bulunmaktadır:



*Yolunuz eğimli alan olduğu için araçların kaymayacağı ve yüklü kamyon serbest bırakıldığında devrilmeyeceği şekilde tasarlanmalı!

**Yolunuzun maliyeti 20 TL'yi aşmamalı!

***Ayrıca 50 cm eni, 1 m boyundaki alan için tasarlanmalıdır!



- *Probleminizi tanımlayabilmek için aşağıdaki soruları cevaplayınız:*

Soru 1- Kamyonet neden devrilme tehlikesi altındadır?

Soru 2- Tehlikeyi engellemek için ne yapmalıyız?

Soru 3- Cisimlerin hızını azaltacak etkiler nelerdir?

Soru 4: Sizden istenen yolun özellikleri nelerdir?

Soru 5- Mühendis olarak siz fındık kamyonunun aşağıya güvenli bir şekilde, devrilmeden inmesini sağlayacak olan bu yolu nasıl tasarlıyorsunuz? Çiziniz ve açıklayınız.

- *Bu soruların cevabını bulmak için araştırma sorunuzu oluşturunuz ve deneyinizi yapınız. Aşağıdaki boşlukları doldurunuz.*

Araştırma sorunuz:

Hipoteziniz:

Bağımlı ve bağımsız değişkeniniz:

Deney malzemeleri:

Deneyin yapılışı:

Deneyin sonucu:

- *Deney sonuçları doğrultusunda tasarım için çözüm önerilerinizi ayrıntılı olarak çizin ve açıklayınız.*

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

- *Çizdiğiniz çözüm önerilerinizi mühendisler gibi grup arkadaşlarınızla tartışınız ve en etkili çözümü seçiniz. Açıklayınız.*

- *Şimdi size verilen fındık bahçesinin bulunduğu alanın yapısını da dikkate alarak aşağıdaki malzemelerden tercihlerinizi yaparak yolunuzu tasarlayınız.*

Kullanılabilecek malzeme ve materyaller: Kum, çakıl, tahta, talaş, toprak, karton, mukavva, makas, maket bıçağı, materyale uygun yapıştırıcı, öğrencilerin bahçeden ve çevreden bulabileceği, gerçek duruma uygun materyaller

- *Tasarımınızı aşağıda verilen Tasarım Değerlendirme Tablosuna göre değerlendiriniz. Eğer probleminize uygun çözümü tasarlamadıysanız süreci gözden geçirin ve tasarımınızı revize ediniz ya da yeniden tasarlayınız.*

<i>Tasarımınızın özelliğine ilişkin sorular</i>	<i>Evet</i>	<i>Hayır</i>
<i>Oluşturduğunuz modelde sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü azaltacak önlemler aldınız mı?</i>	<i>1 puan</i>	<i>0 puan</i>
<i>Oluşturduğunuz model harekete başladıktan sonra dışarıdan herhangi bir müdahale gerektiriyor mu?</i>	<i>0 puan</i>	<i>1 puan</i>
<i>Oluşturduğunuz modelde kamyonetiniz devrilmeden yolu tamamladı mı?</i>	<i>1 puan</i>	<i>0 puan</i>
<i>Size verilen 20TL'lik bütçeyi aştınız mı?</i>	<i>0 puan</i>	<i>1 puan</i>

- *Grup arkadaşlarınızla birlikte tasarımınızı diğer arkadaşlarınıza sununuz.*