



Homojen ve heterojen gruplardaki öğretmen adaylarının STEM ürünlerinin incelenmesi

Emrah Hiğde¹, Hilal Aktamış², Ersen Yazıcı³, Deniz Özen Ünal⁴, Taner Arabacıoğlu⁵, Hanife Can Şen⁶ & Ekin Dalgıç⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Öz

Çalışmada, STEM eğitimi sürecince farklı branşlardaki öğretmen adaylarının branşlarına göre homojen ve heterojen gruplar olarak gerçekleştirdikleri STEM ürünleri arasındaki farklılıklar gözlemlenmiştir. Araştırma modeli olarak tek gruplu zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Bir devlet üniversitesinde Mühendislik, Fizik, Matematik ve Kimya bölümlerinden mezun formasyon eğitimi alan bir sınıf çalışma grubu olarak seçilmiştir. Katılımcılara proje tabanlı öğrenme yöntemine göre Enerji Kaynakları konusunda gerçek yaşam problemlerine dayanan iki farklı problem durumu sunulmuştur. Çalışmaya başlamadan önce katılımcılar kendi branşlarına göre homojen olarak gruplandırılmış ve ilk problem durumu olan Güneş enerjisi teması verilmiştir. İkinci problem durumu olan rüzgâr enerjisi teması ise gruplar heterojen olarak gruplandırıldıktan sonra verilmiştir. Homojen gruplar ve heterojen grupların ürünleri sosyal ürün rubriğiyle değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda heterojen grupların ürünlerinin daha verimli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Heterojen gruplar, homojen gruplar, öğretmen adayları, STEM

Investigation of STEM products of teacher candidates in homogenous and heterogeneous groups

Abstract

In the study, it was examined whether there is a difference in the STEM products that the pre-service teachers in different branches during the STEM education process, produced as homogeneous and heterogeneous groups according to their branches. A single-group weak experimental design was used as the research model. A class who graduated from Engineering, Physics, Mathematics and Chemistry departments at a state university and received pedagogical formation education was selected as the study group. According to the project-based learning method, two different problem situations based on real-life problems on Energy Resources were presented to the participants. Before starting the study, the participants were homogeneously grouped according to their branches and the first problem situation, the theme of solar energy, was given. The wind energy theme, which is the second problem situation, is given after the groups are grouped as heterogeneous. The design products of homogeneous groups and heterogeneous groups were evaluated with the social product rubric. At the end of the study, it was determined that the products of heterogeneous groups were more efficient.

Keywords: Heterogeneous groups, homogeneous groups, pre-service teachers, STEM

Yazarlara ait bilgiler:

¹Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, emrah.higde@adu.edu.tr, ORCID No:0000-0002-4692-5119

²Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, haktamis@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-0717-5770

³Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, ersen.yazici@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-1310-2247

⁴Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, deniz.ozen@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-9279-3452

⁵Dr. Öğr. Üyesi,, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, tarabacioglu@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-1116-1777

⁶Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, hcansen@adu.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-6285-0946

⁷YL Öğrencisi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, ekin.dalgic@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-3414-9765

Atıf için;

Hiğde, E., Aktamış, H., Yazıcı, E., Özen Ünal, D., Arabacıoğlu, T., Şen, H. C., & Dalgıç, E. (2022). Homojen ve heterojen gruplardaki öğretmen adaylarının STEM ürünlerinin incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 7 (1), 70-91.

Giriş

Teknolojinin ve bilimin hızla ilerlemesi ve gelişmesi ile bilgiye ulaşım daha hızlı ve kolay hale gelmiştir. Bu nedenle bireylerin yaşamdan beklentileri de gün geçtikçe değişmektedir. Eğitim açısından bakıldığında hem teknoloji ve bilimin hızlı ilerlemesi hem de öğrencilerin beklentileri değişmektedir. Bu yüzden yeni nesil öğrenci profiline uygun eğitim yaklaşımları ile öğrencilerin beklenti ve ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerini içinde barındıran STEM eğitim yaklaşımı öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve inovasyon becerileri ile iletişim ve işbirliği becerilerini geliştirdiği için günümüzden tercih edilen bir eğitim yaklaşımı haline gelmiştir. STEM eğitim yaklaşımı ayrıca öğrencilere yaşantı yoluyla öğrenmeyi, günlük yaşamda karşılanacakları problemlerin üstesinden gelmeyi sağladığı için hem disiplinler arası düşünme hem de sosyal becerileri geliştirmeyi de sağlamaktadır (Dugger, 2010; Taştan Akdağ ve Güneş, 2017). STEM disiplinleri, öğrettiği teknoloji ve bilimin temeli ile insana yaratıcılık ve zihinsel yönden kattığı gelişim sayesinde ülkelerin pozitif yönde ilerlemesinde çok önemli katkı sunmaktadır (İşman, Baytekin, Balkan, Horzum ve Kıyıcı, 2002).

2000'li yıllardan bu yana Amerika Birleşik Devletleri'ndeki eğitim sisteminde önemli bir rol oynayan ayrıca 2010 yılında yayınlanan Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ile ilgili raporda STEM eğitiminin ne kadar benimsenmiş olduğu belirgin bir şekilde öne çıkmaktadır. Bu raporda geleceğin yönünün STEM alanlarında iyi yetişmiş bir nesil ile belirleneceğinin üstünde durulmuştur (President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST], 2010). "Fen, Teknoloji, İnovasyon ve Sürdürülebilir Ekonomik Kalkınma Üzerine Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği Zirvesi" 2010 – 2012 yılının sonuç raporunda ise STEM eğitiminin ulusal politikalara yansıdığını gösteren STEM eğitime Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği ülkelerinin verdiği önem doğrultusunda yapılan maddi yatırımlar kanıt niteliğinde olmuştur. STEM eğitiminin amaçları Thomas (2014) tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir;

1. STEM okuryazarlığına sahip kişilerden oluşan iş gücü üretmek,
2. STEM alanındaki mevcut işlerini devam ettirebilmek,
3. Ülkeler için ekonomik avantaj sağlayacak yenilikler üretebilmek,
4. Gelecekteki iş alanlarında yeterli olabilmek.

Fen Bilimleri ile ilgili son yıllarda yapılan araştırmaların sonuçlarına göre fen öğretim programına dahil edilen mühendislik tasarımı temelli yaklaşımın fen eğitiminin gelişimi açısından önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016; Özmen, Özel ve Adıgüzel, 2020). Mühendislik ile sosyal ihtiyaçların giderilebilmesi için, bilimsel, matematiksel teoriyi ve günümüzdeki teknolojiyi birbirleriyle ilişkilendirerek bilim ve matematik bütünleştirilir. Bir durumu araştırma, analiz

etme, tasarlama, problem durumu belirleme, bilgi toplama, takım çalışması yapma, yaratıcı fikir önerme, test etme, değerlendirme ve etkili iletişim kurma gibi becerileri kazanım haline getirmeyi hedefleyen etkinlikleri temel alan öğrenme ve üretme uygulamalarında mühendislik tasarımı temelli fen eğitimi önemli bir yer tutmaktadır (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016). Teknoloji tabanlı eğitimin vazgeçilemez olduğu günümüzde, kişilerin üretken, yaratıcı ve yenilikçi olmaları beklenmektedir (Akgündüz, ve diğ., 2015a; Akgündüz, ve diğ., 2015b). Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM olarak adlandırılan bu yaklaşım, yaygın olarak okul düzeyinde matematik ve fen bilgisi derslerinin entegrasyonu olarak bilinse de, mühendislik ve teknolojinin sınıf içi ve sınıf dışındaki etkinlikler ile kazandırılması olarak da anlaşılmaktadır (Şahin ve diğ., 2014).

