

STEM Eğitiminin Kimya Kavramlarının Anlaşılmasına Etkisi

Effects of STEM Education on Understanding of Chemistry Concepts

Aybüke Pabuçcu Akış¹, Işıl Demirer²

¹Sorumlu Yazar, Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, aybuke.pabuccuakis@deu.edu.tr, (https://orcid.org/0000-0003-4303-9119)

²Kimya Öğretmeni, Aziz Sancar Anadolu Lisesi, isildemirer@gmail.com, (https://orcid.org/0000-0003-4334-0235)

Geliş Tarihi: 04.07.2023

Kabul Tarihi: 12.10.2023

ÖZ

Bu çalışmada, farklı kimya konularına yönelik olarak hazırlanan STEM etkinliklerinin, 10. sınıf öğrencilerinin konuları anlamaları üzerine etkileri araştırılmaktadır. Birinci dönemde uygulama öğrencilerine Makers Lab uygulamaları ile eğitim aldırıldığı için, etkinlikler ikinci dönem konularına (Karışımlar; Asitler, Bazlar ve Tuzlar; Kimya Her Yerde) yönelik olarak hazırlanmıştır. Çalışmaya, bir lisesinin iki ayrı sınıfında okuyan 40 öğrenci katılmıştır. Her sınıfta 20'şer öğrenci bulunmaktadır. Deney ve kontrol grupları rastgele atanmıştır. Kimya Kavramları Testi çalışmanın başında ve sonunda uygulanmıştır. Çalışmanın hipotezlerini test etmek için iki yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçları, STEM etkinlikleri ile yapılan derslerin kimya kavramlarının anlaşılmasında daha etkili olduğunu göstermiştir. Cinsiyet farkının kavramlarının anlaşılmasına bir etkisi bulunmazken, cinsiyet-yöntem etkileşiminin kimya kavramlarının anlaşılmasında önemli bir etken olduğu belirlenmiştir. Uygulamada erkek öğrencilerin daha yüksek performans gösterdiği görülmüştür. Ayrıca, son testte Hazır Gıdalar ile ilgili soruların, deney grubu öğrencileri tarafından doğru cevaplanma yüzdelerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu etkinliğin öğrencilerin konuyu anlamasında, diğer etkinliklerden daha etkili olduğu düşünülmektedir. Bunların yanında, uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinde bulunan kavram yanlışlarının, kontrol grubundakilere göre daha düşük oranda olduğu görülmüştür. Buna rağmen uygulama sonrasında, her iki grup öğrencilerinde bazı kavram yanlışlarının düzelmediği görülmüştür. Son olarak, çalışmada sunulan etkinliklerin, derslerinde STEM etkinliklerine yer vermek isteyen kimya öğretmenlerine rehberlik edeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM, kimya eğitimi, çözeltiler, asitler ve bazlar, hazır gıdalar.

ABSTRACT

This study aims to investigate the effects of STEM activities on 10th grader's understanding of chemistry concepts. One semester before the implementation, experiment group students participated in a training workshop. Thus, STEM activities were designed for the topics placed in the second semester (Solutions, Acids/Bases, Processed Food). The activity was conducted with 40 students enrolled in two classes in a high school. The groups were randomly selected. Chemistry Concepts Test was applied to both groups as pre-and-post-test. Two-Way ANOVA was used to compare the performances. The results revealed STEM activities were more effective in students' understanding. Although gender difference did not affect students' understanding, the gender-method interaction had a significant effect on it. Male students outperformed female students in the implementation of activities. The percentage of correct responses were higher in the experiment group than control groups. STEM activity designed for Processed Food was more effective than the others. Furthermore, the percentages of students' misconceptions were higher in the control group than the experiment group after the implementation. Moreover, even

experimental group students had misconceptions at the end of the study. The activity presented here is critical in providing teachers with an example of integrating STEM into their lessons.

Keywords: STEM activities, chemistry education, solutions, acids and bases, processed food.

GİRİŞ

İngilizceden dilimize geçen STEM kelimesi; Science (Bilim), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), ve Mathematics (Matematik) disiplinlerinin baş harflerinin oluşturduğu bir kısaltma olarak tanımlanmaktadır. STEM eğitimi için ise literatürde pek çok tanım bulunmaktadır (Bell, 2016; Breiner vd., 2012; Koonce vd., 2011). Süreç ve tasarım odaklı pedagojik bir yaklaşım olan STEM eğitimi (Akgündüz, 2018a; Uysal & Cebesoy, 2020); bazen fen, matematik, teknoloji, mühendislik uygulamalarından oluşan öğrenme etkinlikleri olarak tanımlanırken (English, 2016; Kelley & Knowles, 2016; Mobley, 2015; Nadelson vd., 2012) bazen de bu alanların herhangi birinin probleme dayalı, mühendislik entegrasyonu ile öğretilmesi olarak tanımlanabilmektedir (Carlson & Sullivan, 1999; Cunningham & Hester, 2007; Roehrig vd., 2012). Benzer şekilde, bazı araştırmalarda STEM eğitiminin dört disiplinine atıf yapılırken, diğerlerinde sadece bir disipline vurgu yapılabilmektedir (Bybee, 2013). Bu çalışmada STEM eğitimi için; “STEM disiplinlerinin ilişkili ve amaçlı bir şekilde bütünleştirilerek disiplinler arası bir şekilde uygulanması” tanımı temel alınmıştır (Akgündüz, 2018b; Akgündüz & Ertepinar, 2018; Çavaş & Çavaş, 2018 gibi).

Son yıllarda bazı çalışmalarda, farklı disiplinlerin STEM eğitimi ile bütünleştirilmesinin öneminden bahsedildiği görülmektedir (Aydın-Günbatır & Tabar, 2019; Becker & Park, 2011; Kelley & Knowles, 2016; Miller, 2011). Bu anlayışla birlikte; edebiyat, sosyal bilimler ve sanat gibi disiplinler de STEM eğitiminde yer edinmeye başlanmıştır (Çepni, 2018). Sanat (art) kavramının STEM eğitimine eklendiği etkinlikler genellikle STEAM etkinliği olarak adlandırılmaktadır (Nambisan, 2014). Örneğin, Gülhan ve Şahin (2018) “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması” ünitesine yönelik olarak hazırladıkları çalışmalarında; 5E öğrenme modeline uygun STEAM ders planlarını kullanmışlardır. Çalışma sonuçları STEAM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel yaratıcılıklarının gelişimine olumlu katkıları olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, sanat, girişimcilik gibi unsurların STEM etkinliklerine dahil edildiği çalışmaların STEM+ olarak isimlendirildiği görülmektedir. STEM+ çalışmalarına örnek olarak, Aydın-Günbatır’ın (2020) çalışması verilebilir. Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarından, günlük malzemelerinden pH kağıtları hazırlamaları ve daha sonra ürünlerini logo tasarlayarak markalaştırmaları istenmektedir. Aydın-Günbatır’ın (2020) çalışması girişimcilik (entreprenuarship) kavramını, STEM eğitimine entegre eden STEM+ çalışmalarından biridir ve bu yöndeki STEM çalışmalarının sayısı ilgili literatürde giderek artmaktadır (Albert, 2016; Pabuççu Akış & Demirel, 2023).

STEM “3P” şeklinde kısaltılan; Politik, Popüler ve Pedagojik formlarda ele alınabilir (Blackley & Howell, 2015; Breiner vd., 2012; Çorlu & Çallı, 2017). Bu bağlamda, STEM anlayışı ilk olarak politik alanda belirlemiştir. Devamında okul dışındaki ortamlarda popülerleştirilmiş, son olarak ise pedagojik alanda gelişim göstermiştir. Çoğu ülke, dünyada lider konumda olabilmek için eğitim sisteminde yenilikler yapmaktadır (Blackley & Howell, 2015). Örneğin, Çin, Rusya ve Japonya’nın ekonomi ve teknoloji alanında ilerleme kaydetmesi ile dünya liderliğini bırakmak istemeyen ABD’nin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında büyük hamleler yapması gerekmiştir (NRC, 2011). Bu amaçla ABD’de eğitime dahil edilen STEM kavramı ilk olarak 1990’larda SMET olarak kullanılmış, daha sonra 2001 yılında STEM olarak adlandırılmaya başlanmıştır (Akgündüz, 2018a). Ülkemizde ise STEM çalışmalarına eğilim, 2014 yılında Türk Sanayi ve İş adamları Derneği (TÜSİAD) tarafından hazırlanan raporda, STEM eğitime duyulan ihtiyacın belirlenmesi ile artmıştır (Çorlu & Çallı, 2017; Herdem & Ünal, 2018). MEB 2015-2019 stratejik planında STEM eğitiminin

güçlendirilmesi için eylem planından bahsedilmektedir. Ayrıca STEM eğitimiyle ilgili Avrupa Okul Ağı'nın yürüttüğü Scientix Projesi'ne, 2014 yılından itibaren Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) dahil olmuştur (MEB, 2016). 2017 yılında YEĞİTEK, öğretmenlerle birlikte Küresel STEM Yaklaşımları araştırması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada öğretmenler, STEM etkinliklerinin öğrencilerin derse ilgisini arttırdığını ve öğrencilerin başarısını olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenler STEM etkinliklerini derslerinde uygulamak istediklerini ancak bu uygulama konusunda rehber bir dökümana ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir (Bal, 2018). Bu ihtiyaç doğrultusunda, derslerinde STEM uygulamaları yapmak isteyen öğretmenlere rehber olması için “STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı” oluşturulmuştur. (MEB YEĞİTEK, 2018a). Bunlara ek olarak STEM eğitimi ile ilgilenen özel okulların talepleri doğrultusunda, Kazanım Merkezli STEM Uygulamaları örnek ders planları hazırlanmıştır. MEB Özel Öğretim Kurumları Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan bu planlar ile derslerde STEM uygulamalarının doğru anlaşılması ve uygulanması amaçlanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı Özel Öğretim Kurumları Genel Müdürlüğü, 2019). Yine YEĞİTEK tarafından yayınlanan STEM Eğitimi Raporu'nda STEM eğitime geçmek için bir model önerisinde bulunmuştur (PwC & TÜSİAD, 2017). 2018 yılında MEB YEĞİTEK Genel Müdürlüğü okullarda STEM Eğitimi Kulüplerinin kurabileceğini bildirmiştir. Bu kulüplerde, farklı seviyelerde (okul öncesi, ilköğretim ve ortaöğretim okulları gibi) görev yapan öğretmenlerin ders dışı saatlerinde öğrencilerle disiplinler arası sorgulamaya, araştırmaya, üretmeye ve buluş yapmaya dayalı STEM projeleri üretmeleri beklenmektedir (MEB YEĞİTEK, 2018b). Bunun yanında çeşitli illerimizde, öğrencilerin ders dışı zamanlarda STEM aktiviteleri gerçekleştirmelerine olanak sağlayan, bilim merkezleri açılmıştır. Özetle, STEM eğitimi, ülkemizde de devlet politikası olarak yerini almaya başlamıştır (Aytekin, 2018).

