



HAYEF: Journal of Education

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

7. Sınıf Öğrencilerinin STEM Ürün-Performans Düzeylerinin ve Görüşlerinin Belirlenmesi

Emrah HİĞDE , Hilal AKTAMIŞ 

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Aydın, Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı ortaokul öğrencileri için hazırlanan fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının entegrasyonunu içeren etkinliklerinin uygulanması süresince 7. sınıf öğrencilerin STEM ürün performans düzeylerinin ve STEM eğitimine yönelik görüşlerinin belirlenmesidir. Bu amaca uygun olarak çalışmanın yöntemi durum çalışması olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında 2016-2017 bahar döneminde Aydın il merkezinde bir devlet ortaokulunda 7. sınıf öğrencilerine yönelik düzenlenen STEM eğitimi kapsamında fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının entegrasyonunu içeren etkinlikler 10 hafta süresince uygulanmıştır. Araştırmanın çalışma grubu 16 kız ve 6 erkek öğrenci oluşturmaktadır. Etkinliklerin sonunda maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemiyle seçilen 11 öğrenci ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Öğrencilerin etkinlikler süresince yaptıkları tasarımlarının süreci ve sonuçları ürün performans rubriği ile çalışma grubundaki tüm öğrenciler değerlendirilmiştir. STEM etkinliklerinin öğrencilerin disiplinler arası eğitime ve fen mühendislik entegrasyonuna yönelik olumlu görüş geliştirdiği, tasarım becerisi, yaratıcılık, işbirliği içinde çalışma, eleştirel düşünme ve problem çözme, psikomotor beceriler gibi 21. yy becerileri ile ilişkili becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin grup olarak çalışma, sorumluluk alma, tasarım sürecini kullanma, bilim ve mühendisliği birlikte kullanma, yaratıcı ürünler tasarlamadaki becerilerinin gelişim gösterdiği gözlem verilerinde ortaya çıkmıştır. Öğrenciler STEM etkinliklerini uygularken zamanı etkili kullanma, iş bölümü eksikliği, el becerisi eksikliği, fikir ayrılığı ve rekabetin oluşturduğu stres gibi konularda problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Durum çalışması, ortaokul öğrencileri, STEM entegrasyonu, STEM görüşleri, STEM ürünleri

Determination of STEM Product-Performance Levels and Opinions of Seventh Grade Students

Abstract

This study aimed to determine science, technology, engineering, and mathematics (STEM) product performance levels and STEM education views of seventh-grade-level secondary school students during implementation of the activities involving integration of science, technology, mathematics, and engineering prepared for secondary school students. This was a case study, and the activities involving integration of science, technology, mathematics, and engineering were executed with seventh grade secondary school students in a public school in the Aydın province over a 10-week period during the spring semester of the 2016–2017 academic year. The study group consisted of 16 girls and 6 boys. To gather the students' views on STEM education, semi-structured interviews were conducted with students after the implementation of the activities. Moreover, the process and product of the students' designs during activities were evaluated with product-oriented performance rubric. Consequently, the students developed positive views toward interdisciplinary education and science-engineering integration; 21st century skills such as design skills, creativity, collaborative work, critical thinking, and problem solving; and handcraft. According to the observation data, students were working as a group, taking responsibility, and using design process, using science and engineering together, and having the ability to design creative products. However, the students also had problems using time effectively, lacked the ability to share work, handcrafts, disagreements, and competitive pressure during STEM activities.

Keywords: Case study, elementary school students, STEM integration, STEM opinions, STEM products

İletişim Kurulacak Yazar / Corresponding Author: Emrah HİĞDE E-posta / E-mail: emrahhigde@gmail.com

Cite this article as: Hığde, E., ve Aktamış, H. (2021). 7. Sınıf Öğrencilerinin STEM Ürün-Performans Düzeylerinin ve Görüşlerinin Belirlenmesi. *HAYEF: Journal of Education*, 18(2), 220-253.



Giriş

STEM eğitimi genel olarak, STEM okuryazarı iş gücü yetiştirmeyi, ülkeler için ekonomik üstünlük sağlayacak ilerlemeleri gerçekleştirmeyi, gelecekteki iş alanları için yeterli ve beklenen becerilere sahip bireyler yetiştirmeyi amaç edinmektedir (Thomas, 2014). Ülkeler için ekonomik avantaj sağlayacak ve çağın gereksinimlerine göre yetiştirmiş, inovasyon becerisine sahip ve yeniliklere ayak uyduran bireyler yetiştirmek STEM eğitimi açısından önemlidir. Araştırma yapma, sorgulama, eleştirel ve analitik düşünme, yaratıcılık ve karar verme becerisine sahip olma 21. yüzyılda kişilerden beklenen özelliklerdir. Bu becerilerin bireylere kazandırılmasında fen ve matematik disiplinleri ile ilişkili olan teknoloji ve mühendislik alanlarının rolü önemlidir (Yamak ve ark., 2014). STEM eğitiminin bu çağın ihtiyaçlarına göre yeni nesil mühendis ve bilim insanı yetiştirmek için etkili bir eğitim yaklaşımı olduğu söylenebilir.

Günümüzde teknolojinin hızlı gelişimine ve yeni teknolojik araçların üretilmesine rağmen bu araçlardan etkili şekilde faydalanan ve yeni teknolojik araçları bulup üretecek olan bireylerin sayısının yeterli olmadığı ifade edilmektedir (Atik, 2018). STEM eğitimi sayesinde bu eksikliğin giderilmesi beklenmektedir (English, 2017). Ülkeler ancak bu sayede gelecek için rekabete açık, iş yeterlilikleri açısından gelişmiş, çağa ayak uyduran, girişimci ve yenilikleri üreten bireyler yetiştirebilirler (Wang, 2012). Bu nedenle ABD, Brezilya, Avusturalya, Avrupa ülkeleri gibi birçok ülke özgün ve gelişmiş ürünler üreten, yaratıcı ve dünya pazarındaki ekonomik yarışta ülkesini lider konumda tutacak bireyleri yetiştirmek için STEM eğitimi yaklaşımının kullanılmasına ve giderek yaygınlaştırılmasına önem vermektedir. Bunun sebebi birçok ülkede olduğu gibi ihtiyaç duyulan sayıda ve nitelikte iş gücünün olmaması, özellikle de mühendislik alanını tercih eden yetiştirmiş birey sayısının az olmasıdır (Akgündüz, 2018). Bu nedenle birçok ülke STEM alanlarında bilgi ve beceriye sahip bireyler yetiştirmek için öğretim programlarına STEM eğitim yaklaşımını entegre etmeye çalışmaktadır. ABD, 2004 yılındaki K-12 sisteminde mühendislik eğitiminin yaygınlaştırılması için STEM eğitimine “Engineering 2020” (National Academy of Engineering [Ulusal Mühendislik Akademisi], 2004) adlı çalışmada ilk olarak yer vermiştir. Daha sonra Ulusal Mühendislik Akademisinin raporunda K-12 öğrencileri için uygulanan mühendislik çalışmaları değerlendirilmiştir. National Science Foundation (NSF, 2013) [Ulusal Bilim Vakfı] tarafından K-12’ye yönelik mühendislik eğitiminin kullanılması ve yaygınlaştırılması için öğretim programları yayınlanmıştır. The Next Generation Science Standards (NGSS, 2013) [Gelecek Nesil Bilim Standartları] isimli öğretim programı çalışmasında mühendisliğin fen ve matematik ile entegre edilerek anlatılması öne çıkmıştır.

Avrupa’da ise STEM alanlarında çalışan mevcut bireylerin yaşlanması üzerine STEM bilgi ve becerisine dayalı hızlı ilerleyen ve büyüyen endüstri için gerekli iş gücünü yetiştirebilmek adına çağın getirdiği yeniliklere ayak uydurabilen genç nüfusun yetiştirilmesi

için STEM eğitime yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birisi olarak 31 ülkenin Milli Eğitim Bakanlığı sponsorluğunda STEM eğitimi faaliyetleri için Ingenious isimli organizasyon kurulmuştur. STEM temelli eğitimi yaygınlaştırmak ve öğretmen eğitimi için The European STEM Professional Development Center Network (Avrupa STEM Profesyonel Gelişim Merkezleri Ağı) isimli organizasyonlar gerçekleştirilmektedir.

Türkiye’de de uluslararası küresel ekonomik rekabette ve ilerlemede geri kalmamak için STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları üniversitelerde kurulan STEM merkezleri, TÜBİTAK ve MEB öğretim programı geliştirme ve proje çalışmaları, 21. yüzyıl şartlarına uygun eğitim verebilecek öğretmen yetiştirmek için öğretmenlik programlarının değiştirilmesi ve yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı olarak gösterilebilir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde NGSS’ye benzer şekilde STEM eğitimi yaklaşımının fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları başlığı altında her bir üniteye paralel şekilde ve bir kazanımla ilişkili olarak bilim ve girişimciliğe 4. sınıftan 8. sınıfa kadar tüm ünitelerde yer verildiği görülmektedir. Öğrenciler öğretmen rehberliğinde bilimsel bilgiyi mühendislik ile bütünleştirerek ürüne dönüştürme fırsatı yakalamaktadır. NGSS’de okul öncesinden üniversiteye kadar her seviyede STEM eğitime yönelik mühendislik tasarımı ve fen bilimleri uygulamaları bulunmaktayken, Türkiye’de sadece 4. sınıftan 8. sınıf seviyesine kadar yer verildiği görülmektedir. Ayrıca STEM eğitimi için sadece mühendislik uygulamalarına yer verilmesi de yeterli görülmemektedir. STEM eğitiminin doğası gereği Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’na entegre edilmiş bir STEM öğretimi programı uygulanabilir veya okul dışı etkinlikler için STEM öğretim programı hazırlanarak uygulanabilir. Bu sayede fen bilimleri derslerinin tümünde öğrenciler problem çözme, bilimsel süreç ve mühendislik becerileri kazanma ve tasarım yapma şansı yakalayacaktır. Yapılan çalışmalarda STEM eğitiminin etkili uygulanabilmesi; STEM derslerinin öğretim programlarına konması, öğrencilerin başarılarının ölçülmesi ve değerlendirmenin STEM becerilerine göre yapılması, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına önem verilmesi ve öğretim programlarında uygulamaya daha fazla yer verilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Akgündüz ve ark., 2015). Bu nedenle öğretim programını temel alarak hazırlanan STEM eğitimi uygulamalarına uygulamadaki avantaj ve sınırlılıkların belirlenmesi ve programın etkililiğinin ölçülmesi açısından ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Alan yazın ve ülkelerin yaptığı çalışmalar incelendiğinde ülkelerin küresel rekabette yer almak ve genç nüfusu geleceğe hazırlamak için STEM eğitime önem verdikleri görülmektedir. Dolayısıyla STEM eğitimi almış öğrenci sayısının artmasıyla endüstri ve sanayide üreten ve geliştiren iş gücünün artması beklenmektedir. Eğitim açısından bakıldığında ise STEM eğitimi alan öğrencilerin fen ve matematik konularını somutlaştırarak öğrenmesi onların motivasyonlarını arttıracaktır. Ayrıca öğrencilerin fen ve matematik derslerinde problem çözerken ürettikleri mühendislik tasarımları, konuları daha iyi kavramalarına yardımcı olacaktır. Bu alanlara ek olarak teknolojinin enteg-

rasyonu fen ve matematik derslerini içerik ve öğretim materyali bakımından zengin ve çekici hale getirecektir (Schaefer ve ark., 2003). Birden çok disiplinin bütünleştirilerek disiplinler arası bir eğitim yaklaşımının kullanılması öğrencilerin daha fazla disipline ait bilgi ve beceri sahibi olmasını, ilgi, motivasyon, iş birliği içinde öğrenme ve problem çözme becerilerini geliştirmesini sağlayacaktır (Niess, 2005).

STEM temelli etkinlikler, günlük hayattan alınmış problemlerle desteklenerek öğrencilerin yaşamları boyunca karşılarına çıkabilecek sorunlar karşısında farklı disiplinlerden yola çıkarak çözüm üretmeleri için onları bu zorluklara hazırlamaktadır. Öğrencilerin STEM etkinlikleri sayesinde deneme, tasarlama, verileri toplama, analiz etme, çıkarımlarda ve yorumlarda bulunma, doğal olaylarla ilişkiler kurabilme becerilerinin gelişmesi beklenmektedir. STEM temelli etkinlikler öğrencilere bir yaşantı yoluyla bilgi aktarımı yaptığı için öğrencinin bilgiyi kendisinin anlamlandırmasına ve daha kalıcı olmasına yardımcı olur (Wang, 2012). Ayrıca küresel ölçekte ekonomik ve teknolojik alanlardaki yarışlarda yer alabilmek için genç nüfusun STEM alanlarında niteliklerinin ve yeterliliklerinin geliştirilmesi, üzerinde zaman harcanması gereken önemli bir konudur. Ancak, Türkiye’de alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde çalışmaların sınırlı olduğu ve kapsamlı çalışmalara yer verilmediği görülmektedir (Baran ve ark., 2015; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Karahan ve ark., 2015; Pekbay ve ark., 2020; Şahin ve ark., 2014; Yamak ve ark., 2014). Benzer şekilde alan yazında STEM disiplinlerinin entegre edilerek sınıf içinde nasıl uygulanacağı ve nasıl ilişkilendirileceğine, öğretmenlerin STEM eğitimi nasıl uygulayacağına yönelik çalışmalar da sınırlı sayıdadır (Bahar ve ark., 2018; Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Gülhan ve Şahin, 2016; Özkul ve Özden, 2020; Yıldırım, 2017). Ayrıca öğrencilerin farklı düzeylerde ve farklı konularda uygulanan etkinliklere ve STEM eğitime yönelik görüşlerini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır (Aydın ve Karşı Baydere, 2019; Aydın ve ark., 2017; Gülen ve Yaman, 2018; Gülhan ve Şahin, 2018; Karakaya ve ark., 2019; Yıldırım ve Selvi, 2018). Ancak bu çalışmadaki etkinliklerin bir dönem gibi uzun bir süreci ve birden fazla konu ve disipline yer vermesinden dolayı özgün olduğu görülmektedir. Bu nedenle alan yazına katkısı olacağı düşünülmektedir.

STEM eğitim programının uygulanması ve öğretim programlarıyla bütünleştirilmesinde bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu sınırlılıkların başında öğretim programlarının STEM eğitimi yaklaşımına göre düzenlenmemesi ve STEM eğitiminin öğretim programlarına tamamen entegre edilmemesi gelmektedir. Öğretmenlerin de STEM eğitimi fen konularına nasıl entegre edeceği hakkında uygulamalı olarak eğitim almaması ve uygulamaya dönük çalışmaların alan yazında sınırlı olması STEM eğitimi yaklaşımının fen konularına entegrasyonunun nasıl gerçekleştirileceği konusunda önemli bir sınırlılık olarak karşımıza çıkmaktadır (Aydeniz, 2017; Bahar ve ark., 2018). Ayrıca, bu çalışmada elde edilecek sonuçların STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerine uygulanmasına yönelik MEB’in ortaokul öğretim programları ve öğrencileri için yapacağı çalışmalara da katkı sunması beklenmektedir. Bu nedenle bu çalışma öğretmenlere STEM temelli etkinliklerinin nasıl

olması gerektiği konusunda örnek oluşturması açısından önemlidir. Bu uygulamalar esnasında öğrencilerin STEM eğitiminin odağında olması nedeniyle, onların görüşlerinin ve süreç içinde geliştirdikleri becerilerinin incelenmesi alan yazındaki bu konu hakkındaki önemli bir boşluğu dolduracaktır. Bu doğrultuda çalışmanın araştırma soruları verilmiştir.

