



SDU International Journal of Educational Studies

The Effect Of Context-Based Education On Students' Perceptions Of "Green Chemistry And Sustainability "

Zafer Karagölge¹, İlhami Ceyhun¹, Nermin Arıcı¹
¹Atatürk University

To cite this article:

Karagölge, Z., Ceyhun, İ. & Arıcı, N. (2019). The effect of context-based education on students' perceptions of "green chemistry and sustainability". *SDU International Journal of Educational Studies*, 6(2), 73-85. Doi: 10.33710/sduijes.601578

[Please click here to access the journal web site...](#)

SDU International Journal of Educational Studies (SDU IJES) is published biannual as an international scholarly, peer-reviewed online journal. In this journal, research articles which reflect the survey with the results and translations that can be considered as a high scientific quality, scientific observation and review articles are published. Teachers, students and scientists who conduct research to the field (e.g. articles on pure sciences or social sciences, mathematics and technology) and in relevant sections of field education (e.g. articles on science education, social science education, mathematics education and technology education) in the education faculties are target group. In this journal, the target group can benefit from qualified scientific studies are published. The publication languages are English and Turkish. Articles submitted the journal should not have been published anywhere else or submitted for publication. Authors have undertaken full responsibility of article's content and consequences. *SDU International Journal of Educational Studies* has all of the copyrights of articles submitted to be published.

Bağlam Temelli Öğretimin Öğrencilerin “Yeşil Kimya Ve Sürdürülebilirlik” Algıları Üzerine Etkisi

The Effect Of Context-Based Education On Students' Perceptions Of "Green Chemistry And Sustainability"

Zafer Karagölge^{1*}, İlhami Ceyhun², Nermin Arıcı³

¹Atatürk Üniversitesi

Orcid ID:0000-0002-6060-192X

²Atatürk Üniversitesi

Orcid ID:0000-0001-5723-8333

³Atatürk Üniversitesi

Orcid ID:0000-0002-5043-905X

Geliş Tarihi: 05/08/2019

Kabul Ediliş Tarihi: 08/10/2019

Özet

Çevre ve sürdürülebilirlik konusundaki endişeler her geçen gün kendini daha fazla hissettirmektedir. Devamlı artan bir nüfusa ve sınırlı kaynaklara sahip olan dünyada sürdürülebilir kalkınma fikri için 21. yüzyıldaki en büyük düşüncelerden birisi yeşil kimya anlayışı olmuştur. Bu çalışmanın amacı, bağlam temelli öğretimin öğrencilerde “yeşil kimya ve sürdürülebilirlik” algısı üzerine etkisini tespit etmek ve öğrencilerin çevre, çevre sorunları ve sürdürülebilirlik gibi kavramları yeşil kimya uygulamalarıyla pekiştirilmesinin sağlanmasıdır. Araştırmada 40 soruluk 4’lü likert tipi sorulardan oluşan test ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası başarı testinden elde edilen puanlarını karşılaştırmak amacıyla bağımlı örneklem t testi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen bulgular, öğrencilerin puanlarında son-test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ($t_{(15)} = -6.599$, $p < .05$) ortaya koymuş ve bu bulgu aritmetik ortalamalarda da belirgin bir şekilde kendini göstermiştir. Öğrencilerin ön-test ve son-test puanlarındaki değişime bakıldığında, son test lehine yaklaşık %39’luk bir artışın olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bu bulgular, yaşam temelli öğrenme yönteminin araştırmaya katılan tüm öğrencilerin ilgisini çektiğini, sürdürülebilirlik ve yeşil kimya bilincini geliştirmede başarılı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yeşil kimya, Yaşam temelli öğrenme, Çevre eğitimi, Kimya eğitimi

Abstract

Concerns on environment and sustainability make themselves felt more every day. In a world with continuously increasing population and limited resources one of the greatest ideas in the 21st century has been green chemistry. The aim of this study is to identify the effect of context-based education on students’ perceptions of “green chemistry and sustainability” and ensure that students reinforce the concepts of environment, environmental problems, sustainability and etc. through green chemistry applications. Throughout the research, the 40-question test, made up of quad likert-type questions, was applied as pre-test and post-test. In order to compare the points that the students collected from the pre- and post-application tests, paired students t-test method was used. Findings collected as a result of the analysis have revealed that statistically there is a meaningful difference ($t_{(15)} = -6.599$, $p < .05$) between the points collected by the students in support of the post-test and this finding has stood out prominently in the arithmetic means. Looking at the changes of the points collected by students from pre-test to post-test, it is detected

*İletişim: Zafer Karagölge, Atatürk Üniversitesi, zaferk@atauni.edu.tr

that there is a 39% increase in support of the post-test. These findings achieved throughout the study show that context-based learning method attracted all participant students' interests and is successful in terms of improving students' awareness of sustainability and green chemistry.