Günlük hayatta karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümü için bir tek disiplin bilgisinin yeterli olmaması; STEM eğitime verilen önemin en temel sebeplerindendir (Aydın-Günbatır 2020; Huri & Karpudewan 2019; Yüceler, Aydın-Günbatır & Demirdöğen 2020). Örneğin, geleceğimizi tehdit eden küresel ısınma, enerji/su kaynaklarının azalması vb. problemlerin anlaşılması için STEM eğitimi gereklidir. STEM eğitiminin fen derslerine entegre edilmesi sayesinde öğrenciler, STEM alanlarının günlük hayatla nasıl ilişkili olduğunu görebilir ve karşılaşılabilecekleri güncel sorunlara uygun çözümler ortaya koyabilirler (Breiner vd., 2012; DeJarnette, 2012; Wayne, 2012). Bunlara ek olarak, öğrencilerin mühendislik tasarım ve 21. yüzyıl becerilerinin (eleştirel düşünme, yaratıcılık, işbirliği yapabilme gibi) gelişmesine katkı sağlanması açısından da STEM eğitimi tercih edilmektedir (Akgündüz, 2018a).

STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için öğrenme ortamı çok önemlidir. Bu çalışmadaki ders planları STEM eğitiminde en çok tercih edilen yapılandırmacı yaklaşımlara (5E öğrenme döngüsü ve Proje Tabanlı Öğrenme) göre hazırlanmıştır. Örneğin, 5E Öğrenme Döngüsü yaklaşımı, problem çözme boyutunun vurgulanması ve mühendislik tasarım süreçlerine uygun olması nedeniyle STEM etkinliklerinde tercih edilmektedirler (Akgündüz & Ertepinar, 2018). 5E öğrenme döngüsü modeli; Dikkat çekme, ön bilgileri ortaya çıkarma (Engage); Araştırma, keşfetme (Explore); Açıklama (Explain); Derinleşme (Elaborate); Değerlendirme (Evaluate) aşamalarından oluşur. Çalışmasında 5E öğrenme döngüsü modelini kullanan Eroğlu (2018), dokuzuncu sınıf atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamalarının öğrencilerinin akademik başarıları, bilimsel yaratıcılıkları ve bilimin doğasına yönelik düşünceleri üzerine olan etkilerini incelemiştir. Eroğlu (2018) 5E modelinin her bir basamağında disiplinler arası yaklaşıma uygun olarak en az iki disiplinin uygulanmasına özen göstermiştir. Çalışma sonuçları, STEM eğitiminin, öğrencilerin akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası hakkındaki düşüncelerine olumlu katkıları olduğunu göstermiştir. 5E Öğrenme Döngüsünde, disiplinler arası bağlantılarının yapıldığı ve bilginin ürüne dönüştüğü aşama “Derinleştirme” aşamasıdır. Mühendislik tasarım basamaklarının, STEM ders planına Derinleştirme aşamasında yerleştirilmesi önerilmektedir (Akgündüz, 2018b). Yapılan farklı

çalışmalarda farklı mühendislik tasarım modelleri kullanılsa da, çoğunlukla bu modellerin hepsinde; problemin belirlenmesi, beyin fırtınası, araştırma, tasarım, test etme, yeniden tasarlama, değerlendirme ve çözümün paylaşılmasını basamaklarını içerir (Wheeler vd., 2014). Hynes vd. (2011)'nin önerdiği mühendislik tasarımı modeli, ortaöğretim ve üstü düzeyindeki STEM etkinliklerinde en çok kullanılan modellerdendir (Denson, 2011; Pabuçcu Akış & Demirer, 2023 gibi). Bu mühendislik tasarım modelindeki basamaklar sırasıyla; (1) Problemin tanımlanması, (2) Problem ile ilgili araştırma yapılması, (3) Çözüm yollarının geliştirilmesi, (4) En uygun çözümün seçilmesi, (5) Prototipin yapılması, (6) Çözümün test edilip değerlendirilmesi, (7) Çözümün paylaşılması, (8) Yeniden tasarlama ve (9) Tasarımın sonlandırılması şeklinde sıralanmaktadır (Hynes vd., 2011). Çalışmadaki STEM etkinlikleri 10. sınıf konularına yönelik olduğundan, bu çalışmada Hynes vd. (2011)'nin önerdiği mühendislik tasarım modelinin kullanılması uygun görülmüştür. Ayrıca çalışmada öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarında cinsiyet ve yöntem etkileşiminin etkisi de araştırılmıştır. STEM kariyer ilgisi ile cinsiyet arasındaki ilişkinin belirlendiği pek çok araştırmanın sonuçları, genel olarak kadınların STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerinin, erkeklere göre daha düşük düzeyde olduğunu göstermektedir (Ergün, 2019). Ayrıca, ortaöğretimde okuyan kız öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerinin, erkek öğrencilere göre daha az olduğu pek çok çalışmada belirlenmiştir (Ergün, 2019).

Türkiye’de son yıllarda STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların en çok ilköğretim düzeyinde olduğu ve fen bilimlerinde derslerinde gerçekleştirildiği görülmektedir (Çavaş, Ayar & Gülcan, 2020; Gencer, 2015; Gülhan & Şahin, 2016; Yamak vd., 2014). STEM eğitiminin, ortaöğretim kimya dersindeki uygulamalarıyla ilgili alan yazındaki çalışma sayısı sınırlıdır ve bu alanda daha çok çalışmanın yapılmasına ihtiyaç vardır (Aydın-Günbatır & Tabar, 2019). Bunun yanında, kimya doğası gereği; bilim, teknoloji, mühendislik, matematik ve tıp disiplinlerinin hepsi ile ilişkili olan bir bilim dalıdır (Erduran & Pabuçcu Akış, 2023). Dolayısıyla, kimya eğitiminde STEM uygulamalarına yer verilmesi ile kimyanın günlük hayattaki yeri ve diğer disiplinler ile olan ilişkileri gibi kimyanın doğasına yönelik özelliklerinin de öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasına katkı sağlanabilir (Pabuçcu Akış & Demirer, 2023). Bu çalışmada günlük hayat problemlerine çözümler üreten bir bağlamın bulunması ve disiplinler arası bağlantı kurulması için elverişli olan 10. Sınıf kimya konularına yer verilmiştir. Etkinlikler hazırlanırken, Moore vd., (2016) tarafından tanımlanan altı temel unsur göz önünde bulundurulmuştur. Bunlar kısaca; (1) STEM disiplinlerinin (fen, matematik, mühendislik, teknoloji) öğrencilerin konuları öğrenmesini motive edecek şekilde kullanılması, (2) teknoloji kullanımı ile gerçek hayat problemlerinin çözümünde mühendislik tasarım süreçlerinden faydalanılması, (3) öğrencilerin hatalarından öğrenmelerine imkan verilmesi (4) müfredatta yer alan fen bilimleri ve matematik kazanımlarına yer verilmesi (5) öğrenci merkezli uygulamaların kullanılması ve (6) öğrencilerin takım çalışmaları ve iletişim becerilerinin desteklenmesi şeklinde sıralanabilir. Bu bağlamda, bu makalede sunulan araştırmanın problem cümlesi “STEM eğitiminin, ortaöğretim öğrencilerinin kimya kavramlarını anlamalarına etkisi nedir?” olarak belirlenmiştir. Bu araştırmaya rehberlik eden alt problemler ise şunlardır:

1. Kimya konularına yönelik yapılan uygulamaların öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarına anlamlı bir etkisi var mıdır?
2. Öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarında cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarında cinsiyet ve yöntem etkileşiminin bir etkisi var mıdır?

YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubundaki öğretim geleneksel yöntem ile deney grubundaki öğretim ise STEM etkinlikleri ile gerçekleştirilmiştir.

2.2. Örneklem

Çalışma 2018-2019 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde, Tekirdağ'daki bir Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nde yapılmıştır. Çalışma için uygun (kolay ulaşılabilir) örnekleme yöntemi ile örneklem belirlenmiştir. Bu amaçla çalışmanın yazarlarından birinin kimya öğretmeni olarak görev yaptığı sınıflardan birisi deney, diğeri ise kontrol grubu olarak rastgele atanmıştır. Her sınıfta 20'şer öğrenci (10 kız, 10 erkek) bulunmaktadır.

2.3. Uygulama Süreci

Çalışmanın uygulanmasına başlamadan önceki dönem, öğrencilere Bosh Siemens Hausgerate (BHS) grubunun Geleceği Kodlayanlar Projesi kapsamında Makers Lab uygulamaları ile kodlama, elektronik, robotik, uygulama tasarımı ve geliştiricilik alanlarında eğitim aldırılmıştır. Bu eğitim, okulla imzalanan protokol sayesinde 20 deney grubu öğrencisine aldırılmış olup tamamen ücretsizdir. Bu eğitim sayesinde öğrenciler, çalışmada kullanmaları gerekli olan programları (TinkerCad ve Arduino gibi) öğrenmişlerdir.

