



STEM Yaklaşımı ile Basınç Konusu Öğretiminin Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve STEM'e Yönelik Tutumlarına Etkisi

Hasan Özcan ¹, Esra Koca ²

Öz

Bu çalışmanın amacı, basınç konusunda STEM yaklaşımı ile geliştirilen bir öğretim modülünün, öğrencilerin akademik başarılarına ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesidir. Çalışmada karma yöntem araştırması desenlerinden açıklayıcı sıralı desen kullanılmıştır. Çalışmanın nicel boyutunda ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel boyutunda ise olgubilim deseninden faydalanılmıştır. Araştırmanın örneklemi, 2017-2018 eğitim öğretim yılı güz döneminde, Türkiye'de yer alan büyükşehirlerden birinin ilçesine bağlı bir köy okulunda öğrenim görmekte olan 7. sınıf öğrencisi 33 kişiden oluşmaktadır. Basınç konusunun öğretiminde, deney grubunda STEM eğitimi kullanılırken kontrol grubunda öğretim programının ön gördüğü yaklaşım kullanılmıştır. Akademik başarı testi, STEM'e yönelik tutum ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenci günlükleri çalışmada kullanılan veri toplama araçlarıdır. Araştırma sonucunda, akademik başarı açısından deney grubu ile kontrol grubu arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Aynı zamanda STEM'e yönelik tutumlar açısından da deney grubu ile kontrol grubu arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Nicel verilerden elde edilen sonuçların daha derinlemesine incelenmesi için öğrencilerin STEM eğitimine ilişkin görüşleri incelenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ile öğrenci günlüklerinin içerik analizi sonucu duygu ve düşünceler, olumlu yönler, kazanılan beceriler ve özellikler, yaşanan sorunlar ve öğrenme süreci olmak üzere 5 tema ve 26 kod elde edilmiştir. Basınç konusunun öğretiminde STEM temelli uygulamalara yer verilmesinin, öğrencilerin akademik başarı ile tutum puanları üzerinde artış sağladığı ve öğrencilerin STEM eğitimine ilişkin olumlu düşünceler geliştirmelerine yardımcı olduğu görülmüştür. Gelecek çalışmalarda STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin özyeterlik inançları, yaratıcı problem çözme becerileri, iletişim becerileri gibi farklı değişkenler üzerindeki etkileri araştırılabilir.

Anahtar Kelimeler

Akademik başarı
Basınç
Ortaokul öğrencileri
STEM eğitimi
STEM öğretim modülü
Tutum

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 29.04.2018
Kabul Tarihi: 08.01.2019
Elektronik Yayın Tarihi: 26.03.2019

DOI: 10.15390/EB.2019.7902

¹ Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, hozcan@aksaray.edu.tr

² Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, esrakoca@aksaray.edu.tr

Giriş

Gözlemlerin yanı sıra çıkarımlara dayalı yapısıyla bilim, insanların dünya, doğa ve evren hakkındaki bilinmeyenleri araştırarak, hayatlarını kolaylaştıran ve merak ettiklerini sorgulamaya yönelten beşerî bir faaliyettir (Knorr-Cetina, 2013; Özcan, 2013). Bilim, değişime açık yapısıyla ihtiyaçlar doğrultusunda yenilenmekte ve gelişmektedir. Burada teknolojik araçlar önemli bir unsurdur. Öyle ki 21. yüzyıl ile birlikte bilgisayar, tablet ve cep telefonları insan hayatının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Milenyum çağında dünyaya gelen ve Z kuşağı olarak adlandırılan nesil doğrudan bu teknolojik araçlarla ile iç içe büyümektedir. Bu durum Y kuşağı olarak adlandırılan bir üst kuşağa göre Z kuşağının, teknoloji ile zenginleştirilmiş ortamlara daha fazla ihtiyaç duymalarına ve teknolojinin kullanıldığı alanlarda daha başarılı olmalarına zemin oluşturmaktadır. Bu gelişmelere rağmen eğitim alanında geleneksel yöntemlere yer verilmesi, Z kuşağını oluşturan öğrencilerin derslere yönelik ilgilerini ve tutumlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu öğrencilerin, derslere yönelik ilgilerinin artırılması ve olumlu tutum geliştirmeleri için öğrenme ortamlarının yüksek teknoloji ile zenginleştirilmiş bir yapıda tasarlanması gerekmektedir (Gu, Zhu ve Guo, 2013; Jones, Jo ve Martin, 2007; Prensky, 2012; Thompson, 2013). Bu ortamlarda öğrenim gören öğrencilerin, ülkelerin ekonomik ve politik hedeflerine ulaşabilmeleri için ihtiyaç duyacakları üretkenlik, girişimcilik, yenilikçilik ve eleştirel düşünme gibi becerilere sahip olacakları düşünülmektedir (Aydeniz, 2017; Bybee, 2010). Ulusal inovasyon kapasitesinin artırılmasına yönelik eğitim politikalarında yapılacak düzenlemeler inovasyon için gerekli bu becerilerle donanmış bilim okuryazarı bireylerin yetiştirilmesi ve bu bireylerin inovasyonla ilişkili meslek dallarına ilgi duymaları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (OECD, 2018). Tüm bunları göz önünde bulunduran pek çok ülke, bu hedeflerine erişebilmek için STEM eğitimi çalışmalarına yönelmeye başlamıştır.

Gelişmiş ülkeler arasında yer alabilmek, günümüzün rekabetçi koşullarıyla mücadele edebilmek, teknolojik-ve yenilikçi alanlarda söz sahibi olabilmek için her ülkenin kendi eğitim sistemini yenilikçi bir anlayışla gözden geçirmesi gerekmektedir. Son yıllarda eğitim politikalarında yapılan düzenlemelerin odağında STEM eğitimi (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) ve bu eğitimi geliştirme çabaları bulunmaktadır (León, Núñez ve Liew, 2015; NRC, 2011; OECD, 2018). Doksanlı yılların sonlarında eğitim alanındaki değişim çabalarının bir sonucu olarak öncelikle ABD’de adı anılmaya başlanan STEM, kısa sürede Avrupa ülkeleri, Kore, Japonya, Çin ve Tayvan gibi gelişmiş ekonomilere sahip Asya ülkelerinin ilgisini çekerek bu ülkelerin eğitim sistemlerinde ve devlet politikalarında yerini almıştır (Blackley ve Howell, 2015).

STEM, 21. yüzyılda eğitim alanında gerçekleştirilmiş köklü bir değişim hareketidir (Land, 2013). Geleceğin iş gücünü oluşturacak neslin mantıklı düşünme, problem çözme, iletişim kurma, yenilikçilik, üretkenlik, takım çalışmasına yatkın olma, sistemli çalışma ve teknolojiyi üst düzeyde kullanabilme gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olması beklenmektedir (Association for Career and Technical Education, National Association of State Directors of Career Technical Education Consortium and Partnership for 21st Century Skills, 2010; Bybee, 2010; Kertil ve Gürel, 2016; Morrison, 2006; Omundsen, 2014; Wagner, 2008). Hedeflenen bu becerilerin kazandırılması için geleneksel yöntemlerin yerine STEM eğitimi gibi disiplinlerarası bir yaklaşımın uygulanması, birçok ülke tarafından kabul görmüştür (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). STEM eğitimi, geleneksel olarak ayrı ayrı sunulan fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği bir araya getiren ve öğrencilerin bu disiplinleri yaşantılarına adapte edebilmeleri için onlara öğrenme deneyimleri sunan disiplinlerarası bir yaklaşımdır (Vasquez, Comer ve Sneider, 2013). STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile ilgili eğitim öğretim faaliyetlerinin bütünleşik olarak organize edilmesi anlamını taşır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Başka bir ifadeyle, bütünleşik STEM eğitimi, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi alanları ve yaşantılarıyla şekillenerek ana disiplinin içerdiği bilgi ve becerilerin, diğer STEM disiplinleri ile bir araya getirilerek öğretilmesidir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Bütünleşik STEM eğitimi, STEM uygulamaları için

farklı bakış açılarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Roehrig, Moore, Wang ve Park (2012) bu bakış açılarını içerik entegrasyonu ve bağlam entegrasyonu olmak üzere iki farklı modelde ele almaktadır. İçerik entegrasyonu, birden fazla disiplinin yer aldığı, yapılandırılmış veya esnek bir STEM'e dayalı öğretim programının hazırlanması anlamına gelir. Bağlam entegrasyonu ise bir disiplini merkeze koyarak ana disiplinin benzersiz karakteristiklerini, derinliğini ve zorluğunu göz ardı etmeden diğer disiplinlerden ilgili bağlamları seçerek anlamlı bir şekilde öğretmektir (Kertil ve Gürel, 2016). Türk Eğitim Sistemi'nde yer alan öğretim programlarının ve sınav sisteminin kontrol altında tutulması, içerik entegrasyonunun gerekli kıldığı esnekliği sağlamanın önünde, büyük bir engel oluşturmaktadır (Çorlu, 2013). Bu nedenle Türkiye'de uygulanması planlanan bütünlük STEM eğitimi çalışmaları için bağlam entegrasyonunun tercih edilmesi uygun bir yaklaşım olacaktır.

Son yıllarda Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından yürütülen Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) ve Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) ile ülkemizde Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) tarafından yürütülen sınavların sonuçları Türkiye'deki öğrencilerin fen ve matematik alanlarındaki başarı düzeylerinin istenen seviyenin altında olduğunu göstermektedir (Aydeniz, 2017; Han, 2015; OECD, 2012). Türk Eğitim Sistemi'nin, Avrupa Birliği standartlarına uyum sağlamasına yönelik çalışmaların, 2005 yılında hazırlanan yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim programlarıyla başladığı söylenebilir (Akgündüz, 2016; Gömleksiz ve Bulut, 2007). Aynı şekilde öğretim programlarında 2013 ve 2017 yıllarında yapılan güncelleme çalışmaları, araştırma ve sorgulamaya dayalı bir yaklaşım temelinde ele alınmıştır. Burada bir disiplinin, konu ve sınıf düzeyi açısından hem kendi içerisinde hem de diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Atılan bu adımlar STEM eğitimi için altyapı niteliğinde çalışmalar olarak düşünülebilir.

STEM, eğitim sistemlerinde yapılan değişikliklerin yanı sıra ülkelerin mevcut endüstri alanındaki değişimlerini de beraberinde getirmektedir. Endüstri 4.0 hareketi buna örnek olarak verilebilir. Endüstri 4.0, fabrikaların internet ağıyla doğrudan bağlantılı birbiri ile iletişim kurabilecek makine ve operatörlerle donatılmasını ve bu sayede kaliteli ürünlerin daha kısa bir sürede üretilmesini hedefleyen bir devrim niteliğindedir (Lasi, Fettke, Kemper, Feld ve Hoffmann, 2014). Endüstri 4.0 hareketi ülkemizdeki endüstri sektörünün ekonomiye olan katkısını en üst seviyeye çıkaracak ve diğer ülkelerle, endüstriyel alandaki farklılıklarımızın ortadan kaldırılmasına hizmet edecektir (Endüstri 4.0, 2018).

Gelişmiş ülkelerde ortaya çıkan ve ülkelerdeki farklı uygulamalarla gelişim gösteren STEM eğitiminin yankıları Türkiye ölçeğinde de hissedilmektedir. Türkiye'de STEM etkinlikleriyle ulaşılması beklenen en önemli amaç, gelişmiş ülkelerdeki uygulamaları doğrudan benimsemek yerine ülke ihtiyaçlarının ön planda tutulmasıdır. Bu amaç doğrultusunda ihtiyaç duyulan uygulamalara yer vererek 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması, nitelikli fen ve matematik eğitimi ve esnek öğretim programları hazırlanmasına kılavuzluk etmek, hedefler arasında sayılabilir (Çorlu, 2017; Knezek, Christensen, Tyler Wood ve Periathiruvadi, 2013).

Ulusal alanyazında yürütülen STEM eğitimi çalışmaları incelendiğinde, STEM'e yönelik ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmaları, STEM eğitiminin kuramsal yapısının irdelendiği çalışmalar ile STEM eğitimi uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı deneysel çalışmalara rastlanmaktadır. Yürütülen deneysel çalışmalarda, STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin tutumlarına, STEM kariyer alanlarına yönelik ilgilerine, STEM'e yönelik algılarına, bilimsel süreç becerilerine ve başarı düzeylerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir (Ayar, 2015; Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoğlu ve Ocak, 2016; Gülhan ve Şahin, 2016; Karahan, Canbazoglu Bilici ve Ünal, 2015; Sümen ve Çalışıcı, 2016; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Bu bağlamda, ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen çalışmaların genellikle MEB Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan farklı konu

alanlarının öğretimi için hazırlanmış STEM eğitimi uygulamalarından oluştuğu görülmüştür. Ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde MEB Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan basınç konusunun STEM eğitimi ile ele alındığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca basınç konusunun fen disiplininin yanı sıra mühendislik ve matematik disiplinleri ile kolay ilişkilendirilebilir yapısı, basınç konusu kazanımlarının anlaşılmasında öğrencilerin yaşadıkları güçlükler bu çalışmada basınç konu alanının tercih edilmesinde etkili olmuştur (Akgün, Tokur ve Özkara, 2013; Goszewski, Moyer, Bazan ve Wagner, 2013; Muliyani ve Kaniawati, 2015; Pathare ve Pradhan, 2011; Ünal, 2005; Wijaya ve Muhardjito, 2016).