Key words: Sustainability, Green chemistry, Context-based learning, Environmental education, Chemistry education

GİRİŞ

Tüm ülkelerin çevresel sorunları vardır ve bunların çok yönlü etkileri olmaktadır. Çevre kirliliği, küresel ısınma, iklim değişikliği, yeryüzü kaynaklarının özenle kullanılmaması ve doğal bitki örtüsünün korunmaması yüzünden tarım alanlarının, su kaynaklarının, biyolojik çeşitliliğin azalması, ozon tabakasının yok olması günümüzün en önemli çevre sorunlarıdır (Sorani vd., 2000). Ormanların tahribatı nedeniyle meydana gelen sel ve erozyonla kaybedilen topraklar, sanayi atıklarının kirlettiği hava, su ve bitki örtüsü, insanların yaşam kalitesini etkileyen iklim anomalileri, aşırı sıcaklıklar vb. de bu sorunlara eklenebilir. Ülkelerde nüfus arttıkça, sanayi geliştikçe, eğitim ve kültür düzeyi değiştikçe, şehirleşme hızlandıkça gürültü kirliliği de önemli bir çevre sorunu olmaktadır.

Yaşamları süresince insanlar, ihtiyaçlarına göre, çevreyi değiştirmeye çalışırlar. İnsanların bu davranışları çevresel süreklilik açısından tehlikelidir ve büyük bir olasılıkla ekosistem bileşenlerini ve dengeyi bozmaktadır. Bu olaylar, çevre ve sürdürülebilirlik konusundaki endişelerin de sebebi veya kanıtıdır (Suwandi, Yunus ve Rahmawati, 2018).

Bir yaşam felsefesi olan “sürdürülebilirlik”, çevre problemlerine kalıcı çözüm yolları aramak ve daha fazla çevre sorununun ortaya çıkmasını engellemek demektir. Bu kavram ilk olarak 1987 yılında Brundtland raporunda “Sürdürülebilir Kalkınma” adı ile alanyazında yerini almıştır (Yıldız, 2011).

Sürdürülebilir Kalkınma, bugünkü ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama amacıyla yapılan planlı çalışmaları ifade eden bir kavramdır. “Sürdürülebilirlik” kavramında da, aslında, bugünkü ve gelecek nesillerin düşünülmesi, doğal kaynak dengesinin dikkate alınması, kullanılan kaynakların korunması söz konusudur. Bu nedenle, sürdürülebilirliği çevre ile kalkınmanın birbirini tamamladığı bir anlayış olarak ifade edebiliriz. Canlı çeşitliliğinin, hava, su, toprak niteliklerinin, hayvan ve bitki yaşamlarının korunması da çevresel sürdürülebilirlik kapsamında bulunan olgulardır (Tıraş, 2012).

Ülkelerde sürdürülebilir bir çevre oluşturmak temel amaçtır, ancak bunu gerçekleştirmek kolay değildir. Böyle bir çevreyi geliştirebilmek için öncelikle insan davranışlarının değiştirilmesi gerekir. Eğitim faaliyetlerinin çevre sorunlarıyla başa çıkmakta ve bu sorunlara kalıcı çözümler üretmekte önemli bir rolü olduğu su götürmez bir gerçektir. (Uzun ve Sağlam 2007). Çevre eğitimi disiplinlerarası bir çalışma alanı olmakla beraber bünyesinde fizik, kimya ve biyoloji derslerini de içerir (Edgar vd., 2014; Eissen, 2012; Erökten, 2006; Graham vd., 2014; Gross, 2013; Hill, Hoover ve Stahl, 2013; Hooper ve DeBoef, 2009; Ison ve Ison, 2012; Johnston vd., 2013). Çevre eğitiminde, çevre problemlerine çözüm önerileri geliştirmek için üzerinde çalışılan en önemli konularından biri sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirme olarak görülmektedir (Teksöz, Şahin ve Ertepinar, 2010). Bu bağlamda, çevre sorunlarının ele alınmasında alternatif bir yaklaşım olan yeşil kimya eğitimi büyük bir öneme sahiptir (Manahan, 2005).

Sürdürülebilir kalkınma konusunda 21. yüzyıldaki en önemli gelişmelerden birisi Yeşil Kimya anlayışı olmuştur. Yeşil Kimya günümüzün en popüler konularından birisidir. Genellikle, yeşil kimyanın çevre için koruyucu ilaç olduğu söylenir. Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için Yeşil Kimya'yı ve ilkelerini anlamak ve uygulamak önem arz etmektedir. Yeşil Kimya, çevreye ve insan sağlığına zararlı kimyasal maddelerin kullanımı ve üretiminin tasfiye edilmesi ve bu maddelerin oluşumunu önleyecek metotların bulunması ve planlanması olarak tanımlanabilir (Anastas ve Williamson, 1996; Anastas ve Warner, 1998; Hjeresen, Kirchoff ve Lankey, 2002). Kimya temellerinin yeni bir uygulaması olan yeşil kimyanın amacı esas olarak çevreyi korumaktır.