Uygulamada kimya konuları (çözeltiler, asitler/bazlar ve hazır gıdalar); deney grubunda STEM etkinlikleri ile işlenirken, kontrol grubunda geleneksel yöntemle işlenmiştir. Her iki grupta da konular, aynı öğretmen tarafından 10. Sınıf Kimya Öğretim Programında yer alan aynı kazanımlara göre işlenmiş ve 7 hafta/14 ders saati içinde tamamlanmıştır. Uygulama için gerekli izinler alınmıştır. Uygulama sırasında kontrol grubunda; gösteri deneyleri, sınıf tartışmaları, soru-cevap gibi tekniklere ağırlık verilmiştir. Bunun yanında, problem çözümüne yönelik çalışma kağıtları kullanılmıştır. Konu sonlarında öğrencilere düzenli olarak ev ödevleri verilmiş ve ödev değerlendirmeleri sınıfta yapılmıştır. Deney grubunda ise konu anlatımları STEM etkinlikleri ile desteklenmiştir. Bu etkinliklerin özellikleri ve kazanımları Tablo 1, 2, 3 ve 4'te belirtilmiştir. Deney grubunda yapılan etkinliklerin hepsinde öğrenciler, hem akademik başarıları hem de cinsiyetleri göz önüne alınarak öğretmen tarafından oluşturulan heterojen gruplarda çalışmış ve etkinliklerde mühendislik tasarım basamaklarını takip etmeleri için yönlendirilmiştir. Çalışmanın ilk STEM etkinliği, çözeltiler konusu için hazırlanmıştır. Etkinlikte, öğrencilerden kendi kolonya markalarını oluşturmaları istenmektedir (Pabuççu Akış & Demirel, 2023). Küçük gruplar içinde çalışarak kolonyalarını (etil alkol-su-esans) hazırlayan öğrenciler, daha sonra TinkerCad uygulaması kullanılarak tasarladıkları kolonya şişelerini 3 Boyutlu (3B) yazıcıda bastırmışlardır. İkinci STEM etkinliği ise, asitler-bazlar konusuna yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu etkinliğin problem durumunda; günlük hayatta tükettiğimiz yiyecek ve içeceklerin asitlik/bazlık değerlerini değerlendirmeleri için, öğrencilerden pH metre yapmaları istenmiştir. Öğrenciler, pH metre yapımında Arduino ile Analog pH sensörü kullanmışlardır. Üçüncü ve son etkinlik ise, Hazır Gıdalar konusuna yöneliktir. Etkinlikte öğrencilerden karekod (QR kodu) teknolojisini kullanarak, hazır gıdalarda bulunan katkı maddeleri ile ilgili bir proje yapmaları istenmiştir.

Tablo 1

STEM Etkinliklerinin Özellikleri

No	Ünite	Yöntem	Teknoloji
1	Karışımlar	Proje Tabanlı Öğrenme	3B Yazıcı
2	Asitler, Bazlar/Tuzlar	5E Öğrenme Döngüsü	Arduino
3	Kimya Her Yerde	5E Öğrenme Döngüsü	QR kodu

Çalışmanın STEM etkinliklerinden, Hazır Gıdalar etkinliği bu bölümde detaylı olarak anlatılmaktadır. 5E öğrenme modeline uygun bu etkinliğe ait STEM kazanımları Tablo 4’de gösterilmektedir. Etkinlik, dört ders saatinde tamamlanmıştır. Giriş aşamasında, öğretmen derse hazır gıda örnekleri (pastörize süt, uzun ömürlü süt, çikolata, kola, cips, sosis, enerji içeceği, ketçap, meyveli yoğurt) getirmiştir. Keşfetme aşamasında ise, öğrencilere çeşitli sorular sorulmuştur. Ürün etiketleri öğrencilere gösterilmediğinden, öğrenciler soruları önbilgilerini kullanarak cevaplamışlardır. Sınıfta sorulan sorulara örnekler şöyledir; Hazır gıdaların doğal gıdalardan farkları nelerdir?; Hazır gıdaların etiketlerinde ne tür bilgiler yer alır?; Uzun ömürlü süt ile günlük süt arasındaki farklar nelerdir? Hazır gıdaların seçiminde ve tüketiminde nelere dikkat edilmesi gerekir? Keşfetme aşamasında, okulun imkanlarını ve ders süresini göz önünde bulundurarak, öğrencilerden 6-7 kişilik üç farklı grup oluşturulmuş ve gruplardan verilen soruları tartışarak cevaplamaları istenmiştir. Bu sorular sırasıyla şöyledir; (1) Sınıfa getirilen ürünleri en çok katkı maddesi içeren üründen en az içeren ürüne doğru sıralayınız., (2) Sizce hazır gıdalarda kullanılan katkı maddeleri nasıl gruplanabilir?, (3) Ürünleri insan sağlığına olası etkileri açısından karşılaştırınız. Tartışma sonrasında, öğretmen sınıfa getirdiği hazır gıdaları gruplara dağıtmış ve öğrencilerden ürünleri incelemelerini istemiştir. Dersin sonunda ise ev ödevi olarak öğrencilerden, konuları bireysel olarak (internetten ve kitaplardan) araştırıp bir sonraki derse hazırlıklı gelmeleri istenmiştir. Açıklama aşamasında, öğrencilerin önceki aşamalarda yaptıkları çalışmalar, öğretmen ile birlikte gözden geçirilmiş ve gerekli açıklamalar akıllı tahta kullanılarak yapılmıştır. Bu aşamada ayrıca; Gıda katkı maddelerinin isimleri, kaynakları ve güvenilirlikleri; Gıda katkı tipleri, E kodları ve kod aralıkları; UHT ve pastörizasyon ile ilgili bilgiler üzerinde durulmuştur. Öğrenme döngüsünün Derinleştirme aşamasında öğrenciler, çalışmalarını Hynes ve diğerlerinin (2011) tanımadığı mühendislik tasarım basamaklarına göre gerçekleştirmiştir. Bunun için ilk olarak gruplardan, katkı maddeleri ve bu maddelerin insan sağlığına etkilerinin öğretilmesinde QR teknolojisini nasıl kullanılabileceklerini düşünmeleri istenmiştir. Gruplar bu problemin çözümü için bilgilendirme metinleri hazırlamaya ve bu metinleri QR kodlarına aktarmaya karar vermişlerdir. Gruplar sırasıyla; Katkı Maddelerinin Faydalı ve Zararlı Yönleri; Katkı Maddeleri ile İlgili Doğru Bilinen Yanlışlar ve Bilinçsiz Hazır Gıda Kullanımının İnsanlığın Geleceğine Etkileri ile ilgili bilgilendirmeler hazırlamış ve bunlar ile ilgili kendi QR kodlarını oluşturmuşlardır. Şekil 1’de öğrencilerinin QR kodlarını oluşturmaları ve okutmaları sırasında çekilen fotoğrafları gösterilmektedir. Çözümün test edilip değerlendirilmesi ve paylaşılması için ise gruplar hazırladıkları QR kodları hakkında diğer arkadaşlarının fikirlerini almışlardır. Görüşmeler sonucunda, QR kodlarının öğrenciler tarafından (9 kişi) etkili bulunduğu görülmüştür. Örneğin bir öğrenci, etiket okumanın önemli olduğunu bu uygulama sayesinde fark ettiğini belirtmiştir. Bunun yanında öğrencilerden bazıları (6 kişi), QR kodlarındaki bilgilendirmelerin uzun olduğunu söylemiştir. Ayrıca, QR kodlarına; görseller (3 kişi), videolar (4 kişi) ve seslendirmeler (2 kişi) eklenmesini öneren öğrenciler olmuştur. Aldıkları dönütlere göre hazırladıkları QR kodlarını revize eden gruplar, kodlara ekledikleri bilgi metinlerini kısaltmış ve bu metinleri görseller ile desteklemişlerdir. QR kodlarının son halini sınıfta arkadaşları ile paylaşan grupların oluşturdukları QR kodlarının değerlendirilmesi öğretmen tarafından yapılmıştır. Değerlendirme aşaması için, QR kodlarından başka, süreç boyunca yapılan sınıf tartışmaların da değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tablo 2

Karışım Üniteleri Etkinliğine Ait Kazanımlar

Disiplin	Kazanım
Kimya	10.2.1.3. Çözünmüş madde oranını belirten ifadeleri yorumlar (MEB, 2018).
Matematik	Yüzde hesaplar, oran-orantı hesabı yapar.
Teknoloji	3B Yazıcının nasıl kullanıldığını açıklar.
Girişimcilik	Fikirleri projeye dönüştürerek ürün elde edebilir.
Sanat	Elde edilen ürünü yenilikçi bir fikir olarak sunabilir.
	Logo ve etiket tasarımı yapar.