Araştırmanın Önemi ve Amacı

Bütünleşik STEM eğitiminin diğer ülkelerde olduğu gibi eğitim sistemimizin önemli bir parçası haline gelmesi, rekabetçi ve güçlü ekonomiler arasında yer alabilmemiz için oldukça önemlidir. Bu nedenle ülkemizde STEM'in, eğitim sistemimize nasıl adapte edileceği ve etkili bir biçimde nasıl uygulanacağı konusunda yapılacak çalışmalara ağırlık verilmelidir. Ulusal alanyazın bu bağlamda incelendiğinde STEM eğitime yönelik çalışmaların son beş yıllık süreçte yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmaların ortaokul öğrencileri, lise öğrencileri ve öğretmen adaylarıyla yürütüldüğü tespit edilmiştir. Ülkemizde ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen STEM çalışmaları, öğretim programlarına dayalı olarak genellikle okul içi ve okul dışı öğrenme ortamlarında yürütülmektedir. Ulusal çalışmalar yöntemsel açıdan gözden geçirildiğinde ise nicel veya nitel araştırma yöntemlerine sıkça başvurulduğu bu iki yönetimin bir arada işe koşulduğu karma yöntem çalışmalarına ise pek rastlanmadığı görülmüştür. Nicel ve nitel değişkenlerin bir arada incelendiği karma yöntem çalışmaları STEM eğitimi uygulamalarının etkililiği konusunda daha detaylı bilgi sunması bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada da karma yöntem araştırması tercih edilerek STEM uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkileri detaylı bir biçimde sunulmaya çalışılmıştır.

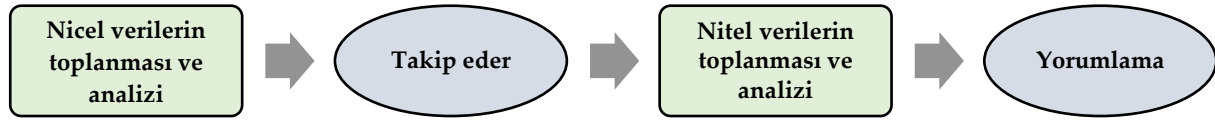
Milli eğitim sisteminin, sınavlar ve kazanımların işleniş süresi açısından öğretmenlere esneklik sağlayamaması, öğretmenlerin farklı disiplinlerdeki bilgi ve beceri eksikliklerinin bulunması bütünleşik STEM uygulamalarının öğretim programlarına adapte edilmesinde birtakım güçlükler yaşanmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle öğretim programlarında yer alan konuların bütünleşik STEM eğitimi anlayışı ile yeniden düzenlenmesi öğretmenlerin derslerinde STEM'i kullanabilmelerine yardımcı olacaktır. Bu bağlamda bu çalışmada, STEM eğitimi ile Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan basınç konusunun öğretimi üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmanın amacı, basınç konusunda STEM yaklaşımı ile geliştirilen bir öğretim modülünün, öğrencilerin akademik başarılarına ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Basınç konusunun öğretiminde, STEM eğitimi ile öğretim programının ön gördüğü yaklaşımın kullanıldığı grupların akademik başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Basınç konusunun öğretiminde, STEM eğitimi ile öğretim programının ön gördüğü yaklaşımın kullanıldığı grupların STEM'e yönelik tutum puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Basınç konusunun öğretiminde, STEM eğitiminin kullanıldığı grubun STEM eğitimine ilişkin görüşleri nasıldır?

Yöntem

Araştırma Deseni

Karma yöntem araştırması, nitel verilerin hem nicel hem de nitel yöntemler kullanılarak bir veya birden fazla veri toplama aracı ile toplandığı, analiz edildiği ve bütünleştirildiği araştırmalardır (Şekil 1).



Şekil 1. Açıklayıcı Sıralı Desen (Creswell ve Clark, 2017)

Nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanılmasının en önemli katkısı, araştırma problemini her yönüyle inceleme ve irdeleme imkânı sunmasıdır (Niglas, 2010; Creswell ve Clark, 2017). Bu çalışmada karma yöntem araştırma desenlerinden, açıklayıcı sıralı desen kullanılmıştır. Açıklayıcı sıralı desen, ilk etapta nicel verilerin toplanıp analiz edildiği, ikinci etapta ise nicel verilerden elde edilen sonuçların nedenlerinin açıklanması amacıyla nitel verilerin toplanıp analiz edildiği bir desendir. Bu desende nicel ve nitel verilerin analizinden elde edilen sonuçların bir arada yorumlanması söz konusudur (Niglas, 2010; Creswell ve Clark, 2017). Bu çalışmada da öncelikle nicel veri toplama araçları ile veriler toplanıp analiz edilmiş ardından nicel verilerin sonuçları ışığında nitel verilerin toplanıp çözümlenmesi aşamasına geçilmiştir. Elde edilen tüm veriler bir arada yorumlanarak araştırma sonuçları ortaya konmaya çalışılmıştır. Açıklayıcı sıralı desen kullanılarak çalışmada nicel veri toplama araçlarından elde edilen verilerin nedenlerinin daha iyi açıklanabilmesi hedeflenmiştir. Araştırmanın nicel boyutu, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen ile desenlenmiştir. Bu desende deney ve kontrol grubu, ön test ile yordanan giriş özellikleri bakımından birbirleriyle benzer yapıda olan hazır gruplar arasından belirlenir. Deney grubu, deneysel işleme tabi tutulurken kontrol grubu, rutin uygulamalara devam eder. Her iki grubun ön test ve son test puanları arasındaki fark karşılaştırılarak deneysel işlemin etkisi saptanmaya çalışılır (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012). Araştırmanın nitel boyutu ise olgubilim desenine uygun olarak desenlenmiştir. Olgubilim deseni, bir olgu veya olayın tanımlanmasında kişilerin deneyimleri sonucu o olgu veya olaya yönelik sahip oldukları algıları dikkate alır (Yin, 2016). Bu çalışmada da öğrencilerin STEM eğitimine yönelik deneyimleri sonucu STEM eğitimine yükledikleri anlamların ve algıların ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Çalışma Grubu ve Özellikleri

Çalışma grubunu, 2017-2018 eğitim öğretim yılı güz döneminde, Türkiye’de yer alan büyükşehirlerden birinin ilçesine bağlı bir köy okulunda öğrenim görmekte olan 7. sınıf 33 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmanın örnekleme, olasılık temelli örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi, elverişli örnekleme ulaşma konusunda uygulayıcılara hem zaman hem de çaba açısından tasarruf sağlar (Patton, 2002). Uygulama sürecinin uzun olması ve uygulama öncesi gerekli teknolojik araç ve materyallerin hazır edilmesi zorunluluğu, bu çalışmada kolay ulaşılabilir örnekleme yönteminin tercih edilmesine ilişkin gerekçeler arasında sayılabilir.

Deney ve kontrol grubu olarak okulda hâlihazırda bulunan iki yedinci sınıf seçilmiştir. Bu nedenle, deney ve kontrol gruplarında yer alacak öğrenci sayılarının denkliği sağlanamamıştır. Basınç konusunun öğretiminde, STEM eğitimi yaklaşımının kullanıldığı deney grubunda 20 öğrenci (n=20), öğretim programının ön gördüğü yaklaşımın kullanıldığı kontrol grubunda ise 13 öğrenci (n=13) olmak üzere toplam 33 öğrenci (n=33) çalışma grubunu oluşturmaktadır (Tablo 1). Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler onbir ila oniki yaş aralığındadır. Ayrıca sınıf öğretmenlerinden elde edilen bilgilere göre her iki grubu oluşturan öğrencilerin sosyoekonomik düzey (gelir düzeyi, anne-baba eğitim durumu, yaşanan evin koşulları, sosyal aktivitelere ve teknolojik araçlara erişim düzeyi vb.) ve

akademik başarı açısından benzer yapıya sahip oldukları söylenebilir. Uygulama öncesi çalışma grubundaki öğrencilerden gönüllü olarak katıldıklarına dair onay alınmıştır.

Tablo 1. Çalışma Grubu

Grup Türü	Erkek	Kız	Toplam
Deney Grubu	10	10	20
Kontrol Grubu	8	5	13
Toplam	18	15	33

Basınç konusunun öğretiminde, STEM eğitimi yaklaşımının kullanıldığı deney grubunda yer alan öğrencilerin öğretim hakkında düşüncelerini detaylandırmak ve daha fazla veriye ulaşmak için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşme yapılan bu öğrencilerin belirlenmesinde, uygulanan akademik başarı testi sonuçları ölçüt olarak kabul edilmiş olup, amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Creswell ve Clark, 2017; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Akademik başarı testi sonucu, deney grubunun aldığı puanlar en yüksekten en düşüğe göre sıralanarak üst, orta ve alt düzey gruplarından dörder kişi seçilmiştir. Deney grubundan seçilen 12 kişilik gruptan bir kişinin okula gelmemiş olması sebebiyle onbir kişi ile görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca deney grubunda yer alan öğrencilerin her ders sonunda o derse ilişkin duygu ve düşüncelerini aktardıkları öğrenci günlükleri de nitel veri kaynağı olarak kullanılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada nicel veri toplama araçları nitel veri toplama araçları ile desteklenerek veri çeşitliliği sağlanmaya çalışılmıştır. Tablo 2’de görüldüğü gibi, nicel veri toplama aracı olarak akademik başarı testi ve STEM’e yönelik tutum ölçeği; nitel veri toplama aracı olarak ise yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğrenci günlükleri kullanılmıştır.

Tablo 2. Veri Toplama Araçları

	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası
Deney Grubu	ABT, SYTÖ	ABT, SYTÖ, YYG, ÖG
Kontrol Grubu	ABT, SYTÖ	ABT, SYTÖ

Akademik Başarı Testi (ABT)
STEM’e Yönelik Tutum Ölçeği (SYTÖ)
Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler (YYG)
Öğrenci Günlükleri (ÖG)

1. *Akademik Başarı Testi:* Öğrencilerin basınç konusundaki akademik başarı düzeylerini belirlemek üzere 20 sorudan oluşmaktadır (Şekil 2). ABT oluşturulurken fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan basınç konusu kazanımları ile ABT’deki sorular arasındaki ilişki belirtke tablosu haline getirilerek incelenmiştir. Böylece soru dağılımı ile kazanım sayısı uyumlu olacak bir şekilde düzenlenmiş ve kapsam geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Sorular hazırlanırken geçerlik ve güvenilirliği sağlanmış soruların seçimine özen gösterilmiştir. Bu bağlamda basınçla ilgili MEB tarafından geçmiş yıllara ait sınav (OKS, DPY, SBS, PBYS, TEOG) soruları incelenmiş, oluşturulan belirtke tablosuna göre uygun görülen sorular, soru havuzuna eklenmiştir. 25 maddeden oluşan ABT, 2 alan uzmanı ve 2 fen bilimleri öğretmeni tarafından incelenerek soruların öğrencilerin bilişsel gelişim düzeyine uygunluğu ve kapsamı temsil etme gücü açısından değerlendirilmiştir. Özellikle STEM eğitiminin öğrencilerin problem çözme, edinilen bilgiyi benzer durumlara transfer edebilme, analiz yapma, sentezleme gibi bilişsel becerilerini ölçen soruların seçimine özen gösterilmiştir. Alınan uzman görüşleri neticesinde öğrencilerin bilişsel gelişim düzeyine uygun bulunmayan 3 madde ve aynı kazanımı temsil eden benzer maddelerin varlığı sebebiyle 2 madde testten çıkarılmıştır. Elde edilen 20 maddelik testin pilot uygulaması, daha önce basınç konusunda öğrenim görmüş 20 kişiden oluşan 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonrasında elde edilen veriler, madde analizine tabi tutulmuş ve

başarı testinin güvenilirliğini belirlemek için KR-20 iç tutarlık katsayısı hesaplanmıştır. Pilot uygulama neticesinde elde edilen KR-20 katsayısı .82 olarak hesaplanmış olup testin güvenilir olduğunu kanıtlamaktadır. Test üzerinde gerekli olan düzenlemeler yapıldıktan sonra 20 maddelik test, asıl uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Asıl uygulama sonucunda testte yer alan maddelerin ortalama güçlük düzeyi .50; ortalama ayırıcılık indeksleri .47 ve KR-20 iç tutarlık katsayısı .83 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Akademik Başarı Testi Madde Analiz Sonuçları

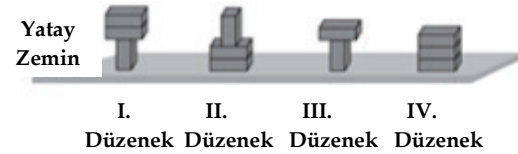
Madde No	Madde Güçlük İndeksi (p_i)	Madde Ayırıcılık İndeksi (r_{jx})	Madde No	Madde Güçlük İndeksi (p_i)	Madde Ayırıcılık İndeksi (r_{jx})
1	.44	.38	11	.69	.38
2	.50	.75	12	.44	.38
3	.63	.25	13	.31	.38
4	.44	.25	14	.25	.25
5	.63	.38	15	.44	.63
6	.69	.63	16	.38	.75
7	.63	.50	17	.50	.50
8	.56	.63	18	.50	.63
9	.44	.38	19	.50	.50
10	.56	.63	20	.44	.25

16. Özdeş bölümlendirmiş kaba, şekilde gösterilen miktarda sıvı konulunca, kabın tabanındaki basınç $2P$ oluyor. Kaba, aynı sıvıdan, kaptaki sıvı miktarının **iki katı** ilave ediliyor. Buna göre, kabın tabanına etki eden sıvı basıncı kaç P olur?