Bununla birlikte yaşam kalitesini arttırma, sürdürülebilir kalkınma gibi konuları da kapsamaktadır (Karagölge ve Ceyhun, 2011; Karagölge, 2018).

Yeşil Kimya'nın isim babası olan P. T. Anastas ve J. C. Warner tarafından ortaya konulan 12 prensip Green Chemistry - Theory and Practice kitabında mevcuttur. Bu prensipler kimyacılar için bir yol haritası niteliğindedir (Öz, 2012). Atığın önlenmesi, atom ekonomisinin yüksek olması, insan ve çevre sağlığı açısından zararlı olan sentezler yerine daha az zararlı kimyasal sentezlerin tercih edilmesi, kullanılan kimyasalların zararlı etkisini en aza indirgeyecek güvenli tasarımların geliştirilmesi, güvenli çözücüler ve yardımcı kimyasalların kullanılması, kimyasal süreçlerde hem çevre hem de ekonomi açısından enerjinin verimli kullanılması, yenilenebilir hammadde kullanılması, reaksiyonlar tasarlanırken en az basamaklı olacak şekilde tasarlanması, reaksiyonların katalizörlerle gerçekleştirilmesi, kimyasal ürünlerin zararsız bir şekilde bozunacak şekilde tasarlanması, kirliliğin önlenmesi için gerçek zamanlı analizlerin geliştirilmesi, patlama ve yangın gibi kazaları önlemek için güvenli kimyasal süreçlerin tasarlanması yeşil kimyanın 12 prensibidir (Gerçek, 2012). Genellikle hammadde, atık, risk, enerji, maliyet konuları ile ilgili olan bu prensiplere riayet edilerek sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma ve daha iyi yaşanabilir çevre oluşturma hedeflerine ulaşmak mümkündür.

Yeşil kimya uygulamasında temel amaç, çevreye yararlı modelleri bulmak, böylece sürdürülebilir bir gelişmeyi sağlamaktır. Kimya biliminin doğasına paralel olarak Yeşil Kimya bir maddenin veya materyalin yaşamındaki tüm aşamalarla ilgilenir. Bu aşamaları üretim, kullanım ve tükenme (ortadan kalkma veya yok olma) olarak sıralayabiliriz. Üretim aşamasında, yeşil kimya özü itibarıyla daha güvenli maddeler ve daha az kirletici üretim süreçleri tasarlamak esastır. Maddelerin ve süreçlerin tasarımları teknik bilgi alanlarına girer, dolayısıyla kimyasal araştırma ve kimya endüstrisini de ilgilendirir. Üretim aşamasından sonra maddelerin ve materyallerin geri kalan ömürleri onları kullananların elindedir. Madde ve materyallerin bilgili ve uygun yöntemlerle kullanılması gerekir. Bu durum ise onları kullananların eğitimleriyle yakından ilgilidir (Mammimo, 2015). Bu nedenle, Yeşil Kimya eğitime ihtiyaç vardır. Çünkü madde ve materyallerin kullanımında bilgiyi arttırmak ve insan davranışlarını değiştirmek şarttır.

Bağlam Temelli Öğrenme Modeli

Eğitimin temel amaçlarından birinin bireyleri yaşama hazırlamak ve onların günlük yaşamda gerçekleşen olaylara anlam vermelerini sağlamak olduğu düşünüldüğünde, bu temel amaçların yerine getirilmesinde fen derslerinin oldukça önemli bir yere sahip olduğu söylenebilir (Özay-Köse ve Gül, 2016). Son yıllarda yapılan çalışmalar, öğrenme ve günlük yaşamla ilişkilendirme kavramlarının birlikte kullanıldığı araştırmalarda artış olduğunu ortaya koymaktadır (Gül, 2019).

Bu araştırmada, özellikle son yıllarda günlük yaşamımızda sıkça rastladığımız “sürdürülebilirlik” ve “Yeşil Kimya” kavramlarının öğrencilerdeki algılarını tespit etmek amaçlanmıştır. Bu tespiti yapabilmek için Bağlam Temelli Öğrenme Modeli seçilmiştir.

Bağlam temelli öğrenme yaklaşımında günlük hayattaki bir olay veya sorundan yola çıkarak, öğrenilen bilgiler ihtiyaç haline getirilmekte, böylece kavram ve ilişkilerini sorunların çözümünde araç olarak kullanmak hedeflenmektedir. Diğer bir ifade ile günlük hayattaki olaylar ve fen kavramları arasında bağ kurulmaktadır (Glynn ve Koballa, 2005). Bağlam temelli öğretim yöntemi ile öğrenciler teorik bilgileri uygulamaya dönecek, kalıcı ve anlamlı öğrenmelere ulaşacaklardır. Nitekim bağlamsal öğrenme, öğrencilerin işbirlikçi, bireysel, toplumsal, problem temelli, araştırmaya dayalı öğrenme gibi stratejileri kazanmasına yardımcı olmakta, öğrencilerin düşünme ve katılım becerilerini geliştirmektedir (Komalasari, 2016).