Mühendislik	Mühendislik tasarım sürecinin adımlarını sıralar. 3B tasarım ve modelleme araçlarını kullanarak tasarım yapar.
21.yüzyıl	Bir hedefe ulaşmak için arkadaşlarıyla işbirliği yapar. (iş birliği) Grup çalışmasında kendi fikirlerini söyler ve diğer arkadaşlarının fikirlerini dinler. (iletişim) Yeni yaklaşımları dener, yeni ürünler tasarlar. (yaratıcılık) Derslerde öğrendiklerini gündelik hayattaki problemleri çözmek için kullanır. (karmaşık problem çözme)

Tablo 3

Asitler-Bazlar-Tuzlar Ünitesi Etkinliğine Ait Kazanımlar

Disiplin	Kazanım
Kimya	10.3.1.1. Asitleri ve bazları bilinen özellikleri yardımıyla ayırt eder (MEB, 2018).
Matematik	Verileri grafikte gösterir.
Teknoloji	Arduino'nun nasıl kullanıldığını açıklar.
Mühendislik	Mühendislik tasarım sürecinin adımlarını sıralar. Ürün prototipi yapar.
21.yüzyıl	Bir hedefe ulaşmak için arkadaşlarıyla işbirliği yapar. (iş birliği) Grup çalışmasında kendi fikirlerini söyler ve diğer arkadaşlarının fikirlerini dinler. (iletişim) Yeni yaklaşımları dener, yeni ürünler tasarlar. (yaratıcılık) Derslerde öğrendiklerini gündelik hayattaki problemleri çözmek için kullanır. (karmaşık problem çözme)

Tablo 4

Hazır Gıdalar Etkinliğine Ait Kazanımlar

Disiplin	Kazanım
Kimya	10.4.2.1. Hazır gıdaları seçerken ve tüketirken dikkat edilmesi gereken hususları açıklar. (MEB, 2018)
Matematik	Gıda maddelerinde bulunan katkı maddelerini listeler ve özelliklerine göre sınıflandırır.
Biyoloji	Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkilerini öğrenir.
Teknoloji	QR kodunun nasıl kullanıldığını açıklar. Çeşitli veri tiplerinin bir bilgisayar ya da okuyucu içinde nasıl toplandığını gösterir.
Mühendislik	Mühendislik tasarım sürecinin adımlarını sıralar. Ürün prototipi yapar.
21.yüzyıl	Bir hedefe ulaşmak için arkadaşlarıyla işbirliği yapar. (iş birliği) Grup çalışmasında kendi fikirlerini söyler ve diğer arkadaşlarının fikirlerini dinler. (iletişim) Yeni yaklaşımları dener, yeni ürünler tasarlar. (yaratıcılık) Derslerde öğrendiklerini gündelik hayattaki problemleri çözmek için kullanır. (karmaşık problem çözme)

Şekil 1

Hazır Gıdalar İçin Hazırlanan Etkinlikten Sahneler



2.4. Veri toplama Araçları

Çalışma verileri “Kimya Kavramları Testi” ile toplanmıştır. Bu test uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin kimya kavramlarını anlama derecelerini kontrol etmek için ön-test olarak uygulanmıştır. Uygulama sonunda ise STEM eğitimi ve geleneksel öğretimin etkisini karşılaştırmak için son-test olarak uygulanmıştır. Kimya Kavramları Testi araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Testin içeriği; ilgili ünitelerde bulunan çeşitli konu alanlarına yönelik (Çözeltiler, Asit-Bazlar ve Hazır Gıdalar) kazanımlar dikkate alınarak hazırlanmıştır. Test hazırlanırken, iki aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşmasına dikkat edilmiştir. İki aşamalı testlerin diğer çoktan seçmeli testlerden en önemli farkı; bu testlerin ikinci kısmıdır (Haslam & Treagust, 1987; Treagust, 1988). Bu kısımda, öğrencinin birinci aşamada işaretlediği seçeneğin gerekçesini belirtmesi beklenir. Bazı çalışmalarda ikinci aşamada açık uçlu sorular kullanılsa da (Mann & Treagust, 1998; Voska & Heikkinen, 2000), genel olarak ikinci aşama çoktan seçmeli sorulardan oluşacak şekilde düzenlenir. Bu çalışma için hazırlanan soruların ikinci aşamasında, çoktan seçmeli sorular kullanılmıştır. Bu aşama için yazılan çeldiricilerin yazımında, literatürde farklı çalışmalarda bulunan kavram yanılgıları sürece dahil edilmeye çalışılmıştır (Ağgül Yalçın, 2010; Altınyüzük, 2008; Ayas vd., 2005; Bayrak, 2011; Bradley & Mosimege, 1998; Burhan 2008; Demirci, 2011; Kavak, 2004; Morgil vd., 2002; Pabuçcu & Geban, 2015; Tarım, 2017; Üce & Sarıçayır, 2002).

Kazanımlar belirlenip, literatür taraması yapıldıktan sonra 25 soruluk taslak kimya kavramları testi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu pilot çalışma kapsamında Şanlıurfa ilinde bulunan bir okulda okuyan 120 onuncu sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Pilot çalışmaya katılan öğrencilerin “Karışımlar, Asitler/Bazlar/Tuzlar ve Kimya Her Yerde” ünitelerini öğrenmiş olmalarına dikkat edilmiştir. Pilot uygulama ile elde edilen verilere, SPSS 20.0 programının yardımıyla güvenilirlik analizi yapılmış ve testin Cronbach’s Alfa güvenilirlik katsayısı .82 olarak bulunmuştur. Uzman görüşü ile son hali verilen testte 20 soruya yer verilmiştir. Kapsam geçerliliği için testteki sorular, alanında uzman iki kimya öğretmeni ve iki araştırmacı tarafından kontrol edilmiştir. Testte yer alan soruların konu alanlarına göre dağılımı Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5

Kimya Kavram Testindeki Soruların Konu Alanlarına göre Dağılımı

Soru Numarası	Ünite	Konu Alanı
1,2,3,4,5,6,7,8	Karışımlar	Çözeltiler
9,10,11,12,13,14	Asitler/Bazlar/Tuzlar	Asit ve Bazlar
15,16,17,18,19,20	Kimya Her Yerde	Hazır Gıdalar

2.5. Verilerin Analizi

Veri analizi için öncelikle ön test ve son test olarak kullanılan Kimya Kavramları Testine öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiştir. Sorular puanlanırken, sorunun her iki aşamasında doğru seçenek işaretlendiği zaman, soruya 1 (bir) puan verilmiştir. Bir sorunun iki aşamasının herhangi birinde yanlış seçenek işaretlenmişse soruya puan verilmemiştir. Öğrencilerin 20 soruluk testin hepsini doğru cevaplamaları durumunda alacakları en yüksek puan 20'dir. Araştırmada öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarına yöntem ve cinsiyetin etkisi ile yöntem-cinsiyet ortak etkisini test etmek için iki yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Ayrıca, iki aşamalı soruların her bir aşamasına verilen öğrenci cevapları, yüzdelik olarak hesaplanmıştır. Bu sayede öğrencilerin soruları cevaplarırken nerede zorlandıkları ve sahip oldukları kavram yanlışları tespit edilmeye çalışılmıştır.

BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde araştırma hipotezleri test edilmiş ve sonuçları yorumlanmıştır. Hipotezler iki yönlü ANOVA testi kullanılarak $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyinde test edilmiştir. Tüm araştırma verileri SPSS 20.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kimya kavramlarını anlama seviyeleri karşılaştırılması Tablo 6'te belirtilmiştir. Buna göre, deney grubunun kimya kavramları ön test ($x=0,15$, $ss=0,13$) puan ortalaması ile kontrol grubunun ön test ($x=0,10$, $ss=0,09$) puan ortalaması karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılaşma tespit edilmemiştir [$t_{38}=0,14$, $p>0.05$]. Bu bulgular, araştırma öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerin kimya kavramlarını anlama seviyelerinin birbirlerine denk olduğunu göstermektedir.

Tablo 6

Deney ve Kontrol Grubu Ön Test için t-Testi Sonuçları

	Gruplar	n	x	ss	t	sd
Kimya Kavramları Testi	Deney	20	0.15	0.13		
	Kontrol	20	0.10	0.09	1.5	38

Veri grubunun normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri aracılığıyla anlaşılabilir. Gözlem sayısı 29'dan az ise Shapiro-Wilk testi, gözlem sayısı 29 ve daha fazla ise Kolmogorov-Smirnov testi kullanılır (Karaatlı, 2006). Kolmogorov-Smirnov testine göre verilerin kontrol-deney grupları ve cinsiyetler açısından normallik testi bulguları Tablo 7'te belirtilmiştir.

Tablo 7

Son Test Normallik Testi- Kolmogorov-Smirnov

	Gruplar	Statistic	df	p
Kimya Kavramları Testi	Deney	0.17	20	0.13
	Kontrol	0.17	20	0.12
	Erkek	0.19	20	0.07
	Kız	0.15	20	0.20

Varyansların eşitliği varsayımının kontrol edilmesi için Levene testinden yararlanılmıştır. Levene testi tablosunda yer alan bağımlı değişken için p değerinin 0.05 değerinden yüksek olması varyansların eşitliği varsayımının ihlal edilmediğini gösterir. Aynı zamanda ölçümler birbirinden

bağımsız gruplardan elde edilmiş olup üç temel varsayım da karşılanmıştır. Tablo 8’de Levene testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 8

Son Test Puanlarına Ait Levene Testi Sonuçları

Değişken	F	df1	df2	p
Kavram Testi Puanı	2.39	3	36	0.09

Araştırmanın birinci hipotezi, “Deney ve kontrol gruplarında kimya konularına yönelik yapılan uygulamaların öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarına anlamlı bir etkisi yoktur.” şeklinde sunulmuştur. Bu hipotezi test etmek için araştırma verileri, iki yönlü ANOVA testi kullanılarak analiz edilmiş olup bulgular Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9

Kimya Kavramları Testine Ait İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

	df	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Yöntem	1	168.10	168.10	23.77	0.00
Cinsiyet	1	22.50	22.50	3.18	0.08
Yöntem*Cinsiyet	1	48.40	48.40	6.84	0.01
Hata	36	254.60	7.07		

STEM eğitimi ve geleneksel yöntem ile ders işleyen deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kimya kavramları testi son test puanları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmıştır [F(1,36)=23.77, p=0.00]. Deney grubunun son test (x=7.45, ss=3.05) puan ortalaması ile kontrol grubunun son test (x=3.35, ss=2.80) puan ortalaması karşılaştırıldığında, bu farklılaşmanın deney grubunda kullanılan STEM eğitimi lehine olduğu görülmektedir. Bir başka ifade ile STEM eğitimi, öğrencilerin kimya kavramlarını anlama düzeylerine geleneksel yöntemle göre anlamlı düzeyde etki etmektedir.