1. STEM etkinliklerinin uygulama sürecinde öğrencilerin ürün performans düzeyleri nasıldır?
2. STEM etkinliklerinin uygulama sürecinde öğrencilerin etkinliklerin yönelik görüşleri nasıldır?

Yöntem

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin STEM etkinlik temelli uygulama sürecinde oluşturdukları STEM ürün-performans düzeyinin nasıl değiştiği ve bu süreçle yönelik görüşleri belirlenmesi amaçlandığından çalışmada durum çalışması deseni kullanılmıştır. Stake (2005) durum çalışmasını sadece yöntem olarak değil, aynı zamanda ne çalışılacağına bir seçimi olarak ifade ederken, bazı araştırmacılar durum çalışmasını sorgulama stratejisi, yöntem veya kapsamlı araştırma stratejisi olarak tanımlamaktadırlar (Denzin ve Lincoln, 2005; Meriam, 1998; Yin, 2003). Araştırmacı durum çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada öğrencilerin ürün performans düzeylerini ve görüşlerini detaylı bir şekilde, birden fazla veri toplama aracını (gözlem, görüşme, doküman, rapor... gibi) kullanarak çalışmıştır (Creswell, 2007). Durum çalışmalarında “durum” bir birey veya karar verme süreçleri, programlar, belirli uygulama süreçleri veya örgütsel değişim konuları olabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2005; Yin, 2003). Bu çalışmada incelenen durum, STEM etkinliklerinin uygulama sürecinde ortaokul öğrencilerinin STEM ürün performans düzeyleri ve görüşleridir.

Çalışma Grubu

Çalışma grubu belirlenirken amaçlı örnekleme kullanılmıştır. Aydın il merkezindeki okulların öğretmen ve müdürleriyle randevular alınarak görüşülmüştür. Öğretmen ve müdürler ile yapılan görüşmeler sonucu iki okulun çalışma için istekli ve gönüllü olduğu görülmüştür. Bu okullar orta sosyoekonomik düzeye sahip olduğu için rastgele bir devlet okulu seçilmiştir. Seçilen okulda çalışmanın yürütülmesi için Valilik Makamı ve İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden izinler alınarak okulda bulunan 10 tane 7. sınıfın fen, matematik ve teknoloji tasarımı derslerine giren öğretmenler ile görüşmeler ayarlanmıştır. Bu süreçte derse giren öğretmenlerle yapılan görüşmelerde çalışmaya katılmaya gönüllü olan öğretmenlerin bulunduğu sınıflardan rastgele bir sınıf uygulama için seçilmiştir. Bu sınıfta 16 kız 6 erkek öğrenci bulunmaktadır.

Çalışma grubu STEM etkinliklerine bir dönem süresince katılan 22 öğrenciden oluşmaktadır. Gözlemler tüm sınıfta yapıldığı ve gözlem verilerinin analizlerinde grup bazında analizler yapıldığı için uygulamaya katılan öğrencilerin tamamı grup olarak analize dâhil edilmiştir. Öğrencilerin bireysel gözlemleri yerine grubun performansını değerlendir-

dirmek için grup çalışmaları esnasında grupta olan tüm öğrenciler için ortak puanlama rubrik ile toplanmıştır. Gözlemlerin çoğu araştırmacı tarafından yapılmıştır. Grup içindeki özel diyaloglar öğrenciler bazında not edilerek toplanmaya çalışılmıştır. Görüşmelerde sınıfın tamamı ile görüşmek yerine maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi kullanılarak en başarılı, orta düzeyde ve en düşük seviyede etkinliklerde başarılı olan toplam üç gruptaki 11 öğrenci ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Başarı kriteri olarak öğrencilerin etkinlikler esnasında gözlem rubriklerinden aldıkları puanlar kullanılmıştır. En başarılı grup üç kız öğrenciden ve fen, matematik ve teknoloji tasarım derslerinde akademik olarak başarısı yüksek olan öğrencilerden oluşmaktadır. Orta düzeyde başarılı olan grupta üç kız ve bir erkek öğrenciden ve akademik olarak fen bilimleri, matematik ve teknoloji tasarım derslerinde orta düzeyde başarıya sahip öğrencilerden oluşmaktadır. En düşük grup olarak seçilen grup iki kız ve iki erkek öğrenciden oluşmaktadır. En düşük gruptaki öğrenciler akademik olarak fen bilimleri, matematik ve teknoloji tasarım derslerinde alt düzeyde akademik başarıya sahip öğrencilerden oluşmaktadır. Öğrenciler grup kurma konusunda özgür bırakılarak en iyi çalışabilecekleri bireyleri seçerek grup kumalarına müsaade edilmiştir. Bu yüzden gruplardaki öğrenci sayıları eşit olmamasına rağmen sayısal olarak önemli bir fark yoktur. Öğrencilerin isimleri yerine çalışma süresince isim ve soy isimlerinin ilk harfleri kod isimleri olarak kullanılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Ürün ve performans değerlendirme rubriği

Rubrik oluşturulurken Andrade'nin (1997) öne sürdüğü işlem basamakları kullanılmıştır. Rubrik geliştirmeden önce STEM ile ilgili ürün değerlendirme rubrikleri incelenmiştir. Alan yazında hangi bileşenlerin ve değerlendirme seviyelerinin olduğu araştırılmıştır. İncelenen rubriklerden ortaokul ve ilkokul seviyesinde STEM temelli eğitimde ürün değerlendirme ve grup çalışmalarını değerlendiren rubrikler incelenmiştir. Bu süreçte incelenen rubrikler, bu çalışmada kullanılan etkinlikler ve öğrenci kazanımlarına uygun ölçütler, tanımlamalar ve puanlamalar taslak olarak hazırlanmaya çalışılmıştır. Taslak rubrik hazırlandıktan sonra uzman görüşüne sunulmuştur. Üç alan uzmanından alınan görüşler ve öneriler doğrultusunda taslak rubriğin kullanılacağı sınıfın dersine giren fen bilimleri öğretmenin de görüşleri alınarak taslak olan rubriğe son şekli verilmiştir. Taslak rubrik aracılığıyla yapılan değerlendirmeler sonrası ortaokul 7. sınıf öğrencileri ve ders sorumlusu fen bilimleri öğretmenlerinin de önerileri ve dönütleri dikkate alınmıştır. Taslak rubrik bu süreçte hem alan uzmanları hem de fen bilimleri öğretmenleri tarafından gözden tekrar geçirilerek son düzenlemeler yapılmıştır. Hazırlanan rubriğin hedeflere uygun ve tutarlı olması, puanlama düzeylerinin anlamlı ve anlaşılır olması, adil olması, ölçütlerin ne anlama geldiğinin açık olması ve öğrencilerden beklenen kazanımlarla örtüşmesi önemlidir. Rubriğin geçerliği için içerik, yapı ve ölçüt boyutları yönlerinden değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. İçerik bağlamında yeterli bilgi sağlaması ve mühendislik tasarım sürecine uygun olmasına dikkat edilirken, yapı olarak değerlendirilen

ölçütlerin STEM ile ilgili olmasına ve ölçüt bakımından ise STEM ile ilgili farklı etkinliklerde kullanılabilecek ve farklı uygulamalara yönelik kullanılabilir olmasına bakılmıştır. Süreç içerisinde üç alan uzmanı ve iki fen bilimleri öğretmeni tarafından incelenmiştir. Alan uzmanları tarafından gelen düzeltmeler ile benzer olan ölçütler tasarım süreci, son ürün işlevselliği ve son ürün değerlendirme olarak alt başlıklar altında toplanmış ve her bir ölçüt için üç puanlama düzeyi kullanılmıştır. Puanlama düzeyleri zayıf, orta ve güçlü olarak görülmektedir. Gerekli düzenlemelerin ardından tekrar alan uzmanları ve öğretmenler tarafından kontrol edilen rubriğin geçerlik çalışması tamamlanmıştır.

Rubrik güvenilirliği “değerlendirmeye tabi tutulan bir öğrencinin performansının her değerlendirmede ve her değerlendiren kişiden yine aynı puanı alması” olarak tanımlanmaktadır (Tuncel, 2011). Bu rubrik öğrencilerin fen bilimleri dersinde STEM alanlarından en az ikisinin birleştirilmesine dayanılarak tasarlanan bir fen etkinliğinde oluşturdukları ürünlerin ve bu sürecin değerlendirilmesinde iki alan uzmanı tarafından kullanılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda puanlayıcılar arasında ve araştırmacı tarafından dört hafta arayla tekrar puanlama yapılarak rubriğin puanlayanlar arasında ne kadar uyuma gösterdiğine bakılmıştır. Alan uzmanları ve araştırmacının tekrar puanlamaları arasında $r = ,956$ yüksek düzeyde korelasyon gösterdiği görülmüştür. Ayrıca, puanlayıcıların sonuçları Ağırlıklı Kappa (Weighted Kappa) analizleri değerlendirilmiştir. Kappa katsayısı ,77 olarak bulunmuştur. Bu değere göre kodlayıcılar arasında iyi düzeyde bir uyum olduğu söylenebilir (Sim ve Wright, 2005). Bu nedenle hazırlanan STEM ürün ve süreç değerlendirme rubriğinin doğru ve güvenilir ölçüm yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Rubriğin son hali EK-1 ekler bölümünde verilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formu

Araştırmada veriler yarı yapılandırılmış görüşme yoluyla toplanmıştır. Görüşmeler, öğrenciler ile yüz yüze ve bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Görüşme formu oluşturulurken iki fen eğitimi alan uzmanından görüş alınmıştır. Üç öğrenci ile pilot uygulama yapıldıktan sonra görüşme formuna son şekli verilmiştir. Veri toplama sürecinde katılımcıların rahat olması, dürüst ve doğru cevaplar vermesi için samimi bir ortam oluşturulmaya çalışılmıştır. Okulun öğretmenler odasında öğrenci ile birebir gerçekleştirilen görüşmeler yaklaşık 20-25 dakika arasında sürmüştür. Öğrenciler ile yapılan görüşmeler etkinlik uygulamalarından sonra gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde, STEM etkinliklerine yönelik görüş alınabilmesi hedeflenmektedir. Öğrencilere görüşmede 11 açılımlı soru sorulmuştur. Görüşme soruları EK-2 bölümünde verilmiştir.

Uygulama Süreci

Katılımcı gruptaki öğrencilere, hazırlanan STEM etkinlikleri bir dönem boyunca araştırmacı ve dersin öğretmeni tarafından uygulanmıştır. Etkinlikler 2016-2017 öğretim yılının bahar dönemi boyunca haftada iki saat olmak üzere uygulanmıştır. Etkinlik isimleri ve uygulandıkları tarihler aşağıda Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

Araştırmanın Uygulama Süreci

Haftalar	Etkinlik uygulama takvimi
03.03.17	Giriş Etkinliği: Öğrencilere tasarım sürecini tanııtma
10.03.17	1. Maddenin Yapısı ve Özellikleri / Madde ve Değişim/ Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm/ Atık Maddelerden Araba Yapımı
17.03.17	2. Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması / Fiziksel Olaylar/ Güneş Fırını Yapımı
24.03.17	3. Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması / Fiziksel Olaylar/ Güneş Enerjisiyle Çalışan Araba Yapımı
31.03.17 07.04.17	4. İnsan Ve Çevre İlişkileri / Canlılar ve Hayat/ Biyosfer Yapımı (Çoklu Enerji Akışı)
14.04.17	5. İnsan ve Çevre İlişkileri / Canlılar ve Hayat/ Nesli Tükenen Canlılar
21.04.17	6. Elektrik Enerjisi / Fiziksel Olaylar/ Elektrik Motoru Yapımı
28.04.17	7. Elektrik Enerjisi / Fiziksel Olaylar/ Su Tribünü Yapımı
05.05.17	8. Güneş Sistemi ve Ötesi / Dünya ve Evren/ Gezginleri Marsa Ulaştırma
12.05.17	9. Güneş Sistemi ve Ötesi / Dünya ve Evren/ Su Roketi Yapımı

Çalışma grubundaki öğrencilerin tamamı ilk kez STEM eğitimine yönelik bir uygulamaya katılmışlardır. Teknoloji ve tasarım dersinin öğretim programı ve dersin okullarda uygulanışı incelendiğinde STEM temelli tasarıma dayalı etkinliklerin uygulanmasının hem öğretmenler hem de öğrenciler için daha faydalı olacağına karar verilmiştir. Fen ve matematik derslerinde genellikle teorik alan konularının öğretilmesi ve bu derslere paralel olarak teknoloji ve tasarım derslerinde öğrencilerin mühendislik tasarımlarını yapmalarının uyumlu olduğuna karar verilmiştir. STEM etkinlikleri öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji ve matematik derslerinin yanında mühendislik kazanımları içermektedir. Teknoloji ve tasarım dersi amaçlarından “İlki hayat boyu öğrenen, öğrendiğini uygulayabilen, teknoloji ve tasarım süreçlerini hem kendisi hem de yaşadığı toplum yararına kullanabilen bireyler yetiştirmek; ikincisi ise teknoloji ve tasarım sürecini anlayabilen, yorumlayabilen, yönetebilen ve değerlendirebilen teknoloji ve tasarım okuryazarı bireyler yetiştirmektir.” (MEB, 2017, s. 9) olarak öğretim programında tanımlanmıştır. Bu yüzden etkinliklerin bu derste uygulanması uygun görülmüştür.

Etkinlikler hazırlanırken öğrencilerin alternatif enerji, elektrik enerjisi, insan ve çevre etkileşimi, madde ve değişim, aynalarda yansıma ve ışığın soğurulması konularındaki çevreyle ilgili gündelik temel kavramlarda ve disiplinler arası problemlerde çözüm üretmeleri dikkate alınmıştır. Öğrencileri günlük yaşam problemlerine katmak için mühendislik tasarımı içeren etkinlikler ile öğrencilerin aktif ve problem temelli öğrenme deneyimi yaşamaları sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin gerçek yaşam problemleri ve mühendislik tasarımları içeren etkinlikler ile motive edilerek tasarımları bitirmeleri amaçlanmıştır. Etkinlikler hazırlanma aşamasında iki uzman görüşüne ve fen bilimleri eğitimi alanındaki iki öğretmenin görüşüne sunularak pilot çalışmaları iki farklı okulda gerçekleştirilmiştir. Grup çalışmalarında ve sınıf içi bilimsel tartışmalarda öğrencilerin anlamadığı veya yanlış anladığı bölümler belirlenerek etkinliklerde değişikliğe gidilmiştir. Hem kazanım düzeylerine, hem de öğrenenin düzeyine uygun olarak etkinlikler düzenlenmiştir. Kazanıma uygun olmadığı

düşünülen veya STEM eğitimine uygun görülmeyen etkinlikler ya çıkarılmış ya da değiştirilerek STEM eğitimine uygun fen konusuyla ilişkili ve teknoloji, mühendislik veya matematik alanlarından birinin entegrasyonu sağlanarak düzenlenmiştir. Pilot çalışma süresince etkinliklerin tamamı denenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Mevcut fen eğitim programlarının önerdiği gibi yapılandırmacı eğitime dayalı olarak STEM eğitime yönelik seçilen ünitelerin ve aktivitelerin 5E öğrenme modeli kullanılarak yapılandırılmasına karar verilmiştir. Maryland State Department of Education (MSDE) (2012), STEM eğitimini 5E öğrenme modeli ile bütünleştirerek örnek bir uygulama gerçekleştirmiştir. 5E öğrenme modeli, yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayanması, problem çözme boyutunu vurgulaması, mühendislik tasarım süreçleri için uygun olması, günlük yaşamla ilişki kurmaya imkân vermesi nedeniyle STEM eğitime uygun derslerin düzenlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Geliştirilen etkinlikler, 10 hafta ve 20 ders saati süresince sınıfta uygulanmıştır. Öğrenciler dörder kişilik gruplar halinde çalışmışlardır. Ancak bazı grup üyelerinin ayrı gruplar oluşturma isteklerinden dolayı üç kişilik gruplar halinde çalışmak isteyen öğrencilere izin verilmiştir. Öğrencilerin kurdukları gruplar incelendiğinde öğrencilerin son dönem fen bilimleri, matematik ve teknoloji tasarım derslerinden aldıkları notlar açısından çok yüksek puan alan öğrencilerin aynı grupta toplanmadığı belirlenmiştir. Erkek öğrencilerin sayıca az olmasından dolayı gruplara öğretmen ve araştırmacı tarafından dağıtılmak istenmesine karşın üç erkek öğrenci tek grup olarak kalmıştır. Diğer erkek öğrenciler gruplara birer birer kendi isteklerine göre dağılmıştır.