STEM eğitimi, yenilikçilik kabiliyetine sahip bir nesil yetiştirmeyi hedefleyen yeniliklerin kalbinde yer almaktadır ve bu yöndeki bu yaklaşımın kapsamı, teoriği ve pratiğinin, okul ve üniversite kademesinde incelenmesi gerekmektedir (Çorlu, Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel, 2012). Ayrıca STEM alanında yeterliliğe sahip bireylerin yetiştirilmesinin üstünde öncelikli olarak durulmasının sebebi ekonomik ve teknolojik alandaki rekabet ortamıdır. Türkiye'de bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde; STEM'e yönelik öğretmen, öğretmen adayı ve öğrencilerin tutum, görüş ve öz yeterliliklerin incelendiği, anaokulu, ilk, orta, lise ve eğitim fakültelerinde eğitim gören öğretmen adaylarına yönelik uygulamalı çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Karahan, Canbazoglu Bilici ve Ünal, 2014; Gülhan ve Şahin, 2018; Hacıoğlu ve Başpınar, 2020; Pekbay, Saka ve Kaptan, 2020). Buna ek olarak bu konularla ilgili yapılmış çalışmalar incelenirse, STEM yaklaşımını temel alan programların nasıl olması gerektiği, dört disiplinin entegrasyonunun nasıl ilişkilendirilmesi gerektiği ve ne şekilde birleştirileceği ve öğretmenlerin STEM programlarını uygulama yolları ile ilgili çalışmaların yetersizliği göze çarpmaktadır (Bahar, Yener, Yılmaz, Emen ve Gürer, 2018; Gülhan ve Şahin, 2018; Arslan ve Arastaman, 2021).

STEM alanında yeterlilik düzeyi yüksek öğretmenler, STEM eğitiminin ülke genelinde yaygınlaştırılmasında oldukça önemli rol oynamaktadır (Wang, 2012). Fakat uygulama sürecinde öğretmenler birçok zorlukla karşı karşıya gelmektedir. Bunlardan biri, STEM'in bütünsel ve disiplinler arası bir yaklaşım olmasıdır. Fen Bilimleri öğretmenleri yalnızca kendi alanlarının bilgisine değil diğer disiplinler hakkında da bilgi ve yeterliliğe sahip olması gereklidir. Öğretmenlerin STEM çalışmalarını öğrencilerine ve fen dersine entegre edebilmeleri için yeni yöntemlere başvurmaları gerekmektedir. Ancak, öğretmenlerin STEM çalışmalarındaki yeterlilik düzeylerini arttırabilecek ve uygulamalar gerçekleştirilirken karşı karşıya kaldıkları problemlerin üstesinden gelebilecek bir program bulunmamaktadır. Eğer öğretmenlerin STEM eğitimi hakkındaki yeterliliklerinin gelişmesi ve eksiksiz bir STEM öğretmeni olmaları isteniliyorsa öğretmenlerin STEM hakkında iyi bir eğitime katılmaları gerekmektedir. İyi kaliteye sahip STEM uyumu sağlayabilecek bir program için ilk işlem basamağı

olarak uygulanması gereken husus öğretmenlerin bütünleştirme, entegre etme konuları ile ilgili yapılan çalışmaları incelemeleri ve bu konular ile ilgili bilgilenmeleridir (Wang, 2012). Ülkemizde öğretmen eğitimi genellikle tek branş üzerinden uzmanlaşan öğretmenlerin yetiştirildiği bir öğretmen yetiştirme eğitim programı mevcuttur. Ancak, STEM eğitim yaklaşımına uygun öğretmenlerin STEM disiplinlerinde bilgi, beceri, davranış ve farklı yeterliliklerinin olması beklenmektedir. Bu nedenle STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak öğretmen yetiştirmek için yeni bir farklı anlayışa ihtiyaç vardır. Öğretmenlerin yetiştirilmesi aşamasında birlikte çalışarak farklı alanlardaki yeterlilikleri, bilgi ve becerileri ile STEM eğitiminde daha başarılı olmaları beklenmektedir. Bunun gerçekleşebilmesi için kendi branşlarındaki öğretmen adaylarının homojen olarak ve farklı branşlardaki öğretmen adaylarının heterojen olarak STEM eğitime katıldıklarında ortaya koydukları ürünlerinin ve görüşlerinin homojen ve heterojen olarak çalışma durumlarına göre incelenmesine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda bu araştırmada STEM'in disiplinler arası doğası gereği, öğretmen adaylarına eğitim fakültelerinde STEM yaklaşımına uygun olarak verilmesi gereken eğitimin homojen yani her branştaki öğretmenin ayrı ayrı mı, yoksa tüm branşlardaki öğretmen adaylarının heterojen (karma) olarak mı eğitilmesinin daha iyi olacağına belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle araştırmada STEM etkinliklerine katılan öğretmen adaylarının kendi branşından öğretmen adayları ile homojen gruplarda mı yoksa diğer branşlardaki öğretmen adayları ile heterojen gruplarda mı daha iyi ve farklı STEM ürünleri ortaya koyma durumları incelenmiştir. Çalışmada "Öğretmen adaylarının ürettiği STEM ürünlerine, homojen ve heterojen grup özelliği yapısının etkisi var mıdır?" sorusu araştırılmıştır. Bu araştırma sorusuna ait alt problemler sırasıyla verilmiştir.

1. Homojen ve heterojen gruplar olarak STEM ürünleri tasarlayan öğretmen adaylarının ürün-performans düzeyleri nasıldır?
2. Homojen ve heterojen olarak STEM ürünleri tasarlayan öğretmen adaylarının STEM etkinlik sürecine yönelik görüşleri nasıldır?

Yöntem

Ege bölgesindeki bir üniversitenin Eğitim Fakültesi'nde eğitim alan formasyon öğretmen adayları içinden Matematik, Kimya, Mühendislik ve Fizik bölümlerinden mezun formasyon öğrencilerin STEM etkinlik temelli uygulama sürecinde oluşturdukları STEM ürün-performans düzeyinin nasıl değiştiği ve bu sürece yönelik görüşleri belirlenmesi amaçlandığından araştırmada 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 araştırmada öğrencilerin ürün performans düzeylerini ve görüşlerini detaylı bir şekilde, birden fazla veri toplama

aracını (gözlem, görüşme, doküman, rapor... gibi) kullanarak araştırmıştır (Creswell, 2007). Durum çalışmalarında “durum” bir birey veya karar verme süreçleri, programlar, belirli uygulama süreçleri veya örgütsel değişim konuları olabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013; Yin, 2003). Bu araştırmada incelenen durum, STEM etkinliklerinin homojen ve heterojen gruplar olarak uygulanan öğretmen adaylarının STEM ürün performans düzeyleri ve görüşleridir. Bu çalışmada, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yer alan Enerji Kaynakları konusunda STEM eğitimi temelinde öğretim tasarımı geliştirilerek uygulanmış ve uygulama sonuçları homojen ve heterojen gruplara göre karşılaştırılıp değerlendirilmiştir. STEM eğitimi temelinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ana dallarını kapsayan bir öğretim tasarımının hangi grup türünde daha iyi bir öğretim sağlayacağı sonucuna daha sonra karar verilmiştir. Günlük yaşamımızda doğal enerji kaynakları devamlı karşımıza gelmektedir. Enerji ünitesi kapsamında geliştirilen ders planı ile on haftalık STEM uygulamaları gerçekleştirilmiştir. STEM uygulamaları sürecinde öğrencilerin görüşlerini almak üzere bir görüşme formu uygulama öncesi ve sonrası olacak şekilde hazırlanmıştır. Öğrencilere yönelik hazırlanan formda 10 açık uçlu sorulardan oluşan 2 farklı formatı olan ilk grup ve son grup formu yöneltilmiştir. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiş ve grup değerlendirme kayıtlardan önemli görülen bölümler alıntılanarak verilmiştir.

Çalışma grubu

Çalışma grubu amaçsal örnekleme yöntemleri arasından ölçüt örnekleme ile belirlenmiştir. Ölçüt olarak matematik ve fen alanlarındaki öğretmen adaylarının olduğu sınıf rastgele olarak seçilmiştir. Çalışma grubu olarak, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde formasyon eğitimine kayıtlı Mühendislik, Kimya, Matematik ve Fizik alanlarından mezun öğretmen adaylarından oluşan bir sınıf seçilmiştir. Uygulamanın yapılacağı sınıf 19 erkek, 17 kız toplam 36 öğrenciden oluşmaktadır. Kişi sayısına ve bölümlere göre homojen 6 grup oluşturulmuştur. Kendi bölümlerine göre oluşturulan Homojen gruplar: 1. Grup Fizik 2. Grup Matematik, 3. Grup Matematik, 4. Grup Mühendislik, 5. Grup Kimya 6. Grup Kimya şeklindedir. İkinci uygulamada heterojen gruplar ise tüm alanlardaki öğretmen sayıları her gruba eşit olacak şekilde 6 gruba rastgele olarak dağıtılmıştır. 10 matematik öğrencisi, 6 fizik öğrencisi 7 mühendislik öğrencisi 13 kimya öğrencisi ile toplamda 36 bireyden oluşmaktadır.