Uygulama sonrasında yapılan Kimya Kavramları Testinde yer alan soruları doğru cevaplayan öğrenci yüzdeleri karşılaştırıldığında ise, deney ve kontrol grubu öğrencileri için farklılaşmanın en fazla olduğu (%20’nin üzeri olan) soruların sırasıyla; 3., 4., 9., 10., 11., 15., 16., 17., 18. 19., ve 20. sorular olduğu tespit edilmiştir. Bu soruların iki tanesinin çözümler konusundan (3., 4. sorular), üç tanesinin (9., 10., 11.) asit/bazlar konusundan ve altı tanesinin de (15., 16., 17., 19., ve 20.) hazır gıdalar konusundan olduğu görülmektedir (bakınız Tablo 10). Bu sonuca bakarak, çalışmadaki hazır gıdalar ile ilgili olan STEM etkinliğinin diğer etkinliklere göre öğrencilerin konuyu öğrenmelerinde daha etkili olduğu söylenebilir. Bu farkın sebeplerinin daha iyi anlaşılabilmesi için Tablo 10’daki sorulardan incelenmiş ve sonuç kısmında tartışılmıştır.

Tablo 10

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Son Test Doğru Cevap Yüzdeleri Örnekleri

Konular	Sorular	Deney Son Test (%)	Kontrol Son Test (%)
Çözümler	3	20	0
	4	40	5
	9	50	10
Asit-Bazlar	10	50	5
	11	55	0
Hazır Gıdalar	15	85	50
	16	75	20

17	85	45
19	70	20
20	65	10

Tablo 10’da yer alan sorular, aynı zamanda kavram testindeki en az doğru yapılan sorulardır. Bu sorularda yer alan kavram yanlışlarının en önemlileri Tablo 11’de listelendirilmiştir. Tablo 11’de görüldüğü gibi bu uygulama için en yüksek oranda görülen kavram yanlışları çözeltiler konusuna aittir. Bunun yanında, çalışma sonunda kontrol grubuna göre daha az olsa da, deney grubu öğrencilerinde bile değişmeden kalan kavram yanlışlarının olduğu görülmektedir. Öğrencilerin uygulama sonrasında sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmek için, iki aşamadan oluşan Kimya Kavramları Testine verdikleri cevaplar detaylı olarak incelenmiştir.

Tablo 11

Çalışma Sonunda Gruplarda Rastlanan Kavram Yanılgı Yüzdeleri

Konular/ Kavram Yanılgıları	Deney	Kontrol
Çözeltiler		
Çözücü, çözeltilerdeki çözünenin erimesini sağlayan maddedir.	60	95
Çözücü, bir maddenin moleküllerine ayrılmasını sağlar.	35	50
Çözücü, özellikle sıcak olarak hazırlanması gereken bir sıvıdır.	15	20
Çözücü, bir maddenin katı halden sıvı hale gelmesini sağlar.	15	20
Tanecik boyutu çözünürlüğü etkiler.	40	50
Çözücü ve çözünen madde arasındaki etkileşim kimyasaldır.	15	50
Çözünen, çözücü içerisinde kaybolan maddedir.	25	35
Çözelti; iki maddenin birbirleri içindeki boşlukları doldurmasıyla oluşur.	45	20
Asitler-Bazlar		
OH ⁻ fazla olan çözeltiler, turnusol kağıdının rengini kırmızıya boyarlar.	25	70
PH ₃ çözeltisi asidiktir.	25	40
Çözeltide, OH ⁻ daha fazla ise renk değişimi koyu renklerde gözlenir.	5	20
OH ⁻ iyonu sayısı H ⁺ iyonu sayısından fazla ise çözeltide pH<7’dir.	5	20
Asitler yakıcı ve tahriş edici özelliktedir.	5	20
Asitler ve bazlar laboratuvarlarda üretilir.	5	45
İndikatörler asitlik ve bazlık değerini ölçmede kullanılır.	30	65
Hazır Gıdalar		
Katkı maddeleri, gıdaların hastalık yapıcı etkilerini ortadan kaldırır.	15	60
UHT sütün içinde bulunan doğal bir maddedir.	10	35

Kavram yanlışlarının nasıl tespit edildiğine örnek olması açısından her konudan en az doğru cevaplama yüzdesine sahip olan bir soru detaylı olarak incelenmiştir. Örneğin, Çözeltiler konusuna ait olan üçüncü soru ve sorunun son testteki cevaplanma yüzdeleri Tablo 12’de verilmiştir. Tablo 10’da, üçüncü sorunun son testte doğru cevaplama yüzdelerine bakıldığında, deney grubu öğrencilerinin sadece %20’sinin soruyu doğru cevaplayabildiği, kontrol grubunda ise bu soruyu doğru cevaplayan öğrencinin olmadığı görülmektedir. Bu soru, deney grubu ve kontrol grubu öğrencileri tarafından en çok yanlış cevaplanan sorudur (bkz. Tablo 10). Tablo 12’de görüldüğü gibi, üçüncü sorunun ilk aşaması, çözünme ve erime arasındaki fark ile ilgilidir. Uygulama sonunda deney grubunun %35’i, kontrol grubunun ise %5’i sorunun birinci aşamasına doğru cevap vermiştir. Üçüncü sorunun ikinci aşaması için de, son test doğru cevaplama yüzdeleri (%40 ve %30) yüksek değildir. Tablo 12’de görüldüğü gibi, ikinci aşamada en çok işaretlenen çeldirici her iki grup içinde (%35 ve %50) “C” şıkkıdır.

Tablo 12*Öğrencilerin Son-testte 3. Soruya Verdikleri Cevapların Yüzdeleri*

	Deney/Kontrol	
Çözücü, çözeltildeki çözünenin erimesini sağlayan maddedir.		
(I) Doğru	60	95
* (II) Yanlış	35	5
Sebepler		
A- Çözücü, özellikle sıcak olarak hazırlanması gereken bir sıvıdır.	15	0
*B- Çözünen maddeyi çözerek çözelti oluşturan maddeye çözücü denir.	40	30
C- Çözücü, bir maddenin moleküllerine ayrılmasını sağlar.	35	50
D- Çözücü, bir maddenin katı halden sıvı hale gelmesini sağlar.	15	20
*Doğru cevap		

Kavram testinde yer alan 9-14 arasındaki sorular asitler-bazlar konusuna yöneliktir. 10. sorunun son testte doğru cevaplanma yüzdesi her iki grupta da diğer sorulardan daha düşüktür (bkz. Tablo 10). Bu oran deney grubunda %50 iken, kontrol grubunda %5'tir. Onuncu sorunun aşamalarına ait doğru cevaplanma yüzdeleri ise Tablo 13'de ayrı ayrı verilmiştir. Tablo 13'e göre deney grubu öğrencilerinin (%65) yarısından fazlasının "OH⁻ iyonu sayısı H⁺ iyonundan fazla olduğunda çözeltinin turnusol kağıdının rengini maviye dönüştürdüğünü" ve "PH₃ çözeltisinin bazik olduğunu" bildiğini görülmektedir. Buna rağmen kontrol grubunda birinci ve ikinci aşamalarının doğru cevaplanma yüzdelerinin (%30 ve %20) çok düşük olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin çoğu uygulama sonrasında bile "OH⁻ iyonu sayısı H⁺ iyonundan fazla olduğunda" çözeltinin turnusol kağıdını maviye çevireceğini doğru tahmin edememiştir ve PH₃ çözeltisinin asidik olduğunu düşünmektedir. Bunlara ek olarak, "Asitler/bazlar laboratuvarlarda üretilirler" ve "Asitler yakıcı ve tahriş edici özelliktedir." kavram yanlışlarının kontrol grubu öğrencilerinde çok daha fazla bulunduğu görülmektedir. Bu çalışmada bulunan diğer önemli bir kavram yanlışlığı ise "İndikatörler asitlik ve bazlık değerini ölçmede kullanılır" şeklindedir. Bu kavram yanlışlığına deney grubu öğrencilerinde %30 oranında rastlanır iken bu oran kontrol grubunda (%65) çok daha fazladır.

Tablo 13*Öğrencilerin 10. Soruya Verdikleri Cevapların Yüzdeleri*

	Deney/Kontrol	
PH ₃ 'ün sulu çözeltisinde OH ⁻ iyonu sayısı H ⁺ iyonu sayısından fazladır.		
Buna göre bu çözelti		
(I) Turnusol kağıdının rengini kırmızıya boyar.	25	70
* (II) Turnusol kağıdının rengini maviye boyar.	65	30
Sebepler		
A- OH ⁻ iyonu sayısı H ⁺ iyonu sayısından fazla ise pH<7'dir.	5	20
B-OH ⁻ daha fazla ise renk değişimi koyu renklerde gözlenir.	5	20
C- PH ₃ çözeltisi asittir.	25	40
*D- PH ₃ çözeltisi bazdır.	65	20
*Doğru cevap		

Tablo 10'da yer alan 16., 19. ve 20. sorular hazır gıdalar konusuna yöneliktir. Örnek olarak, 20. soru için öğrencilerin son testte verdikleri cevapların yüzdeleri Tablo 14'de verilmiştir. Bu sorunun ilk aşamasında gıda katkı maddelerinin kullanım amacı sorulmuştur. Deney grubu öğrencilerin bu amacı büyük oranda doğru anladıkları (%80) anlaşılmaktadır. Bunun yanında, kontrol grubu öğrencilerinin %65'inin yanlış çeldirici (Gıdaların hastalık yapıcı etkilerini ortadan kaldırmak) seçtiği görülmektedir. Birinci aşama gruplar arasındaki fark, sorunun ikinci aşamasında ise (%60 ve %70) neredeyse kapanmıştır. Sorunun ikinci aşaması, katkı maddelerinin kullanım amacına nasıl ulaştığı ile ilgilidir. Burada her iki grupta da öğrencilerin çoğu "Katkı

maddeleri gıdaların kalitelerini koruyarak raf ömürlerini uzattığını” söyleyebilmektedir. Hazır gıdalar ile ilgili öğrencilerde uygulama sonrasında bulunan kavram yanlışları Tablo 11’de listelenmiştir.