Uygulamada öğrencilere dokuz etkinlik uygulanmış ve bu etkinliklerin altı tanesi sınıf içinde gerçekleştirilirken su roketi, güneş enerjisiyle çalışan araba ve güneş fırını sınıf içinde tasarlanarak uygulaması sınıf dışında gerçekleştirilmiş etkinliklerdir. STEM etkinlikleri araştırmacı tarafından alan yazında ve NASA STEM etkinlikleri arasında var olan, çalışmanın amacına uygun etkinlikler seçilmesi ve mühendislik tasarım süreci basamakları temel alınarak geliştirilmesiyle oluşturulmuştur. Ders planları ve etkinlik kâğıtlarından oluşan hazırlıklar çerçevesinde öğrenciler ile 10 hafta süresince dokuz STEM etkinliği gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler her hafta iki saat olan teknoloji ve tasarım dersinde ağırlıklı olarak iki ders saati süresince gerçekleştirilmiştir.

Etkinlikler mühendislik tasarım süreci temel alınarak öğrencilerin bir mühendislik tasarımı gerçekleştirmelerine dayanmaktadır. Öğrenciler etkinliklere katılmadan önce mühendislik tasarım sürecinin ne olduğu, nasıl kullanıldığı, mühendisliğin fen, matematik ve teknoloji ile ilişkisi uygulamalı olarak anlatılmıştır. İki hafta süresince teorik bilgiler üzerinden öğrencilere bilgilendirme yapılırken, bir haftada uygulamalı olarak örnek etkinlikler üzerinden uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere etkinliklerde günlük hayattan bir problem durumu verilerek buna yönelik veya bir bağlam verilerek bu bağlamda ilk hafta öğrencilere öğretilen mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir tasarım yapmaları beklenmektedir. Bu mühendislik tasarım süreci problemin ya da ihtiyacın belirlenmesi, olası çözümlerin

geliştirilmesi, en uygun çözümün belirlenmesi, prototipin yapılması ve test etme, iletişim basamaklarından oluşmaktadır. Problemin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden gerçekleştirecekleri tasarımın kriterlerini belirlemesi, kısıtlamalarını belirlemesi ve sorular sorarak tasarım hakkında araştırma yapması beklenmektedir. Olası çözüm önerileri aşamasında öğrencilerin beyin fırtınası yaparak olası çözüm önerileri getirmesi, bu önerilere yönelik araştırma yapması, taslak raporlar hazırlaması ve prototipler çizmesi, grup çalışması yapmaları ve deneysel verileri kullanması beklenmektedir. En uygun çözümün belirlenmesi aşamasında öğrencilerden uygun kararı vermek için çaba göstermeleri, analiz yapmaları, en iyi çözüm için gerekçeler sunması, kar zarar tablosu gibi çalışmalar yaparak en uygun çözümü seçmeleri ve karar vermeleri beklenmektedir. Prototipin yapılması ve test etme aşamasında öğrencilerden prototip yapmaları, uygun testler gerçekleştirerek prototipi denemeleri, bunun için uygun testleri seçmeleri, test sonuçlarına uygun olarak değerlendirmeler yapmaları, iyileştirmeler ve tekrar tasarımlar ile tasarımın son şeklini vermeleri beklenmektedir. Son olarak ise iletişim basamağında öğrencilerin çözümü ve tasarımı sunmaları, eksi ve artılarını belirtmeleri ve eğer iyileştirme gerekiyorsa tasarım için bunları kabullenmesi beklenmektedir. Öğrencilerin bu çalışma kapsamında katıldıkları etkinlikler sırasıyla verilmiştir.

Atık Maddelerden Araba Yapımı: Bu aktivitede öğrenciler, yaratıcı drama yoluyla tasarım, mimarlık ve mühendislik alanlarında “matematik” ve “fen bilimleri” derslerinde kazanılan becerilerin kullanımına ilişkin farkındalık geliştirmişlerdir. Öğrenciler, evlerinden topladıkları geri dönüştürülebilir malzemelerle geri dönüştürülecek sağlam bir araba yapmaya çalışmışlardır. Boş pet şişeler, pet şişe kapakları, dondurma çubukları, balonlar, kukla kartonlar, piller, payetler, 10X DC motor, kurdan, silikon ve silikon tabanca, plastik kaşık, para veya plastik bant, pervane vb. geri dönüştürülmüş malzemeleri kullanılmıştır. Etkinlik sonunda öğrenciler, tasarladıkları geri dönüşüm otomobil projeleri için bilgilendirici sunumlar hazırlayarak geri dönüşümün önemine dikkat çekmeye çalışmışlardır.

Güneş Fırını Yapımı: Bu etkinlikte öğrencilere uzay ile ilgili bir hikâye verilerek uzayda bir gezegende güneş enerjisi kullanarak nasıl yemek pişirebilecekleri konusunda beyin fırtınası yaparak güneş fırını tasarlamaları beklenmiştir. Bu etkinlikte öğrencilerden ışığın madde tarafından emilmesini sağlayacak mekanizmaları kurmaları ve kendilerine verilen yiyecekleri (marshmallow) en hızlı şekilde pişirmeleri beklenmiştir. Öğrenciler karton kutu, alüminyum folyo, yapıştırıcı, bant, barbekü teli, cam kapak, fırın eldiveni gibi basit malzemeleri etkinlik esnasında kullanarak tasarımlarını gerçekleştirmeye çalıştılar. Etkinlik sonunda hangi güneş fırınının hangi yönlerden daha başarılı olduğuna karar vermek için grup tartışmaları yapıldı. Öğrenciler eğer yeniden tasarlamak zorunda kalsalardı, güneş fırını nasıl tasarlayacaklarını açıkladılar.

Güneş Enerjisiyle Çalışan Araba Yapımı: Bu etkinlikte, öğrencilere birden çok araç kitinin bulunduğu güneş ile çalışan araba malzemelerinin olduğu bir sanal mar-

ket ortamı sağlandı. Bu ortamdan istedikleri malzemeleri seçerek kendi güneş enerjisiyle çalışan arabalarını yaratmalarını istendi. Etkinliğin amacı, ihtiyaç duydukları malzemeleri kendilerine verilen bir bütçe ile sanal bir mağazadan satın alarak yüksek performanslı güneş enerjili bir otomobil yapmalarını sağlamaktır. 12v güneş panelleri, 12v dc uzun şaftlı oyuncak araba motorları, motor uç dişlileri, lastik bant, tekerlekler, yapıştırıcılar, makas, maket bıçakları gibi küçük ve güneş enerjisi malzemeleri kullandılar. Proje sonunda güneş enerjili araçlarını yarıştırmaya fırsatı yakaladılar. Öğrenciler mühendislik sürecini ve farklı disiplinlerden bilgilerini kullanarak en iyi güneş enerjili arabayı nasıl yapacaklarını öğrendiler.

Biyosfer Yapımı: Bu aktivitede öğrenciler bir biyosfer modeli oluşturdular ve organizmalar, enerji akışı, ekosistemler ve çevre arasındaki etkileşimleri araştırdılar. Su, her grup için 2 litrelik plastik pet şişe, tohum, toprak, kum, çakıl, taş, kâğıt bardak, plastik ambalaj malzemeleri, makas, yapıştırıcı, koli bandı, kavanoz, folyo, ağaç parçaları, çubuk, canlı böcek gibi malzemeler verilerek kendi biyosferlerini oluşturmaları istendi. Öğrenciler ayrıca biyosferdeki biyolojik çeşitliliğin doğal yaşam için önemini keşfettiler. Tasarımı yaparken yaratıcılıklarını kullanarak kendi biyosferlerini yapmaları ve çıkacak olan sorunlara yönelik çok fazla test ederek tasarımlarını değiştirmeleri beklenmiştir.

Nesli Tükenen Canlılar: Öğrencilerden kendilerini bir bilim insanı olarak görmeleri, soyu tükenmek üzere olan bir canlıyı araştırmaları ve bunun için bir rapor hazırlamaları beklenmektedir. Ayrıca bu etkinlikte nesli tükenmekte olan canlıları kurtarmak için bir proje tasarlamaları istenmiştir. Etkinliğe başlamadan önce öğrencilere nesli tükenmiş canlılar hakkında araştırma yapmaları için 1 haftalık bir süre verildi ve nesli tükenmekte olan canlılarla ilgili dergi ve kitaplardan oluşan kaynaklar onlara sağlandı. Geliştirilen projelerin prototiplerini öğrenci grupları tarafından beyaz karton, renkli kurşun kalem, A4 kâğıt, cetvel gibi malzemelerle çizdiler veya rapor olarak hazırladılar. Öğrenciler bu etkinlikte nesli tükenmekte olan canlıları korumak için bazı sosyal sorumluluk videoları, projeler, bültenler ve izleme cihazları gibi tasarımlar gerçekleştirdiler.

Elektrik Motoru Yapımı: Bu etkinlikte öğrencilerden basit elektrik motorunun çalışma prensibini keşfetmeleri beklenmektedir. Öğrenciler elektrik motoruna hakkında öncelikle uygulamaya dayalı temel bilgiler ile karşılaştırılmıştır. Daha sonra onlara verilen mıknatıs, bakır tel, çengelli iğne veya ataş, boncuk veya tespih tanesi, tahta plaka, maket bıçağı, pense, çivi, alüminyum folyo, 1.5V, 6V ve 9V piller, vida gibi malzemeleri kullanarak basit elektrik motoru tasarlamaları ve bu motoru günlük hayatta nasıl kullanacaklarına yönelik bir proje geliştirmeleri istenmiştir. Öğrenciler tasarımlarını ve projelerini sınıf önünde sunum yaparak tanıtmışlardır. Sunumlar sonrasında kar zarar hesaplamaları yapılarak sınıf olarak en verimli ve kullanışlı tasarımlar ve projeler belirlenmiştir.

Su Tribünü Yapımı: Bu aktivitede öğrenciler, elektrik enerjisinin hareket enerjisine, hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüştüğünü anlayabilecekleri bir su tribünü tasarladılar. Fonksiyonel su tribünü modellerini yaparken 2 CD, 1 kavanoz kapağı, elektrik motoru, tahta bloklar, para lastiği, LED lamba, plastik kutu, dondurma çubukları gibi kolay bulunabilen malzemeler kullandılar. Su tribünü modellerini yapmadan önce öğrenciler, santrallerde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini araştırmış ve sınıfta sunum yapmıştır. Daha sonra verimi artırmak için modellerinin prototipleri üzerinde hesaplamalar yaparak verimli su tribünü tasarımını matematiksel olarak gerçekleştirdiler. Tüm gruplar su tribün modellerini sunduktan sonra, gruplar su tribün modellerinde değişiklik yaparak modellerini güncellediler.

Gezginleri Marsa Ulaştırma: Bu aktivitede, öğrenciler yere düşen bir yumurtayı güvenli bir şekilde indirebilecek bir hava yastığı sistemi tasarlamaya çalıştılar. Onlara verilen hikâyeye göre yumurtanın yerleştirildiği paket uzay aracını, yumurta ise bu uzay aracının içine yerleştirilen robotu temsil etmektedir. Öğrenciler, sınıflarının penceresinden düşen yumurtayı güvenli bir şekilde indirecek bir uzay aracı tasarlamak için ortak gruplar halinde çalıştılar. Yumurta, balonlar, kışkaçlar, lastik bantlar, bantlar, 1 metrelik ip gibi basit ve bulunması kolay malzemeler kullandılar. Güvenli uzay aracı tasarlamak için malzemenin tamamını veya bir kısmını kullandılar. İlk olarak, katılımcılar beyin fırtınası yaptılar, prototiplerini kâğıda çizdiler ve çözümleri belirlemeye çalıştılar. Ardından gruplar en iyi çalışan tasarımlarına karar verdiler. Tasarımlarını 3. kattan aşağıya bırakmak için her gruptan grupların bir temsilcisi seçildi. Grupların diğer üyeleri, düşen paketlerdeki yumurtaların sağlam olup olmadığını kontrol ettiler. Tüm tasarımlar ve denemeler tamamlandıktan sonra, yumurtaların tasarımlarını ve durumunu değerlendirmek için bir sınıf tartışması yapıldı. Son olarak, öğrenciler gerçek bir uzay aracının Mars'a güvenli bir şekilde inişini sunan kısa bir NASA videosunu izlediler.

Su Roketi Yapımı: Bu etkinlikte öğrenciler roketlerin yapısını, uzaya gönderilen araçların yapısını ve roketin uzaya ilk nasıl fırlatıldığını kavradılar ve güvenli bir şekilde inebilecek bir roket tasarladılar. Uzay aracının hava yastıklarının kullanılmasının nedenlerini daha iyi anladılar. Plastik 2 litrelik pet şişe, bisiklet pompası, tıpa, su, karton, model karton, izolasyon bandı ve makas kullandılar. Etkinlikten bir hafta önce öğrencilere roket çeşitleri ve çalışma prensipleri hakkında bilgi verildi. Daha sonra öğrenciler kendilerine verilen malzemeleri kullanarak öğretmenin rehberliğinde kırılmadan zirveye çıkıp tekrar sağlam şekilde yere inen roket modelleri tasarladılar.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmayı, verilerin içinde saklı olabilecek gerçekleri ortaya çıkarmayı amaçlar (Yıldırım ve Şimşek, 2005). İçerik analizinde araştırmacı tarafından ya da ilgili kuramsal çerçeve doğrultusunda veri analizinden

önce belirlenen, analiz esnasında verilerden çıkarılan ya da belli kodlara analiz sürecinde yeni kodların eklenebildiği bir kodlama süreciyle ortaya çıkan kodlar ve bu kodlar arası ilişkiler (tema) ile verilerin altında yatan olgu ya da kuram açıklanmaya çalışılır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Görüşme kayıtları, bilgisayar ortamında yazıya aktarılmış, içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Ürün ve performans rubriği ile elde edilen veriler de görüşmeler ile elde edilen verilere benzer şekilde bilgisayar ortamında yazıya aktarılarak, içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Gözlem verileri için kullanılan kategorilere uygun olarak gözlem esnasında öğrencilerin grup çalışmalarında gösterdikleri davranışlar, özel ifadeler ve resimler alan notu olarak kaydedilmiştir. Bu kayıtlar içerik analize uygun olarak önceden var olan rubrik kategorilerinin altında gözlem verilerini desteklemek için alıntı olarak verilmiştir.