A) 3 B) 5 C) 6 D) 10

17. Özdeş tuğlalar şekildeki gibi yatay zemin üzerine yerleştiriliyor.



Buna göre tuğlaların zemine uyguladığı basıncın, tuğlaların **ağırlığına ve zemine temas eden yüzey alanına** bağlı olduğu ispatlanmak istenirse, hangi iki düzenek karşılaştırılmalıdır?

Ağırlık Yüzey alanı

A) I. ve III. I. ve II.

B) II. ve III. I. ve IV

C) I. ve II. I. ve III.

D) I. ve III. II. ve IV.

Şekil 2. Akademik Başarı Testine İlişkin Örnek Sorular

Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı düzeylerini karşılaştırmak için kullanım kolaylığı ve objektif puanlama imkânı sunması bakımından çoktan seçmeli sorular kullanılmıştır. Ancak STEM eğitiminde sonuçtan çok sürecin değerlendirmesine imkân tanıyan ölçme araçlarının kullanılması önerilmektedir. Bu nedenle deney grubunda STEM Temelli Öğretim Modülü'nün ölçme-değerlendirme bölümünde sürecin değerlendirilmesi amacıyla dersler esnasında öğrencilerin tamamladıkları çalışma kâğıtları ve öğrenci ürünleri dereceli puanlama anahtarı kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma kâğıtları ile öğrencilerin kendilerine verilen bir probleme çözüm arama ve ürün ortaya koyma konusunda hangi adımları izledikleri belirlenmek istenmiştir. Öğrenci çalışma kâğıtlarının analizi ile öğrencilerin uygulama süreci boyunca hangi adımlarda zorlandıkları, hangi adımlarda başarılı oldukları, ders içerisindeki etkinlikler sırasında planlarını ne şekilde yaptıklarının anlaşılması amaçlanmıştır. Öğrenci çalışma kâğıtları, her etkinlik için düzenlenmiş araştırma ve

planlama defteri olmak üzere iki ayrı sayfadan oluşmuştur Aynı zamanda öğrencilere süreç esnasında anlık dönütler sağlayabilmek amacıyla da Plickers ve Kahoot uygulamalarından faydalanılmıştır.

2. *STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği*: Araştırmacılar tarafından uyarlama çalışması yürütülmüş STEM'e yönelik tutum ölçeği (Özcan ve Koca, 2018), 5'li likert tipindeki 37 maddeden oluşmaktadır (Şekil 3). Uyarlama çalışması sonucu oluşturulan Türkçe formun pilot uygulaması 7. sınıf öğrencilerinden oluşan 52 kişilik bir örneklem üzerinde uygulanmıştır. Pilot uygulama sırasında, öğrencilerin anlamakta güçlük yaşadıklarını belirttikleri üç madde üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Düzenlenen Türkçe formun asıl uygulaması ise 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinden oluşan 1323 kişilik bir örneklem üzerinde gerçekleştirilmiş olup elde edilen veriler önce doğrulayıcı sonra açıklayıcı faktör analizine tabi tutulmuştur. Verilerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda ölçeğin Türkçe formuna son şekli verilmiştir. Ölçekten en fazla 185, en az 37 puan alınabilir. Ölçek matematik, fen, mühendislik ve teknoloji ile 21. yüzyıl becerileri olmak üzere dört alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçek ve alt boyutlarına ait Cronbach Alpha iç tutarlık katsayıları incelendiğinde, ölçeğin tamamı için .91; matematik alt boyutu için .90; fen alt boyutu için .89; mühendislik ve teknoloji alt boyutu için .90; 21. yüzyıl becerileri alt boyutu için .92 olarak hesaplanmış olup bu değerler ölçeğin son derece güvenilir olduğunu göstermektedir.

Okuduğunuz maddeye katılma derecenizi 1'den 5'e kadar puanlayarak ilgili kutucuğa (X) işareti koyunuz.	Kesinlikle Katılmıyorum → Kesinlikle Katılıyorum				
	1	2	3	4	5
Örnek Madde: Okulumu severim.					
MATEMATİK					
1. Matematik en kötü dersim olmuştur.	1	2	3	4	5
2. Matematikle ilgili bir kariyer seçmeyi düşünürdüm.	1	2	3	4	5
FEN					
1. Fen ile uğraşırken kendimden eminim.	1	2	3	4	5
2. Fen ile ilgili bir kariyer düşünebilirim.	1	2	3	4	5
MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ					
1. Yeni ürünler oluşturmayı hayal etmek hoşuma gider.	1	2	3	4	5
2. Mühendislik öğrenirsem, insanların her gün kullandıkları şeyleri geliştirebilirim.	1	2	3	4	5
21. YÜZYIL BECERİLERİ					
1. Başkalarının bir hedefi gerçekleştirebilmelerine öncülük edebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
2. Başkalarını, ellerinden gelen her şeyi yapmaya teşvik edebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5

Şekil 3. STEM'e Yönelik Tutum Ölçeğine İlişkin Örnek Sorular

3. *Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu*: Çalışmanın nitel veri toplama araçlarından biri olarak uygulamadan kısa bir süre sonra yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır (Şekil 4). Yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmanın amacına uygun olarak önceden hazırlanan sorulardan oluşur. Ayrıca görüşme esnasında daha derin bilgi edinebilmek için var olan sorulara ek olarak doğaçlama biçiminde ortaya çıkan soruların da kullanılmasına olanak tanır (Fraenkel vd., 2012). Görüşme soruları fen alanında uzman iki öğretim üyesinin yardımı ile hazırlanmıştır. Hazırlanan görüşme formu, fikirleri alınmak üzere uygulama yapılan okulun fen bilimleri öğretmeni tarafından da incelenmiştir. Pilot çalışması başka bir okuldaki aynı düzey bir sınıfla gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma sırasında öğrencilerin cevaplamakta zorlandıkları sorular, görüşme formunun hazırlanmasında görüşleri alınan uzmanların yardımları ile yeniden ifade edilmiş ve alternatif sorularla desteklenmiştir. Görüşme formu

7 adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Görüşme yapılacak 11 öğrenci nicel verilerin sonuçları dikkate alınarak deney grubundan üst-orta-alt grubu temsil edecek biçimde seçilmiştir (Creswell ve Clark, 2017; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Görüşmeler öğrencilerle tek tek ve yüz yüze yapılmış olup yaklaşık 20 dakika sürmüştür. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmış olup, bu veriler daha sonra yazıya aktarılarak deşifre edilmiş ve analiz için hazır hale getirilmiştir. Verilerin analiz edilmesinde içerik analizi kullanılmıştır. Görüşmelerden elde edilen öğrenci cevapları doğrultusunda temalar ve kodlar oluşturulmuştur.

<p>1. Derslerde STEM etkinliklerinin kullanımına yönelik düşünceleriniz nelerdir? Örneklerle açıklayınız.</p> <p>Sonda: Grup çalışması yaparken Tasarım yaparken Teknolojiyi kullanırken (Akıllı tahta, Bilgisayar, Powtoon, Plickers, Animasyon)</p> <p>7. STEM etkinliklerinin derslerde kullanılmasının size bir katkı sağlayacağını düşünüyor musunuz? Nasıl? Örneklerle açıklayınız.</p> <p>Alternatif: Sizce, STEM etkinliklerinin derslerde devamlı olarak kullanılması hangi bilgi ve becerilerinizin gelişmesini sağlayacaktır?</p>
--

Şekil 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna İlişkin Örnek Sorular

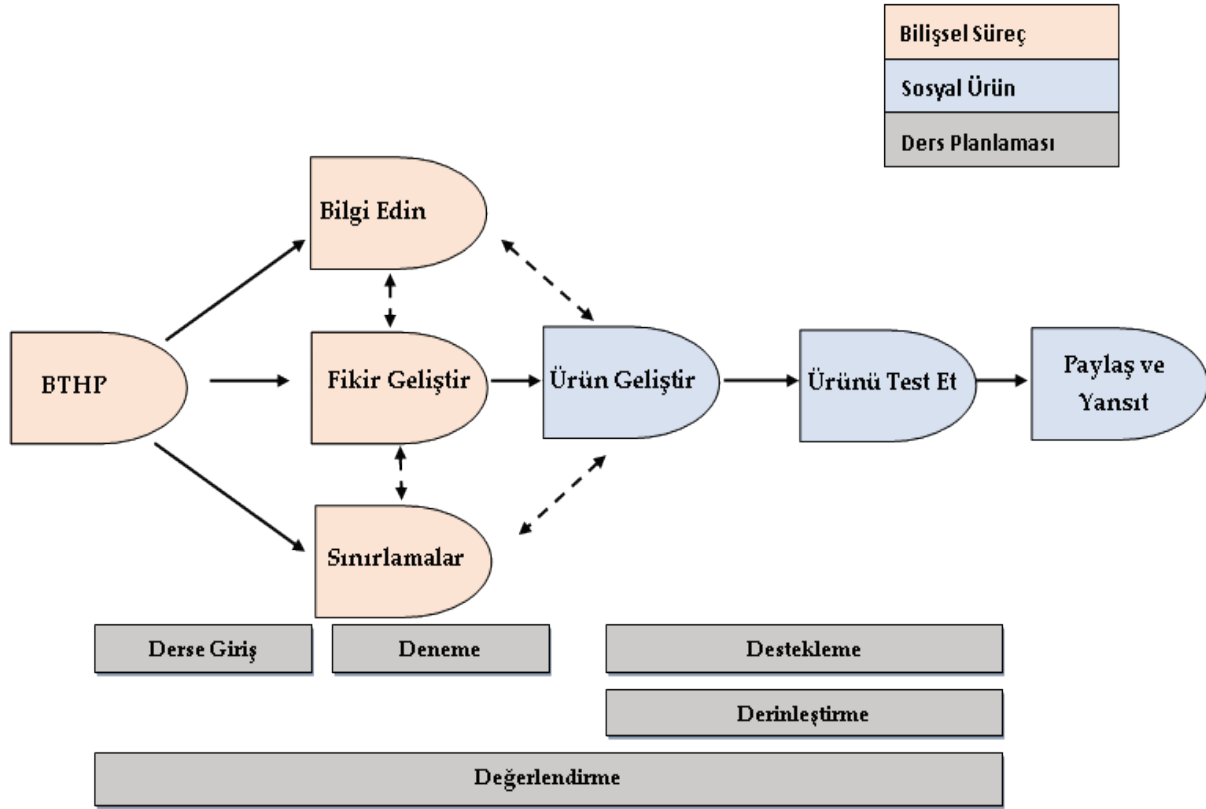
4. Öğrenci Günlükleri: Çalışmanın bir diğer nitel veri toplama aracını ise nitel araştırma yöntemlerinde veri toplama aracı olarak kullanılan günlükler oluşturmaktadır. Günlükler kişinin deneyimlerine yönelik bakış açılarını ortaya çıkaran ve bu sayede yaşadıkları olaylara yükledikleri içsel anlamların belirlenmesine olanak tanıyan kişisel dokümanlardır (Merriam ve Tisdell, 2015). Günlükler serbest bir biçimde yazılabileceği gibi önceden belirlenmiş bir format dahilinde de yazılabilir (Halbach, 2000). Bu çalışmada günlükler, basınç konusunun öğretiminde STEM eğitiminin kullanıldığı deney grubunda yer alan öğrencilerin STEM eğitime ilişkin duygu ve düşüncelerine ulaşabilmek amacıyla kullanılmıştır. Öğrencilerden her ders sonunda, o derste yapılan etkinlikleri göz önünde bulundurarak bu doğrultuda formata uygun biçimde günlüklerine duygu ve düşüncelerini kaydetmeleri istenmiştir. Günlükleri kolaylıkla yazabilmeleri için uygulama öncesinde öğrencilere kısa bir eğitim verilmiştir.