Veri toplama araçları

Ürün değerlendirme rubriği

İlk oluşturulan homojen gruplar ve ikinci oluşturulan heterojen gruplar tarafından ortaya konan ürünler Çorlu ve Çallı (2017) tarafından geliştirilen sosyal ürün rubriği temel alınarak, araştırmanın amaçlarına uygun olarak rubriğe maddeler eklenmiş ve bazı maddeler çıkarılmıştır. Son şekli verilen

rubrik kapsam geçerliliği için uzman görüşüne sunulmuştur. Uzman görüşü sonrası kategoriler ve puanlama kriterleri gözden geçirilmiş ve uzman önerileri dikkate alınarak rubriğe son şekli verilmiştir.

Tablo 1. Sosyal ürün rubriği

Kategori	4	3	2	1	Puan
Fikir Geliştirme	Mevcut bilinen model ve bilginin ürün içerisinde dikkate alındığı açık	Üründeki fikir açık ve kolay bir şekilde anlaşılabilir.	Üründeki fikirde bazı noktalar net değil ve açıklanmaya ihtiyaç duyuyorum.	Bilinen modelleri dikkate almamış	
BTHP ilişkisi	İstenilen kriterlere vurgu yapılmış ve detaylı bilgi verilmiş. Bunun yanında bazı noktalar istenilen seviyenin üstünde, derinleşme sağlamış.	İstenilen kriterlere vurgu yapılmış ve detaylı bilgi verilmiş.	İstenilen kriterlere vurgu yapılmış fakat kullanılan bilgi kısıtlı.	BTHP'de vurgulanan bütün sınırlamalar dikkate alınmamış.	
Kalite (Bütünlük, Doğruluk)	Ürün doğru bir şekilde tamamlanmış ve çekici gözüküyor. Proje yapılan kişisel dokunuşlar ile zenginleştirilmiş.	Ürün doğru bir şekilde tamamlanmış ve özen gösterildiği açıkça anlaşılıyor	Ürün tamamlanmış fakat bazı detaylar ve özen bağlamında sınırlı kalmış	Ürün tamamlanmamış, bazı önemli bölümleri eksik ve özen gösterilmemiş.	
Davranış	Herkes grup tartışmalarına katkıda bulunur ve takım arkadaşlarının fikirlerini dinler. Her zaman görev üzerinde çalışır. Grup çalışmasına gereken katkıyı sağlar.	Grup arkadaşları yardıma ihtiyacı olan takım arkadaşları birbirine yeteri kadar faydalı katkıyı sağlamamıştır.	Grup arkadaşları uzlaşmaya istekli değildir ve tek başına çalışır.	Grup arkadaşları başkalarına yardımcı olmamıştır ve çalışmalara katkıda bulunmamıştır.	
Alan Uzmanlığı ve Materyal Kullanımı (Araç-Gereç, Malzeme, Mekanik, Vs.)	Gruptakiler alan uzmanlıklarını projelerinde etkili kullanmışlardır. Proje üzerinde etkisi olmuştur. Verilen materyalleri doğru şekilde kullanılmış. Materyallerde küçük yaratıcı uyarlamalar ile ürünün çekicilik ve orijinalliği zenginleştirilmiş.	Gruptaki bazı kişiler alan uzmanlıklarını projelerinde kullanmışlardır. Proje üzerinde etkisi pek yoktur. Verilen materyalleri doğru şekilde kullanılmış.	Gruptakiler alan uzmanlıklarını fikir söyleyerek sunmuşlar projede etkisi etkisiz olacağı düşüncesiyle kullanılmamış. Verilen materyalleri eksik ve özensiz bir şekilde kullanılmış.	Gruptakiler alan uzmanlıklarını projelerinde kullanmamışlar. Projeye hiçbir türlü alan uzmanlıklarının katkısı olmamıştır. Verilen materyaller ürünü oluşturmada yeterli olmayacak derecede sınırlı kullanılmış.	
Özgünlük	Ürün tamamıyla özgün düşünce ve yaratıcı fikir göstermektedir. Kişisel dokunuş içerir. Alışılmışın dışında ve şaşırtıcıdır.	Ürün bazı özgün fikirler ve farklı bakış açıları ortaya koyuyor.	Ürünü oluştururken verilen yönergeler kullanılmış fakat ürün kendi sonuçları ortaya koymamış. İlgi çekicilik bağlamında sınırlı kalmış.	Ürün özgün değil. Sadece verilen bilgiler tekrar edilmiş. Özen ve itina gösterilmemiş, sıradan bir ürün. Ürünü oluştururken verilen yönergelerin ötesine geçilmemiş.	
Toplam Puan					

Grup değerlendirme formu

İlk homojen olarak oluşturulan gruplar ve ikinci heterojen olarak oluşturulan gruplar ile uygulamalar sonrası değerlendirme için hazırlanan 10 sorudan oluşan bir grup değerlendirme formu ile grup

değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu formun kapsam geçerliği için, STEM Uzmanı olan 5 öğretmen üyesinin görüşü alınmıştır. Yapılan öneriler doğrultusunda forma son şekli verilmiştir. Sorular sadeleştirilmiş ve daha anlaşılır hale getirilmiştir. Veri toplama süresince öğretmen adaylarının dürüst ve doğru cevaplar vermesi ve rahat olması için günlük konuşma dilinde aşağıda verilen sorular sorulmuştur.

1. Uygulamanın size ne gibi katkıları olmuştur? Olumlu olarak gördüğünüz noktaları yazınız.
2. Uygulama sırasında yaşadığınız güçlükler nelerdir?
3. Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir?
4. En uygun çözümün belirlenmesinde etmenleriniz nelerdir?
5. Prototipin yapılması ve test edilmesi aşamasında yaşanan zorluklar nelerdir?
6. Problemin çözümüne yönelik yaptığınız araştırmalar nelerdir?
7. Grubunuzda kişisel olarak herkeste üretkenlik var mıydı?
8. Projeniz tüm istenen özellikler sahip mi neden açıklayınız?
9. İlk grubunuz ve ikinci grubunuz da olumlu veya olumsuz bulduunuz yönleriniz nelerdir? Bu iki grubu karşılaştırsanız hangisinde daha çok üretken oldunuz nedenleriyle açıklayınız?
10. Tasarım Çizimi ve Açıklamalarınız. Gerçekleştirmeyi düşündüğünüz bu tasarımın başarılı bir tasarım olduğunu düşünüyor musunuz? Neden böyle düşünüyorsunuz?

Verilerin analizi

Ürün değerlendirme rubriği ile homojen ve heterojen gruplar tarafından oluşturulan STEM ürünleri analiz edilirken betimsel analiz kullanılmıştır. Grup değerlendirme sorularının analizinde betimsel analiz kullanılarak, örnek öğrenci görüşlerine doğrudan alıntılar ile yer verilmiştir. Betimsel analizin kullanıldığı araştırmalarda veriler daha önceden belirlenen araştırma sorularına ya da belirlenmiş olan boyutlara göre düzenlenebileceği gibi, gözlem ve görüşme sürecinde kullanılan boyutlar veya sorular kullanılarak da ifade edilebilir (Yıldırım ve Şimsek, 2013). Bu sebeple bu çalışmada grup değerlendirme formu ile yapılan görüşmelerden önce belirlenen sorular tema olarak seçilmiştir. Verilerin analizinde katılımcıların cevapları yazılı olarak alınmış bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu metinlerde yazan ifadeler belirlenen görüşme soruları temelinde sözcükler ve anlamlı yapılar biçiminde kodlanmıştır. Araştırmada görüşülen katılımcılar ile grup değerlendirme formu ile yapılan görüşmelerde geçen yanıtlara ait doğrudan direkt alıntılar tırnak içerisinde ve hiçbir değişiklik gerçekleştirilmeden ham veri olarak verilmiştir. Katılımcıların görüşlerinin çarpıcı bir şekilde yansıtılması amacıyla doğrudan alıntılar kullanılmıştır.

Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak için, verilerin toplanmasında veri üçlemesi (görüşme ve gözlem) yöntemi kullanılmıştır. Grup değerlendirme formunun sorularının iç geçerliğini sağlamak için görüşme

soruları 5 uzman tarafından incelenmiştir. Uzmanlar grup değerlendirme formu ile yapılan görüşme verilerini incelemiş, sorulara verilen cevapların soruların beklenen yanıtlarını yansıtıp yansıtmadığını, açık anlaşılır olup olmadığı ve incelenen konuyu kapsayıp kapsamadığına karar vermiştir. Pilot görüşme sonucunda anlaşılır olmayan soruların açık ve anlaşılır olması için bazı ifadeler sadeleştirilmiştir ve bazıları çıkartılmıştır. Benzer şekilde gözlem rubriğinde uzmanlar tarafından incelenmiştir. Uzmanların görüş ve önerileri doğrultusunda anlaşılmayan kriterler düzeltilmiş ve netleştirilmiştir. Örneğin, davranış boyutunda sadece grup olarak birlikte çalışmanın yeterli olmadığı, bireylerin birbirine saygı duyarak birbirlerini dinlemeleri ve bir ürün üzerinde herkesin çalışması gerektiği vurgulanmıştır. Kalite ve materyal kullanımı arasındaki farklılığın önemli olduğu, materyallerin hepsinin başarılı kullanımının kaliteyi arttırmada tek etken olmadığına uzmanlar tarafından dikkat çekilmiştir. Ayrıca gözlem rubriğindeki kategoriler ve kriterlerin istenilen kriterleri ölçüp ölçmediği uzmanlar tarafından kontrol edilmiştir. Bu çalışmalardan sonra veri toplama araçlarının bu araştırma için geçerli ve güvenilir olduğuna karar verilmiş ve veri toplama süreci başlatılmıştır.

İşlem basamakları

Çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarına proje tabanlı öğrenme yöntemine göre Enerji Kaynakları konu başlığı altında gerçek yaşam problemlerinden iki farklı problem durumu verilmiştir. Problem durumları verilmeden önce öğretmen adayları homojen olarak, her öğretmen adayı kendi branşındaki öğretmen adayları ile grup yapılmıştır. Buna göre 2 matematik, 2 kimya, 1 fizik ve 1 mühendislik grubu olmak üzere 6 homojen grup oluşturulmuştur. İlk problem durumu Güneş enerjisi temalı olarak verilmiştir. İkinci problem durumu ise heterojen olarak oluşturulan 6 gruba verilmiştir. Bu gruplar heterojen olarak oluşturulurken her grupta her branştan en az bir öğretmen adayı olmasına dikkat edilmiştir. İkinci problem durumu ise rüzgâr enerjisi temalı olarak verilmiştir. Homojen gruplar ile yapılan ilk uygulamadan ve heterojen gruplar ile yapılan ikinci uygulamadan sonra öğretmen adaylarının ürünleri sosyal ürün rubriği ile değerlendirilmiştir. Benzer şekilde grup değerlendirme soruları ile öğretmen adayları ile hem ilk uygulamadan hem de ikinci uygulamadan sonra değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve yorum

Gözlem verilerine ait bulgular

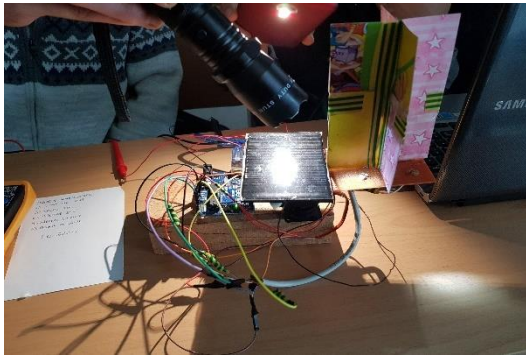
İlk olarak sınıf içinde gerçekleştirilen etkinliklerin sonucunda ortaya çıkan ürünlerin değerlendirmesi için kullanılan Sosyal Ürün Rubriğine göre analiz sonuçları sunulmuştur. Homojen ve heterojen gruplar olarak gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda ortaya çıkan ürünler rubrik kategorilerine ve

kriterlerine göre puanlanmıştır. Grupların aldıkları puanlar kategoriler bazında aşağıda Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. İlk oluşturulan homojen grupların değerlendirme tablosu

	Fikir Geliştirme	BTHP İlişkisi	Kalite	Davranış	Alan ve Materyal Kullanımı	Özgünlük	Toplam Puan
1.Grup	3	2	2	2	3	3	15
2.Grup	4	4	3	3	3	3	20
3.Grup	2	2	2	2	3	1	12
4.Grup	4	4	4	4	4	3	23
5.Grup	2	2	2	1	3	2	12
6.Grup	2	2	2	1	2	1	10

Tablo 2 incelendiğinde ürün değerlendirme rubriğinden 4. grubun en yüksek puan aldığı görülmektedir. En düşük puanı ise 6. grubun aldığı görülmektedir. Fikir geliştirme bölümünde 2. grubun en yüksek puanı aldığı, en düşük puanı ise 5., 3. ve 6. grupların aldığı görülmektedir. BTHP ilişkisinde ise 2. grup ve 4. grubun en yüksek puanı aldığı görülmektedir. En düşük puanı ise 1., 3., 5. ve 6. gruplar almıştır. Kalite bölümünden 4. grubun en yüksek puanı aldığı görülmektedir. En düşük puanı ise 1., 3., 5. ve 6. grupların aldığı görülmektedir. Davranış bölümünden ise 2. grubun en yüksek puanı aldığı görülmektedir. En düşük puanı ise 5. ve 6. grupların aldığı görülmektedir. Alan uzmanlığı ve materyal kullanımı bölümünde en yüksek puan alan 4. grubun olduğu görülmektedir. En düşük puanı 6. grubun aldığı görülmektedir. Özgünlük bölümünde en yüksek puan alan 2. grubun olduğu görülmektedir. En düşük 3. ve 6. grubun aldığı görülmektedir. Toplam puanlara göre en yüksek ve en düşük puan alan ürünlerin resimleri aşağıda verilmiştir.



Resim 1. En yüksek puan alan proje (homojen)



Resim 2. En düşük puan alan proje (homojen)

Homojen gruplar arasında en yüksek puanı alan grubun ürününde öğretmen adayları güneş panelini güneş ışınlarını her zaman dik açı ile alabilmesi için özel bir düzenek hazırlamıştır. Bu düzenekte dört farklı ışığı algılayan aygıtlar kullanılmış ve düzenekteki yazılım ile güneş panelleri her zaman güneş ışığını 90 derecelik açı ile otomatik olarak alabilmektedir. Bu sayede güneş panelleri güneşin konumuna göre hareket ederek maksimum enerji üretmektedir. Tasarlanan prototipin gerçekleştirebilecek bir proje olduğu görülmektedir. En düşük puanı alan grubun ise basit malzemeler kullanılarak hazırlanmış ve değiştirilip geliştirilmeye çok ihtiyacı olan bir proje olduğu görülmektedir.