İçerik analizinin yapıldığı yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilen veri setinin analizinde kodlama yapılmıştır. Kodlar da kendi içerisinde birleştirilerek, temalar oluşturulmuş ve bu temalar isimlendirilmiştir. Kodların ve temaların oluşturulmasında araştırmacının kavramsal çerçevesinden yola çıkılmıştır. Temaların oluşturulmasında, analiz birimi olan her öğrencinin verileri sürekli karşılaştırma tekniği kullanılarak analiz edilmiş ve temalar isimlendirilerek farklı temalar arasındaki ilişki yapıları anlaşılmasına çalışılmıştır. Veri setinin kodlanması ve temaların oluşturulması için veriler araştırmacı tarafından 3 kez farklı zamanlarda okunmuş ve kodlamalar incelenmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik

Bu araştırmada iç geçerliği sağlamak için veri toplama (gözlem ve görüşme analizi) ve analiz yöntemlerinde çeşitlilik sağlanmaya çalışılmıştır. Uygulama sürecine araştırmacının dışında bir araştırmacının daha katılması ve verilerin analizinin araştırmacı dışında 1 uzman tarafından kontrol edilmesi de iç geçerliği sağlamak için yapılan işlemlerdendir. Verilerin nesnel şekilde toplanması ve yorumlanması ile iç geçerlik desteklenmektedir. Birden çok veri türünün birden fazla araştırmacı ile analiz edilmesi, veri toplamada birden fazla araç kullanılarak (görüşme ve gözlem) veri çeşitlemesi yapılması iç geçerliğin sağlanması için alınan önlemlerdir. Bu çalışmada tutarlılığı sağlamak için araştırmacı uygulama alanında ortamın özelliklerini anlamaya yönelik alanda uzun süre kalmıştır. Uygulama sınıflarında öğrencilerle diyaloglar kurmuş, ortamın özelliklerini gözlemlemiş ve çalışmanın tutarlılığı için güven ortamı sağlamıştır. Uygulama süresince araştırmacı bir dönem boyunca haftada iki gün iki ders saati alanda çalışmalar ve incelemeler yapmıştır. Dış geçerlik kanıtlarından biri araştırmacının çalışma grubunun maksimum çeşitlilik örneklem seçme yöntemiyle seçilmiş olması ve katılımcıların özelliklerinin detaylıca sunulmuş olmasıdır. Ayrıca, araştırma süresince gerçekleştirilen tüm işlem adımlarının detaylıca sunulmuş olması da araştırmacının dış geçerlik kanıtlarından biridir.

Araştırmacının çalışma grubunun nasıl belirlendiğini ve ne gibi özelliklere sahip olduklarının açıkça ifade edilmiş olması, araştırmacının yönteminin detaylıca açıklan-

ması, araştırma sorularına cevap aramak için birden fazla veri toplama ve analiz tekniklerinin bir arada kullanılması ve bunların neler olduğunun açıkça ifade edilmesi, toplanan verilerin doğrudan verilmesi, araştırmanın uygulama ve veri analizi sürecine birden fazla araştırmacının dâhil olması, veri analizinin araştırmacı tarafından sürekli geriye dönük karşılaştırmalar ile çeşitli zamanlarda yapılmış olması araştırmanın güvenilirlik kanıtları olarak ifade edilebilir. Veri analizinin güvenilirliği Miles ve Huberman (1994) önerilen aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Veri analizinin güvenilirliği} = [\text{Görüş birliği} / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş ayrılığı})] \times 100$$

Veri analizinin güvenilirliği için araştırmacı dışında kodlama yapan araştırmacının bu çalışmadaki araştırmacıyla görüş birliği ve görüş ayrılığı durumları belirlenerek güvenilirlik değeri %81 olarak hesaplanmıştır.

Bulgular

Öğrenciler etkinlikler esnasında hem grup çalışma performansları hem de çalışmaları sonucu ortaya çıkardıkları STEM ürünleri açısından gözlem rubriği ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere ait puanlar etkinlikler bazında toplanmıştır. Rubrik puanlarına ek olarak her grubun etkinlikler esnasında araştırmacı tarafından anlık olarak alınan dikkat çeken alıntılar ile gözlem verileri desteklenerek açıklanmaya çalışılmıştır. Bu alıntılar etkinlikleri gerçekleştirme aşamasında öğrencilerin grup içindeki tartışma süreçlerinde kullandıkları ifadelerinden oluşmaktadır. Bu verilere göre öğrencilerin grup performanslarının süreç boyunca olumlu şekilde geliştiği gözlemlenmiştir. Öğrencilerin ürünleri; tasarım süreci açısından, son ürünün işlevselliği açısından ve son ürün açısından değerlendirilmiştir. Tasarım süreci olarak öğrenciler planlama yapma ile tasarımlarını test etme ve değiştirme yapıp yapmadıkları açısından değerlendirilmiştir. Son ürün işlevselliği açısından ürünün işlevsel olarak çalışması, planlanan zamana uygun olması ve özgün bir tasarım olup olması incelenmiştir. Son ürünü derecelendirmek için ise planlanan tasarıma benzeme yüzdesi, seçilen malzemelerin tasarım için uygunluğu, tasarımın yapısal olarak planlı ve sağlam yapılıp yapılmadığı ve tasarım için kullanılan malzemelerin ölçümlerim doğruluğu bakımından incelenmiştir. Öğrencilerin etkinlikler öncesinde öğrendikleri tasarım sürecini etkinliklerde istenilen düzeyde uygulamalı olarak kullanmayı zamanla kazandıkları, son ürünün işlevselliği bakımından incelendiğinde zamanlama ve özgünlük açısından her grubun istenen gelişimi gösteremediği gözlemlenmiştir. Özellikle öğrencilerin planlanan zamana uyma ve diğer gruplardan farklı olarak özgün tasarımlar yapmada en üst düzeye ulaşamadıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca son ürün kategorisine göre öğrencilerin planladıkları tasarımları ve ürünleri arasında benzerlik olduğu, malzemeleri ve ölçümleri doğru seçmeyi öğrenerek sağlam ve güvenilir ürünler ortaya çıkarmada başarılı oldukları gözlemlenmiştir. Öğrenci gözlemlerine ilişkin bulgular rubriğin her alt faktörü için ayrı ayrı olarak aşağıda verilmiştir.

Gözlem Verilerinden Elde Edilen Bulgular

Grup değerlendirmeleri

Öğrencilerin STEM etkinliklerini uygulama sürecinde grup olarak problemi çözmek için net bir anlayış gösterdikleri ve bağımsız şekilde çözümler hakkında beyin fırtınası yaptıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin etkinlikler süresince onlara verilen problemleri net bir şekilde anlayıp anlamadıkları belirlemek için araştırmacının etkilere başlamadan önce öğrencilere problemin ne olduğunu nasıl bir çözüm önerisi üreteceklerini sormasıyla belirlenmiştir. Öğrencilerin grup olarak çalışabilme ve tüm grup üyelerinin birlikte ortak karar alabilme becerilerinin geliştiği gözlem rubriği ve alan notlarında görülmüştür. Katılımcıların çoğunluğunun STEM etkinliklerine katıldıkça birçok tasarım için beyin fırtınası yaptığı, test ettiği, bir tasarım geliştirdiği ve son tasarım için yaratıcı bir problem çözümü gösterdiği görülmektedir. Öğrencilerin ilk etkinliklerde rubriğin (1) problemi belirleme ve beyin fırtınası çözümleri, (2) grup olarak çalışma, (3) tasarım sürecini kullanma ve (4) bilim ve mühendisliği işleme alt kategorilerinde yeterli performans gösteremedikleri görülmüştür (Tablo 2). Öğrenciler rubriğin bu dört alt maddesinden çok başarılı olduklarında üç puan, orta düzeyde başarılı olduklarında iki puan ve az başarılı olduklarında bir puan almaktadırlar. Rubrikte bu bölümde toplam dört alt madde olduğu için her bir etkinlik için maksimum 12 puan alınırken minimum 4 puan alınmaktadır. İlk etkinliklerde öğrencilerin dört puan olan minimum puana yakın puanlar aldıkları son etkinliklerde ise maksimum puana yakın puanlar aldıkları bulunmuştur. Ancak etkinliklerde elde ettikleri deneyimler ile bu eksiklerini giderebildikleri son etkinliklerde neredeyse öğrencilerin tamamının problem belirlemede, grup olarak beyin fırtınası ile özgün çözümler üretmede, tasarım sürecini etkili kullanarak ürünlerini geliştirmede ve bilim ile mühendisliği etkili şekilde akıl yürüterek işlemede başarılı oldukları görülmüştür. Özellikle son etkinliklerde öğrencilerin problemi belirlemek ve olası çözümler üretmek için çok fazla rehberliğe ihtiyaç duymadığı, problem ne olduğu ve nasıl çözüleceğine yönelik beyin fırtınasını kendilerinin yapabildikleri gözlemlenmiştir.

Tablo 2

Grup Değerlendirme Gözlem Puanları

Haftalık etkinlik isimleri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	Grup 8
Atık maddelerden araba yapımı	6	7	5	7	6	10	6	11
Güneş fırını	5	8	6	5	8	10	7	6
Güneş enerjisiyle çalışan araba	11	7	5	10	6	12	7	6
Biyosfer	9	10	10	6	6	9	8	6
Nesli tükenen canlılar	9	6	8	9	8	10	9	7
Elektrik motoru	8	8	8	10	8	12	8	8
Su tribünü	11	12	12	8	8	12	8	8
Gezginleri marsa ulaştırma	12	10	12	12	12	12	11	11
Su roketi	12	11	12	12	12	12	12	10

Örneğin, ilk etkinlikler olan atık maddelerden araba yapımı, güneş fırını ve güneş enerjili araba yapımı gibi etkinliklerde öğrencilerin etkinlikleri ve tasarımı gerçekleştirmek için yüksek motivasyona sahip oldukları ancak grup içi ortak karar vermede, tasarım sü-

recini kullanmada ve çözüm önerisi üretmede sınırlılıklarının olduğu gözlenmiştir (Resim 1). Ancak süreç içinde öğretmen rehberliğinde bu sınırlılıkların kalktığı gezginleri marsa ulaştırma ve su roketi gibi son etkinliklerde yaratıcı fikirler sundukları, bilim ve mühendisliği işleme ve akıl yürütme becerilerinin geliştiği ve sorgulayarak bilimsel kavramlarla tasarım sürecini takip ettikleri gözlemlenmiştir. Tasarımlarını geliştirmek için test ettikleri ve tasarıma paraşüt ekleyerek daha yavaş inmesini sağladıkları görülmüştür. Gezinleri marsa ulaştırma etkinliğinde hava sürtünmesi ve esnekliği düşünerek hava yastığı yapımları gerektiğine karar vermişlerdir. Su roketi tasarımında su roketinin çalışma prensibini bilimsel olarak çok fazla sorguladıkları ve havayı sıkıştıran su yerine daha hafif bir madde kullanılsa roketin daha fazla yükselebileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca roketin havaya çıkarken yarış arabaları gibi ne kadar dik olursa o kadar çok hızlı gideceği düşüncesiyle roketin kanatlarını çok ince ve uzun yapmaya çalıştıkları gözlenmiştir.

Tasarım Süreci Değerlendirmeleri

Öğrenciler planlama ve test etme açısından değerlendirildikleri bu alt boyutta etkinliklere katılım gösterdikçe aldıkları rubrik puanlarının arttığı görülmüştür (Tablo 3). Öğrencilerin STEM etkinliklerinin tasarım sürecinde grup olarak planlı şekilde ölçümler aldığı, çizimler ve krokiler hazırladıkları, tasarımlarıyla ilgili notlar tutmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Rubriğin bu bölümünde (1) plan ve (2) değiştirme/test etme maddeleri bulunmaktadır. Öğrenciler rubriğin bu iki alt maddesinden çok başarılı olduklarında üç puan, orta düzeyde başarılı olduklarında iki puan ve az başarılı olduklarında bir puan almaktadırlar. Rubrikte bu bölümde toplam iki alt madde olduğu için her bir etkinlik için maksimum altı puan alınırken minimum iki puan alınmaktadır. İlk etkinliklerde öğrencilerin iki puan olan minimum puana yakın puanlar aldıkları son etkinliklerde ise maksimum puana yakın puanlar aldıkları bulunmuştur.

Tablo 3

Tasarım Süreci Gözlem Puanları

Haftalık etkinlik isimleri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	Grup 8
Atık maddelerden araba yapımı	3	4	4	2	2	4	2	4
Güneş fırını	3	4	3	4	4	4	4	4
Güneş enerjisiyle çalışan araba	4	3	3	4	3	6	4	2
Biyosfer	4	5	4	4	3	5	4	2
Nesli tükenen canlılar	4	4	4	4	4	5	4	4
Elektrik motoru	3	4	4	5	4	5	4	4
Su tribünü	4	5	6	5	5	6	4	4
Gezinleri marsa ulaştırma	4	4	6	6	6	6	5	5
Su roketi	5	5	6	6	6	6	6	5

Tasarım sürecinde planlarına uymayan noktalarda test ettikten sonra açık kanıtlara, verilere ve bilimsel prensiplere dayanarak mantıklı değişiklikler yaptıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin STEM etkinliklerine başlamadan önce dönem başında aldıkları mühendislik tasarım sürecini etkili kullanma etkinliğinin, öğrencilerin etkinlik sürecini etkili kullanmalarına yardımcı olduğu gözlenmiştir. STEM etkinlikleri ile ilgili deneyimleri arttıkça öğrencilerin tasarım sürecini etkili kullanma becerilerinin de arttığı gö-



Resim 1.

Güneş Fırını Etkinliği Öncesi Karar Verme Aşamasındaki Öğrenciler

rülmüştür. Öğrencilerin ilk etkinliklerde daha çok plan yapmadan malzemeleri direkt olarak birleştirmeye çalıştıkları ve ürün çalışmadığında veya eksik gördükleri yerleri deneyerek değiştirmeye çalıştıkları için son üründe başarılı oldukları görülmektedir. İlk etkinlik olan atık maddelerden araba yapımı, güneş fırını ve güneş enerjisiyle çalışan araba yapımı etkinliklerinde öğrencilerin tasarım sürecine uymadığı, herhangi bir planlama veya planı test ederek değiştirme sürecini kullanmadıkları gözlemlenmiştir. Son etkinlikler olan gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde astronotu güvenli şekilde yere indirmek için hava yastığı, paraşüt gibi tasarımlarının planlama kısmında ve değiştirme bölümünde bilimsel olarak esneklikle ilişkisine değindikleri gözlenmiştir (Resim 2).

Son Ürün İşlevselliğinin Değerlendirilmesi

Rubriğin bu bölümünde (1) ürün işlevselliği, (2) zamanlama ve (3) özgünlük alt maddeleri bulunmaktadır. Öğrenciler rubriğin bu üç alt maddesinden çok başarılı olduklarında üç puan, orta düzeyde başarılı olduklarında iki puan ve az başarılı olduklarında bir puan almaktadırlar. Rubrikte bu bölümde toplam üç alt madde olduğu için her bir etkinlik için maksimum dokuz puan alınırken minimum üç puan alınmaktadır. İlk etkinliklerde öğrencilerin üç puan olan minimum puana yakın puanlar aldıkları son etkinliklerde ise maksimum puana yakın puanlar aldıkları bulunmuştur. Öğrencilerin STEM etkinliklerinde geliştirdikleri tasarımlar işlevsellik açısından değerlendirildiğinde ürünleri çalışan grupların ilk etkinliklere göre son etkinliklerde daha fazla olduğu, son etkinliklerde planlanan zamana daha çok uyum gösterdikleri, orijinal fikirlere dayalı ürünler ortaya koydukları ancak diğerlerinden farklı orijinal, yeni, sınıfta sadece 1 tane olan ürün üretmekte zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin oluşturma



Resim 2.