STEM Eğitimi Temelli Öğretim Modülünün Hazırlanması

İlk olarak çalışmanın temelini oluşturan ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan basınç konusu kazanımları, temel disiplin olarak belirlenmiş olup matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bütünleştirilerek STEM Eğitimi Temelli Öğretim Modülü'nün tasarımı yapılmıştır. Öğretim modülünün tasarımı için STEM eğitimi yaklaşımının kullanıldığı benzer ulusal ve uluslararası çalışmalar detaylı bir biçimde incelenmiştir (Ayar, 2015; Baran vd. 2016; Biçer, Boedeker, Capraro ve Capraro, 2015; Ceylan ve Özdilek, 2015; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; Erdoğan, Çorlu ve Capraro, 2013; Knezek vd., 2013; Gencer, 2015; Guzey, Moore, Harwell ve Moreno, 2016; Gülhan ve Şahin, 2016; Karahan vd., 2015; Lamb, Akmal ve Petrie, 2015; Mutakinati, Anwari ve Kumano, 2018; Park, Park ve Bates, 2018; Toma ve Greca, 2018; Siverling, Guzey ve Moore, 2017; Thananuwong, 2015; Yamak vd., 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017). İncelenen çalışmalar neticesinde öğretime, STEM'in entegre edilmesi amacıyla STEM Çemgisi'nden yararlanılmıştır (Şekil 5). STEM Çemgisi (STEM Cycline) sınıf içerisinde, öğrenci ve öğretmen arasındaki ortak eylemleri açıklayan bilişsel süreç ve sosyal ürün olarak sunulmaktadır. Ders öncesi planlamada ise öğretmenlerin eylemleri, 5D modeline (Derse Giriş-Deneme-Destekleme-Derinleştirme-Değerlendirme) uygun olarak ve uygulamanın gerektirdiği esnekliği sağlayacak şekilde yapılandırılmalıdır (Çorlu, 2017).

STEM Eğitimi Temelli Öğretim Modülünü oluşturan ders planları 5D modeli temelinde hazırlanmış ve gerekli olan esneklik sağlanmıştır (Ek 1).

İkinci aşamada ise kontrol grubunda uygulaması yapılan ders planları hazırlanmıştır (Ek 2). Ders planları, basınç konusu kazanımları dikkate alınarak öğretim programının ön gördüğü araştırma-sorgulama dayalı öğretimin yapısına uygun olarak hazırlanmıştır. MEB 7. sınıf ders kitabındaki basınç konusu kapsamında yer alan deneyler, ders planlarına dâhil edilmiştir (Tuncel, 2017).



Şekil 5. STEM Çemgisi (Çorlu, 2017, s. 4)

Uygulama Süreci

Öğretim öncesinde deney ve kontrol grupları arasında başarı ve tutum açısından anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek amacıyla ön test uygulaması yapılmıştır. Ön test sonucu elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programına aktarılarak bağımsız gruplar için t-testi ve Mann Withney U testi yapılarak iki grup arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı gözlenmiştir.

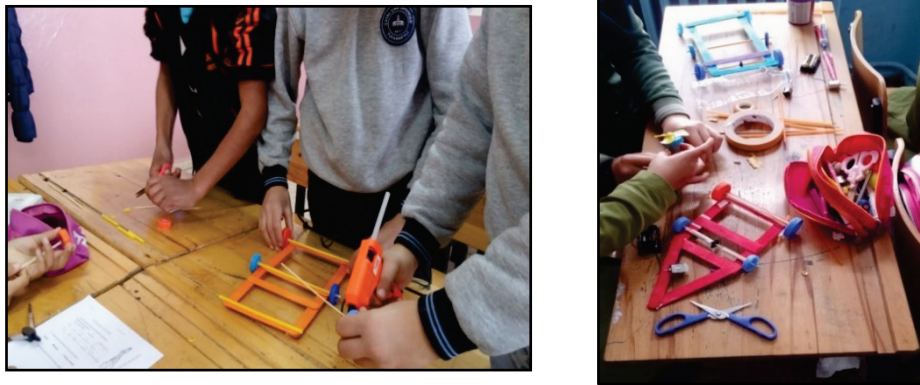
Uygulama, Tablo 4'teki plan dâhilinde toplam 12 ders saati sürdürülmüştür. Basınç konusunun öğretiminde, deney grubunda STEM eğitimi yaklaşımı uygulanırken; kontrol grubunda ise öğretim programının ön gördüğü öğretim yaklaşımı uygulanmıştır. Her iki gruptaki uygulamalar araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Uygulayıcı yanlılığı önlemek amacıyla, sürecin ve sonucun değerlendirilmesinde kullanılan ölçme araçları yorum katılmadan puanlanmış ve nitel verilerin analiz edilmesinde araştırmacı haricinde alan uzmanlarının yardımlarına başvurulmuştur.

Tablo 4. Uygulama Çalışma Planı

Süre	Yapılan İşlemler	
	Deney Grubu	Kontrol Grubu
12 ders saati	Ön test uygulamaları	Ön test uygulamaları
	Katı basıncına ilişkin STEM eğitimi temelli ders planı ile öğretim uygulamaları(Ek-1)	Katı basıncına ilişkin Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda ön görülen öğretim uygulamaları(Ek-2)
	Katı basıncına ilişkin STEM eğitimi temelli ders planı ile öğretim uygulamaları Sıvı basıncına ilişkin STEM eğitimi temelli ders planı ile öğretim uygulamaları <i>BTHP: Sıvı basıncına ilişkin STEM eğitimi temelli ders planı ile öğretim uygulamaları</i> <i>Bir saat firması yeni çıkaracağı kol saati için sıvı geçirmezliği çalışması yapmaktadır. Üretilen kol saati laboratuvarda 50 m derinlikteki su içerisinde test edilmiş ve 50 m derinlikte su geçirmez olduğu bulunmuştur. Saat firması suyun yanı sıra A sıvısı ve B sıvısı içerisinde de kol saatinin sıvı geçirmez olduğunu gösteren bir reklam filmi çekeceklerdir. Bu reklam filminde kaç metre derinliğe sahip A ve B sıvıları kullanıldığını bularak bu reklam filmini siz çekebilir misiniz?</i>	Sıvı basıncına ilişkin Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda ön görülen öğretim uygulamaları
	Sıvı ve gaz basıncına ilişkin STEM eğitimi temelli ders planı ile öğretim uygulamaları	Gaz basıncına ilişkin Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda ön görülen öğretim uygulamaları
200 dk.	Basıncın günlük hayattaki ve teknolojideki uygulamalarına ilişkin STEM eğitimi temelli ders planı ile öğretim uygulamaları <i>BTHP: "Sıvı basıncının günlük hayatta kullanımı" isimli uluslararası bir proje yarışması düzenlenmektedir. Yarışmaya birçok ülkeden ortaokul öğrencileri katılabilmektedir. Projede yarışmaya katılacak öğrencilerden beklenen önceden belirlenmiş araç-gereçler ile sıvı basıncının günlük hayatta kullanımını örneklendirecek bir tasarım yapmalarıdır. Proje yarışmasına ülkemiz de katılacaktır. Milli Eğitim Bakanlığı bu projeyi okullara duyurarak katılmak isteyenlerin başvuru yapmaları istenir. Başvuru yapan okullardan biri de sizin okulunuz olduğunu varsayalım. Sıvı basıncından yararlanılarak basit bir hidrolik lift sistemi tasarımı yapmanız istenseydi nasıl bir tasarım yaptınız?</i>	Basıncın günlük hayattaki ve teknolojideki uygulamalarına ilişkin Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda ön görülen öğretim uygulamaları
	Son test uygulamaları	Son test uygulamaları
200 dk.	Yarı yapılandırılmış görüşmeler	

STEM Eğitimi Temelli Öğretim Modülü'nün uygulanmasının öncesinde, sınıf 4-5 kişilik heterojen gruplara ayrılmış, gerekli teknolojik ekipmanlar, etkinliklerde kullanılacak araç- gereçler ve materyaller hazır hale getirilmiştir. Gruplar, ders öğretmenin yardımı ile akademik başarı ve sosyal beceriler bakımından birbirlerinden farklı yapıdaki öğrenciler bir araya getirilerek oluşturulmuştur. Her ders sonrası, gruplar tarafından etkinlik sırasında tamamlanan çalışma kâğıtları, değerlendirilmek üzere toplanmıştır. Aynı zamanda her etkinlik sonrasında her öğrenciden günlüklerini tamamlamaları istenmiş ve bir sonraki derste bu günlükler toplanmıştır. Etkinlikler sırasında grupların ürünlerin tasarlama ve test etme aşamaları, öğrencilerden alınan izin doğrultusunda, kişiye değil olaya odaklanarak kaydedilmiştir (Şekil 6). Kontrol grubunda ise dersler, hazırlanan ders planları doğrultusunda rutin olarak yürütülmüştür.

Basınç konusunun öğretiminin ardından deney ve kontrol gruplarına ABT ve SYTÖ son testleri uygulanmıştır. Uygulamanın tamamlanmasından kısa bir süre sonra nicel verilerin sonuçları dikkate alınarak deney grubundan 11 kişi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6. Uygulama Süreci

Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel verileri SPSS 22.0 paket programına aktarılarak analiz edilmiştir. Verilere ilişkin betimsel istatistikler hesaplanmış ve dağılımın özellikleri incelenmiştir. ABT ön test ve son test sonuçları ile SYTÖ ön test ve son test sonuçlarının normal dağılım durumu Shapiro-wilk testi ile değerlendirilmiştir. ABT ön test ve son test sonuçlarının normal dağılmadığı görülmüştür ($\chi^2=.193$, $sd=33$, $p=.003<.05$; $\chi^2=.185$, $sd=33$, $p=.006<.05$). SYTÖ ön test ve son test sonuçlarının ise normal dağılıma sahip olduğu görülmüştür ($\chi^2=.992$, $sd=33$, $p=.997>.05$; $\chi^2=.971$, $sd=33$, $p=.520>.05$). Bu doğrultuda araştırma problemlerine bağlı olarak deney ve kontrol grubu arasında akademik başarı ön testi ve son testi sonuçları için ortalama farkların anlamlı olup olmadığı Mann Withney U testi ile saptanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı ön testi ile akademik başarı son testi arasındaki puan ortalamaları farkının anlamlı olup olmadığını test etmek için Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Araştırma sorularına bağlı olarak deney ve kontrol grubu arasında tutum ön testi ve son testi sonuçları için ortalama farkların anlamlı olup olmadığı, bağımsız gruplar için t testi ile saptanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının tutum ön-testi ile tutum son-test ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını test etmek için bağımlı gruplar için t testi kullanılmıştır. Aynı zamanda müdahalelerin sahip oldukları etki büyüklüklerinin hesaplanması amacıyla bağımsız gruplarda Cohen's d değerleri ve bağımlı gruplarda d_{ppc2} (Morris, 2008) değeri kullanılmıştır. Etki büyüklüklerinin yorumlanmasında ise Cohen (1992) tarafından ortaya konan şu sınıflandırma göz önünde bulundurulmuştur: .20 ile .50 arasında ise küçük (small) düzeyde bir etki, .50 ile .80 arasında ise orta (medium) düzeyde bir etki ve .80'den büyük ise geniş (large) düzeyde bir etkiden bahsedilebilir.

Yarı yapılandırılmış görüşme ve öğrenci günlükleri ile toplanan nitel veriler, içerik analizi türlerinden kategori analizine tabi tutulmuştur. Kategori analizi, toplanan verileri en iyi açıklayan kavramlara ulaşılması ve bu kavramlarla ilişkili olan temaların saptanması şeklinde gerçekleştirilir

(Robson ve McCartan, 2016; Yıldırım ve Şimşek, 2016). İçerik analizi sonucu kod ve temaların oluşturulması konusunda alan uzmanı 3 kişi tarafından görüş alınmıştır. Uzman görüşü sonucunda kodlayıcılar arasındaki uzlaşma yüzdesi %82 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen uzlaşma yüzdesinin %70'in üzerinde olması kod ve temaların güvenilir olduğunu göstermektedir (Miles ve Huberman, 1994). Oluşturulan temalar doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.