Yaşam temelli öğrenmenin amacı ise, günlük yaşamdan seçilmiş bağlamlarla (context) bilimsel kavramları öğrencilere sunmak ve onların öğrenme isteklerini arttırmak (Barker ve Millar, 1999) ve

“öğrenme ihtiyacı” temelinde kavramları vererek öğrenme programını öğrenciler için daha anlamlı hale getirmektir (Bulte, Westbroek, De Jong ve Pilot, 2006).

Alanyazında çevre, çevre kirliliği, çevre sorunları ve disiplinlerarası çevre eğitimi içeren birçok çalışmaya rastlanmaktadır (Edgar vd., 2014; Eissen 2012; Erökten 2006; Graham vd., 2014; Gross 2013; Hill, Hoover ve Stahl 2013; Hooper ve DeBoef 2009; Ison ve Ison 2012; Johnston vd., 2013; Soran vd., 2000; Uzun ve Sağlam 2007).

Alanyazında özellikle ülkemizde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya ile ilgili yayınlara az da olsa rastlanmakla birlikte, her iki kavramı da içinde barındıran yayınların sayısı yok denecek kadar azdır. “Yeşil Kimya ile Çevreyi Koruyorum” İsimli Projenin Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Çevreye Yönelik Bilgi Düzeyi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi isimli çalışmada, projenin okul öncesi dönem çocuklarının çevreye yönelik bilgi düzeyini arttırdığı görülmüştür. (Çabuk ve Çabuk, 2017). Analitik kimya laboratuvarı dersinde katyon analizi deneylerinde, Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi ile “Yeşil Kimya” ve “Sürdürülebilirliği” Anlamak isimli çalışmada, öğrencilerin bu konuları anlama düzeyinin arttığı ve çevre bilinci açısından farklı bir bakış açısı kazandıkları belirtilmiştir (Günter, Akkuzu ve Alpat, 2017).

Kimya Eğitiminde “Yeşil Kimya” Konusunun Öğretimi İle İlgili Çeşitli Değerlendirmeler isimli doktora tezi Erökten (2006) tarafından hazırlanmıştır.

Teksöz, Şahin ve Ertepinar (2010) çevre eğitiminde, çevre problemlerine çözüm önerileri geliştirmek için üzerinde çalışılan en önemli konularından birinin sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi olduğunu ifade etmişlerdir. Manahan (2005) de çevre sorunlarının ele alınmasında alternatif bir yaklaşım olan yeşil kimya eğitiminin önemini vurgulamıştır.

Yurt dışındaki alanyazında yeşil kimya ve sürdürülebilir kalkınma konularının kimya eğitimine dâhil edilmesi yollarını araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan biri “Yeşil Kimya Prensiplerini Endonezya’daki Birinci Sınıf Genel Kimya Eğitimine Dâhil Etme Projesi”dir. Bu çalışmada yeşil kimya prensiplerinin öğretilmesi ve formaldehitin koruyucu madde olarak kullanılması amaçlanmış, ancak yasadışı kötüye kullanılması halinde, daha az tehlikeli olan asetik asidin formaldehit yerine kullanılması için Jigsaw tekniğiyle bir ders planı hazırlanması öngörülmüştür (Hamidah, Zamhari ve Eilks, 2018). Diğerleri, “Yeşil Kimya: Eğitim Bilimleri Fakültesinde Sürdürülebilir Kalkınma İçin Eğitimde Geleceğin Fen Öğretmenlerini Yetiştirmek” başlıklı çalışmada, kimya öğretmen adayları için yeşil kimya ve sürdürülebilir kalkınma konularının kimya öğretim programlarına nasıl uyarlanacağı açıklanmıştır (Karpudewan, Ismail ve Mohamed, 2011).

Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilirlik konuları ile ilgili öğretilerin kimya eğitimiyle uyumlu olabilmesi için farklı modeller sunulmaktadır (Burmeister, Rauch ve Eilks, 2012). Bu bağlamda yayınlanan iki makalede sürdürülebilir kalkınma eğitimi de kapsayan kimya öğretiminde, öğrencilerin motivasyonunu ve kimya derslerine ilgilerini arttırmak amacıyla, sosyo-kritik ve problem odaklı bir yaklaşımla, duş jellerinin, kokuların ve plastiklerin kimya konularına uyarlanması (Burmeister ve Eilks, 2012; Marks ve Eilks 2010) ve bitkisel yağlardan (kolza tohumu yağından) biyodizel üretmekle ilgili bir öğretim yaklaşımı konuları araştırılmıştır. Gott ve Duggan, (1995) atık yağlardan biyodizel üretimi gibi yeşil kimya laboratuvar çalışmalarıyla öğrencilerin kimyayı daha iyi anlamaları ve eğlenceli olması için bir ortam oluşturulduğunu vurgulamışlardır. Yeşil kimya ile öğrencilerin gerçek hayattaki sorunlara odaklanmalarına imkân verildiğinde kimyanın kavramlarını öğrenmekten zevk aldıklarını vurgulamışlardır (Karpudewan, Roth ve Ismail, 2015). Alanyazında karşılaşılan bir başka çalışmada, Almanya’da kimya öğretmenlerinin çoğunun sürdürülebilir kalkınma öğretilerine yönelik pedagojiler hakkında, teorik olarak hiçbir fikre sahip olmadıkları tespit edilmiş, bu konuda öğretmenlerin hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerine ağırlık verilmesi ve uygun öğretim programı materyallerinin sağlanması önerilmiştir (Burmeister, Schmidt-Jacob ve Eilks, 2013).

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, bağlam temelli öğretimin öğrencilerin “yeşil kimya ve sürdürülebilirlik” algısı üzerine etkisini tespit etmek ve çevre, çevre sorunları ve sürdürülebilirlik kavramlarının, yeşil kimya uygulamalarıyla pekiştirmesini sağlamaktır.

Çalışmanın Problemi ve Alt Problemleri

Çalışma da bağlam temelli öğretimin öğrencilerin “yeşil kimya ve sürdürülebilirlik” algıları üzerine etkisi var mıdır? problemine cevap aranmıştır. Bu amaçla aşağıdaki sorular alt problem olarak belirlenmiştir:

1. Öğrenciler çevre, çevre sorunları ve sürdürülebilirlik gibi kavramları yeşil kimya uygulamalarıyla pekiştirebiliyorlar mı?
2. Bağlam temelli öğretimin öğrencilerin algılarına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi var mıdır?

YÖNTEM

Bu çalışmada Kimya Eğitimi Anabilim dalı son sınıf öğrencilerine “Kimya, Teknoloji ve Toplum” dersi kapsamında “yeşil kimya ve sürdürülebilirlik” konusu bağlam temelli öğretim ilkelerine göre hazırlanan işleniş planı uygulanmıştır. Bağlam temelli öğretim yaklaşımının öğrencilerin algıları üzerine etkisini tespit etmek için zayıf deneysel desen, araştırma deseni kullanılmıştır. Zayıf deneysel desen, araştırmalarda tek grupla çalışıldığında tek grup ön test-son test desen olarak eğitim araştırmalarında tercih edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2017; Christensen vd., 2015).

Çalışmanın örneklemini Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim dalının son sınıfında okuyan ve Seçmeli III (Kimya, Teknoloji ve Toplum) dersini alan %80’i kız, %20’si erkek olan toplam 15 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma, Kimya Eğitiminde Araştırma Projesi dersini alan bir öğrenciye bitirme ödevi konusu olarak verilmiş, çalışma dersi yürütücü olan öğretim üyesi ve öğrenci birlikte yürütmüşlerdir. Çalışma bağlam temelli öğrenme yöntemi kullanılarak öğrencilerin çevre, çevre sorunları, sürdürülebilirlik gibi kavramları yeşil kimya uygulamalarıyla pekiştirilmesi amacı ile tasarlanmıştır.

Çalışmada öğrencilere uygulanan ön test ve son testler, American Chemical Society (ACS) Green Chemistry Institute tarafından internet sitesinde yayımlanan “Green Chemistry High School Test Questions” testindeki 50 soruluk 4’lü likert tipi sorulardan 40 soru seçilerek hazırlanmıştır (URL-1). Hazırlanan “Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kimya” testi, bahar döneminde derslerinin başlamasını takip eden ikinci haftada, ön test olarak uygulanmıştır. “Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kimya” testi soruları beş soru grubundan oluşmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. “Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kimya” testi soru grupları ve soruların dağılımı

Soru Grupları	Soruların Dağılımı (%)
Yeşil kimya ve prensipleri	37.50
Yeşil üretim ve tasarım	30.00
Yeşil kimya ve sürdürülebilirlik	12.50
Yeşil kimya ve çevre ilişkisi	10.00
Biyodizel üretim süreci	10.00

Bu çalışmada, Yeşil Kimya ve Sürdürülebilirlik konuları öğrencilere çeşitli bağlamlar yardımıyla aktarılmış ve bu şekilde işlenen dersin öğrencilerin algı düzeylerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma kurgulanırken Burmeister, Rauch ve Eilks’in (2012), yeşil kimya ve sürdürülebilirliğin kimya

eğitimine nasıl bütünleştirileceğine ilişkin dört temel model kullanılmıştır. Bunlar; (1) yeşil kimya ilkelerini eğitimdeki laboratuvar çalışmalarına uygulamak, (2) sürdürülebilirlik konularını kimya eğitiminde içerik veya bağlamlar olarak eklemek, (3) sürdürülebilirlikle ilgili tartışmalı, güncel sosyo-bilimsel sorunları kullanmak ve (4) sürdürülebilirlik eylemini bir ders ile bütünleştirmektir.