Gezginleri Marsa Ulaştırma Etkinliğine Ait Öğrenci Tasarımları

ortaya koymaya çalıştıkları gözlemlenmiştir. Her iki etkinlikte de kendi paraşüt sistemlerini geliştirmeye çalıştıkları ve iniş takımı olarak hava yastığı olarak farklı tasarımlar ile balonları ve diğer malzemeleri kullandıkları gözlemlenmiştir.

dukaları ürünler işlevsellik açısından incelendiğinde öğrencilerin ortaya konan ürünlerin işlevselliğinin zamanla arttığı rubrik puanlarında da görülmüştür (Tablo 4). Özellikle ilk etkinlik olan atık maddelerden araba yapımı etkinliğinde bazı öğrencilerin balonu başlangıçta ters bağladıkları, öğrenci gruplarının yarısının parkuru tamamlayabilen işlevsel ve benzer tasarımlar gerçekleştirdiği görülmüştür. Diğer etkinliklerde özgün olmasa da işlevsel ürünler ortaya koymuşlardır. Güneş enerjili araba yapımı etkinliğinden itibaren paneli güneşe göre konumlandırarak farklı ve orijinal ürün üretme becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir. Gezginleri marsa ulaştırma ve su roketi gibi son hafta etkinliklerinde tüm öğrenciler işlevsel ve kendi orijinal ürünlerini

Tablo 4
Son Ürünün İşlevselliği Gözlem Puanları

Haftalık etkinlik isimleri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	Grup 8
Atık maddelerden araba yapımı	5	5	4	5	3	6	3	6
Güneş fırını	4	6	5	5	5	7	5	5
Güneş enerjisiyle çalışan araba	8	3	3	8	3	7	6	3
Biyosfer	6	6	4	4	3	6	5	3
Nesli tükenen canlılar	7	4	5	6	5	6	5	5
Elektrik motoru	7	5	6	5	5	6	5	5
Su tribünü	6	6	6	6	6	6	5	5
Gezginleri marsa ulaştırma	8	5	8	9	9	9	6	5
Su roketi	9	6	8	7	8	9	8	7

Son Ürünlerinin Değerlendirilmesi

Rubriğin bu bölümünde (1) tasarıma benzerliği, (2) malzemeler, (3) yapı inşasına özen gösterme ve (4) ölçümlerin doğruluğu maddeleri bulunmaktadır. Öğrenciler rubriğin bu dört alt maddesinden çok başarılı olduklarında üç puan, orta düzeyde başarılı olduklarında iki puan ve az başarılı olduklarında bir puan almaktadırlar. Rubrikte bu bölümde

toplam dört alt madde olduğu için her bir etkinlik için maksimum on iki puan alınırken minimum dört puan alınmaktadır. İlk etkinliklerde öğrencilerin dört puan olan minimum puana yakın puanlar aldıkları son etkinliklerde ise maksimum puana yakın puanlar aldıkları bulunmuştur. Öğrencilerin STEM etkinliklerinde geliştirdikleri son ürünlerinin son etkinliklerde planladıkları tasarımlara büyük oranda benzer olduğu, malzemeleri daha uygun seçtikleri, yapı inşalarının daha sağlam ve güvenilir olduğu, ölçümlere daha fazla özen gösterdikleri gözlenmiştir. Öğrencilerin planladıkları tasarımlara uygun malzemeleri seçmeyi zamanla öğrendikleri rubrik puanlarından da görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5
Son Ürün Değerlendirme Gözlem Puanları

Haftalık etkinlik isimleri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	Grup 8
Atık maddelerden araba yapımı	7	6	5	4	5	9	4	9
Güneş fırını	5	9	7	8	8	10	8	5
Güneş enerjisiyle çalışan araba	9	5	5	10	4	10	7	4
Biyosfer	8	9	5	6	5	9	8	4
Nesli tükenen canlılar	8	6	8	8	7	8	8	8
Elektrik motoru	8	8	10	8	9	9	8	8
Su tribünü	8	8	10	9	8	8	8	9
Gezginleri marsa ulaştırma	10	10	9	12	10	12	10	10
Su roketi	11	10	12	12	12	12	12	10

Atık maddelerden araba tasarımı ve güneş fırını gibi ilk etkinlikler ve tasarımı zor olan biyosfer ve su tribünü gibi etkinliklerde öğrencilerin çalışan ürün tasarlamakta eksik kaldıkları ve tasarımlarına benzerliği, yapı açısından sağlamlığı, ölçümlerin doğruluğu ve malzemeleri etkili kullanmada sorunlar yaşadığı görülmektedir (Resim 3). Öğrencilerin genel olarak ilgilerini çeken güneş enerjili araba tasarımı, son etkinlikler olan su roketi ve gezginleri marsa ulaştırma etkinliklerinde tasarıma önem verdikleri ve bu tasarımdaki ölçüm ve malzemelere yüksek oranda uyararak sağlam ve güvenilir tasarımlar yaptıkları görülmektedir. Güneş enerjili araba tasarımında güneş panelinin güneşe göre konumlandırılmasında özgün tasarımlar düşündükleri ve bunu son ürünlerinde kullanmaya çalıştıkları görülmüştür. Ayrıca, bilimsel bilgileri iyi olan bir grubun bilimsel olarak modellerini tanıtır, niçin bu tasarımı seçtiklerini açıkladıkları gözlemlenmiştir.

Görüşme Verilerinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerle yapılan görüşmeler esnasında öğrencilerin verdikleri cevaplardan elde edilen verilerin analizinden 5 tema ve bu temalara ait kodlar elde edilmiştir. Her temaya ait bulgular başlıklar halinde ve kodlar ile kodlara ait alıntılar şeklinde verilmiştir. 11 öğrenci ile yapılan görüşmelerde öğrencilerin disiplinler arası ilişki ve fen-mühendislik entegrasyonuna yönelik olumlu görüşleri olduğu, öğrencilerin STEM eğitiminin dezavantaj ve zorluklarından daha fazla STEM eğitiminin avantaj, katkı ve becerilerine yönelik olumlu görüşleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin STEM eğitimi için bu sınırlıklara yönelik uygulama önerilerinin neler olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin grup çalışmasına yönelik olumlu görüşleri olduğu, grup çalışmalarında olumlu tutum ve beceri geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Disiplinler Arası İlişki ve Disiplinlerin Entegrasyonu

Disiplinler arası ilişkiye yönelik görüşleri toplamak için “*Sizce fen bilimleri hangi disiplinlerle ilişkilidir? Fen bilimleri ile teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında nasıl bir ilişki vardır?*” sorusu, fen dersleri ve mühendislik tasarım süreci arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerini belirlemek için “*Sizce fen derslerinde mühendislik tasarım sürecinin uygulanması hakkında neler düşünüyorsunuz?*” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin disiplinler arası ilişki ve disiplinlerin entegrasyonuna ilişkin söylemleri sınıflandırıldığında aşağıda örnek söylemler ve bu söylemlere ait sıklıklar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6

Disiplinler Arası İlişki ve Disiplinlerin Entegrasyonu

Kodlar	F	%	Öğrenci Söylemleri
Fen, matematik ve teknoloji arasındaki ilişki	11	50	Teknoloji tasarım dersinde diğer fen derslerinde ve matematik derslerinde öğrendiğimiz teorik bilgileri kullanarak deneysel çalışma olarak uyguluyoruz. (HT) Matematik ölçüsünü alıp mühendislikte mesela tasarımda kullanıyoruz. Fen de bunları kullanıyoruz. (BA)
Fen bilimleri ve teknoloji arasındaki ilişki	6	27	Teknoloji tasarımıyla ilişkilidir. (AS)
Fen ve matematik arasındaki ilişki	2	9	Matematikte yaptığımız hesaplamaları fende de kullanıyoruz. STEM etkinliklerinde mesela ikisini beraber kullandık. (ŞT)
Fen, teknoloji ve mühendislik arasındaki ilişki	1	5	Fen bilimlerini, teknolojiyi ve mühendisliği tasarım yapmada kullandık. (HA)
Matematik, teknoloji ve tasarım arasındaki ilişki	1	5	Tasarım yaparken ölçüm aldığımızda matematikle ilgili oluyor. Fenle ilgili güneş enerjisiyle çalışan araba sisteminde daha çok fen kullandık. (AAS)
Matematik, fen ve tasarım arasındaki ilişki	1	5	Tasarım yaparken ölçüm aldığımızda matematikle ilgili oluyor. Fenle ilgili güneş enerjisiyle çalışan araba sisteminde daha çok fen kullandık. (Sİ)
Toplam	22	100	

Not. Ondalık sayıların yuvarlanması nedeniyle yüzde hesaplamaları toplamda 100’den büyük çıkabilmektedir.



Resim 3.

Güneş Fırını Etkinliğine Ait Öğrencilerin Güneş Fırını Tasarımları

Tablo 6 incelendiğinde, öğrencilerin en çok fen, matematik ve teknoloji arasında ilişki ($f=11$) olduğuna yönelik görüş bildirdikleri, daha sonra fen bilimleri ve teknoloji arasındaki ilişkiye ($f=6$) yönelik kodlar ortaya çıktığı görülmektedir. Ancak öğrencilerin fen ve matematik ($f=2$), fen, teknoloji ve mühendislik ($f=1$), matematik, teknoloji ve tasarım ($f=1$) ve matematik, fen ve tasarım ($f=1$) arasındaki ilişkiye yönelik az sayıda ifadelerinden kodların ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Fen derslerinde mühendislik tasarımının kullanılmasına yönelik öğrencilerin verdikleri cevaplardan disiplinler arası öğretim ($f=5$), tasarım yapmayı öğrenme ($f=3$) ve mühendislik becerisi geliştirme ($f=1$) kodlarının ortaya çıktığı görülmektedir. Disiplinler arası öğretim yapılmasına yönelik AAS isimli öğrencinin “Üç ders bence fen, matematik ve teknoloji tasarım derslerinin konularını gördük.” şeklinde düşüncesini ifade ettiği belirlenmiştir. Tasarım yapmayı öğrenmelerine yönelik EK isimli öğrencinin “*Fen’de o konuyu işlerken tam konu ile ilgili bir tasarım yaparsak zaten daha iyi anlıyoruz. Uygulama yapmış oluyoruz.*” ifadesini kullandığı görülmüştür. Mühendislik becerisi kazanmalarına yönelik ise SK isimli öğrenci “*Makine veya bilgisayarı kullanırken becerim geliştiğini hissettim. Mesela bilgisayar mühendisi olursam neler yapıyor veya malzemeleri birleştirmede nasıl bir tasarım izliyorlar onu temel seviyede görmüş olduk.*” ifadesini kullanmıştır.

Elde edile bulgulardan hareketle STEM temelli etkinliklerin disiplinler arası ilişkiyi ve disiplinlerin entegrasyonunu sağladığı söylenebilir. Öğrencilerin bu etkinlikler ile fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknoloji arasında ilişki kurmalarına fırsat tanındığı ve tasarım yapmayı öğrendikleri söylenebilir.

Geliştirilen Beceriler

Öğrencilerin STEM etkinlikleri ile geliştirdikleri becerileri hakkındaki görüşlerini almak için “*Bu etkinlikler hangi becerilerini geliştirmiş olabilir? Kısaca açıkla mısın?*” soruları sorulmuştur. Öğrencilerin geliştirdikleri becerilere ilişkin söylemleri sınıflandırıldığında aşağıda örnek söylemler ve bu söylemlere ait sıklıklar Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7 Geliştirilen Beceriler			
Kodlar	f	%	Öğrenci Söylemleri
Grup çalışması	7	32	Grup çalışması olduğu için herkes iş bölümü yaptık. (HT)
Yaratıcılık	4	18	Yaratıcılığım geliştirdi diyebilirim. Diğer derslerin ödevleri için artık daha yaratıcı ödevler yapıyorum. (AAS)
İşbirlikli çalışma	4	18	Mesela görev dağılımını birimiz alüminyum folyo keserken bir diğeri alüminyum folyo ile kapladı. Diğeri parçaları kesti. (Sİ)
El becerileri	3	14	El becerilerimizi geliştirdi. (AAS)
Mühendislik	2	9	Mühendis gibi tasarım yapmayı öğrendik. (BA)
Merak duygusu	1	5	Hocam insan deney yaparken merak ettiği için daha çok derse katılıyor. Merak duygumuzu arttırdı. (AAS)
Problem çözme	1	5	Bir konu hakkında sorun çözerken aklımıza öğrendiğimiz konulardan bir şeyler gelmezken. Şimdi o konudaki bilgilerimizi bir problem çözerken daha çok aklımıza o konudaki bilgilerimizi nasıl kullanacağımız geliyor. (BA)
Toplam	22	100	
Not. Ondalık sayıların yuvarlanması nedeniyle yüzde hesaplamaları toplamda 100’den büyük çıkabilmektedir.			

Tablo 7 incelendiğinde, öğrencilerde geliştirilen becerilerin grup çalışması, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, el becerileri, mühendislik, merak duygusu, problem çözme olduğu görülmüştür. Öğrenciler kendilerinde en çok ($f=7$) grup çalışması becerisinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Yaratıcılık ($f=4$) ve işbirlikli çalışma ($f=4$) öğrencilerde gelişen diğer becerilerdir. El becerileri ($f=3$) ve mühendislik ($f=2$) diğer becerilerdir. Merak duygusu ($f=1$) ve problem çözme ($f=1$) ise öğrencilerde geliştirilen bir diğer beceri olmasına karşın sıklığı en az olan becerilerdir. Yapılan STEM etkinlikleri ile öğrencilerde beceri gelişimine katkı sağlandığı söylenebilir. Bu beceriler, grup çalışması, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, el becerileri, mühendislik, merak duygusu ve problem çözmedir.

Karşılaşılan Zorluklar

STEM etkinlikleri uygulama sürecinde karşılaştığı zorluklara yönelik öğrenci görüşlerini toplamak için “*STEM temelli tasarımları gerçekleştirirken hangi zorlukları yaşadınız?*” ve “*Uygulanan etkinlikleri nasıl değerlendirirsin? Zorlandığın etkinlikler nelerdi?*” sorusu, STEM etkinliklerinin dezavantajlarını öğrenmek için “*Fen derslerinde STEM etkinlikleri ile yapılan uygulamaların dezavantajları nelerdir?*” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin karşılaştığı zorluklara ilişkin söylemleri sınıflandırıldığında aşağıda örnek söylemler ve bu söylemlere ait sıklıklar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8
Karşılaşılan Zorluklar

Kodlar	f	%	Öğrenci Söylemleri
İş bölümü eksikliği	3	19	Grup içinde mesela iki kişi mesela dört kişilik grupta herkes katılmıyordu. İki kişi bütün işi yapıyordu. (HT) Bizim grupta sadece görev dağılımında sıkıntı oldu. Herkes tasarımı yapmak istiyor. Bu yüzden anlaşmazlık çıkıyor. (BA)
Zamanlama	3	19	Süreyle ilgili sıkıntı oluyordu. (EK)
El becerisi eksikliği	3	19	Mesela güneş arabasında da biraz zorlandık. Kurması biraz zor gibiydi. Malzemeler hem çok küçük hem de tornavida kullanmak biraz zorladı. (BA) CD’leri kullanarak yaptığımız su tribünü tasarımı biraz zorladı. (SK)
Fikir ayrılığı	3	19	Mesela burayı böyle yapma diğer şekilde yaparsan daha hızlı olur şeklinde veya tam tersi düşünüyoruz. Fikir ayrılıkları çok oldu. (MÇ) Grup içi karar vermek zor. Ortak karar vermekte zorlandık. (ŞT)
Malzemeyi etkili kullanamama	1	6	Mesela balonlarla hava yastığı sistemi yaptık yumurtayı kırmadan aşağıya indirmek için. Yumurtanın etrafına balonları yapıştırıyorduk. Bizim grup yanlışlıkla tüm balonları patlatıyorduk. Yapıştırırken patlatıyorduk. (MÇ)
Grup içi tartışma	1	6	Grup içi çok tartışma oldu. (ŞT)
Rekabet	1	6	Tasarımları yaparken diğer gruplar ile rekabete giriyorduk. Rekabet bizi zorladı. (ŞT)
Tasarımın gerçekleşmemesi	1	6	Güneş ocağımız tam planladığımız gibi çalışmadı. Elektrik motoru istediğimiz verimde çalışmadı. (GY)
Toplam	16	100	

Not. Ondalık sayıların yuvarlanması nedeniyle yüzde hesaplamaları toplamda 100’den büyük çıkabilmektedir.