Bulgular

Basınç Konusunun Öğretiminde, STEM Eğitimi ile Öğretim Programının Ön Gördüğü Yaklaşımın Grupların Akademik Başarı Üzerindeki Etkileri

Uygulama öncesi deney ve kontrol grupları arasında ön test uygulaması yapılarak iki grup arasındaki farkın anlamlılığı Mann Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Deney ($\bar{X} = 29.2500$) ve kontrol ($\bar{X} = 27.3077$) gruplarının ön test ortalamaları arasında bir fark bulunmuştur. Tablo 5'te görüldüğü gibi ön test ortalamaları arasındaki söz konusu fark Mann Whitney U testi sonucu anlamlı olmadığı görülmüştür. [$U(31) = 113.500, p > .05$].

Tablo 5. Deney ve Kontrol Grubunun ABT'lerden Aldıkları Ön Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Deney	20	17.83	356.50	113.500	.537
Kontrol	13	15.73	204.50		

Basınç konusunun öğretiminde, STEM eğitimi yaklaşımı ile öğretim programının ön gördüğü yaklaşımın kullanıldığı iki grup arasındaki son test ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı Mann Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Deney ($\bar{X} = 60$) ve kontrol ($\bar{X} = 41.5385$) gruplarının son test ortalamaları arasında deney grubu lehine önemli bir fark oluşmuştur. Tablo 6'da görüldüğü gibi söz konusu farklılığın Mann Whitney U testi sonucu anlamlı olduğu görülmüştür [$U(31) = 48.500, p < .05$]. Ayrıca hesaplan etki büyüklüğü değerinin .80'in üzerinde bulunması gerçekleştirilen işlemin geniş düzeyli bir etki sağladığını göstermektedir.

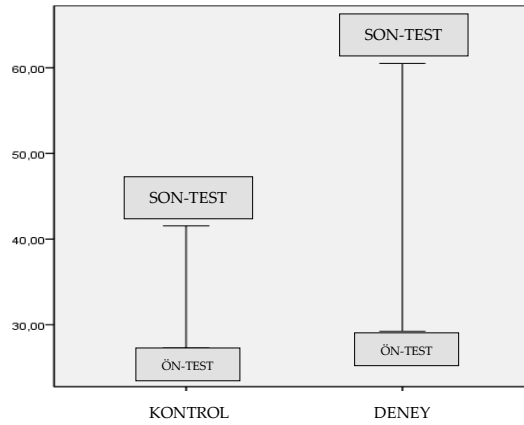
Tablo 6. Deney ve Kontrol Grubunun ABT'lerden Aldıkları Son Test Puanlarının Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P	d
Deney	20	21.08	421.50	48.500	.002	1.226
Kontrol	13	10.73	139.50			

Deney ve kontrol gruplarının ön test puan ortalamaları dikkate alınarak son test puanlarındaki değişimin anlamlılığı Wilcoxon işaretli sıralar testi ile değerlendirilmiştir. Deney grubunun ön test ortalamaları ile son test ortalamaları arasındaki değişimin Tablo 7'de görüldüğü gibi Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucu anlamlı olduğu görülmüştür [$Z(19) = 3.943, p < .05$]. Kontrol grubunun ön test ortalamaları ile son test ortalamaları arasındaki değişimin Tablo 7'de görüldüğü gibi Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucu anlamlı olduğu görülmüştür [$Z(19) = 2.320, p < .05$]. Her iki grupta da son testlerde ön testlere göre anlamlı fark bulunmuştur. Bu nedenle deneysel işlemin etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Hesaplanan etki büyüklüğü değerinin .80'in üzerinde bulunması gerçekleştirilen işlemin geniş düzeyli bir etki sağladığını göstermektedir. Dolayısıyla bu sonuçlar STEM Eğitimi Temelli Öğretim Modülü'nün akademik başarıya önemli bir katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 7).

Tablo 7. Deney ve Kontrol Grubunun ABT'lerden Aldıkları Ön Test ile Son Test Puanları Arasındaki Farka İlişkin Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Ölçüm		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	d_{ppc2}
Deney	Son Test- Ön Test	Negatif Sıra	0	-	-	3.943	.000	1.36
		Pozitif Sıra	20	10.50	210			
		Eşit	0	-	-			
Kontrol	Son Test- Ön Test	Negatif Sıra	3	3.17	9.50	2.320	.020	
		Pozitif Sıra	9	7.61	68.50			
		Eşit	1	-	-			

**Şekil 7.** Grupların ABT Puanlarındaki Değişim

STEM eğitiminin akademik başarı üzerindeki etkisi, ABT'nin yanı sıra deney grubunda kullanılan öğrenci çalışma kâğıtları ile de incelenmiştir. STEM etkinlikleri sırasında kullanılan çalışma kâğıtları ile erişilen bulgular, öğrenci gruplarının basınç konusuna yönelik sorulara doğru cevaplar verdikleri, tasarımlarını yapmak için izleyecekleri yolu büyük oranda planlayabildikleri, yapacakları tasarımların çizimini yaparken birtakım güçlükler yaşadıkları görülmüştür.

Basınç Konusunun Öğretiminde, STEM Eğitimi ile Öğretim Programının Ön Gördüğü Yaklaşımın Grupların STEM Alanına Yönelik Tutum Puanları Üzerindeki Etkisi

Uygulama öncesi deney ve kontrol grupları arasında ön test uygulaması yapılarak iki grup arasındaki farkın anlamlılığı bağımsız gruplar için t testi ile değerlendirilmiştir. Tablo 8'de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarının ön test ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır [$t(31) = .116, p > .05$].

Tablo 8. Deney ve Kontrol Grubunun SYTÖ Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Gruplar için t Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	SS	sd	t	p
Deney	20	138.6000	4.21551	31	.116	.743
Kontrol	13	139.3846	5.29579			

Basınç konusunun öğretiminde, STEM Eğitimi yaklaşımı ile öğretim programının ön gördüğü yaklaşımın kullanıldığı iki grup arasındaki son test ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı bağımsız gruplar için t testi ile değerlendirilmiştir. Deney ($\bar{X} = 148.6$) ve kontrol ($\bar{X} = 142.3077$) gruplarının son test ortalamaları arasında deney grubu lehine önemli bir fark oluşmuştur.

Tablo 9’da görüldüğü gibi söz konusu farklılığın bağımsız gruplar için t testi sonucu anlamlı olduğu görülmüştür [t (31) =.966, p<.005]. Ancak hesaplanan etki büyüklüğü değerinin .35 olarak bulunması deney grubunda gerçekleştirilen işlemin küçük bir etki sağladığını göstermektedir.

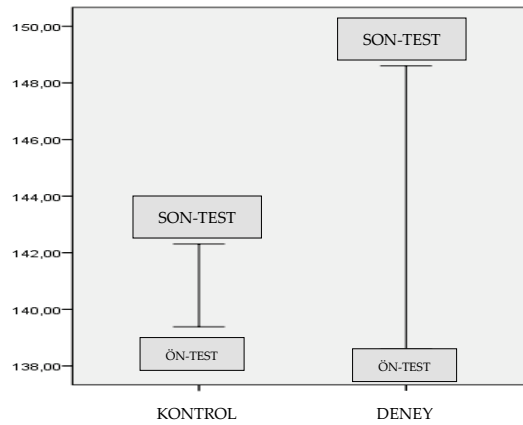
Tablo 9. Deney ve Kontrol Grubunun SYTÖ Son Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Gruplar için t Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	SS	sd	t	p	d
Deney	20	148.6000	12.75849	31	.966	.004	.35
Kontrol	13	142.3077	24.61837				

Deney ve kontrol grubunun STYÖ puanlarının ön test ve son test puanlarındaki değişimin anlamlılığı bağımlı gruplar için t testi ile değerlendirilmiştir. Tablo 10’da görüldüğü gibi deney grubunda son test ortalamalarının ($\bar{X} = 148.6$) ön test ortalamalarına ($\bar{X} = 138.6$) göre farklılaştığı görülmüştür. Bu farkın anlamlılığı, bağımlı gruplar için t testi ile test edilmiş ve anlamlı bulunmuştur [t (19) = 2.229, p<.05]. Tablo 10’da görüldüğü gibi kontrol grubunda son test puan ortalamalarında ($\bar{X} = 142.3077$) ön test ortalamalarına ($\bar{X} = 139.7692$) göre fark olduğu görülmüştür. Bu farkın anlamlılığı bağımlı gruplar için t testi ile test edilmiş ve anlamlı fark bulunamamıştır [t (12) =.259, p>.05]. Ayrıca hesaplanan etki büyüklüğü değerinin .80’in üzerinde bulunması deney grubu üzerinde gerçekleştirilen işlemin geniş düzeyli bir etki sağladığını göstermektedir. STEM temelli öğretim modülünün deney grubu öğrencilerinin STEM’e yönelik tutumlarında artış sağladığı söylenebilir (Şekil 8).

Tablo 10. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Son Test Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bağımlı Gruplar için t Testi Sonuçları

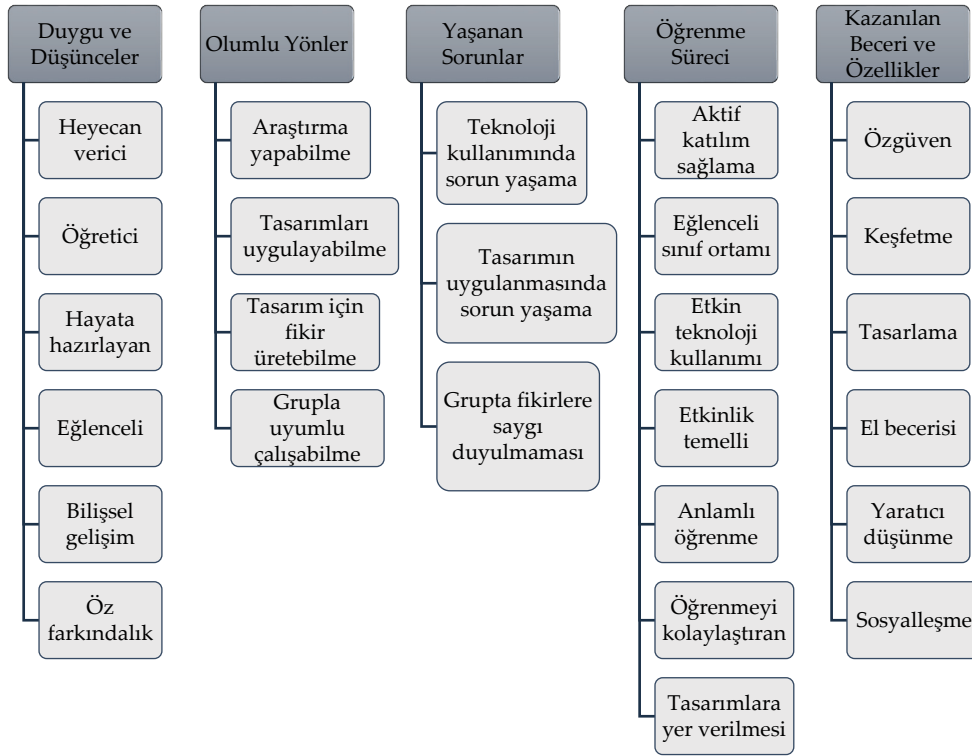
Grup	Ölçüm	n	\bar{X}	sd	t	p	d_{ppc2}
Deney	Ön Test	20	138.6000	19	2.229	.03	1.586
	Son Test	20	148.6000				
Kontrol	Ön Test	13	139.7692	12	.259	.80	
	Son Test	13	142.3077				



Şekil 8. Grupların SYTÖ Puanlarındaki Değişim

Basınç Konusunun Öğretiminde, STEM Eğitiminin Kullanıldığı Grubun STEM Eğitimine İlişkin Görüşleri

ABT ve SYTÖ ile elde edilen nicel verilerin analizinden elde edilen bilgilerin daha iyi açıklanması amacıyla YYG ve ÖG ile elde edilen nitel veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. YYG ve ÖG sonucu elde edilen veriler incelenerek Şekil 9’da verilen kod ve temalara ulaşılmıştır.



Şekil 9. Nitel Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Veriler Sonucu Ulaşılan Kodlar ve Temalar

Şekil 9’da verilen kod ve temalar incelendiğinde, öğrenciler, STEM eğitiminin heyecan verici, öğretici, hayata hazırlanmak için faydalı, eğlenceli, bilişsel gelişimi teşvik eden ve sahip olunan yeteneklerin farkına varılmasını sağlayan bir nitelikte olduğunu düşünmektedirler. Buna ilişkin YYG ve ÖG’lerde yer alan öğrenci ifadelerinden bazıları şu şekildedir:

Ö3: “Dersler esnasında kendimi mutlu hissettim. Hayatımızı kolaylaştıracak yararlı şeyler tasarlayabileceğimi fark ettim. Derslerde etkinlik yapmak ve teknolojik araçları kullanmak konuları daha kolay öğrenmemi sağladı.”