Bu projede amaç ağaçlardan ve yüksek gerilim hatlarından daha yüksekte güneş panelleri kullanarak enerji üretmektir. Yükseklik farkı ile de ufuk çizgisinin daha uzakta olacağı düşünülmüştür

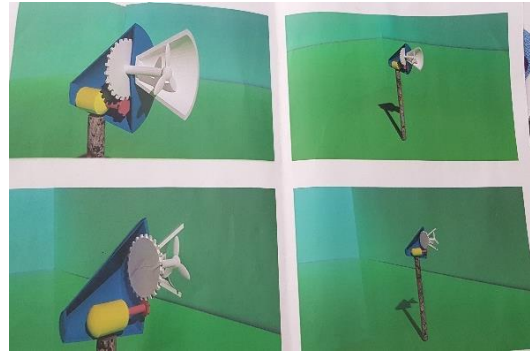
Tablo 3. İkinci oluşturulan heterojen grupların değerlendirme tablosu

	Fikir Geliştirme	BTHP İlişkisi	Kalite	Davranış	Alan ve Materyal Kullanımı	Özgünlük	Toplam Puan
1.Grup	4	3	4	3	3	3	20
2.Grup	3	4	3	4	2	4	20
3.Grup	3	3	3	3	3	3	18
4.Grup	4	4	3	3	4	2	20
5.Grup	3	3	4	4	4	3	21
6.Grup	4	4	4	3	3	2	20

Tablo 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının oluşturdukları heterojen grupların ürün değerlendirme rubriğinden 5. grubun en yüksek puanı aldığı, en düşük puanı ise 3. grubun aldığı görülmektedir. Fikir geliştirme bölümünde 1., 4. ve 6. grupların yüksek puan aldığı, düşük puanı ise 2., 3. ve 5. grupların aldığı görülmektedir. BTHP ilişkisinde ise 2., 4. ve 6. grupların yüksek puan aldığı görülürken, 1., 3. ve 5. grupların ise düşük puan aldıkları görülmektedir. Kalite bölümünde yüksek puan alan 1., 5. ve 6. grupların olduğu görülürken, 2., 3., ve 4. grupların ise düşük puan aldığı görülmektedir. Davranış bölümünden 2. ve 4. grupların en yüksek puan aldığı, 1., 3., 5. ve 6. grupların diğerlerine göre daha düşük puan aldığı görülmektedir. Alan uzmanlığı ve materyal kullanımı bölümünde en yüksek puanı 4. ve 5. grupların aldığı, en düşük puanı ise 2. grubun aldığı görülmektedir. Özgünlük bölümünde en yüksek puanı 2. grubun, en düşük puanı ise 4. ve 6. grubun aldığı görülmektedir. Toplam puanlar üzerinden bakıldığında en yüksek ve en düşük puan alan heterojen grupların ürünlerine ait resimler aşağıda verilmiştir.



Resim 3. En yüksek puan alan proje (heterojen)



Resim 4. En düşük puan alan proje (heterojen)

Heterojen gruplar arasında en yüksek puanı alan grubun ürün modelinde güneş panelleri tasarlanmış ve bu paneller aynı zamanda sesi ve rüzgârı toplaması amacıyla yapılan panellerdir. Rüzgâr enerjisini kesmemek için panellerin aralarına en az 100 metre mesafe bırakılmıştır. Kuşların göç yollarını etkilemeyecek şekilde rüzgâr tribünleri arasına 500 metrelik mesafeler bırakılmıştır. Model hem rüzgâr enerjisine güzel bir çözüm bulmuş hem de güneşten alınan enerjiyle sistemin gerek duyduğu enerjinin karşılanması amaçlanmıştır. En düşük puanı alan grubun ürünü ise hayvanlara karşı zararları en aza indirmek için kuşların göç yollarının ve hayvan popülasyonunun en az etkilenecek yerlerinin

belirlenip orada kurulması düşünülmüştür. Malzeme yapısında ve boyutlarında değişikliğe gidilip ses desibeli azaltılmıştır. Ürün 360 derece rüzgârın yönüne göre ayarlanabilmektedir.

Grup değerlendirme formu verilerine ait bulguları

Grup değerlendirme formunun ilk sorusu olan “Uygulamanın size ne gibi katkıları olmuştur? Olumlu olarak gördüğünüz noktaları yazınız.” sorusu öğretmen adaylarına sorulmuştur. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplardan ilk uygulama olan homojen gruplar ve ikinci uygulama olan heterojen gruplardan sonra ikiyeş öğrencinin cevapları karşılaştırmalı olarak aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Problem çözmenin verdiği huzur.

Ö2: İlk grupta herkes bireysel olarak çok çabaladı ve fikir alışverişi daha yoğun oldu. Fizik açısından geniş farklı bakış açıları yakaladık.

Heterojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Problem çözümüne farklı açılardan bakma olanağı sağladı.

Ö2: Fikir alışverişinde farklı bakış açlarına sahip farklı fikirler edindim.

Homojen gruplardaki öğretmen adaylarının verdiği cevaplar incelendiğinde araştırma yaparak kendilerini geliştirdikleri ve projeler ile pratik olarak bir tasarım yapmanın yararlı olduğunu belirttikleri görülmektedir. Heterojen gruplardaki öğretmen adayları benzer olarak bir araştırma yapmanın kendilerine pratik ve bilgi sağladığını ifade etmişler ve gruplarında daha verimli iş bölümü olduğundan bahsetmişlerdir. Takım çalışmalarına alıştıklarını ifade etmişlerdir. Grup çalışmalarında işbirlikçi öğrenme sağlanmıştır. Grup çalışmasının önemi anlaşılmıştır.

Grup değerlendirme formunun ikinci sorusu olan “Uygulama sırasında yaşadığınız güçlükler nelerdir?” sorusuna homojen ve heterojen gruplardaki öğretmen adaylarının verdiği cevaplardan iki kişinin cevabı örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Sıkıntı yok.

Ö2: Bir güçlük yaşamadım.

Heterojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Yeni bir sistem olduğu için adapte olmada biraz zorluk yaşadım.

Ö2: Grupta ki bireylerin sorumsuz davranması bu yüzden bireysel çalışmam.

Homojen gruplardaki öğretmen adayları herhangi bir sorun ile karşılaşmadıklarını ifade ederken, heterojen gruplardaki öğretmen adayları grubun toplanmasında problemler yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Bu sorunu da şehir dışından gelen ve çalışan bireyler oldukları için toplanmada problem yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Grup değerlendirme formunun üçüncü sorusu olan “Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir?” sorusuna homojen ve heterojen gruptaki öğretmen adaylarının verdikleri örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruptan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Güzel bir uygulama ilginçlik yok.

Ö2: Kısıtlı fikre sahipken birçok fikri görmek.

Heterojen Gruptan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Heterojen gruplar halinde problem çözmek.

Ö2: Bilinmeyen bilgilerin elde edilmesi.

Homojen gruptaki öğretmen adayları yapılan uygulamada ilginç bir yönle karşılaşmadıklarını ifade etmişlerdir. Heterojen gruptaki öğretmen adaylarından matematik öğrencilerinden birine elektrik üreten pillerin yanması garip gelmiştir. Başka gruptan birine de bütün şehre ve fabrikaya devamlı elektrik üretilip ve bu bölümler için devamlı elektrik enerjisini sağlaması garip gelmiştir.

Grup değerlendirme formunun dördüncü sorusu olan “En uygun çözümün belirlenmesinde etmenleriniz nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara ait örnek ikişer kişinin cevabı aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruptan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Problemin çözümünde sonuca ulaşmak.

Ö2: Bireysel çalıştığım için kendi fikrimi uyguladım.

Heterojen Gruptan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: İhtiyaç duyulan bir çözüm olması.

Ö2: Fikir alışverişi yaparak hangi çözümün daha verimli olacağı tartışıldı.

Homojen gruptaki öğretmen adayları araştırmalardan bilgi edindiklerini, tartışmalar sonucu ortaya çıkan fikirlerini ve ürünlerini değerlendirdiklerini ifade etmişlerdir. Heterojen gruptaki öğretmen adayları ise verileri toplayıp değerlendirdiklerini, bilgi alışverişi veya araştırma yapma gibi etkinlikler ile en uygun çözümü belirlediklerini ifade etmişlerdir.

Grup değerlendirme formunun beşinci sorusu olan “Prototipin yapılması ve test edilmesi aşamasında yaşanan zorluklar nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının verdiği cevaplara ilişkin iki öğretmen adayının örnek cevapları aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruptan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Zorluk oluşmadı.

Ö2: Zorluk yaşamadık.

Heterojen Gruptan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Pek fazla bir zorlukla karşılaşmadım. Bir zorluk yaşamadım.