Derslerin işlenmesi sürecinde ilk aşamada, araştırmacılar tarafından hazırlanan ve “Yeşil Kimya ve Sürdürülebilirlik” konusuna ait bağlamlar ve bu bağlamlarla ilişkili etkinliğin yer aldığı çalışma yaprakları öğrencilere verilmiş ve uygulama süresince bunlardan yararlanılmıştır. Dersler işlenirken öğrencilere; “Toyota yeşil satın alma yapıyor” (URL-2), “Çevre dostu üretim için yeşil kimya şart” (URL-3), “Çevre Dostu Baskı için Soya Mürekkebi Kartuşu” (URL-4) ve “Biyodizel hem çiftçiye hem ekonomiye kazandırıyor!” (URL-5) isimli, konuyla ilgili okuma parçaları verilerek okumaları istenmiş ve derse başlanmıştır.

İkinci aşamada, öğrencilerden okuma parçalarında geçen anahtar kavramları bulmaları istenerek bağlamlar oluşturulmaya çalışılmıştır. Bunu belirlemek için, okuma parçalarında yer alan kavramlar hakkında her öğrenciden kendi görüşlerini anlatmaları istenmiş ve;

- “Çevreci üretim ile sürdürülebilirlik arasındaki ilişki nasıldır?”
- “Çevre dostu üretim nedir?”
- “Neden soya fasulyesi yazıcı toneri olarak seçilmiştir?”
- “Yağlı tohumların ve atık yağların yakıtla dönüştürülmesi neden önemlidir?” vb. sorularla bir tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin konu hakkındaki düşünceleri alınmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında, öğrencilerin konuyla ilgili bilgilerini pekiştirmek için, kendilerine dağıtılan çalışma yaprağındaki yönergelerle göre deney yapmaları istenmiştir. Söz konusu deney için öğrenciler, evlerinden ve kaldıkları yurtlardan, kızartmalarda birkaç kez kullanılmış olan atık yağları getirmişler ve “Evsel Atık Yağlardan Biyodizel Üretimi Nasıl Yapılır?” isimli bir deneyi yapmışlardır. Dolayısıyla, söz konusu üretim için gerekli bilgi ve beceriyi görerek, yaparak ve yaşayarak kazanmışlardır. Deneyden sonra öğrencilerden çalışma yaprağında yer alan günlük yaşamla ilgili aşağıdaki sorulara yanıtlar alınmıştır. Bu yolla öğrencilerin konuyu ne ölçüde veya ne kadar anlayabildiklerini tespit amaçlanmıştır.

- “Evinizdeki yanmış yağları nasıl bertaraf ediyorsunuz?”
- “1 litre yağın 1 milyon litre suyu kirlettiğini biliyor musunuz?”
- “Suya atılan yağların canlılara ve çevreye verdiği zararları biliyor musunuz?”
- “Geri dönüşümün ülke ekonomisine katkısının farkında mısınız?”
- “Sürdürülebilir bir gelecek için daha neler yapabilirsiniz?”
- “Biyodizelin “Acil Durum Yakıtı” veya “Askeri Stratejik Yakıt” olarak adlandırılmasının nedeni ne olabilir?”

Deney yapıldıktan sonra, öğrencilerden sürdürülebilirlik, çevre, çevre kirliliği, yeşil kimya, atık yağlardan biyodizel üretiminin ve üretimin ekonomikliği konularını araştırmaları, aynı zamanda, internet sitesinde yer alan “Sıfır Atık” (URL-6) projesi kapsamındaki bitkisel atıklar ve bunların bertaraf edilmesiyle ilgili görselleri incelemeleri istenmiştir.