Ö4: “Çok eğlenceli bir süreçti. Yeni şeyler öğrenmek güzel bir şeydi. Teknolojiyi derslerde kullanmak dersin daha zevkli geçmesini sağladı. Bu sayede dersleri daha iyi kavradığımı düşünüyorum.”

Ö9: “Çok güzel tasarımlar yaptık. Dersler oldukça eğlenceli geçti. Tasarım sırasında daha önce fark etmediğim yeteneklerimi fark ettim.”

Ö1: “Derste pek çok araç kullandık. Özellikle akıllı tahta ile Plickers etkinliği benim çok hoşuma gitti. Onun haricinde bir sürü malzeme kullanarak yeni bir ürün yapmak çok zevkli ve öğreticiydi. Hem eğlendik hem öğrendik.” (Öğrenci günlüğü)

STEM eğitiminin araştırma yapabilme, tasarımları uygulayabilme, tasarım için fikir üretebilme, grupla uyumlu olarak çalışabilme gibi yönleri, öğrencilerin kendilerini başarılı hissetmelerini sağlamıştır. Öte yandan teknoloji kullanımı, tasarımın uygulanması ve grupta diğer fikirlere saygılı olunmasına ilişkin öğrencilerin yaşadıkları sorunlar, diğer öğrencilere nazaran kendilerini daha başarısız hissetmelerine neden olmuştur. YYG ve ÖG’lerde yer alan ve bu durumu destekleyen öğrenci ifadelerinden bazıları aşağıda paylaşılmaktadır:

Ö5: “Güzel fikirler ortaya koyabildiğim için tasarım yapma aşamasında daha başarılıydım. Grupla uyumlu çalışma konusunda sorunlar yaşadık. Çünkü karşılıklı fikirleri saygı duyulmadığı gördüm Bu uyumsuzluk tasarımda da ufak aksaklıkların olmasına neden oldu.”

Ö7: “Grupla çalışırken son derece uyumluydum. İş birliği içinde çalışmak kendimi daha başarılı hissetmemi sağladı. Tasarım aşamasında arkadaşlarıma oranla fikir yürütme konusunda kendimi daha geride gördüm.”

Ö8: *“Tasarım yapma konusunda arkadaşlarıma göre ben daha başarılıydım. Daha becerikli ve daha bilgiliydim. Tasarım yaparken küçük aksaklıklar oldu bu durum biraz vakit kaybı yarattı. Bir de araştırma yaparken teknolojiyi kullanma konusunda küçük aksaklıkları oldu ama en sonunda araştırmayı tamamladık.”*

Ö2: *“A isimli arkadaşımın tasarımın yapılması aşamasında çok yardımcı oldu. B ve C isimli arkadaşlarımla ise araştırma yapma aşamalarında teknoloji kullanmada aksaklık yaşadıkları için katkı sağlayamadılar.”*
(Öğrenci günlüğü)

Öğrenciler STEM eğitimi ile öğrenme sürecinde, daha aktif rol alabildiklerini, sınıf ortamının daha eğlenceli bir hale geldiğini, teknolojinin etkin bir biçimde işe koşulduğunu, etkinliklere ve tasarımlara sıklıkla yer verildiğini, anlamlı öğrenmeler ile bilgilerin daha kalıcı hale geldiğini ve öğrenmelerinin daha kolay gerçekleştiğini vurgulamışlardır. Aynı zamanda öğrenciler STEM eğitiminin özgüven, keşfetme, tasarlama, el becerisi, yaratıcı düşünme, sosyalleşme gibi beceri ve özelliklerinin zamanla gelişmesini sağlayacaklarını belirtmişlerdir. Bu duruma ilişkin YYG ve ÖG’lerde yer alan öğrenci ifadelerinden bazıları şu şekildedir:

Ö3: *“STEM derslerinde çok sayıda etkinlik ve tasarım yapıyoruz bu yönden diğer fen derslerinden farklı. STEM farklı konularda da mutlaka kullanılmalı bence özellikle matematik derslerinde kullanılmasını isterim. Bu sayede zorlandığımız çoğu konuyu daha kolay öğreniriz ve daha kalıcı olur. Bu tarz dersler bizim tasarım yapma becerimizi, el becerimizi ve gruplar aracılığı ile sosyalleşmemizi sağlar.”*

Ö11: *“Bu yaklaşım dersleri daha anlaşılır kılıyor. Bu sayede kolay öğreniyorum ve kendimi daha güçlü hissediyorum. Bu etkinliklerin sürekli kullanımı özgüven verir ve derslere daha fazla motive eder. Bu şekilde işlenen dersler tasarım yapma, yeni bir şeyler keşfedebilme, el becerisi gibi yeteneklerimi geliştirir.”*

Ö5: *“Normalde işlediğimiz fen derslerinde fazla etkinlik yapmıyoruz ancak bu derslerde etkinliklere ve tasarımlara daha çok yer verdik. Biz daha çok çalıştığımız için dersler zevkli geçti. Başka derslerde ve konularda da bu yaklaşımı kullanmasını isterdim. Matematik bilgim artar, el becerim gelişir ve zihinsel olarak daha da geliştirdim. Bir şeyler yapma konusunda kendime daha çok güvenirdim ve yaratıcı fikirler sunabilirdim.”*

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada basınç konusunda STEM yaklaşımı ile geliştirilen bir öğretim modülünün, öğrencilerin akademik başarılarına ve STEM’e yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.. Basınç konusunun öğretiminde, STEM eğitimi yaklaşımı ile öğretim programının ön gördüğü yaklaşımın kullanıldığı iki grup arasındaki akademik başarı son test ortalamaları deney grubu lehine anlamlı olduğu belirlenmiştir Aynı zamanda deney grubu ön-test, son test ortalamaları arasında son-test lehine anlamlı fark varken, kontrol grubu ön-test, son-test arasında ise anlamlı fark bulunamamıştır (Şekil 8). Akademik başarı açısından iki grup arasında meydana gelen bu farklılığın nedenlerinin, STEM eğitiminde bir konu içeriğini oluşturan bilgilere kendi çabaları ile ulaşmaları ve bu bilgileri mühendislik ve teknoloji disiplinleri ile ilişkilendirerek pratiğe dökme fırsatı bulmaları olduğu düşünülmektedir.

Alanyazın incelendiğinde, bu çalışmanın sonuçları ile tutarlı bir biçimde STEM eğitiminin akademik başarı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu gösteren çalışmalara rastlanmaktadır (Ceylan ve Özdilek, 2015; Cotabish vd., 2013; Çevik, 2018; León vd., 2015; Owen ve Çapan, 2017; Toma ve Greca, 2018; Yıldırım ve Selvi, 2017). Han, Capraro ve Capraro (2015) tarafından matematik dersi kapsamında yürütülen proje tabanlı STEM eğitiminin, öğrencilerin başarı düzeylerinde artış sağladığı ve başarı düzeylerinde meydana gelen bu artışın özellikle performans düzeyi zayıf öğrencilerde gözlemlendiği belirtilmiştir. STEM eğitiminin öğrenciler üzerindeki etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise Kakarndee, Kudthalang ve Jansawang (2018), lise öğrencilerinin akademik başarılarının ve yaratıcı düşünme becerilerinin yükseldiği sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmaların sonuçları, mevcut çalışmada da olduğu gibi STEM eğitiminin ilgili konu alanına yönelik öğrencilerin akademik başarı düzeylerini artırma konusunda etkili olduğunu göstermektedirler. Öte yandan, Öner ve Capraro (2016) tarafından ülkemizde yürütülen bir çalışmada ise STEM eğitimi kullanan okullarda öğrenim gören öğrenciler ile öğretim programının ön gördüğü yaklaşımı kullanan okullarda öğrenim gören

öğrencilerin, fen ve matematik başarılarının aynı olduğu, anlamlı bir farklılığın bulunmadığı saptanmıştır. Ancak bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar, iki okul türü arasında anlamlı farklılık tespit edilmemesinin nedeni olarak STEM eğitimi kullanan okulların mevcut yapısının, STEM eğitimi yürütme kriterlerine uygun olmayışı ve bu okulların başarısını denetleyecek uygun bir mekanizmanın bulunmayışı olarak açıklamışlardır.

Basınç konusunun öğretiminde, STEM eğitimi yaklaşımı ile öğretim programın ön gördüğü yaklaşımın kullanıldığı iki grup arasındaki STEM'e yönelik son test tutum ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda iki grubun tutum ön testi ile tutum son testi arasında meydana gelen fark deney grubu lehine olup anlamlı bulunmuştur. STEM'e yönelik tutum ortalamaları açısından iki grup arasındaki bu farklılığın nedenlerini, STEM eğitimi uygulamaları sırasında öğrencilerin STEM alanlarında kendi yeteneklerini daha iyi gözlemleyebilmeleri ve bu yeteneklerini sergileyebilme imkânı bulmaları, STEM eğitimi uygulamaları sırasında kullanılan teknolojik araçların ve yazılımların öğrencilerin STEM alanlarına duydukları ilgiyi arttırması ve STEM uygulamaları sonucu edindikleri bilgiler doğrultusunda ortaya bir ürün çıkarabilmeleri olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin STEM'e yönelik olumlu tutum içerisinde olmaları, STEM alanlarında kariyer planları yapma isteklerine ve bu alanlara yönelik ilginin geliştirilmesine katkı sağlayacağı söylenebilir.

Yürütülen pek çok çalışmada STEM eğitime ilişkin uygulamaların öğrencilerin bu alanlara ilişkin tutumlarında pozitif yönde bir etki sağladığını desteklemektedir (Aydın, Saka ve Guzey, 2017; Baran vd., 2016; Chonkaew, Sukhummek ve Faikhamta, 2016; Guzey vd., 2016; Gülhan ve Şahin, 2016; Karakaya ve Avgın, 2016; Karahan vd., 2015; Yamak vd., 2014; Toma ve Greca, 2018; Yerdelen, Kahraman ve Taş, 2016). STEM'e yönelik tutumların ve bu tutumların STEM kariyer alanları ile ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada; STEM'e yönelik olumlu tutuma sahip öğrencilerin bu alanlarda kariyer yapmaya daha eğilimli olduklarını göstermiştir (Yerdelen vd., 2016). Geleceğin meslek gruplarının STEM alanlarında olacağını düşünülmesi nedeniyle öğrencilerin bu alanlarda kariyer yapmaya meyilli olmaları istenmektedir. STEM eğitimi yaklaşımına yer verilen eğitim-öğretim ortamlarında bulunan öğrencilerin bu alanlara yönelik olumlu tutum geliştirmelerini ve böylece bu alanlarda kariyer planlamaları yapmalarını sağladığı düşünülmektedir. Toma ve Greca (2018) tarafından yürütülen bir başka çalışmanın sonuçları, öğrencilerin STEM eğitime yönelik olumlu tutum geliştirdiklerini gösterirken; öğretmenlerin ise derslerde STEM eğitimi kullanmaya karşı isteksiz olduklarını ve uygulama esnasında ayrıntılı yönergelere ihtiyaç duyduklarını göstermiştir. Öte yandan, yürütülen bazı çalışmalarda ise STEM etkinliklerinin deney ve kontrol gruplarının tutumları arasında istatistiksel manada anlamlı bir farka neden olmadığı görülmüştür (Yıldırım ve Selvi, 2017).