Tablo 14

Öğrencilerin 20. Soruya Verdikleri Cevapların Yüzdeleri

Gıda katkı maddelerinin kullanım amaçları ile ilgili;	Deney/Kontrol	
* (I) Gıdanın biyolojik ve besleyici değerini korumak.	80	30
(II) Gıdaların hastalık yapıcı etkilerini ortadan kaldırmak.	15	65
Sebepler		
* A- Katkı maddeleri gıdaların kalitelerini koruyarak raf ömürlerini uzatır.	60	70
B- Katkı maddeleri gıdaların içindeki bakterileri öldürür.	25	5
C- Katkı maddeleri gıdaların içindeki maya mantarlarını öldürür.	15	5
D- D- Katkı maddeleri gıdaların içindeki mikropları öldürür.	0	15
* Doğru cevap		

Araştırmanın ikinci hipotezi, “Öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarında cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık yoktur.” şeklinde sunulmuştur. Bu hipotezi test etmek için araştırma verileri, iki yönlü ANOVA testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Kız ve erkek öğrencilerin kimya kavramları testi son test puanları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşma olmamıştır [$F(1,36)=3.18$, $p=0.08$]. Bu bulgu, öğrencilerin kimya kavramlarını anlama düzeyleri üzerinde, cinsiyetin önemli bir değişken olmadığını göstermektedir.

Araştırmanın üçüncü hipotezi, “Öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarında cinsiyet ve yöntem etkileşiminin bir etkisi yoktur.” şeklinde sunulmuştur. Bu hipotezi test etmek için araştırma verileri, iki yönlü ANOVA testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırma sürecinde uygulanan yöntemin ve cinsiyetin, öğrencilerin kimya kavramlarını anlama düzeyleri üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir [$F(1,36)=6.84$, $p=0.01$]. Söz konusu farklılaşmayı belirlemek için gözenek ortalama puanlarının karşılaştırıldığı post-hoc testi yapılmıştır. Tablo 15’de gösterilen gözeneklerin kodlanma biçimidir. Yöntem için STEM 1, Geleneksel 2; cinsiyet için Erkek 1, Kız 2 olarak kodlanmıştır.

Tablo 15

Yöntem ve Cinsiyete Göre 2x2’lik Matriste Gözenekler

Yöntem	Erkek	Kız
STEM	11	12
Geleneksel	21	22

Gözenekler arası çoklu karşılaştırma Scheffe testi ile yapılmıştır. Gözenek ortalama puanları Tablo 16’de gösterilmiştir.

Tablo 16

Gözenek Ortalama Puanlarına İlişkin Scheffe Testi Sonuçları

Gözenek	N	\bar{x}	s^2
21	10	3.00	
22	10	3.70	
12	10	5.60	
11	10		9.30
Sig.		0.21	1.00

STEM eğitimi ile ders işleyen erkek öğrencilerin ($x=9.30$) aynı yöntemle göre ders alan kızlardan ($x=5.60$); erkek öğrenciler arasında da STEM eğitimi ile ders işleyenlerin geleneksel yöntemle göre işleyenlerden ($x=3.0$) daha yüksek puan ortalamasına sahip oldukları görülmüştür. Kız öğrenci grubunda da STEM eğitimi ile ders alanların ($x=5.60$) geleneksel yöntemle göre ders alanlardan ($x=3.70$) daha yüksek puan ortalamasına sahip oldukları görülmüştür.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

İlköğretim seviyesinde ve fen derslerinde STEM eğitimi uygulamalarına yönelik pek çok araştırma bulursa da (Aydın Günbatır & Tabar, 2019; Büyükdede, 2018; Ceylan 2014; Çavaş, Ayar & Gürcan, 2020; Gülhan & Şahin, 2016; Yıldırım, 2016; Yıldırım & Selvi, 2017), ortaöğretim kimya derslerinde bu yönde yapılan çalışmaların sayısı sınırlıdır (Aydın-Günbatır 2020; Huri & Karpudewan 2019; Yüceler vd., 2020). Bu bağlamda, 10. sınıf kimya konularına (Çözeltiler, Asitler/Bazlar ve Hazır Gıdalar) yönelik STEM etkinliklerinin yer aldığı bu çalışmanın, literatüre önemli katkıları olacağı düşünülmektedir. Çalışma sonuçları, STEM etkinlikleri ile yapılan derslerin, kimya kavramlarının anlaşılmasında (özellikle hazır gıdalar konusunda) geleneksel ders anlatımına göre daha etkili olduğunu göstermektedir. STEM etkinlikleri sayesinde öğrencilere sıkıcı gelen konuların disiplinlerarası bağlantı kurularak işlenmesinin, kavram öğreniminde etkili olduğu bilinmektedir (Aydın Günbatır & Tabar, 2019). Hazır Gıdalar konusunun, çalışmada yer alan diğer konulara göre (çözeltiler, asitler/bazlar) daha fazla ezber bilgi içermesi, bu konuda kullanılan STEM etkinliğinin etkisini arttırmış olduğu söylenebilir. Hazır Gıdalar ile ilgili STEM etkinliğinin kullanıldığı veya bu konuda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının araştırıldığı başka bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bunlara ek olarak çalışmada yer alan diğer konuların (Asitler-Bazlar; Çözeltiler) çok sayıda soyut kavram içermesi ve öğrencilerin bu konularda çeşitli kavram yanlışlarına sahip olmaları, bu konular için kullanılan STEM etkinliklerinin etkisini azaltmış olabilir. Örneğin bu çalışmada çözeltiler konusunda gözlemlenen kavram yanlışlarına (Tanecik boyutu çözünürlüğü etkiler; Çözünen, çözücü içerisinde kaybolur; Çözünen madde çözücü içindeki boşlukları doldurur; Çözücü ile çözünen madde arasındaki etkileşim kimyasaldır; Çözünen madde çözücü içinde erir gibi) literatürde bulunan pek çok çalışmada rastlanmıştır (Abraham vd., 1994; Coştu, Ayas, Açıkkar & Çalık, 2007; Ebenezer & Erickson, 1996; Erdem vd., 2004; Koray, Akyaz & Köksal, 2007). Günlük hayatta kimya kavramlarının farklı anlamlarda kullanılması, kavram yanlışlarının önemli sebepleri arasındadır (Pabuçcu, 2017). Örneğin günlük hayatta çaya atılan şekerin eridiğinin söylenmesi, çözünme ile erime kavramlarını karıştırılmasının önemli bir sebeptir. Bu kavram yanlışlarına farklı yıllarda yapılan pek çok çalışmada rastlanmıştır (Akgün & Aydın, 2009; Coştu vd., 2007; Çalık vd., 2006; Ebenezer & Erickson, 1996; Demircioğlu vd., 2002; Prieto vd., 1989; Şen & Yılmaz, 2012; Tekin vd., 2004). Benzer şekilde, öğrencilerin asit ve bazların konusunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğu pek çok çalışmada gösterilmiştir (Pabuçcu & Geban, 2015; Tarım, 2017; Tekeli, 2009; Yahşi, 2006). Bu yanlışlara örnek olarak; Öğrencilerin turnusol kağıdının rengi doğru tahmin edememeleri (Kumbasar, 2019; Metin, 2011; Pabuçcu & Geban, 2015), İndikatörleri asidik gücün bir ölçüsü olarak görmeleri (Çetingül & Geban, 2011) ve Hidrojen bulunan molekülleri asidik olarak kabul etmeleri (Pabuçcu & Geban, 2015; Tarım, 2017) verilebilir.

Çalışmada, STEM eğitimi ile ders işleyen erkek öğrencilerin aynı yöntemle göre ders alan kızlardan; daha yüksek puan ortalamasına sahip oldukları görülmüştür. Erkeklerin fen ve matematik alanlarında kızlara göre performansının yüksek olması bu alanlara olan ilgilerinin daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir (European Commission, 2004). Örneğin, Kırıktaş ve Şahin (2019) araştırmasında lise öğrencilerine cinsiyetlerine göre STEM kariyer ilgi ölçeği uygulamıştır. Ölçeğin; fen, teknoloji, mühendislik, matematik alt boyutları için bulguları değerlendirdikleri zaman; fen alt boyutundaki erkek öğrencilerin puanlarının kız öğrencilerden

yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, özellikle kız öğrencilerin STEM disiplinlerine olan ilgilerini arttırmak için çaba harcanması önerilmektedir.

Bu çalışmada sunulan STEM etkinlikleri, kimya derslerinde STEM uygulamaları yapmak isteyen öğretmenler için yol gösterici olacaktır. Ayrıca bu etkinliklerin kimya konularının anlaşılmasının yanında, kimyanın doğasının anlaşılmasında da etkili olacağı düşünülmektedir. İleride yapılacak çalışmalarda, bu tür STEM etkinliklerinin öğrencilerin kimya okur yazarlık seviyelerine ve 21. yüzyıl becerilerine (karmaşık problem çözme, eleştirel düşünme gibi) katkılarının da araştırılmasına ihtiyaç vardır. Bunun yanında ileride soyut kimya konularına yönelik STEM etkinlikleri oluşturacak araştırmacılara, etkinlikleri kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik doğasının anlaşılmasına yardım edecek şekilde tasarlanmaları önerilebilir. Örneğin çözeltiler konusundaki kavram yanlışlarının en önemli nedenlerinden biri öğrencilerin makroskobik değişimler ile mikroskobik olayları ilişkilendirememesidir (Ebenezer & Erickson, 1996; Kavak, 2004). Bu amaçla düzenlenecek STEM etkinliklerinde PhET gibi simülasyon uygulamalarına yer verilebilir. Bunun yanında, öğrencilerin argümantasyonlarını destekleyici ortamlar yaratılması, onların soyut kimya kavramlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olacaktır.