Çalışmanın dördüncü aşamasında, özellikle bir önceki haftada öğrenilen bilgilerin sınıfta birlikte tartışılması sağlanmış ve özellikle biyodizel üretiminde yanmış veya atık yağlardan başka kullanılabilen seçenekler üzerinde durulmuştur. Biyodizel üretiminde etanol ve/veya metanolün de kullanılabilmesi, etanol ve metanolü elde etmede başka seçeneklerin (kömürün sıvılaştırılması veya bitkilerin fermantasyonu gibi) olduğu anlatılmıştır. Ayrıca, biyodizel üretiminde transesterleşme tepkimesinin hem yüzde verim hem de atom ekonomisi olarak değerlendirilmesi ve reaksiyon sonucu elde edilen ürünlerin (biyodizel ve gliserin) hangi alanlarda nasıl değerlendirilecekleri konuları tartışılmıştır. Özellikle öğrencilerden dönem içerisinde anlatılan “Katalitik Konvektörler; Zeolit İle Suların Yumuşatılması ve Gelecekte Verimli ve Temiz Bir Enerji Kaynağı Olarak Düşünülen Kömürün Sıvılaştırılması ve Gazlaştırılması” vb. konuları sürdürülebilirlik ve yeşil kimya kavramlarıyla

ilişkinin kurmaları istenmiş ve ilişkiye öğrencilerin dikkati çekilmiştir (Karagölge, 2018). Sınıfta tartışma ve önceki konularla ilişkilendirme etkinliğinden üç hafta sonra, ön test olarak uygulanan “Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kimya” testi son test olarak bir daha uygulanmıştır.

Veri Analizi

Çalışmada 40 soruluk 4’lü likert tipi sorulardan oluşan test, ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Bu çalışmada uygulanan başarı testinden elde edilen verilerin analizinde SPSS 20.0 İstatistik Paket Programı kullanılmıştır. Analizlerde hata payı 0.05 kabul edilmiştir. Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası başarı testinden elde edilen puanlarının karşılaştırılmasında aritmetik ortalama, standart sapma, bağımlı örneklem t testinden yararlanılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada ön-test, son-test olarak uygulanan “Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kimya” testindeki soru gruplarına öğrencilerin verdikleri doğru cevapların yüzdeleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ön-test ve son-test olarak uygulanan “Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kimya” testinin soru gruplarına verilen doğru cevap yüzdeleri

Soru Grupları	SORU	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S11	S12
Yeşil kimya ve prensipleri	Ön-test	%66.67	%27.67	%33.33	%26.67	%60.00	%46.67	%80.00	%13.33
	Son-test	%100	%60.00	%60.00	%46.67	%66.67	%86.67	%100	%53.33
	SORU	S13	S20	S22	S27	S28	S37	S38	
	Ön-test	%100	%53.33	%73.33	%26.67	%100	%53.33	%73.33	
	Son-test	%100	%86.67	%73.33	%46.67	%100	%60.00	%100	
	SORU	S8	S16	S18	S19	S24	S25	S26	S29
Yeşil üretim ve tasarım	Ön-test	%26.67	%6.67	%53.33	%73.33	%53.33	%80.00	%66.67	%60.00
	Son-test	%53.33	%46.67	%73.33	%80.00	%53.33	%80.00	%100	%93.33
	SORU	S31	S33	S34	S39				
	Ön-test	%66.67	%100	%66.67	%26.67				
	Son-test	%80.00	%86.67	%100	%66.67				
	SORU	S7	S14	S15	S17	S23			
Yeşil kimya ve sürdürülebilirlik	Ön-test	%40.00	%33.33	%40.00	%73.33	%53.33			
	Son-test	%46.67	%73.33	%66.67	%100	%73.33			
	SORU	S9	S10	S30	S32				
Yeşil kimya ve çevre ilişkisi	Ön-test	%53.33	%60.00	%53.33	%80.00				
	Son-test	%80.00	%93.33	%80.00	%100				
	SORU	S21	S35	S36	S40				
Biyodizel üretim süreci	Ön-test	%26.67	%46.67	%46.67	%53.33				
	Son-test	%66.67	%73.33	%60.00	%66.67				

Öğrencilerin ön test ve son test soru gruplarındaki sorulara verdikleri doğru cevap yüzdelerinin aritmetik ortalamaları arasındaki fark; *Yeşil kimya ve prensipleri* grubunda %20.45, *Yeşil üretim ve tasarım* grubunda %19.44, *Yeşil kimya ve sürdürülebilirlik* grubunda %24.01, *Yeşil kimya ve çevre ilişkisi* grubunda %26.66 ve *Biyodizel üretim süreci* grubunda %23.33’tür. Aritmetik ortalamalar arasındaki fark, öğrencilerin bağlam temelli öğrenme ile konuyu daha iyi anladıklarını ve algıladıklarını göstermesi açısından önemlidir. Bazı sorularda (S1, S11, S13, S17, S26, S28, S32, S38) öğrencilerin tümünün son teste doğru cevap vermeleri de dikkat çekicidir.

Parametrik testlerin yapılmasından önce verilerin parametrik test yapmaya uygunluğu kontrol edilmiştir. Tablo 3’de ön ve son testlere ait dağılımın normalliğini belirlemek için yapılan Kolmogorow-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerinin sonuçları verilmektedir.