Nitel veri toplama araçlarının içerik analizi sonucunda duygu ve düşünceler, olumlu yönler, yaşanan sorunlar, öğrenme süreci, kazanılan beceriler ve özellikler olmak üzere 5 tema ve 26 kod elde edilmiştir. Öğrenciler STEM eğitiminde aktif rol alabilmeleri, sınıf ortamının daha eğlenceli bir hale gelmesi, teknolojinin etkin bir biçimde kullanılması, etkinliklere ve tasarımlara sıklıkla yer verilmesi bilgilerin öğrenilmesinde olumlu bir katkı sağladığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda STEM eğitimi ile öğrendikleri bilgilerin daha kalıcı olduğunu ve daha kolay öğrenebildiklerini vurgulamışlardır. Bu durum öğrencilerin akademik başarılarında meydana gelen farklılaşmanın sebebini de ortaya koymaktadır. Öğrencilerin STEM eğitiminin heyecan verici, öğretici, hayata hazırlanmak için faydalı, eğlenceli, bilişsel gelişimi teşvik edici ve sahip olunan yeteneklerin farkına varılmasını sağlayıcı olduğunu belirtmeleri ise STEM'e yönelik olumlu tutum geliştirdiklerini destekler niteliktedir. Öte yandan STEM eğitiminin kullanılmasının zamanla öğrencilerin özgüven, keşfetme, tasarlama, el becerisi, yaratıcı düşünme, sosyalleşme gibi beceri ve özelliklerinin üst düzeye çıkmasını sağlayacağını düşünmeleri de hem olumlu tutum gelişiminin hem de başarı duygusunun bir göstergesi niteliğindedir. Araştırmanın nitel bulguları, 21. yüzyılda bireylerin sahip olması hedeflenen birçok becerinin STEM eğitimi ile kazandırılabilceği fikrini de desteklemektedir. Bu açıdan bakıldığında alanyazında yer alan pek çok çalışmada da STEM eğitiminin, 21 yüzyıl becerilerini geliştirmek için en uygun yaklaşım olduğu vurgulanmaktadır (Bybee, 2010; Ejiwale, 2012; Ostler, 2012). Öğrenciler STEM eğitimi sırasında

araştırma yapma, teknolojiyi kullanma, grupla çalışma, ürün oluşturma, sunum yapma gibi pek çok beceriye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu yaklaşıma sıklıkla yer verilen ortamlarda öğrenciler söz konusu bu becerilerini geliştirme fırsatı bulmaktadırlar.

STEM eğitimi etkinliklerinin uygulanması sırasında öğrenme ortamının önceden düzenlenmesi, gerekli teknolojik ekipmanların ve gerekli alt yapının kullanılmaya hazır olması, grupların yerleşim düzeninin ve kullanılacak materyallerin hazır bulundurulması gereklidir. Bu sayede dersler esnasında oluşabilecek zaman kaybının önlenmesi ve planlanan ders sürecinin istenildiği gibi yürütülmesi sağlanacaktır.

Gelecek çalışmalarda öğretim programının farklı konularında veya farklı sınıf düzeyinde STEM eğitimine uygun olarak planlanmış çalışmalara yer verilebilir. Bu sayede öğretim programının pek çok konusunun STEM eğitimi ile bağdaştırılması program hazırlayıcılar ve öğretmenler için yol gösterici olacaktır. STEM eğitimi konusunda çalışma yürütecek araştırmacıların, STEM'e ilişkin bilgi birikimi kısıtlı olan öğretmenlerin de kullanabilecekleri açık ve ayrıntılı yönergelerle sahip ders içerikleri geliştirmeleri öğretmenleri bu yaklaşımı derslerinde kullanmaya özendirilecektir. Ayrıca gelecek çalışmalarda STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin özyeterlik inançları, yaratıcı problem çözme becerileri, iletişim becerileri gibi farklı değişkenler üzerindeki etkileri araştırılabilir.

Bu çalışmada, STEM eğitiminin sunulduğu grup 20 kişiden oluşmaktadır. Kalabalık sınıflarda STEM eğitimi uygulamalarını yürütecek öğretmenlerin, etkinliklerini planlarken kolay ulaşılabilir ve ekonomik araç-gereçlerin seçilmesine özen göstermeleri, teknolojik ekipmanların durumuna göre gruplarda yer alacak kişi sayılarını belirlemeleri, STEM eğitimi uygulamalarının yürütülme şekline ilişkin uygulama öncesinde detaylı bilgilendirmeler yapmaları önerilmektedir. Bu çalışma 12 saatlik bir süreçle sınırlıdır. Ancak STEM eğitiminin kullanıldığı bu kısa sürede bile öğrencilerin başarı, tutum ve 21. yüzyıl becerilerinde gelişme gözlemlenmiştir. Öğrencilerin tam anlamıyla 21. yüzyıl becerilerini kazanabilmeleri için derslerde STEM eğitimi etkinliklerine sıklıkla yer verilebilir.

STEM eğitimi uygulamaları incelendiğinde, etkinliklerin çoğunlukla laboratuvar ortamında yürütüldüğü gözlemlenmiştir. Ancak uygulama yapılan okulda laboratuvar bulunmadığı için STEM etkinlikleri sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Sınıf ortamında gerçekleştirilen etkinlikler sırasında kullanılacak araç-gereçlerin ayarlanması ile teknolojik ekipmanların kullanımları için gerekli yer ve alt yapının hazırlanması ders öncesinde özel bir zaman ayarlanmasını gerekli kılmıştır. Ayrıca etkinlikler sırasında öğrenciler (özellikle de ürün tasarlama sürecinde) grup çalışmasına uygun geniş ve kullanışlı çalışma alanları bulamamışlardır. Laboratuvar ortamı öğrencilerin kullanacakları araç-gereçlerin halihazırda bulunmasını, teknolojik ekipmanların düzenli bir kullanım şeklinin oluşmasını, öğrencilerin rahat çalışabilecekleri geniş ve kullanışlı masaların bulunmasını sağladığından STEM eğitimi için daha avantajlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Akgün, A., Tokur, F. ve Özkara, D. (2013). TGA stratejisinin basınç konusunun öğretimine olan etkisinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 348-369.
- Akgunduz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in stem fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Association for Career and Technical Education, National Association of State Directors of Career Technical Education Consortium and Partnership for 21st Century Skills. (2010). *Up to the challenge: The role of career and technical education and 21st century skills in college and career readiness*. http://www.p21.org/storage/documents/CTE_Oct2010.pdf adresinden erişildi.
- Ayar, M. C. (2015). First-hand experience with engineering design and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory ve Practice*, 15(6), 1655-1675.
- Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için stem odaklı ekonomik bir yol haritası*. Knoxville: University of Tennessee.
- Aydın, G., Saka, M. ve Guzey, S. (2017). 4-8. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM=FETEMM) tutumlarının incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 787-802.
- Baran, E., Canbazoğlu Bilici, S., Mesutoğlu, C. ve Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Biçer, A., Boedeker, P., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2015). The Effects of STEM PBL on Students' Mathematical and Scientific Vocabulary Knowledge, *Online Submission*, 2(2), 69-75.
- Blackley, S. ve Howell, J. (2015). A STEM narrative: 15 years in the making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 102-112.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30-35.
- Ceylan, S. ve Özdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 223-228.
- Chonkaew, P., Sukhummek, B. ve Faikhamta, C. (2016). Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 842-861.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112(1), 155.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. ve Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Creswell, J. W. ve Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3. bs.). Los Angeles: SAGE.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306.
- Çorlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(4), 2477-2485.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Çorlu, S. M (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi. S. M. Çorlu ve E. Çallı (Ed.), *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi içinde* (1-10). İstanbul: Pusula Yayıncılık.

- Ejiwale, J. A. (2012). Facilitating teaching and learning across STEM fields. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(3), 87.
- Endüstri 4.0. (2018). Hakkımızda. <http://www.endustri40.com/hakkimizda> adresinden erişildi.
- Erdoğan, N., Çorlu, M. S. ve Capraro, R. M. (2013). Defining innovation literacy: do robotics programs help students develop innovation literacy skills? *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-9.
- Fraenkel, J., Wallen, N. ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8. bs.). San Francisco: McGraw Hill.
- Gencer, A. S. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: fırıldak etkinliği, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(1), 1-19.
- Gömlüksiz, M. N. ve Bulut, İ. (2007). Yeni fen ve teknoloji dersi öğretim programının uygulamadaki etkililiğinin değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(32), 76-88.
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Goszewski, M., Moyer, A., Bazan, Z. ve Wagner, D. J. (2013). Exploring student difficulties with pressure in a fluid. *AIP Conference Proceedings*, 1513(1), 154-157.
- Gu, X., Zhu, Y. ve Guo, X. (2013). Innovative technologies for the seamless integration of formal and informal learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(1), 392-402.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M. ve Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 550-560.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Halbach, A. (2000). Finding out about students' learning strategies by looking at their diaries: A case study. *System*, 28(1), 85-96.
- Han, S., Capraro, R. ve Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Han, S. W. (2015). Curriculum standardization, stratification, and students' STEM-related occupational expectations: Evidence from PISA 2006. *International Journal of Educational Research*, 72, 103-115.
- Jones, V., Jo, J. ve Martin, P. (2007). Future schools and how technology can be used to support millennial and generation-z students. *1st International Conference of Ubiquitous Information Technology and Applications* içinde (s. 886-891). Dubai.
- Kakarndee, N., Kudthalang, N. ve Jansawang, N. (2018). The integrated learning management using the STEM education for improve learning achievement and creativity in the topic of force and motion at the 9th grade level. *AIP Conference Proceedings*, 1923(1), 030024.
- Karahan, E., Canbazoglu Bilici, S. ve 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.
- Karakaya, F. ve Avgın, S. S. (2016). Effect of demographic features to middle school students' attitude towards FeTeMM (STEM). *Journal of Human Sciences*, 13(3), 4188-4198.
- Kertil, M. ve Gürel, C. (2016). Mathematical modeling: A bridge to STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 44-55.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T. ve Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.

- Knorr-Cetina, K. D. (2013). *The manufacture of knowledge: An essay on the constructivist and contextual nature of science*. Elsevier.
- Lamb, R., Akmal, T. ve Petrie, K. (2015). Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410-437.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T. ve Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242. <http://www.wirtschaftsinformatik.de> adresinden erişildi.
- León, J., Núñez, J. L. ve Liew, J. (2015). Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement. *Learning and Individual Differences*, 43, 156-163.
- Merriam, S. B. ve Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. London: SAGE.
- Morris, S. B. (2008). Estimating effect sizes from pretest-posttest-control group designs. *Organizational research methods*, 11(2), 364-386.
- Morrison, J. (2006). *Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom*. Baltimore: TIES.
- Muliyani, R. ve Kaniawati, I. (2015). Identification of quantity student's misconception on hydrostatic pressure with three tier-test. *International Conference on Global Trends in Academic Research (GTAR)*, Vol. 2. (s. 716-721).
- Mutakinati, L., Anwari, I. ve Kumano, Y. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54-65.
- Niglas, K. (2010). The multidimensional model of research methodology: An integrated set of continua. A. Tashakkori ve C. Teddlie (Ed.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* içinde (s. 215-236). London: SAGE.
- NRC. (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies.
- OECD. (2012). *Education at a glance 2012: OECD indicators*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2012_eag-2012-en adresinden erişildi.
- OECD. (2018). *Strengthening education for innovation*. <https://www.oecd.org/sti/outlook/e-outlook/stipolicyprofiles/humanresources/strengtheningeducationforinnovation.htm> adresinden erişildi.
- Omundsen, J. (2014). Cardboard boat building in math class. *Middle School Journal*, 46(2), 3-9.
- Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: A tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1), 28-33.
- Owen, F. K. ve Çapan, B. E. (2017). Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarını seçmeyi planlama: meslek seçimine ilişkin inançlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(4), 915-933. doi: 10.16986/HUJE.2017032884.
- Öner, A. T. ve Capraro R. M. (2016). FeTeMM okulu olmak iyi öğrenci başarısı anlamına mı gelir?. *Eğitim ve Bilim*, 41(185),1-17.
- Özcan, H. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen içeriği ile ilişkilendirilmiş bilimin doğası konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi üniversitesi, Ankara.
- Özcan, H. ve Koca, E. (2018). STEM'e yönelik tutum ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. Erken erişimli çevrim içi makale. doi: 10.16986/HUJE.2018045061

- Park, D. Y., Park, M. H. ve Bates, A. B. (2018). Exploring young children's understanding about the concept of volume through engineering design in a STEM activity: A case study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(2), 275-294.
- Pathare, S. ve Pradhan, H. C. (2011). Students' alternative conceptions in pressure, heat and temperature. *Physics Education*, 21(3-4), 213-218.
- Patton, M. (2002). *Qualitative evaluation and research methods*. Beverly Hills, CA: SAGE.
- Prensky, M. (2012). *From digital natives to digital wisdom: Hopeful essays for 21st century learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Robson, C. ve McCartan, K. (2016). *Real world research* (4. bs.). UK: John Wiley & Sons.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H. ve Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.
- Siverling, E. A., Guzey, S. S. ve Moore, T. J. (2017). Students' science talk during engineering design in life science-focused STEM integration units. *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* içinde (s. 1-9). San Jose.
- Sümen, Ö. Ö. ve Çalisici, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 16(2), 459-476.
- Thananuwong, R. (2015). Learning science from toys: A pathway to successful integrated STEM teaching and learning in Thai middle school. *K-12 STEM Education*, 1(2), 75-84.
- Thompson, P. (2013). The digital natives as learners: Technology use patterns and approaches to learning. *Computers & Education*, 65, 12-33.
- Toma, R. B. ve Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Tuncel, E. (2017). *7. sınıf fen bilimleri ders kitabı*. Ankara: Mevsim Yayınları.
- Ünal, G. (2005). *Fen öğretiminde derinliğine öğrenme: Basınç konusunda modelleme* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Vasquez, J. A., Comer, M. ve Sneider, C. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics* (1. bs.). Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-24.
- Wijaya, C. P. ve Muhardjito, M. (2016). The diagnosis of senior high school class x mia b students misconceptions about hydrostatic pressure concept using three-tier. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 13-21.
- Yamak, H., Bulut, N. ve DüNDAR, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yerdelen, S., Kahraman, N. ve Taş, Y. (2016). Low socioeconomic status students' STEM career interest in relation to gender, grade level, and STEM attitude. *Journal of Turkish Science Education*, 13 (Special Issue), 59-74.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. bs.). Ankara: Seçkin yayıncılık.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210.
- Yin, R. K. (2016). *Qualitative research from start to finish* (2. bs.). NY: Guilford Publications.