Ö2: Bir zorluk yaşamadım.

Homojen gruptaki öğretmen adayları materyallerin tedarikinin nasıl yapılacağı ve hangi ürünün kullanılacağına ilişkin zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Heterojen gruptaki öğretmen adayları arasında ampulü duya takmakta zorlananlar olmuştur. Mekanik parçalarda problem yaşamışlardır. Bunlarda pratik ve teknik bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Grupların heterojen olması açısından bu sorunların üstesinden gelmişlerdir.

Grup değerlendirme formunun altıncı sorusu olan “Problemin çözümüne yönelik yaptığınız araştırmalar nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara ilişkin homojen ve heterojen gruplardan örnek ikişer kişinin cevabı aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: İnternet üzerinden araştırma yapıldı.

Ö2: Fikir alışverişi yanında internetten yararlanıldı.

Heterojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: İnternet üzerinden daha çok araştırma yapıldı.

Ö2: İnternet ve çevreden fikir alışverişi.

Homojen gruplarda çalışan öğretmen adayları internetten yararlandıklarını ve grup içinde fikir alışverişi yaptıklarını ifade etmişlerdir. Heterojen gruplardaki öğretmen adayları ise uzmanlardan, internetten, araştırma sonuçlarından, tez ve makale gibi bilimsel yayınlardan yararlanarak güncel problemleri belirlemeye yönelik araştırmalar yaptıklarını ifade etmişlerdir.

Grup değerlendirme formunun yedinci sorusu olan “Grubunuzda kişisel olarak herkeste üretkenlik var mıydı?” sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar arasından homojen ve heterojen gruplardan ikişer kişinin cevapları örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Evet.

Ö2: Bireysel çalıştım.

Heterojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Evet.

Ö2: Kesinlikle herkes üretkendi.

İki grubunda aktiflik düzeyleri oldukça yüksek birkaç grupta problem olmuştur. Bazı kişiler aktif rol almamışlar. Homojen gruplarda birkaç kişi de bireysel çalışmak isteyip çalışma durumundan dolayı bireysel çalışmışlardır.

Grup değerlendirme formunun sekizinci sorusu olan “Projeniz tüm istenen özelliklere sahip mi neden açıklayınız?” sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara ilişkin her gruptan iki kişinin cevabı örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Evet problem çözümünde sonuca ulaşıldı.

Ö2: Görsel açıdan çok ilgi çekici değildi, ilk proje olduğu için dikkat edilmeyen noktalar oldu.

Heterojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Evet. Çünkü doğal ortam zarar vermeyi engelleyen çözümler üretildi.

Ö2: İlk projeye göre daha özenli çalışma sağlandı.

Homojen gruplar arasından birkaç grup ürününden memnun kalmamış ve ilk projeleri olduğu için hem görsel hem de mekanik olarak beğenmedikleri bölümler olduğunu ifade etmişlerdir. Heterojen olarak oluşturulan gruplardaki öğretmen adaylarının çoğu hem projelerini beğendiklerini hem de ilk projeye göre düzenli ve çevre yanlısı projeler ürettiklerini belirtmişlerdir.

Grup değerlendirme formunun dokuzuncu sorusu olan “İlk grubunuz ve ikinci grubunuz da olumlu veya olumsuz bulduğunuz yönleriniz nelerdir? Bu iki grubu karşılaştırsanız hangisinde daha çok üretken olduğunuzu nedenleriyle açıklayınız?” sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara ait bulgular aşağıda verilmiştir.

Homojen gruptaki öğretmen adaylarının bazıları bireysel çalıştıklarını heterojen gruptakiler ise tüm grup üyeleri ile birlikte, beraber çalıştıklarını ve iş bölümü yaptıklarını belirtmişlerdir. Homojen gruptaki öğretmen adayları kaynaktan araştırma yapmaları sayesinde literatürlerini geliştirdiklerini belirtmişler ama sürenin kısıtlı olmasından dolayı sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir. Heterojen gruptakiler daha verimli geçtiğinden söz etmişlerdir. Homojen gruptakiler grup çalışmalarında projenin iş yükünün bir kişinin üzerine yıkılırken heterojen gruptakiler ise herkesin katılımıyla projenin oluştuğunu ve bilgi alışverişi ile farklı fikirlerin etkisinin daha çok olduğunu ifade etmişlerdir. Heterojen grupların gerçekleştirdiği etkinlik için öğretmen adaylarının çoğu daha verimli ve daha farklı düşünce yapılarının etkisiyle gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

Grup değerlendirme formunun onuncu sorusu olan “Tasarım çizimi ve açıklamalarınız nasıldı? Gerçekleştirmeyi düşündüğünüz bu tasarımın başarılı bir tasarım olduğunu düşünüyor musunuz? Neden böyle düşünüyorsunuz?” sorusuna öğretmen adaylarının verdiği cevaplardan ikişer kişinin cevabı örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Homojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Evet problem çözümünde sonuca ulaşıldığı için başarılı bir tasarım oldu. Geliştirilirse düşünüyoruz.

Ö2: Geliştirilirse düşünüyoruz.

Heterojen Gruplardan Örnek Öğrenci Yanıtları

Ö1: Gerekli açıklama posterde mevcuttur.

Ö2: Gerekli tedbirler olduğu için başarılı olduğunu düşünüyorum.

Homojen ve heterojen gruplardan en az ikisi projesini başarılı olarak gerçekleştirdiğini ifade etmektedir. Tamamlayan gruplar özellikle parçaları başarılı şekilde kullandıklarını belirtmişlerdir. Projelerinde başarısız olduğunu söyleyen grup olmamıştır. Herkes istediğini tasarlamış ve prototipini yapmıştır.

Sonuç ve tartışma

Heterojen gruplar da aritmetik ortalama 19.83 puandır. En yüksek puanı alan 6. grubun yapısı incelendiğinde grupta bulunan bireylerin branşlarının etkisi olmuştur. Fizikçilerin ses emilim fikrini sunarken mühendisler de ses emilimi için fikirlerini ve çözüm yollarını tartışmışlardır. Yapımı için tasarımların oluşturulmasında kararlar verilmesi ve gerekli güvenilir mesafelerin oluşturulmasında yardımcı olmuştur. Yapının yapısal özelliklerini belirlemişlerdir. Matematikçiler ve kimyacılar tasarım modelinin taslağını oluşturma, çevreye zarar vermeyecek kimyasalları belirleme de görev almışlardır. Diğer gruplarda problemlerine karşı başarılı sonuçlar elde etmiştir. Genel anlamda heterojen gruplar kendi içlerinde farklı alanlardan olan grup arkadaşlarının faydasını rahatça hissetmişlerdir. Grupları farklı alanlardan olan gruplar, grup arkadaşlarının farklı fikirlerini ve farklı uzmanlıklarını kullanarak problem çözümünde daha çeşitli çözüm yolları üretmişlerdir.