Tablo 8 incelendiğinde öğrencilerin etkinlikler esnasında en çok iş bölümü eksikliği ($f=3$), zamanlama ($f=3$), el becerisi eksikliği ($f=3$) ve fikir ayrılığı ($f=3$) gibi zorluklar yaşadıkları görüşmelerden kodlanarak elde edilmiştir. Ayrıca, malzemeyi etkili kullanamama ($f=1$), grup içi tartışma ($f=1$), rekabet ($f=1$) ve tasarımın gerçekleşmemesi ($f=1$) gibi zorlukları da yaşadıkları belirlenmiştir.

Öğrencilerin en çok zorlandığı etkinliklerin, güneş enerjili araba tasarımı ($f=3$), güneş fırını ($f=3$), su tribünü ($f=2$), hiçbir etkinlik ($f=2$), elektrik motoru ($f=1$), gezginleri marsa ulaştırma ($f=1$) ve su roketi ($f=1$) etkinlikleri olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler bu etkinliklerde zorlandıkları bölümleri “*Tornavidayla vidayı zor takıyorduk. El becerisi eksikliğimiz vardı. Ancak anlamada eksikliğimiz yoktu.*”, “*Silikon yüzünden biraz zorlandık.*” ve “*Balonları birleştirmek zorladı.*” olarak ifade etmektedirler. Öğrencilerin genellikle eksikliklerinin en çok olduğu yerlerin; tasarımın parçalarını birleştirmede el becerisi eksikliklerinin, zamanlama ve fikir ayrılıklarının sebep olduğu söylenebilir.

STEM Eğitimi İçin Uygulama Önerileri

Öğrencilerin STEM etkinliklerini fen ve diğer derslere entegrasyonuna yönelik önerilerini almak için “*Fen derslerinde STEM temelli etkinliklerin daha iyi uygulanabilmesi için önerilerin neler?*”, “*STEM etkinlikleri diğer derslerde uygulansa nasıl olurdu?*” soruları sorulmuştur. Öğrencilerin STEM eğitimi için uygulama önerilerine ilişkin söylemleri sınıflandırıldığında aşağıda örnek söylemler ve bu söylemlere ait sıklıklar Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9			
STEM Eğitimi İçin Uygulama Önerileri			
Kodlar	f	%	Öğrenci Söylemleri
Fen derslerinde olması	22	39	Fen de olmasını istedik. (HT, AAS, İA, EK) Kaldıraçlarda falan uygulanmasını istedik. (HT) Makara sisteminde de çok büyük olmasa bile küçük bir makara ile tasarım yapabiliriz. (AAS) Isı ve enerji konularında direkt sizin etkinlikleri uygulayabiliriz. (HT) Eğik düzlem yapardık. Bunlar sırasıyla 3 cm lik 5 cm lik ve 7 cm lik koyardık. Onların hangisinden daha az enerji harcanırdı onu bulardık. (HT) Fen konularının entegrasyonu çok iyi olur. Enerji türleri ve ısı ışık konuları gibi konulara... (BA)
Matematik derslerine entegre edilmesi	10	18	Olasılık konusuna geçtik matematik dersinde STEM etkinliklerindeki gibi yapsak daha iyi olurdu. (AAS) Matematik konularının entegrasyonu çok iyi olur. (İA)
Süre arttırılmalı	5	9	Süre arttırılabilir. (HT)
Tasarımlar gerçekçi boyutlarda olmalı	5	9	Küçük araba yerine büyük araba tasarımı yapabiliriz. Güneş enerjili arabada mesela... (AAS)
Teknoloji ve tasarım temelli	5	9	Teknoloji ve tasarım derslerinde direkt her şey tasarımlar üzerinde olabilir. (SK)
Diğer derslere entegre edilmesi	5	9	Diğer derslerde de böyle yapsak çok iyi olur. Diğer derslerde kullanılmalı bence. (MT)
Malzemeler iyileştirilmeli	2	4	Güneş fırını alüminyum folyo ile kaplamak yerine alternatif başka malzeme kullansak daha iyi olabilir. (Sİ) Kit halinde her şey hazır olsun biz malzemeleri kendimiz hazırlamayalım. Direkt birleştirsek daha kolay olur. (BA)
Tasarımlar çalıştırılmalı	2	4	Fırının içine gerçek yemek koyarak gerçekten pişip pişmediğini görürüz. (HT)
Toplam	56	100	
Not. Ondalık sayıların yuvarlanması nedeniyle yüzde hesaplamaları toplamda 100’den büyük çıkabilmektedir.			

Tablo 9 incelendiğinde STEM etkinlikleri için öğrencilerin fen derslerinde olması ($f = 22$), matematik derslerine entegre edilmesi ($f = 10$), süre arttırılması ($f = 5$), tasarımların gerçekçi boyutlarda olması ($f = 5$), teknoloji ve tasarım temelli olması ($f = 5$), diğer derslere entegre edilmesi ($f = 5$), malzemelerin iyileştirilmesi ($f = 2$) ve tasarımların çalıştırılması ($f = 2$) önerilerinde bulunduğu görülmektedir. Öğrencilerin özellikle fen derslerinde olmasına yönelik basit makineler ve enerji konularında olmasını istedikleri görülmektedir. Örneğin, öğrenciler basit makineler için “*Makara sisteminde de çok büyük olmasa bile küçük bir makara ile tasarım yapabiliydik.*”, enerji konuları içinse “*Isı ve enerji konularında direkt sizin etkinlikleri uygulayabiliriz.*” ve “*Fen konularının entegrasyonu çok iyi olur. Enerji türleri ve ısı ışık konuları gibi konulara...*” ifadelerini kullandıkları görüşmelerden alıntılanmıştır. Fen derslerine ek olarak matematik derslerinde de STEM etkinlikleri uygulamak istedikleri ve “*Matematik konularının entegrasyonu çok iyi olur.*” ifadesini kullandıkları dikkat çekmektedir. Ayrıca öğrencilerin sürenin artırılması, tasarımın daha gerçekçi boyutlarda yapılması ve malzemeler açısından hazır kit kullanmaya yönelik istekleri olduğu görülmektedir. STEM etkinliklerinin uygulanmasına yönelik öğrenciler etkinliklerin tüm derslere entegrasyonu ve etkinliklerin uygulamalarının geliştirilmesi hakkında olumlu önerileri olduğu görülmektedir.

Grup Çalışması

Öğrencilerin grup çalışmaları esnasındaki yaşadıklarını öğrenmek için “*STEM etkinliklerini uygularken grup çalışması esnasında neler yaşandı? Grup içi roller neydi? Tasarımı yapma aşamasında nasıl ortak karar verdiniz? En iyi tasarımı nasıl seçtiniz?*” soruları sorulmuştur. Öğrencilerin grup çalışmalarına ilişkin söylemleri sınıflandırıldığına aşağıda örnek söylemler ve bu söylemlere ait sıklıklar Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10
Grup Çalışması Hakkındaki Görüşler

Kodlar	f	%	Öğrenci Söylemleri
Görev dağılımı	5	20	Herkesin bir görevi vardı mesela. (HT)
Ortak fikir	4	16	Herkesin fikri bizim için önemliydi. (AAS, HT) Bizim grupta tasarım olarak herkes aynı şeyi düşündü. (BA)
Tasarım sürecini kullanma	3	12	İlk düşünüyoruz nasıl yapalım diye. Sonra planlıyoruz nasıl yapalım diye. Sonra da hesaplıyoruz nasıl yapacağımızı. Başlıyoruz yapmaya. Mesela olmuyor. Sonra tekrar gözden geçirip tekrar yapıyoruz. (MÇ) Beyin fırtınası, planlama, ölçüm alma ve tekrar tasarım sürecini kullanıyoruz. (ŞT)
Eleştirel düşünme	3	12	Yaptığımız işlerde birbirimizi eleştiriyoruz. (MÇ)
Test etme	2	8	İlk yaptığımız balonla arabayı hareket ettirme test etme çok oldu. (EK)
Tekrar tasarım	2	8	Balonlar tekerleklerle uygun olmadı. Balonunun yönünü değiştirdik. (HT) Sonra tekrar gözden geçirip tekrar yapıyoruz. (MÇ)
Grup oluşturmada zorluk	2	8	Grup olarak ayrılmalarda sıkıntı oluyordu. (ŞT)
Son tasarımda zorlanma	2	8	Son kararı almada biraz zorlandık. Mesela güneş enerjisiyle çalışan arabada ve güneş enerjili fırında tasarımın şekline karar vermede. (CÖ)
Zamanlamaya dikkat	1	4	Süreyi azalttık grup olarak çalıştığımız için. (AAS)

Tablo 10

Grup Çalışması Hakkındaki Görüşler (Devamı)

Kodlar	f	%	Öğrenci Söylemleri
Teoriyi pratiğe aktarma	1	4	Bir konu hakkında sorun çözerken aklımıza öğrendiğimiz konulardan bir şeyler gelmezken. Şimdi o konudaki bilgilerimizi bir problem çözerken daha çok aklımıza o konudaki bilgilerimizi nasıl kullanacağımız geliyor. (BA)
Toplam	25	100	

Not. Ondalık sayıların yuvarlanması nedeniyle yüzde hesaplamaları toplamda 100'den büyük çıkabilmektedir.

Tablo 10 incelendiğinde öğrencilerin grup çalışmasına yönelik görüşlerinde görev dağılımı ($f=5$), ortak fikir ($f=4$), tasarım sürecini kullanma ($f=3$), eleştirel düşünme ($f=3$), test etme ($f=2$), tekrar tasarım ($f=2$), grup oluşturmada zorluk ($f=2$), son tasarımda zorlanma ($f=2$), zamanlamaya dikkat ($f=1$) ve teoriyi pratiğe aktarma ($f=1$) kodlarının ortaya çıktığı görülmektedir. Öğrencilerin genellikle grup çalışmaları esnasında olumlu kazanımlar elde ettikleri söylenebilir. Tasarım sürecine yönelik “*Be-yin fırtınası, planlama, ölçüm alma ve tekrar tasarım sürecini kullanıyoruz.*”, görev dağılımına yönelik “*Herkesin bir görevi vardı mesela.*” ve ortak fikir vermeye yönelik “*Herkesin fikri bizim için önemliydi.*” ifadelerini kullandıkları gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin tasarım sürecini takip ettikleri söylenebilir. Örneğin, M isimli öğrenci “İlk düşünüyoruz nasıl yapalım diye. Sonra planlıyoruz nasıl yapalım diye. Sonra da hesaplıyoruz nasıl yapacağımızı. Başlıyoruz yapmaya. Mesela olmuyor. Sonra tekrar gözden geçirip tekrar yapıyoruz.” şeklinde düşüncesini ifade etmiştir. Grup çalışmasına yönelik öğrencilerin grup çalışmasının olumlu özelliklerinden bahsettikleri görülmektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma sonucunda STEM etkinlik temelli bir eğitim alan ortaokul öğrencilerinin STEM ürün performans düzeylerinin etkinliklere katıldıkça zaman içinde arttığı ve görüşlerinin daha çok olumlu olduğu gözlem ve görüşme verileriyle elde edilmiştir. Gözlem bulguları grup değerlendirme, tasarım sürecinin değerlendirilmesi, son ürünün işlevselliğinin değerlendirilmesi ve son ürünün değerlendirilmesi olmak üzere 4 alt boyutta değerlendirilmiştir. Gözlem bulgularına bakıldığında öğrencilerin öncelikle grup olarak problemi çözmek ve muhtemel çözümleri bulmak için yardıma çok ihtiyaç duymadıkları ve bağımsız şekilde çözümler hakkında beyin fırtınası yaptıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin grup olarak karar alabildikleri, her grup üyesinin tasarımlarda söz sahibi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin STEM etkinliklerinde tasarım yapma ve grup olarak çalışma deneyimleri arttıkça beyin fırtınası yapma, test etme, yaratıcı fikirler sunma gibi becerilerinin geliştiği gözlenmiştir. İlk etkinliklerde görev paylaşma, fikir sunma ve her bireyin fikrine önem verme gibi becerilerinin düşük olduğu, grup olarak tasarım yapmak için becerilerinin henüz istenen düzeyde olmadığı görülmektedir. Ancak öğrenciler grup olarak STEM etkinliklerinde tasarımlarını planlarken ve gerçekleştirirken grup olarak yaptıkları beyin fırtınası sonucu yaratıcı tasarımlar gerçekleştirdikleri görülmüştür. Bilim ve mühendislikteki bilgi ve becerilerini kullanarak başarılı tasarımlar yapma açısından kendilerini geliştirdikleri belirlenmiştir.

STEM etkinliklerinin uygulandığı gruptaki öğrencilerin gözlemlerinde tüm grupların problemi belirleme ve beyin fırtınası çözümleri, grup olarak çalışma, tasarım sürecini kullanma, bilim ve mühendisliği işleme ve son ürün işlevselliği becerilerinin zamanla geliştiğini göstermektedir. Alan yazındaki çalışmalarda öğrencilerin akademik başarılarının yanında onların süreçte kazandığı bilgi, beceri ve kazanımlarını da başarı olarak değerlendirip inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Şahin ve ark. (2014) okul sonrası eğitim programı kapsamında ortaokul ve lise düzeyinden katılan öğrencilere uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin işbirliği içinde çalışmaları ve 21. yy becerilerine katkısı olduğunu görüşme, alan notları ve öğrenci gözlemleri ile ortaya koymuştur. Özçelik ve Akgündüz (2018) üstün yetenekli öğrencilere uyguladığı 32 saatlik STEM eğitiminde öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin fen ve matematik kazanımları ile yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerileri kazanmasında etkili olduğunu bulmuştur. Özcan ve Koca (2019) yedinci sınıf öğrencileri ile basınç konusunda yaptıkları STEM yaklaşımına dayalı etkinliklerin öğrencilerin hem akademik başarılarını ve olumlu görüşlerini anlamlı şekilde arttırdığını ortaya koymuştur. Kahraman ve Doğan (2020) etkinliklere katılan ortaokul öğrencilerinin başarı ve motivasyonlarının yüksek olduğunu, öğrencilerin grup içi performanslarının yüksek olmasından dolayı başarılı olduklarını ifade ettikleri sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, öğrenciler etkinlikleri ilgi çekici ve etkinliklerde özgün ürünler ortaya koyabildiklerini ifade etmektedir (Kahraman ve Doğan, 2020). Etkinliklere katılan öğrencilerin tasarım sürecini kullanabilme, grup olarak çalışma ve tasarlama, yaratıcı düşünme ve sosyalleşme gibi becerileri kazandığı belirlenmiştir.