Ek 1. 7. Sınıf Basınç Konusu STEM Öğretim Modülünden Örnek Ders Planı

Bölüm 1: Derse İlişkin Genel Bilgiler	
Ders	Fen Bilimleri
Sınıf	7
Önerilen Süre	80 dakika
Ünite	Kuvvet ve Enerji
Konu	Kuvvet-Katı Basıncı İlişkisi
Kazanımlar	a) Fen Bilimleri Kazanımları
	7.2.2.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.
	b) Matematik Kazanımları
	M.5.1.2.9. Çarpma ve bölme işlemleri arasındaki ilişkiyi anlayarak işlemlerde verilmeyen öğeleri (çarpan, bölüm veya bölünen) bulur. M.5.2.4.1. Dikdörtgenin alanını hesaplar; santimetrekare ve metrekareyi kullanır. M.5.2.5.3. Dikdörtgenler prizmasının yüzey alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer. M.6.1.6.3. Aynı veya farklı birimlerdeki iki çokluğun birbirine oranını belirler.
	c) Mühendislik Kazanımları
	<ul style="list-style-type: none"> o Bir sorunu çözmek adına problemi açık bir biçimde tanımlar. o Bir problemi çözmek için izlenecek adımları planlar. o Bir probleme çözüm sağlayacak özgün bir tasarım yapar. o Tasarladığı aracın ilgili probleme çözüm sağladığını deneyerek kontrol eder.
d) Teknoloji Kazanımları	<ul style="list-style-type: none"> o Bir probleme çözüm bulmak için bilgi-iletişim araçlarını kullanarak araştırma yapar.
Odak Kavramlar	Basınç, Yüzey Alanı, Basınç Kuvveti
Eğitim Teknolojileri	Akıllı Tahta, Powtoon, Plickers
Araç, Gereç ve Materyaller	<ul style="list-style-type: none"> o Pet şişe kapağı o Çöp şiş o Elektrik motoru o Anahtar o Pil yatağı o Oyun hamuru o Yapıştırıcı o Bant o Makas o Maket bıçağı o Kalem o Kâğıt o Ders kitabı
Bölüm 2: Öğretim Sürecine İlişkin Bilgiler	
a) Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP)	
<p>Hayat Tekstil Firması, ürünlerini dağıtımına çıkarmak için her zaman aynı yolu kullanmaktadır. Dağıtım yapılan ürünler, firma sahiplerinin kendi araçlarıyla taşınmaktadır. Bu yolda her yıl yol çalışması yapılmasına rağmen yoldaki bozulmaların önüne geçilememektedir. Belediye çalışanları yolda meydana gelen bozulmanın sebebini belirlemeye karar verirler. Yapılan araştırmalar sonucu küçük araçların oldukça ağır yüklerle bu yolu kullanmalarının bozulmalara sebep olduğu belirlenmiştir. Belediye çalışanları, Hayat Tekstil Firması ile görüşerek durumu anlatırlar. Bunun üzerine Hayat Tekstil Firması, bir mühendislik firmasından bu yolda sağlıklı bir taşımacılığın nasıl yapılabileceği hakkında fikir almaya karar verir. Sizler bu mühendislik firmasında çalışmaktasınız. Sizlerden beklenen Hayat Tekstil Firması'nın ürünlerini taşıırken yolun kısa sürede bozulmasına engel olabilecek bir aracın tasarımını yapmanızdır.</p>	
b) Sınırlamalar	
<ul style="list-style-type: none"> o Sadece size verilen araç-gereçleri kullanabilirsiniz. o Tasarımı yapılan aracın öncelikle çizimini yapmalısınız. o Hazırlanan tasarım özgün olmalıdır. o Tasarımınızı size verilerek 30 dakika içerisinde tamamlamak zorundasınız. 	

e) 5D'ye göre dersin planlanması

1. Derse Giriş

Derse başlamadan önce öğrenciler 4-5 kişiden oluşan heterojen gruplara ayrılır. Aynı grubu paylaşan öğrencilerin bir arada oturmaları sağlanır.

Öğrencilere BTHP paylaşılmadan önce konu ile ilgili olarak hazırlanmış aşağıdaki kavram karikatürü sunulur. Kavram karikatürü hakkında öğrenciler arasında kısa bir tartışma yapılır. Öğrencilerde merak uyandırmak ve BTHP probleminin somut bir biçimde sunulması amacıyla Powtoon programında hazırlanmış kısa bir sunum izletilir. Hazırlanan sunum öğrencilerin problemin çözümüne yönelik akıl yürütmelerine yardımcı olacaktır.



2. Deneme

BTHP sunumu ve sınırlamalar yazılı olarak bütün gruplara sunulur. Bunun yanı sıra her gruba araştırma defteri ve planlama defteri olarak iki çalışma yapıtı sunulur.

Araştırma Defteri'nin ilk bölümünde aşağıdaki araştırma sorularına yer verilmiştir:

- Yol yapımı sırasında nelere dikkat edilmelidir?
- Bir aracın basıncı nelere bağlı olarak değişir?
- Bir aracın yere yaptığı basıncı azaltmak için neler yapılır?
- Elektrik motoru nasıl kullanılır?

Araştırma defterinin ikinci bölümündeki soruları, 7. sınıf ders kitabından ve internet sitelerinden araştırmaları ve defterlerine kaydetmeleri için 10 dakika süre verilir. Elde edilen bilgiler 5 dakika boyunca gruplar arasında tartışılarak gerekli değerlendirme ve eklemeler yapılır. Araştırma sorularının cevaplanmasının ardından gruplarda iş bölümü (tasarımcı, yazıcı, mühendis, araştırmacı) yapılır. Her grubun kendi aracını tasarlamaya başlaması istenir. Kullanılacak materyaller her grubun masasına bırakılır. Öncelikle planlama defterinde yer alan soruların kısaca yanıtlanması ve 30-35 dakikalık bir süre içerisinde araç tasarımlarının gerçekleştirilmesi istenir. Araç tasarımında her öğrencinin sorumluluğu olduğu ve tasarlanan araçların test edileceği hatırlatılır. Tasarım süresince masalar öğretmen tarafından gezilir ve gerekli noktalarda yönlendirici sorular sorulur. Verilen sürenin tamamlanmasıyla grupların tasarladıkları araçlar toplanır ve her grubun tasarladığı araçla ilgili kısa bir sunum yapılması sağlanır. Tasarlanan araçlara 100 g ağırlığında yükler bağlanır ve araçların belirli bir bitiş noktasına, ne kadar sürede ulaştığı belirlenir.

3. Destekleme

"Katı basıncı nelere bağlıdır?" konusunda kısa bir sunum yapılır. Sunum içerisinde örnek sorular ve durumlar hakkında bilgiler ile animasyonlar yer almaktadır.



4. Derinleştirme

Yere uyguladıkları kuvvetler ve yüzey alanları farklı olan cisimlerin basınçları arasında kıyaslama yapabilmeleri için matematiksel bağıntılar ve birimler hakkında detaylı bilgilendirmeler yapılır. Örnek soru çözümleri sunularak konunun daha kalıcı öğrenilmesi sağlanmaya çalışılır.

5. Değerlendirme

- Ürün tasarımı ve tasarım süreci dereceli puanlama anahtarı kullanılarak değerlendirilir.
- Araştırma defteri ve planlama defterine verilen cevaplar ders sonrası değerlendirilir.
- Öğretim sonrasında, katı basıncı ile ilgili hazırlanmış sorular Plickers programı kullanılarak değerlendirilir.

Ek 2. Kontrol Grubu Örnek Ders Planı

Bölüm 1: Derse İlişkin Genel Bilgiler	
Ders	Fen Bilimleri
Sınıf	7
Önerilen Süre	80 dakika
Ünite	Kuvvet ve Enerji
Konu	Kuvvet-Katı Basıncı İlişkisi
Kazanımlar	F.7.2.2.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.
Odak Kavramlar	Basınç, Yüzey Alanı, Basınç Kuvveti
Eğitim Teknolojileri	Akıllı Tahta
Öğretim Strateji, Yöntem ve Teknikleri	Araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim, beyin fırtınası, tartışma, soru-cevap
Araç, Gereç ve Materyaller	2 adet tuğla, leğen, kum, not defteri, cetvel
Bölüm 2: Öğretim Sürecine İlişkin Bilgiler	
<p>Derse başlamadan önce öğrenciler 3-4 kişilik gruplara ayrılır. Aşağıdaki soru akıllı tahtaya yansıtılarak öğrencilerin konuya dikkati çekilmeye çalışılır.</p>	
	
<p>Kar yağışının çok olduğu bir gün düşünelim. Kara saplanmadan rahat bir biçimde yürüyebilmek için tercih edeceğiniz ayakkabı yukarıdakilerden hangisi olurdu? Neden?</p>	
<p>Sorunun yansıtılmasının ardından öğrencilerin gruplarda tartışmaları istenir. Grupların fikirlerini paylaşması sağlanır. Öğretmen tarafından doğrudan açıklama yapılmaz, tartışmalara yönlendirici sorularla katkı sağlanır.</p>	
<p>1. Problemin tanımlanması</p>	
	
<p>Yukarıdaki şekil akıllı tahtaya yansıtılarak "Şekildeki kum dolu kap içerisinde üst üste konulan tuğlalar kap içerisinde ters çevrilirse kuma batma miktarı ilk duruma göre nasıl değişir?" sorusu öğrencilere yöneltilir. Böylece problem durumu tanımlanır.</p>	
<p>2. Tahminlerin ve hipotezlerin ortaya konması</p> <p>Bu aşamada öğrenciler gruplarında beyin fırtınası yaparak problemin çözümüne ilişkin tahminlerde bulunurlar. Gruplarda yapılan tahminler neticesinde problemin çözümüne yönelik hipotez oluşturulur.</p>	
<p>3. Hipotezlerin test edilmesi</p> <p>Bu aşamada öğrencilere önceki aşamada kurdukları hipotezleri test etmek amacıyla nasıl bir yöntem izleyecekleri sorulur. (Gruplar gerekli olan araç-gereç ve malzemenin sınıfta yer alması nedeniyle deney yaparak hipotezleri test edeceklerini ifade etmişlerdir.)</p>	

4. Uygulama

Bu aşamada her grup hipotezinin doğruluğunu test etmek için deneylerini gerçekleştirir.

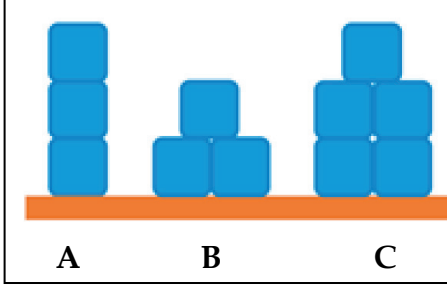
5. Sonuçların değerlendirilmesi ve paylaşılması

Bu aşamada her grup hipotezini ve yaptıkları deney sonucunda ulaştıkları bilgileri paylaşır. Elde edilen sonuçların paylaşılmasının ardından problemin çözümüne ilişkin öğretmen tarafından genel bir açıklama yapılarak basınç ve basıncı etkileyen kavramlarla ilişki kurulur.

6. Değerlendirme

Bu aşamada katı basıncına ilişkin hazırlanmış sorular akıllı tahta aracılığı ile öğrencilere sunulmuş ve öğrenmeler değerlendirilmiştir.

Örnek soru:



A, B ve C maddeleri özdeş küplerden oluşmuştur. Aynı zeminde

bulunan bu üç maddenin yere uyguladıkları basınçlara ilişkin aşağıda verilen boşlukları doldurunuz.

1. A cisminin yere uyguladığı basınç B cisminin uyguladığı basınçtan daha
2. C cisminin uyguladığı basınç B cisminin uyguladığı basınçtan daha
3. Yere uygulanan en büyük basınç maddesine aittir.