Homojen gruplar da aritmetik ortalama 15 puandır. Homojen gruplar arasında en yüksek puanı 4. grubun aldığı görülmektedir. Bu grubun Mühendis grubu olması ve STEM gibi diğer bilimlerle entegre bir eğitim almış olmalarından dolayı bu projelerde gayet başarılı olmuşlardır. Bu grupta elektrik mühendisi olması ürünlerinin dijital anlamda başarılı olmasını sağlamıştır. Projelerinde kullandıkları Arduino son zamanlarda STEM eğitimlerinde ön planda olan bir programlamadır. Bu grup maksimum enerji üretmek için çok başarılı foton algılayıcıları kullanarak materyal geliştirmişlerdir. Verilen problemle en iyi çözümü ürün olarak üretebilen tek gruptur. Mühendislik mezunu öğretmen adaylarının diğer disiplinler ile entegre bir eğitim aldıkları için beklenen düzeyde proje sundukları gözlemlenmiştir. Homojen gruplar genel anlamda orta derecede sonuçlar elde etmiştir. Sadece mühendislik mezunu öğretmen adaylarının olduğu grup diğer gruplara göre yüksek puan almıştır. Bu durum da onların mühendis olmalarıyla açıklanmaktadır. Genel olarak homojen ve heterojen grupların oluşturduğu ürünleri incelediğimizde heterojen grupların ürünlerinin daha orijinal olduğu görülmektedir. Heterojen grup yapısının daha iyi ve verimli olduğu ve ürünler üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Homojen grupların aritmetik ortalaması 15 puandır. Maksimum alınabilecek puan ise 24 puandır ve arasında 9 puan vardır. Maddelerin aritmetik ortalaması toplamları ise 2.50, maksimum değer 4 alabilmektedir ve arasında 1.50 puan fark bulunmaktadır. Heterojen grupların aritmetik ortalaması ise 19.83 puandır. Maksimum alınabilecek puan ise 24 puandır ve arasında 4 puan vardır. Maddelerin

aritmetik ortalaması ise 3.30, maksimum değer 4 yakın bir değerdir ve arasında 0.7 puan fark bulunmaktadır. İki grup türüne ait puanlar karşılaştırıldığında grup ortalaması 15 olan homojen grup ile 19.83 puan olan heterojen grubun puanları incelendiğinde heterojen grubun daha yüksek puan aldığı görülmektedir. Bu sonuca göre heterojen grupların daha iyi bir ortalamaya sahip olduğu söylenebilir. Maddelere göre değerlendirildiğinde maddelerin aritmetik ortalamasından çıkan sonuçlar ilk grupta 2.5 puan ikinci grupta ise 3.3 puandır. Maddeler üzerinden değerlendirildiğinde heterojen grubun daha başarılı sonuçlar elde ettiği görülmektedir. Bu rubrikteki değerlere dayanarak heterojen grupların daha başarılı olduğu söylenebilir.

Grup Değerlendirme Formlarına ait bulgular incelendiğinde öğretmen adaylarının homojen ve heterojen gruplar için birbirine yakın cevaplar verdikleri görülmektedir. Ancak, gerçekleştirdikleri çalışmalar süresince heterojen gruplarda grup içi üretkenliğin ve kalitenin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Homojen grupta bazı katılımcılar bireysel çalıştığını ifade ederken heterojen grupta herkesle beraber çalıştığını ve iş bölümü yaptığını belirtmiştir. Homojen gruptaki katılımcılar birincil kaynaklardan araştırma yaptıklarını ama zaman açısından sorun yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Heterojen gruptaki katılımcılar ise çalışmaların her açıdan daha verimli geçtiğinden söz etmektedir. Homojen gruplarda iş yükünün sadece bir kişinin üzerine kaldığından bahsedilirken heterojen gruplarda ise herkesin katılımıyla projenin oluşturulduğundan ve bilgi alışverişi ile farklı fikirlerin etkisinin daha iyi ürünlerin ortaya çıkmasına neden olduğu ifade edilmiştir. Projelerinde başarısız olduğunu söyleyen olmamış herkes istediği projeyi tasarladığını ve prototipini yaptığını ifade etmiştir. Heterojen grup ürünlerinin daha verimli olduğu ifade edilmektedir. Çünkü daha farklı fikirler ve çözüm önerileri sunulmuştur. Gruplarda her öğrenci farklı disiplinlerde uzman olduğu için çözüm yollarını bulmada ve üretmede daha aktif roller almıştır. STEM etkinliklerinin heterojen grup yani karma bölümlerden oluşturulmuş grup yapısı ile daha başarılı ürünler ortaya koymada etkili olduğu söylenebilir.

STEM eğitimi öğretmen adaylarının fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının doğasını anlamalarına yardımcı olmaktadır. STEM etkinliklerinin uygulandığı çalışmalarda katılımcıların genellikle süreç içinde STEM eğitime yönelik bakış açılarının olumlu etkilendiği görülmektedir (Hiçde ve Aktamış, 2021). İlk etkinliklere katılan bireylerin genellikle materyalleri kullanma, grup içi görev dağılımı, zamanlama ve organizasyon konularında sorunlar yaşadıkları, zamanla STEM yaklaşımını anladıklarında ve deneyimleri arttığında bu sorunların üstesinden gelebildikleri görülmektedir (Jones vd. 2003). Öğretmen adaylarının da bu çalışmada STEM projelerini yaparak ve süreci yaşayarak deneyim kazandıkları, kendi yapılandırdıkları bilgi ve prototipleri ile çalışmalarını ürüne dönüştürerek üst düzey öğrenme sağladıkları söylenebilir. Alan yazında da benzer şekilde STEM çalışmalarında katılımcıların gerçek yaşantı ile ilgili bir tasarım projesi ile karşılaşarak problem

çözme becerisi geliştirdikleri, farklı alanlardan kişilerle iletişim kurarak ana kavram üzerine bilgi edindikleri bu sayede öğrendikleri bilgi ve beceriyi gerçek yaşamlarına entegre ederek yeni ve farklı günlük yaşam problemleri için kullanabildikleri belirlenmiştir (Wendel, 2008).

Bu çalışmada olduğu gibi alan yazında yapılan çalışmalarda da farklı branşlardan öğretmenlerin grup olarak çalışmasının onlar için alan bilgisi geliştirme, fikir alışverişi yapma ve disiplinler arası entegrasyonu sağlama gibi birçok açıdan yararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Yıldırım, 2020). Benzer şekilde farklı branşlardan öğretmenlerin birlikte grup çalışmasının öğretmenlerin mesleki gelişimlerine de olumlu katkısı olduğu görülmektedir (Jones ve Carter, 2007). Farklı branşlardaki öğretmenlerin bireysel olarak hazırladıkları ders planları ve ders hazırlıklarında STEM disiplinlerine yönelik pedagojik alan bilgilerinin istenen düzeyde olmadığı bulunmuş ve eksikliklerini farklı branşlardaki öğretmenler ile birlikte çalışarak daha kolay tamamlayabildikleri belirlenmiştir (Yıldırım, 2020). Alan yazında yapılan çalışmalarda heterojen grupların disiplinler arası beceri kazanma ve farkındalığı arttırma açısından daha başarılı olduğunu ve eğitim fakültelerinde bu becerilerin kazandırılmasının önemine dikkat çekmektedir (Karademir Coşkun, Alakurt ve Yılmaz, 2020). Yapılan çalışmada heterojen gruptaki öğretmen adayları farklı branşlardan oldukları için farklı ve hızlı çözüm yolları üretmede başarılı olduklarını ifade etmişlerdir. Alan yazındaki çalışmalarda da STEM eğitiminin sadece bir tek disipline ait olmadığı bu nedenle birçok farklı disiplinin işe koşularak disiplinler arası entegrasyonun sağlanarak çözüm önerileri ve projeler üretilebileceğinden bahsedilmektedir (Akgündüz vd., 2018). Ancak, hem farklı branşlardaki öğretmenlerin birlikte çalışma alışkanlığının ülkemizde eksik olması hem de farklı okullardaki yöneticilerin bu konuda yeterli olmadığı görülmektedir. Bunun için öğretmenlerin gönüllü olarak birlikte çalışma, proje hazırlama ve fikir alışverişi yapmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca okullarda STEM eğitiminin yaygınlaştırabilmesi için sadece öğretmenlerin değil yöneticilerinde STEM konusunda bilgi sahibi olması ve öğretmenlere gerekli okul kültürünü sağlayarak farklı branşlardan öğretmenlerin bir arada çalışmasını sağlaması gerekmektedir.