STEM eğitiminde öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme, karar verme, eleştirel düşünme ve sorgulayabilme becerilerini öğrenme çıktısı olarak kazanmaları beklenmektedir (Kırkıç ve Aydın, 2018). Bu yüzden öğrencilerin bu becerilerini yani üst düzey düşünme becerileri ve 21. yy becerilerini ölçmesi beklenmektedir (Fan ve Yu, 2017). Bu gözlem sonuçları ışığında öğrencilerin süreç içinde ulaştıkları düzeyin belirlenmesi ve bu süreçte yaşadıklarının her etkinlikte değerlendirilmesi STEM eğitimi için önerilen ölçme ve değerlendirme özelliklerini taşımaktadır (Saxton ve ark., 2014).

Öğrenciler ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgularda gözlem verilerini destekler niteliktedir. STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin tasarım, grup çalışması, deney yapma, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, mühendislik, el becerisi, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri ile ayrıca aktif katılım, motivasyon, özgüven, kalıcı ve anlamlı öğrenmelerinin arttığını görüşmelerde ifade ettikleri belirlenmiştir. Alan yazında öğrenciler ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri ile ilişkili olan girişimcilik ve inovasyon gibi becerileri ve el becerisi, problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri ile motivasyonlarının arttığı görülmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Öner ve Yılmaz, 2019; Yıldırım ve Selvi, 2017). Benzer şekilde, Pekbay (2017) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada günlük yaşam problemleri ve gerçek yaşam ile ilişkili

şekilde hazırlanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği ve STEM alanlarına yönelik becerileri ve algılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Alan yazında yapılan çalışmalarda STEM eğitiminin 21. yy için gerekli olan yaratıcılık ve yenilikçilik, iletişim ve işbirliği, STEM alanları okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve problem çözme, bilimsel süreç becerileri gibi becerilere sahip bireyler yetiştirmede etkili olduğu ortaya konmuştur (Akgündüz ve ark., 2015; Bybee, 2010; English, 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Gülgün ve ark., 2017; Roberts, 2012; Root-Bernstein, 2015; Şahin ve ark., 2014). Özkul ve Özden (2020) mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarına katılan ortaokul öğrencilerinin bilimsel düşünme, çok yönlü düşünme, iş birliği yapma ve iletişim kurma, mühendislik tasarım becerilerini kullanma, yaratıcı olma gibi 21. yüzyıl becerilerini bu etkinlikler sayesinde kazandıklarını düşüncesinde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Root-Bernstein (2015) STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılık ve hayal gücü, problem çözme, el becerisi ve tasarım becerilerinin gelişiminde etkili rol oynadığını ortaya koymuştur. English (2017) yaptığı çalışmada ilk ve ortaokul öğrencileri için STEM entegrasyonu ve yaklaşımlarını inceleyerek STEM eğitimi alanlarının entegrasyonunu ve öğrencilerin günlük yaşamdaki problemlerin çözümünde STEM eğitiminde kazandıkları 21. yy becerilerinin kullanılmasının önemine değinmiştir. Warin ve ark. (2016) öğrencilere uyguladığı STEM eğitiminin etkililiğini ölçtüğü çoklu-rol projesinde öğrencilere sorumluluk verme, iş birliği içinde çalışma, gelişime ve yeniliğe açık olma, kolektif çalışma, iletişime açık olma ve içerik bilgi ve becerilerinin öğrencilerde STEM etkinlikleri ile geliştirilebileceğine ulaşmıştır. Alan yazındaki çalışmaların ve bu çalışmanın bulguları ışığında öğrencilere uygulanan gerçek hayat ile ilişkilendirilmiş ve mühendislik tasarım süreci dikkate alınarak geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, yaratıcılık, problem çözme, iletişime açık olma, iş birliği içinde çalışma, eleştirel düşünme, girişim yapma ve yenilikçi olma gibi 21. yy için gerekli olan becerileri geliştirmede etkili olduğu söylenebilir.

STEM etkinlikleri uygulanan öğrencilerin STEM etkinliklerinin disiplinler arası olarak uygulanmasına özellikle fen mühendislik entegrasyonuna yönelik olumlu tutumları olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler daha fazla fizik konularında mühendislik entegrasyonuna yönelik örnek tasarımlar önermektedir. Alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde mühendislik entegrasyonu ve öğrencilerin ilgi ve algılarını derinlemesine inceleyen çalışmalar göze çarpmaktadır. Batı ve ark. (2017) STEM eğitimi ile ilgili çalışmaları incelemesi sonucunda sanatın STEM eğitime entegrasyonu ile STEAM eğitiminin ve mühendislik-fen entegrasyonunun önemine değinmiştir. Ayrıca, yaratıcılık gibi 21. yy becerilerinin STEM eğitime entegrasyonu önerilmektedir. Pekbay ve ark. (2020) STEM etkinliklerine yönelik ortaokul öğrencilerinin görüşlerini incelemiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin etkinlikleri grup çalışmasını desteklemesi, eğitici ve eğlenceli olması, özgüveni geliştirme, mühendis gibi düşünülen bir çalışma ortamı sağlaması, yaratıcılık ve hayal gücünü geliştirmesi açısından avantajlı olarak gördükleri, etkinlikler sırasında ortaya çıkan süreçten, malzemeden ve grup çalışmasından kaynaklı sorunları ise etkinliklerin dezavantajları

olarak gördükleri bulunmuştur. Becker ve Park (2011) çalışmasında STEM alanlarının ve STEM eğitiminin derslere doğru şekilde entegre edilmesinin öğrencilerin bilimsel bilgi ve becerilerini arttırmanın yanında STEM alanlarına ilgiyi arttıracağını belirlemiştir. Hansen ve Gonzalez (2014) 1000 kişilik ortaokul öğrencisi katılımcı grubuyla gerçekleştirdiği çalışması sonucunda, STEM eğitiminin teknoloji ile entegrasyonunun, STEM disiplinleri ve diğer disiplinler arası ilişki kurma, gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme ve proje merkezli görevlere dayalı olması gerektiğini ileri sürmüştür. Baker ve Galanti (2017) okul-üniversite işbirliğini sağlayarak STEM eğitimi ortaokul sınıflarına ve öğretimine entegre etmenin öğrencilerin STEM alanlarında problem çözme becerilerini geliştirdiği, STEM'in matematik eğitimine entegrasyonu açısından daha geniş bir perspektif kazanmalarına fırsat tanıdığı ve gerçek hayatlarına uygun bir STEM eğitimi entegrasyonu için gerekli beceri ve içerik bilgisi kazanmalarına yardımcı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Alan yazındaki bu sonuçlar ve bu çalışmadaki bulgular ışığında öğrencilerin STEM eğitimine ilk kez katılmaları onların STEM alanları entegrasyonunu anlamalarına ve mühendislik tasarım sürecini izleyerek etkinlikleri gerçekleştirmelerine fırsat tanıdığı söylenebilir.

Öğrencilerin motivasyonlarının ve öğrenme stratejilerini geliştirmelerinin onların bu süreçte neler yaşadıklarının, sınırlılıklarının belirlenmesi ve geliştiren etkenlerin belirlenmesi ile gerçekleşmesi muhtemeldir. Bu nedenle öğrenciler ile görüşmeler yapılarak onların zorlandıkları bölümler ve etkinliklere yönelik önerileri belirlenmeye çalışılmıştır.

STEM etkinliklerinin uygulandığı öğrencilerin etkinlikler esnasında yaşadığı zorluklar ve olumsuzluklar olarak; iş bölümü eksikliği, zamanlama, el becerisi eksikliği, fikir ayrılığı ve rekabete bağlı stres yaşadıklarını ifade ettikleri bulunmuştur. Bu zorluklara ve uygulanan STEM etkinliklerini daha iyi hale getirmek için öğrencilerin uygulamalı ve STEM temelli etkinlikler, tasarım temelli, teknoloji temelli etkinlikler yapmak istedikleri ve bu etkinliklerin fen derslerine entegre edilmesi, matematik derslerine entegre edilmesi ve gerçek boyutlarda tasarımlar yapılmasını önerdikleri bulunmuştur. Öğrencilerin yaşadıkları bu zorlukların kaynağı olarak öğrencilerin daha önce grup çalışmasına yönelik çok deneyimlerinin olmaması, STEM temelli etkinliklere daha önce katılmamış olması ve etkinliklerdeki araç gereçleri uygulamaya yönelik deneyimlerinin az olması olduğu düşünülmektedir. Alan yazında yapılan çalışmalarda STEM eğitimi sürecinde yaşanan zorluklar ve STEM eğitiminin daha iyi hale getirilmesi için yapılan önerileri inceleyen çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Eroğlu ve Bektaş (2016) STEM eğitiminin uygulanmasının zaman alması ve malzemelerin sınırlı olmasından dolayı zorlandığını belirtmiştir. Öğrenmenin ve STEM uygulamalarının iyileştirilmesi için STEM eğitimlerinin sayısının arttırılmasını, içeriğinin zenginleştirilmesini, eğitim sonrası iletişime devam edilmesini ve uygulamada karşılaşılan engeller için öğretmenlere destek sağlanmasını önermektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016). Karakaya ve ark. (2019) öğrencilerin STEM etkinliklerini uygulamada zaman ve malzeme eksikliği yaşadıkları için etkinliklerde zorlandıklarını

bulmuştur. Ayrıca çalışmada, bu eksikliklere yönelik öğrenciler malzeme, zaman ve bilgi eksikliklerinin giderilerek STEM etkinliklerinin tüm derslerde uygulanmasını önermektedir. STEM eğitimi, öğrencilere ve eğitimcilere problem çözme becerilerini kazandıran, özellikle gerçek dünya sorunlarını içeren konularda öğrencilerin başarı ve motivasyonlarını arttırabileceği ifade edilmektedir (Honey ve ark., 2014). Aydın ve Karşlı Baydere (2019) yedinci sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrencilerin tasarımlarını yaparken birtakım zorluklar yaşadıklarını belirlemiştir. Ancak etkinlikler sırasında öğrencilerin çok eğlendikleri ve derse karşı ilgilerinin arttığı, iş birliği, eleştirel düşünebilme, problem çözebilme, yaratıcılık, özgüven gibi 21. yüzyıl becerilerine katkı sağladığı öğrencilerin görüşlerinden elde edilmiştir.

STEM etkinliklerinin uygulanması sürecinde öğrenciler; grup çalışmasına ve STEM etkinliklerine yönelik görüşlerinde; görev dağılımı, ortak fikir alma, tasarım sürecini kullanma, eleştirel düşünme, test etme, tekrar tasarım, son tasarımda geliştirme, zamanlamaya dikkat etme ve teoriyi pratiğe aktarma gibi becerileri kazandıklarını ifade etmişlerdir. Alan yazında bu sonuçları destekleyen STEM eğitiminde uygulanan etkinliklere yönelik öğrencilerin olumlu görüşler bildirdiği birçok çalışma bulunmaktadır. Gökbayrak ve Karışan (2017) altıncı sınıf öğrencilerinin STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini incelediği çalışmada, öğrenciler STEM etkinliklerini öğretici, eğlenceli, motive edici ve zihin geliştirici olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrencilerin STEM alanları arasında bağ kurduğu, not kaygısı olmadığı için eğlenceli ve daha rahat öğrenebildikleri ve kendilerini çalışmak için motive ettikleri ifade edilmiştir. Holba (2015), bir devlet ortaokulunda kız öğrenciler için uyguladığı ve öğrencilerin geniş kapsamlı incelendiği çalışmada okul sonrası STEM eğitiminin öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı ve STEM alanları arasında ilişki kurabilmelerini sağladığını ortaya koymuştur. Hwang ve Taylor (2016) STEM eğitimini öğrenme engeli bulunan öğrencilere uygulayarak başarılarını arttırmıştır. Bu süreçte onların gerçekçi hayat problemlerini çözmede problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, sanat ve müzik bileşenini STEM eğitime entegre ederek motivasyonlarının arttırılmasını ve sürecin her açıdan gerçek yaşam koşullarına uygun olması önerilmektedir. English (2017) birçok çalışmayı incelemesi sonucunda STEM entegre edilmiş derslerin ve uygulamaların öğrencilerin başarı ve motivasyonları üzerinde olumlu etki edeceğini ortaya koymuştur.

STEM eğitime ortaokul düzeyinden başladığında öğrencilerin STEM eğitimi için hazır bulunuşluk düzeylerinin el becerisi, tasarım becerisi, STEM alanları hakkında yeterli bilgi ve becerilerinin yetersiz olduğu görülmüştür. Öğrenciler görüşmelerde diğer derslerinde mühendislik tasarımına ve uygulamaya yönelik etkinlikler yapmadıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin STEM eğitimi ile yalnızca ortaokul düzeyinde karşılaşması hem STEM becerilerini kazanması hem de STEM kariyerlerine devam etmesi için yetersiz olabilir. Bu nedenle STEM eğitiminin ortaokul eğitim programlarına ve derslere daha fazla entegre edilmesi önerilmektedir.

STEM etkinliklerine yönelik öğrencilerin görüşleri incelendiğinde öğrencilerin uygulama ağırlıklı, tasarım temelli ve günlük yaşam bağlamı olan etkinliklere yö-neldiği görülmüştür. Bu nedenle öğrencilere yönelik hazırlanan STEM etkinlikleri-nin gerçek yaşam bağlamının olması, gerçekçi olması, mühendislik becerilerine ve STEM alanlarına dayanması önerilmektedir.

Etkinlikler esnasında öğrencilerin tasarımı yetiştirmek için stres ve kaygı yaşadıkları göz-lemlemiştir. Etkinliklerin tamamlanması için verilen sürenin daha uzun tutulması öneril-mektedir. Bu sayede öğrencilerin stres ve kaygı düzeylerinin azalacağı tahmin edilmektedir.

Bu çalışmada ortaokul yedinci sınıf öğrencileri ile haftada iki saat olmak üzere bir öğretim döneminde STEM etkinlikleri uygulanmıştır. STEM eğitiminin öğrenciler üzerinde etkisinin çok hızlı şekilde görülmesi beklenen bir sonuç değildir. Bu nedenle öğrencilere daha uzun soluklu ve haftalık ders saati olarak daha fazla saatte STEM uygulamalarının yapılması ve farklı değişkenler açısından etkisinin incelenmesi önerilmektedir. Çünkü mühendislik tasa-rım sürecinin etkin kullanılması grup tartışması, yapıyı tasarlama, yapıyı test etme, yapıyı değiştirme ve geliştirme gibi süreçleri içermesinden dolayı daha fazla zamana ihtiyaç vardır.

Araştırmanın etik izinleri

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönerge-nin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirini gerçekleştirilmemiştir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Etik Kurulu’ndan (Tarih: 17 Haziran 2016, Onay No: 2016/05) alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – E.H.; Tasarım – E.H., H.A.; Denetleme – E.H., H.A.; Kaynaklar – E.H., H.A.; Malzemeler – E.H.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – E.H.; Analiz ve/veya Yorum – E.H., H.A.; Literatür Taraması – E.H., H.A.; Yazıyı Yazan – E.H., H.A.; Eleştirel İnceleme – E.H., H.A.; Diğer – E.H., H.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Bu makalenin türetildiği tez, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Adnan Menderes University Educational Research (Date: June 17, 2016, Ap-proval No: 2016/05).