Son olarak bu çalışmada önerilen STEM etkinliklerinin, ders programlarını aksatmadan uygulanabilmesi için bir dizi önlem alınması gerekmektedir. Bu çalışmada alınan önlemlerden ilki ve en önemlisi, uygulama başlamadan önce öğrencilere Makers Lab uygulamaları ile kodlama, elektronik, robotik, uygulama tasarımı ve geliştiricilik alanlarında eğitim aldırılmış olmasıdır. Bu sayede, öğrencilerin, çalışmada kullanmaları gerekli olan programları (TinkerCad ve Arduino gibi) öğrenmek için ek süre harcamaları gerekmemiştir. Bu önleme ek olarak, uygulama öğretmeni tarafından okulda STEM kulübü kurulmuş ve öğrenciler kimya ders saatleri dışında haftada bir gün, bir ders saatini (40 dakika) projeleri ile ilgili konuları öğretmenlerine danışmak için kullanabilmişlerdir. Bir diğer önlem olarak, ders saatlerinde tamamlanamayan kısımlar için (internet araştırması, görüşmeler gibi) ev ödevleri kullanılmıştır. Son olarak, “Yeniden tasarlama” için verilen sürenin yetmediği durumlarda, öğrencilerden tasarımlarını nasıl düzenlemek istediklerini yazılı olarak anlatmaları istenmiştir. Bu çalışmanın önemli bir sınırlılığı, önerilen etkinliklerin STEM eğitimi ile ilgili gerekli deneyime sahip öğretmenler tarafından çeşitli malzemelere (bilgisayar, Arduino Seti gibi) sahip sınıflarda uygulanabilecek olmasıdır. Ayrıca, etkinlikleri uygulayacak öğretmenlerin teknoloji, pedagoji ve alan bilgisinin birlikte kullanıldığı teknopedagojik alan bilgisi yeterlilikleri de önemlidir.

KAYNAKÇA

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165.
- Ağgül Yalçın, F. (2010). *Ortaöğretim ve yüksek öğretim düzeyinde asit-baz konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Akgündüz, D. (2018a). STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi. Akgündüz, D. (Ed.), *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi* (ss. 19-47). Anı Yayıncılık.
- Akgündüz, D. (2018b). İlkokul ve ortaokul fen bilimleri eğitiminde stem eğitimi uygulamaları. In Akgündüz, D. (Ed.), *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi* (s. 169-199). Anı Yayıncılık.

- Akgündüz, D. & Ertepinar, H. (2018). Eğitim fakültesinde bütünleşik fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğretimi uygulamaları. In Akgündüz, D. (Ed.), *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi* (ss. 285-316). Anı Yayıncılık.
- Albert, E. (2016). *Color me STEAMED: Engaging girls in STEM education*. <https://panelpicker.sxsw.com/vote/60048>
- Altınyüzük, C. (2008). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersi kimya konularındaki kavram yanılgıları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Ayas, A., Demircioğlu, G., & Demircioğlu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(1), 36-51.
- Aydın-Günbatar, S. (2020). Making homemade indicator and strips: a STEM + activity for acid-base chemistry with entrepreneurship applications. *Science Activities* 57(3), 132-141.
- Aydın Günbatar, S. & Tabar, V. (2019). Türkiye’de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1) , 1054-1083.
- Aytekin, B. A. (2018). FeTeMM yaklaşımının işlerliğinin artması adına görsel iletişim tasarımı yöntemlerinin eğitim sistemine adapte edilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 6(1), 457-483.
- Bal, H. (2018). *Küresel Bağlamda STEM Yaklaşımları*. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Bayrak, B. (2011). *Web ortamında problem tabanlı öğretim ile desteklenmiş fen ve teknoloji öğretmenliği 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi; Asit baz konusu* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Becker, K. & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among STEM subjects on students' learning. *Journal of STEM Education*, 12 , 5-6.
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers’ perceptions: A phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61-79.
- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM narrative: 15 years in the making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7).
- Bradley, J. D., & Mosimege, M. D. (1998). Misconceptions in acids and bases: a comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. *South African Journal of Chemistry*, 51(3), 137-145.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Burhan, Y. (2008). *Asit ve baz kavramlarına yönelik karikatür destekli çalışma yapraklarının geliştirilmesi ve uygulanması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Büyükdede, M. (2018). *İş-enerji ve itme-momentum konularına yönelik FeTeMM etkinliklerinin akademik başarı ve kavramsal anlama düzeyi üzerine* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.

- Carlson, L. E., & Sullivan, J. F. (1999). Hands-on engineering: learning by doing in the integrated teaching and learning program. *International Journal of Engineering Education*, 15(1), 20-31.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E. & Çalık, M. (2007). At which level are concepts about solubility topic understood. *Boğaziçi Eğitim Fakültesi Dergisi--Boğaziçi University Journal of Education*, 20(2), 1-16.
- Cunningham, C. M., & Hester, K. (2007, March). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. In *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Honolulu, HI.
- Çalık, M., Ayas, A. & Ünal, S. (2006). Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramlarının tespiti: Bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(3), 309-322.
- Çavaş, P. & Çavaş, B. (2018). STEM eğitiminde mühendislik uygulamaları. In Akgündüz, D. (Ed.), *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi* (ss. 113-131). Anı Yayıncılık.
- Çavaş, P., Ayar, A. & Gürcan, G. (2020). Türkiye’de STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmaların durumu üzerine bir çalışma . *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 17(1), 823-854 .
- Çepni, S. (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*. Pegem Akademi.
- Çetingül, İ., & Geban, Ö. (2011). Using conceptual change texts with analogies for misconceptions in acids and bases. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 41, 112-123.
- Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. Pusula Yayıncılık.
- DeJarnette, N. (2012). America’s children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Demirci, Ö. (2011). *8. sınıf öğrencilerinin asitler ve bazlar konusuyla ilgili yanlışlarını gidermede animasyon destekli kavramsal değişim metinlerinin etkililiğinin araştırılması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Demircioğlu, H., Ayas, A. & Demircioğlu, G. (2002). Sınıf öğretmen adaylarının kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Özetleri*. ODTÜ Eğitim Fakültesi.
- Denson, C. D. (2011). *Building a framework for engineering design experiences in STEM: A synthesis*. <http://ncete.org/flash/pdfs/Denson%20Synthesis.pdf>
- Ebenezer, J.V., & Erickson, L.G. (1996). Chemistry Students’ Conception of Solubility: A Phenomenography. *Science Education*, 80(2), (181-201).
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education* 3(3), 1-8.

- Erdem, E., Yılmaz, A., & Gücüm, B. (2004). Öğrencilerin madde konusunu anlama düzeyleri, kavram yanılgıları, fen bilgisine karşı tutumları ve mantıksal düşünme düzeylerinin araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 74-82.
- Erduran, S. & Pabuçcu Akış, A. (2023). Chemistry Education Research-Recent Trends and the Onset of the Pandemic Era, In Lederman, N.G., Zeidler, D.L. & Lederman, J.S. (Ed.), *Handbook of Research on Science Education Volume III* (ss. 657-692). Routledge.
- Ergün, A. (2019). Sosyal bilişsel kariyer kuramı açısından STEM kariyer ilgisine cinsiyetin etkisi, *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 14(20), 1284-1311.
- Eroğlu, S. (2018). *Atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamalarının akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi] Erciyes Üniversitesi.
- European Commission. (2004). *Helping To Create An Entrepreneurial Culture. A Guide On Good Practices in Promoting Entrepreneurial Attitudes And Skills Through Education*. Printed in Belgium. B-1049 Brussels.
- Gencer, A. S. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(1), 1-19.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşmelerine etkisi. *25. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi'nde* (UEBK-2016) Sözlü bildirisi.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). STEAM (STEM+Sanat) etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 15(3), 1675-1699.
- Haslam, F., & Treagust, D.F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203-211.
- Herdem, K., & Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Educational Research in International Context, Uluslararası Eğitim Araştırmaları*, 145-162. DOI: 10.15285/maruaeabd.381417.
- Huri, N. H. D., & Karpudewan, M. (2019). Evaluating the effectiveness of Integrated STEM-lab activities in improving secondary school students' understanding of electrolysis. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(3), 495-508. <https://doi.org/10.1039/C9RP00021F>
- Hynes, M., M. Portsmore, E. Dare, E. Milto, C. Rogers, D. Hammer, & A. Carberry. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165
- Karaatlı, M. (2006). *Verilerin düzenlenmesi ve gösterimi. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Şeref Kalaycı (Eds), İkinci Baskı, Ankara: Asil Yayınları.
- Kavak, N. (2004). *Lise II. sınıf öğrencilerinin çözünme konusundaki kavramsal başarı ve algılamalarına, ilgi ve tutumlarına yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına dayalı rol oynama öğretim yönteminin etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi] Gazi Üniversitesi.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11-15.
- Kırıktaş, H., & Şahin, M. (2019). Lise öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgileri ve tutumlarının demografik değişkenler açısından incelenmesi (An investigation of career

attitudes and attitudes of high school students towards STEM areas in terms of demographic variables). *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 55-77.