Öğretmen adayları heterojen grup çalışmalarında daha çok iş bölümü yaptıklarını, iletişim becerilerini geliştirdiğini ve uyum içinde çalıştıklarını belirtmiştir. Heterojen grupların homojen gruplara göre daha çok işbirliği yaptığı, fikir alışverişine daha çok yatkın olduğu ve herkesin üstün olduğu alanda becerilerini işe koştugu belirlenmiştir. Bu nedenle heterojen grupların üstün becerileri ortaya çıkardığı ve işbirliğini arttırdığı hem bu çalışmada hem alan yazındaki çalışmalarda ortaya konmuştur (Zacharias ve Barton, 2004; Bilgin ve Karaduman, 2005; Taştan Akdağ ve Güneş, 2017). Bazı homojen gruptaki öğretmen adayları grup olarak çalışmak yerine bireysel çalışmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak da grup olarak zorlandıklarını ve iletişim becerilerinin grup olarak iyi olmadığından bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının STEM temelli disiplinler arası

uygulamalara katılması bilgi ve becerilerini farklı branşlardaki öğretmen adayları ile paylaşmaları sayesinde bilgi ve becerilerini ürüne dönüştürme fırsatı yakalayarak başarılı ürünler ortaya koyabilecekleri heterojen grup çalışmalarından sonra belirlenmiştir. Benzer şekilde öğretmenlerin STEM eğitimini başarılı şekilde uygulayabilmesi için bilimsel araştırmaları anlaması ve sınıflarına uygun materyaller ile aktarması, tasarım sürecini günlük yaşam problemlerinin çözümünde kullanması ve laboratuvarlarda yaptıkları deneyleri tasarım sürecine entegre etmeleri önerilmektedir (NRC, 2012). Öğretmen adaylarının farklı branşlardaki öğretmen adayları ile gerçek yaşam temelli STEM eğitime hem üniversitelerde hem de hizmet içi eğitimlerde katılmaları onların bilgi ve becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı, bu çalışmada ve alan yazındaki çalışmalarda görülmüştür (Altan vd. 2016).

Öneriler

Öğretmen adaylarının hem sosyal ürün rubriği hem de grup değerlendirme formlarından aldıkları puanlar incelendiğinde heterojen grupların ürünlerinin daha verimli ve daha orijinal oldukları, grup çalışmalarında heterojen gruplara katılan öğretmen adaylarının kazanımlarının daha çok olduğu ve ürün ortaya koymada başarılı oldukları görülmektedir. Bu nedenle farklı branşlardaki öğretmenlerin ve öğrencilerin STEM'in doğasını anlamaları için bir arada fikir alışverişi yapabilecekleri, sahip oldukları bilgi ve becerileri kullanarak gerçek yaşam problemlerine farklı görüş sunabildikleri ortamın sağlanması önerilmektedir.

Öğretmen adaylarının katıldığı bu çalışma formasyon eğitimi süresince özel öğretim yöntemleri dersi kapsamında homojen ve heterojen gruplar oluşturularak sınırlı bir zaman ve derste gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın kapsamının, içeriğinin ve süresinin genişletilerek daha büyük bir örnekleme içeriğinin modüler bir yapıya dönüştürülerek daha geniş bir zaman dilimine yayılarak katılımcıların hem kazanımlarının artırılması hem kalıcılığının sağlanması açısından çalışmanın genişletilerek uygulanması önerilmektedir.

Bu çalışmadaki öğretmen adaylarının heterojen olarak çalışmalarına fırsat verilerek farklı disiplinlerin STEM'in doğasına uygun olarak bir araya gelmesi sağlanmıştır. Ancak STEM eğitimini uygulanması sürecinde tek branş olan fen eğitimi alanında uzman araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmesi ve dersin yönetilmesi bir sınırlılık olarak görülmektedir. Bu nedenle yapılacak olan çalışmalarda sadece katılımcılar değil bunun yanında uygulayıcılarında farklı branşlardan olması süreci ve içeriği farklılaştıracağı için önerilmektedir.

Katılımcıların öğretmenlik mesleki eğitimlerini formasyon eğitimi sürecinde almaları, daha önce öğretmenlik uygulamasına yönelik herhangi bir mesleki deneyim ve uygulamalarının olmayışı STEM eğitimi uygulamasının dışında öğretmenlik mesleki derslerindeki deneyimlerinin az olması çalışma

açısından sınırlılık olarak görülmektedir. Bu nedenle yapılacak olan çalışmalarda katılımcıların eğitim fakültesinde eğitim gören öğretmen adayları arasından seçilmesi araştırmacılara önerilmektedir.

Bu çalışma kapsamında yenilenebilir enerji konusu katılımcıların farklı branştan oluşu, konunun günlük yaşam problemlerine uygun olması ve farklı disiplinlerin ilgisini çekmesi açısından tema olarak seçilmesi uygun görülmüştür. Bu nedenle yapılacak olan çalışmalarda farklı uzmanlık alanına sahip katılımcıların ortak çalışmasına uygun, katılımcıların ilgilerini çeken ve günlük yaşama uygun gerçek problemlerin seçilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Akgündüz, D., Ertepinar H., Ger M. A., Kaplan Sayı A., Türk Z. (2015a). *STEM eğitimi çalıştay raporu Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., Özdemir, S. (2015b). *STEM eğitimi Türkiye raporu: günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. [Çevrim-içi: <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-Egitimi-Turkiye-Raporu2015.pdf>], Erişim Tarihi: 15 Aralık 2020.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M. ve Türk, Z. (2018). *STEM eğitiminin öğretim programına entegrasyonu: Çalıştay raporu*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Altan, E. B., Yamak, H., ve Kırıkkaya, E. B. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Arslan, S. Y. ve Arastaman, G. (2021). Dünyada STEM Politikaları: Türkiye İçin Çıkarımlar ve Öneriler. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 894-910.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H. ve Gürer, F. (2018). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735.
- Bilgin, İ., Karaduman, A. (2005). İşbirlikli öğrenmenin 8. sınıf öğrencilerinin fen dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *İlköğretim-Online*, 4(2), 32-45.
- 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>
- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S., ve Özel, S. (2012). *Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (BTMM) eğitimi: disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Niğde.

- Çorlu, S., Çallı, E. (2017) *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık.
- 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>
- Dugger, W. E. (2010). *Evolution of STEM in the United States*. 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Avustralya.
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2018). Fen bilimleri dersine STEM entegrasyonu etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 40-59.
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2018). Niçin STEM eğitimi?: ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarındaki kariyer tercihlerinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 1-23.
- Hacıoğlu, Y., ve Başpınar, A. (2020). Bir sınıf öğretmeni ve Öğrencilerinin ilk STEM eğitimi deneyimleri. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(22), 1-23.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 5(3), 807-830.
- Higde, E., ve Aktamış, H. (2021). Determination of STEM Product-Performance Levels and Opinions of Seventh Grade Students. *HAYEF: Journal of Education*, 18(2), 220-256.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, B., Kızılcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalci yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1(1).
- Jones, M.G., Andre, T., Negishi, A., Tretter, T., Kubasko, D., Bokinsky, A., Taylor, R., Superfine, R. (2003). *Hands-on Science: The impact of haptic experiences on attitudes and concepts*. Paper presented at the National Association of Research in Science Teaching Annual Meeting. Philadelphia, PA.
- Jones, M. G. and Carter, G. (2007). *Science teacher attitudes and beliefs*. In S. Abell. & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1067-1104). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Karademir Coşkun, T., Alakurt, T. ve Yılmaz, B. (2020). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin perspektifinden STEM eğitimi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 820-836.)
- Karahan, E., Canbazoğlu Bilici, S. ve Ünal, A. (2014). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimine medya tasarım süreçlerinin entegrasyonu*. Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi. İstanbul, TR.
- 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>

- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Özmen, N., Özel, S., ve Adıgüzel, T. (2020). FeTeMM odaklı olarak tanımlanan ders planları için bir çerçeve: bir meta-sentez çalışması. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 123-154.
- Pekbay, C., Saka, Y. ve Kaptan, F. (2020). Ortaokul öğrencilerinin STEM eğitim yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan etkinlikler ile ilgili görüşleri: Yeşil mühendislik etkinlikleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 840-857.
- President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST] (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future*. Executive Office of the President: USA. 5 Kasım 2020 tarihinde <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stemed-report.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- 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., ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Educational Sciences: Theory ve Practice*, 14(1), 297-322.
- Taştan Akdağ, F. ve Güneş, T. (2017). Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili Fen Lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1643-1656
- Thomas, T. A., (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3625770).
- Wang, H. (2012). *A New era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3494678)
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Qualifying Paper, Tufts University.
- Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 70-98.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- 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>

Zacharias, Z. and Barton, A.C. (2004). Urban middle-school students' attitudes toward a defined science. *Science Education*, 88, 197-222.