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – E.H.; Design – E.H., H.A.; Supervision – E.H., H.A.; Resources – E.H., H.A.; Materials – E.H.; Data Collection and/or Processing – E.H.; Analysis and/or Interpretation – E.H., H.A.; Literature Search – E.H., H.A.; Writing Manuscript – E.H., H.A.; Critical Review – E.H., H.A.; Other – E.H., H.A.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The thesis of which part of the article was supported by a grant from the Scientific Research Projects Unit of Aydın Adnan Menderes University.

Kaynakça / References

- Akgündüz, D. (2018). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi* (pp. 19-47). Ankara: Anı Yayıncılık. Retrieved from <https://aniyayincilik.com.tr/kitaplar/okul-oncesinden-universiteye-kuram-ve-uygulamada-stem-egitimi/>
- Akgündüz, D. M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu Sencer, M., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi türkiye raporu: "günün modası mı? yoksa gereksinim mi?"* (pp. 10-31). STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul. Retrieved from <https://www.aydin.edu.tr/tr-tr/akademik/fakulteler/egitim/Documents/STEM%20E%C4%9Fitimi%20T%C3%BCrkiye%20Raporu.pdf>
- Andrade, H. G. (1997). Understanding rubrics. *Educational Leadership*, 54(4), 14-17.
- Atik, İ. (2018). Nitelikli işgücü için etkin mesleki eğitim konusuna çözüm olarak fen, teknoloji, mühendislik, matematik (FTMM) eğitimi. *Journal of Higher Education & Science*, 8(2) 254-263.
- Aydeniz, M. (2017). *Our education system and vision for the 21st century: a stem-oriented economic roadmap for Turkey as moving toward 2045 goals*. University of Tennessee, Knoxville. Retrieved from https://trace.tennessee.edu/utk_theopubs/17/
- Aydın, E., & Karslı Baydere, F. (2019). 7th grade students' views about STEM activities: Example of separation of mixtures. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education*, 38(1), 35-52.
- Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. (2017). A qualitative study on integration of science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 13(2), 787-802. [Crossref]
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & Gürer, F. (2018). The changes of standards in the 2018 science curriculum and STEM integration. *Bolu Abant İzzet Baysal University Journal of Faculty of Education*, 18(2), 702-735. [Crossref]
- Baker, C. K., & Galanti, T. M. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 10. [Crossref]
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) public service announcement (PSA) development activity. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(2), 60-69.
- Batı, K., Çalışkan, İ., & Yetişir, M. İ. (2017). Computational thinking and integrative education (STEAM) in science education. *Pamukkale University Journal of Education*, 41(41), 91-103. [Crossref]
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12(5), 23-36.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996. [Crossref]

- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative Inquiry Research Design: Choosing Among Five Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage. Retrieved from <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-inquiry-and-research-design/book246896>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2005). *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage. Retrieved from <https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-sage-handbook-of-qualitative-research/book242504>
- Doğan, E., & Saraçoğlu, S. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli fen eğitimi hakkındaki görüşleri. *HAYEF: Journal of Education*, 16(2), 182-220. [Crossref]
- English, L. D., (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 15(1), 5-24. [Crossref]
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). Ideas of science teachers took STEM education about STEM based activities. *Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43-67. [Crossref]
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107-129. [Crossref]
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). Exploration of sixth grade students' views on STEMM based activities. *Journal of Subject Teaching Research*, 3(1), 26-40.
- Gülen, S., & Yaman, S. (2018). The opinions of sixth grade students about ABSL approach activities based on STEM. *International Journal of Society Researches*, 8(15), 1293-1322.
- Gülgün, C., Yılmaz, A., & Çağlar, A. (2017). Teacher opinions about the qualities required in STEM activities applied in the science course. *Journal of Current Researches on Social Sciences* 7(1), 459-478.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). The effects of science-technology-engineering-math (STEM) integration on 5th grade students' perceptions and attitudes towards these areas. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620. [Crossref]
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). The effects of STEAM (STEM+ Art) activities 7th grade students' academic achievement, STEAM attitude and scientific creativities. *Journal of Human Sciences*, 15(3), 1675-1699. [Crossref]
- Hansen, M., & Gonzalez, T. (2014). Investigating the relationship between STEM learning principles and student achievement in math and science. *American Journal of Education*, 120(2), 139-171. [Crossref]
- Holba, A. (2015). *Middle school girls and one stem OST program*. Doctoral Dissertation, Northern Illinois University. Retrieved from <https://www.proquest.com/docview/1696060167>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research (pp. 77-106)*. Washington, DC: National Academies Press. Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/18612/stem-integration-in-k-12-education-status-prospects-and-an>
- Hwang, J. & Taylor, J. C., (2016). Stemming on STEM: A STEM education framework for students with disabilities. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 19(1), 39-49. [Crossref]
- Kahraman, E., & Doğan, A. (2020). Opinions of middle school students about STEM activities. *Anatolian Journal of Teacher*, 4(1), 1-20. [Crossref]
- Karahan, E., Canbazoglu Bilici, S., & Ünal, A., (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 15(60), 221-240. [Crossref]

- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G., & Yılmaz, M. (2019). Determination of primary school students' views about STEM activities: Example of 4th grade. *International Journal of Turkish Educational Studies*, 7(13), 1-14. [Crossref]
- Kırkıcı, K. A. & Aydın, E. (2018). *Merhaba STEM: yenilikçi bir öğretim yaklaşımı* (pp. 19-26). Eğitim Yayınevi, Konya.
- Maryland State Department of Education (MSDE) (2012). *5E model for integrated STEM instruction*. Retrived from <https://mdk12.msde.maryland.gov/INSTRUCTION/StandardsandFrameworks/stem/Documents/stem/5EModelforIntegratedSTEMInstruction.docx>
- Meriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education* (pp. 131-170). San Francisco: Jossey-Bass. Retrieved from <https://searchworks.stanford.edu/view/3511521>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis* (pp. 315-330). London: Sage Publication. Retrieved from <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-data-analysis/book246128>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2017). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı. ankara: talim terbiye kurulu başkanlığı (TTKB). Retrieved from <http://mufredat.meb.gov.tr/Program-Detay.aspx?PID=325>
- National Academy of Engineering, U. S. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. Washington, DC: National Academies Press. Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/10999/the-engineer-of-2020-visions-of-engineering-in-the-new>
- National Science Foundation, (2013). *Inspiring STEM learning* (NSF Report 13-800). https://www.nsf.gov/about/congress/reports/ehr_research.pdf
- NGSS (Next Generations Science Standards), (2013). *The next generation science standards executive summary*. http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%206.17.13%20Update_0.pdf, Erişim tarihi: 20.04.2018.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523. [Crossref]
- Öner, G., & Yılmaz, Y. Ö. (2019). Investigation of relationship between middle school students' problem-solving and inquiry learning skills perceptions and their perceptions and attitudes towards STEM. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 8(3), 837-861.
- Özcan, H., & Koca, E. (2019). The impact of teaching the subject "pressure" with STEM approach on the academic achievements of the secondary school 7th grade students and their attitudes towards STEM. *Education and Science*, 44(198), 201-227. [Crossref]
- Özçelik, A. & Akgündüz, D. (2018). Evaluation of gifted/talented students' out-of-school STEM education. *Trakya University Journal of Education Faculty*, 8(2) 334 - 351. [Crossref]
- Özkul, H., & Özden, M. (2020). Investigation of the effects of engineering-oriented STEM integration activities on scientific process skills and STEM career interests: A mixed methods study. *Education and Science*, 45(204) 41-63. [Crossref]
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji, mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pekbay, C., Yavuz, S., & Kaptan, F. (2020). Middle school students' views over green engineering STEM activities. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 21(2), 840-857.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 1-4.

- Root-Bernstein, R. (2015). Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in gifted and talented students. *Asia Pacific Education Review*, 16(2), 203-212. [Crossref]
- Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., & Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40, 18-35. [Crossref]
- Schaefer, M. R., Sullivan, J. F., & Yowell, J. L. (2003). *Standards-Based Engineering Curricula as a Vehicle for K-12 Science and Math Integration*. In *Frontiers in Education*, 2003. FIE 2003 33rd Annual (Vol. 2, pp. F3A-1). IEEE. [Crossref]
- Sim, J., & Wright, C. C. (2005). The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Physical Therapy*, 85(3), 257-268. [Crossref]
- Stake, R. E. (2005). *Qualitative Case Studies*. In N. K. Denzin and Y. S. Lincoln (Eds.). *The sage handbook of qualitative research*, (pp. 443-446). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Şahin, A., Ayar, M., C., & Adıgüzel, T., (2014). STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 297-322. [Crossref]
- Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. Doctoral dissertation. University of Nevada, Reno.
- Tuncel, G. (2011). The effectiveness using of rubrics in social studies lessons. *International Journal of Geography and Geography Education*, 23, 213-233.
- Wang, X. (2012). *Modeling student choice of STEM fields of study: testing a conceptual framework of motivation, high school learning, and postsecondary context of support*. wiscape working paper. wisconsin center for the advancement of postsecondary education (NJ1). Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED529700.pdf>
- Warin, B., Talbi, O., Kolski, C., & Hoogstoel, F. (2016). Multi-role project (MRP): A new project-based learning method for STEM. *IEEE Transactions on Education*, 59(2), 137-146. [Crossref]
- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S., (2014). The impact of STEM activities on 5th grade students' scientific process skills and their attitudes towards science. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty*, 34(2), 249-265. [Crossref]
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (pp. 241-269). Ankara: Seçkin Yayıncılık. Retrieved from <https://www.seckin.com.tr/kitap/991264765>
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). An experimental research on effects of STEM applications and mastery learning. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210. [Crossref]
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2018). Examination of the opinions of middle school students on STEM practices. *Journal of Social Sciences of Mus Alparslan University*, 6(STEMES'18), 47-54.
- Yıldırım, P., (2017). A qualitative study on integration of science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Atatürk University Journal of Kazım Karabekir Education Faculty*, 35, 31-55.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and method*. Thousand Oaks, CA: Sage. Retrieved from <https://us.sagepub.com/en-us/nam/case-study-research-and-applications/book250150>

EK 1: GÖZLEM RUBRİĞİ

<i>Grup Değerlendirme Rubriği</i>				
Kategori	3	2	1	Puan
Problemi belirleme ve beyin fırtınası çözümleri	Problemi çözmek için net bir anlayış gösterdi. Bağımsız şekilde çözümler hakkında beyin fırtınası yaptı.	Muhtemel çözümleri bulmak için ve problemi tanımlamak için öğretmen yardımı gerekti.	Problemi belirlemek için çok fazla öğretmen yardımı gerekti. Çok az bağımsız şekilde beyin fırtınası gerçekleşti.	
Grup olarak çalışma	Birlikte çok iyi çalıştılar. Tüm grup üyeleri görevleri birlikte katıldılar ve birlikte yaptılar.	Bazı grup üyeleri bazen görev dışında kaldı.	Sık sık grup üyelerinin çoğunluğu görev dışında kaldı ve işbirliği yapılmadı ya da tamamen katılmadı.	
Tasarımı sürecini kullanma	Grup birçok tasarım için beyin fırtınası yaptı, test etti ve bir tasarım geliştirdi. Son tasarım yaratıcı bir problem çözümü gösterdi.	Bazı grup üyeleri bazen görev dışında kaldı.	Grup çok az beyin fırtınası yaptı ve çok az test etti veya yeniden tasarım yaptı. Son tasarım net tasarım fikirleri açısından eksik.	
Bilim ve mühendisliği işleme	Grup görev için güçlü bir çözüm önerisinde bulundular ve bilimsel kavramları ve tasarım süreçlerine dair net bir anlayış gösterdiler	Grup temel bir temsili çözüm önerisi sunmakta ve bilimsel kavramları ve tasarım sürecini çok temel olarak anlamış bulunmaktadır.	Grup çok zayıf bir çözüm önerisi sunmakta ve bilimsel kavramlar ve tasarım sürecini çok az olarak anlamış bulunmaktadır.	
<i>Ürün Değerlendirme Rubriği</i>				
<i>Tasarım sürecinin derecelendirme ölçeği</i>				
Kategori	3	2	1	Puan
Plan	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılar açık anlaşılır.	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılarda net olmayan bölümler bölüm var.	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılar hiç anlaşılır değil.	
Değiştirme/ test etme	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtları verilere ve bilimsel prensiplere dayandırılmıştır.	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtları bulunmaktadır. Bilimsel değil.	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtları bulunmamaktadır.	
<i>Son ürünün işlevselliği derecelendirme ölçeği</i>				
Kategori	3	2	1	Puan
Ürün işlevselliği	Ürün tam olarak çalışmaktadır.	Ürün %50 düzeyde çalışmaktadır.	Ürün %25 düzeyde çalışmaktadır.	
Zamanlama	Planlanan zamana tamamen uyuldu. Ürün çalışıyor.	Planlanan zamana kısmen uyuldu. Ürün kısmen çalışıyor.	Planlanan zamana tamamen uyulmadı. Ürün çalışmıyor.	
Özgünlük (orijinallik)	Diğerlerinden farklı orijinal, yeni, sınıfta sadece 1 tane var.	Aynı ürün tasarımından 2 tane var.	Aynı ürün tasarımından 2 den fazla var.	
<i>Son ürün derecelendirme ölçeği</i>				
Kategori	3	2	1	Puan
Tasarıma benzerliği	%75-%100 oranında ürün plana uyarak yapıldı.	%50-%75 oranında ürün plana uyarak yapıldı.	%50 ve daha az oranında ürün plana uyarak yapıldı.	
Malzemeler	Tüm proje için uygun malzemeler seçildi.	Projenin yarısı için uygun malzemeler seçildi.	Projenin çoğu için uygun malzemeler seçilmedi.	
Yapı inşasına özen gösterme	Projenin yapım aşamasına özen gösterildi ve ürün plan takip edilerek yapıldığı için sağlam ve güvenilir.	Ürün plana tamamen uygun ancak yarısına yakın kısmı gözden geçirilip düzeltilmeye ihtiyacı var.	Ürün dikkatsizce yapılmış ve çoğu bölümü yeniden yapılmalı.	
Ölçümlerin doğruluğu	Planda hesaplanan malzemeler aynı ölçüde kullanıldı.	Plandaki ölçümlere %75-%50 oranında uyularak ürün yapıldı.	Plandaki ölçümlere % 50'den daha az oranda uyularak ürün yapıldı.	

EK 2: GÖRÜŞME SORULARI

1. Sizce fen bilimleri hangi disiplinlerle ilişkilidir?
2. Fen bilimleri ile teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında nasıl bir ilişki vardır?
3. Fen derslerinde mühendislik tasarım sürecinin uygulanması hakkında neler düşünüyorsunuz?
4. Bu etkinlikler hangi becerilerini geliştirmiş olabilir? Kısaca açıklayın mı?
5. STEM temelli tasarımları gerçekleştirirken hangi zorlukları yaşadınız?
6. Uygulanan etkinlikleri nasıl değerlendirirsiniz? Zorlandığınız etkinlikler nelerdi?
7. Fen derslerinde STEM etkinlikleri ile yapılan uygulamaların dezavantajları nelerdir?
8. Fen derslerinde STEM temelli etkinliklerin daha iyi uygulanabilmesi için önerilerin neler?
9. STEM etkinlikleri diğer derslerde uygulansa nasıl olurdu?
10. STEM etkinliklerini uygularken grup çalışması esnasında neler yaşandı? Grup içi roller neydi?
11. Tasarımı yapma aşamasında nasıl ortak karar verdiniz? En iyi tasarımı nasıl seçtiniz?