- Koonce, D., Zhou, J., Conley, V., Hening, D., & Anderson, C. (2011). What is STEM? www.asee.org/public/conferences/1/papers/289/download
- Koray, Ö., Akyaz, N. & Köksal, M.S. (2007). Lise öğrencilerinin “çözünürlük” konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 15(1), 241- 250.
- Kumbasar, T. (2019). *Probleme Dayalı Öğretimin Farklı Öğrenme Stilleri Ve Zekâ Alanlarına Sahip Öğrencilerin Asitler Ve Bazlar Konusunu Öğrenmeleri Üzerine Etkisi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Mann, M. & Treagust, D. F. (1998). A pencil and paper instrument to diagnose students' conception of breathing, gas exchange and respiration. *Australian Science Teachers Journal*, 44(2), 55-59.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2016). *STEM eğitim raporu*, (ss. 10-12). <https://yegitek.meb.gov.tr/www/meb-yegitek-genel-mudurlugu-stem-fen-teknoloji-muhendislik-matematik-egitim-raporu-hazirladi/icerik/719>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2018). *Kimya Öğretim Programı*. <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812102955190-19.01.2018%20Kimya%20Dersi%20C3%96%C4%9Fretim%20Program%C4%B1.pdf>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) YEĞİTEK. (2018a). STEM Eğitimi Kulüpleri. (81576613-320-E.9486921 Sayılı Resmi Yazı) Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) YEĞİTEK. (2018b). STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Metin, M. (2011). Effects Of Teaching Material Based On 5e Model Removed Pre - Service Teachers' Misconceptions About Acids-Bases. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 5(2), 274-302.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2019). *Kazanım Merkezli STEM Uygulamaları*. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Miller, K. T. (2011). STEM: An entrepreneurial approach. *Quality Approaches in Higher Education*, 2(2), 5-7.
- Mobley, M. C. (2015). *Development of the SETIS instrument to measure teachers' self-efficacy to teach science in an integrated STEM framework* [Unpublished doctoral dissertation] University of Tennessee.
- Moore, T. J., Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E. & Guzey, S. S. (2016) *The need for a STEM road map*. In *STEM road map: A framework for integrated STEM education*, ed. C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, T. J. Moore, and S. Guzey, 3–12. NY: Routledge Taylor & Francis Group.
- Morgil, İ., Yılmaz, A., Şen, O., & Yavuz, S., (2002, Eylül). Öğrencilerin asit- baz konusunda kavram yanlışları ve farklı madde türlerinin kavram yanlışlarını saptama amacıyla kullanımı. *ODTÜ V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.
- Nadelson, L. S., Seifert, A., Moll, A. J., & Coats, B. (2012). i-STEM summer institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education*, 13(2), 69-83.

- Nambisan, S. (2014). *Make entrepreneurship a part of education*. <http://archive.jsonline.com/news/opinion/make-entreprenuarship-a-part-ofeducation-b99214666z1-247680431.html>
- NRC. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on science education and board on testing and assessment, division of behavioral and social sciences and education. The National Academies Press.
- Pabuçcu, A. (2017). The infusion of argumentation in chemistry education: the case with daily life phenomena related to gases. *Turkish Studies International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 12(28), 635-650.
- Pabuçcu Akış, A. & Demirer, I. (2023). Integrated STEM activity with 3D printing and entrepreneurship applications. *Science Activities-Projects and Curriculum Ideas in STEM Classrooms*, 60(1), 1-11.
- Pabuçcu, A., & Geban, Ö. (2015). Effects Of 5e learning cycle instruction on misconceptions on acid-base concepts. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 191-206.
- Prieto, T., Blanco, A. & Rodriguez, A. (1989). The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education*, 11(4), 451-463.
- PwC & TUSIAD. (2017). 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi. <https://www.pwc.com.tr/tr/gundem/dijital/2023e-dogru-turkiyede-stem-gereksinimi.html>
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & 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*, 11, 2(1), 31-44.
- Şen, Ş. & Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünmeyle ilgili kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Tarım, S. (2017). *Asitler ve bazlar konusunda öğrencilerde var olan alternatif kavramların giderilmesinde kullanılan analogi ve kavramsal değişim metinlerinin kavramsal değişimi sağlamada etkililiğinin karşılaştırılması* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi] Pamukkale Üniversitesi.
- Tekeli, A. (2009). *Argümantasyon odaklı sınıf ortamının öğrencilerin asit-baz konusundaki kavramsal değişimlerine ve bilimin doğasını kavramalarına etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi] Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Tekin, S., Kolomuç, A., & Ayas, A. P. (2004). Kavramsal Değişim Metinlerini Kullanarak Çözünürlük Kavramını Daha Etkili Öğretebilir miyim? *Journal of Turkish Science Education*, 1(2), 85-102.
- Treagust, D.F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconception in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Uysal, E. & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilgilerine etkisinin incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(1), 60-81.
- Üce, M., & Sarıçayır, H. (2002). Üniversite 1. sınıf genel kimya dersinde asit-baz konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinleri ve kavram haritalarının kullanılması. *M.Ü Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 16, 163-170.

- Voska, K. W., & Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conception used to solve chemical equilibrium problems, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176.
- Yahşi, D. (2006). *Farklı laboratuvar yaklaşımlarının ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin asit-baz konularındaki kavramları anlamalarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi] Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dünder, S. (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *GEFAD*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, B. (2016). *7. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi* [Yayınlanmamış doktor tezi] Gazi Üniversitesi.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.
- Yüceler, R., Aydın-Günbatır, S., & Demirdöğen, B. (2020). Stop bridge collapse: a STEM activity about preventing corrosion of metals. *Science Activities*, 57(4), 154-164.
- Wayne, C. (2012). What is STEM and why do I need to know? *STEM Magazine*, <https://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online>
- Wheeler, L., Whitworth, B. & Gonczi, A. (2014). Engineering design challenge. *The Science Teacher*, 81(9), 30-36.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Because many complex real-world problems in science require input from a range of disciplines, there has been growing interest in integrated STEM education in recent years. There are various STEM education definitions in the related literature so it is quite ambiguous. By STEM education, we mean that integration occurs when students are provided with opportunities to use fundamental scientific and mathematical knowledge to explore technology while participating in engineering designing and thinking to solve real-world problems.

Method

2.1. Research Design and Subjects of the Study

In this study, the quasi-experimental design was used. The random assignment of already formed classes to experimental and control groups was employed to examine treatment effect. Students in the control groups were instructed by traditional instruction whereas students in the experimental groups were taught by STEM Education. One semester before the implementation, all students participated in a free one-week training workshop of five six-hour sessions. This gave students opportunities to experience various applications (mBlock, Scratch, Arduino, App Inventor, and TinkerCad) to integrate them into their projects.

2.2. Subjects of the Study

During the spring semester of 2018–2019, 40 tenth grade students from two classes of a high school attended this study.

2.3. Instruments

Chemistry Concepts Test was given to all students as a pre-test and post-test to compare the effects of two instructions on understanding of chemistry concepts. The content of the test was determined by examining instructional objectives for the chemistry units (Solutions, Acids/Bases, Processed Foods) and related literature. The test included 20 items based on the two-tier multiple-choice format. The first tier of each item examined the content knowledge with two, three or four alternatives. The second tier consists of four reasons for the first tier. These reasons include one scientifically acceptable answer supporting the desired content knowledge in the first tier and three misconceptions identified from the literature related to students' misconceptions with respect to chemistry concepts. A student's answer to an item was considered correct if the student selected both the correct content choice and the correct reason. For the content validity, each item in the test was examined by a group of experts in science education, chemistry and by the classroom teachers. The test was piloted with 120 10th grade students and its Cronbach alpha reliability was found to be 0.82.

2.4. Analysis

To test the effect of treatment and the gender effect on students' understanding of the chemistry concepts, two-way ANOVA was used. In addition, the percentage distribution of each alternative under each one of the items were calculated and they were analyzed.

2.5. Findings and Conclusion

The hypotheses of the study were tested at a significance level of $\alpha=0.05$. Two-way ANOVA were used to test the hypotheses. Statistical analyses were carried out by SPSS/PC. Results showed that there was no significant difference at the beginning of the treatment between the experiment and the control groups in terms of students' understanding of chemistry concepts.

To answer the question posed by hypothesis 1 stating that there is no significant difference between the post-test mean scores of the students taught by STEM and those taught by traditionally with respect to understanding chemistry concepts, two way analysis of variance (ANOVA) was used. The result showed that there was a significant difference between the posttest mean scores of the students taught by STEM and those taught traditionally with respect to the understanding of chemistry concepts. The experiment group scored significantly higher than the control group for all students.

In addition, there was a difference in responses between the experiment and control groups to the items in the post test. Items 3., 4., 9., 10., 11., 15., 16., 17., 18. 19., and 20. where the poorer student results were obtained, were selected to discuss in this manuscript. The misconceptions that this item measured and the percentages of the experimental and control group students' selection of alternatives in the posttest are also given and discussed in the manuscript. In sum, results show that more students in the experimental group removed their misconceptions after instruction than students in the control group, and the results indicated that STEM Education caused a significantly better understanding of chemistry concepts, especially for the Processed Foods unit, than the traditionally designed chemistry instruction for all students in our study.

To answer the question posed by hypothesis 2 that states that there is no significant difference between the posttest mean scores of males and females in their understanding of chemistry concepts, two way analysis of variance (ANOVA) was run. The findings revealed that there was no significant mean difference between male and female students in terms of understanding of the chemistry concepts.

To test hypothesis 3, which states that there is no significant effect of interaction between gender difference and treatment with respect to students' understanding of chemistry concepts, analysis of covariance (ANCOVA) was used. The findings revealed that there was a significant

effect of interaction between gender difference and treatment on students' understanding of chemical bonding concepts. This interaction came from the difference between boys and girls in each group separately. In the experimental group, there was a significant difference between post-test mean scores of boys and girls in the favor of boys.

Results show that the instruction based on STEM caused a significantly better acquisition of chemistry concepts and elimination of misconceptions than traditionally designed chemistry instruction. Moreover, we believed that the activity presented here could provide effective guidelines for chemistry teachers.