Tablo 3. Ön-test ve Son-testlere Ait Normallik Testi Sonuçları

Test türü	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik değeri	sd	p	İstatistik değeri	sd	p
Ön-test	0.211	15	0.07	0.883	15	0.053
Son-test	0.186	15	0.17	0.948	15	0.498

Analizlerde kullanılan verilerin homojenliği Levene Homojenlik Testi ile kontrol edilmiştir. Ön ve son test olarak uygulanan başarı testine ait verilerin, parametrik test bulgularıyla uyumlu olduğu görüldüğü için bağımlı örneklem t testi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Öğrencileri Ön-test ve Son-test Puanlarına Ait Bağımlı Örneklem t Testi Sonuçları

	\bar{X}	ss	t	p	Ortalama % artış
Ön-test	21.80	3.63	-6.599	0.000	38.80
Son-test	30.26	4.70			

Tablo 4’de görüldüğü gibi, öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası başarı testinden elde edilen puanlarını karşılaştırmak amacıyla bağımlı örneklem t testi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen bulgular, öğrencilerin puanlarında son-test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu ($t_{(15)} = -6.599$, $p < .05$) ortaya koymuştur. Bu bulgu aritmetik ortalamalarda da belirgin bir şekilde kendini göstermiştir (%38.80). Gerek kimya eğitiminde gerekse fen eğitiminin diğer alanlarında bağlam temelli öğrenmenin öğrencilerin ilgi, motivasyon ve tutumlarını artırdığını gösteren ve alanyazında yer alan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla (Acar ve Yaman, 2011; Bennett, 2003; Murphy ve Whitelegg, 2006; Özay-Köse ve Çam-Tosun, 2011; Sözbilir vd., 2007; Topuz, Gençler, Bacanak ve Karamustafaoğlu, 2013) bu çalışmanın analiz bulguları örtüşmekte veya benzerlik göstermektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bağlam temelli öğrenme yöntemi, bu araştırmaya katılan öğrencilerin ilgisini çekmiş, onlarda yeşil kimya ve sürdürülebilirlik algısını oluşturabilmiştir. Bu durum, yeşil kimya öğrenmenin önemini vurgulayan, yeşil kimya eğitimi alan öğrencilerin farklı çözümler üretmeye, düşünmeye daha yatkın olduklarını, derslere daha iyi motive olduklarını özenle belirten araştırmacıların (Braun vd., 2006) görüşlerini doğrulamaktadır.

Çalışmada uygulanan “Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kimya” testindeki Yeşil kimya ve prensipleri, Yeşil üretim ve tasarım, Yeşil kimya ve sürdürülebilirlik, Yeşil kimya ve çevre ilişkisi ve Biyodizel üretim süreci konularıyla ilgili soru gruplarına öğrencilerin verdikleri doğru cevapların yüzdelisinde, ön teste göre, belirgin bir artış olmuştur (Tablo 2). Öğrencilerin ön test ve son test puanlarındaki değişime bakıldığında (Tablo 4), son test lehine yaklaşık %39’luk bir artış olmuştur. Bu sonuçlar, alanyazındaki bağlam temelli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin motivasyonunu ve derse karşı isteklerini arttırdığı (Bennett ve Lubben, 2006; Bulte, Klaassen, Westbroek, Stolk, Prins, Genseberger, de Jong ve Pilot, 2002; Dlamini ve Lubben, 1996; Hennessy, 1993; Murphy, 1994; Ramsden, 1992) ve fen derslerine ilgilerini çektiğini (Akpınar, 2009; Graber, Erdmann ve Schlieker, 2002; Hofstein ve Kesner, 2006; Kutu ve Sözbilir, 2011; King ve Ritchie, 2007; Sözbilir, Sadi, Kutu ve Yıldırım, 2007) tespit eden çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Öğrencilere yaptırılan deney sonunda, çalışma yapığında yer alan günlük yaşamla ilgili sorulara bireysel olarak verdikleri yanıtlar, öğrencilerin konunun önemini anladıklarını, gelecekle ilgili sürdürülebilirliğin ne anlama geldiğini kavradıklarını göstermiş ve ayrıca atık yağları bertaraf ederken ve atıklar konusunda daha dikkatli olacaklarını söylemişlerdir. Öğrencilerin bağlam temelli öğrenme yaklaşımı ile konuların günlük yaşamdan seçilmiş olaylar ile ilişkilendirerek konuya olan ilgilerinin arttığı ve günlük yaşamdaki olaylarla fen bilimleri arasındaki ilişkinin farkına vardıklarını gösteren

çalışmalar bu sonucu desteklemektedir (Ayvacı vd., 2013; Barker ve Millar, 1999, 2000; Demircioğlu, Dinç ve Çalık, 2013; Potter ve Overton, 2006; Sözbilir vd., 2007). Bağlam temelli öğrenme etkinlikleri ile sürdürülebilir bir yaşam sürmek için dünyadaki kaynakları daha dikkatli kullanacakları, atıklar konusunda daha bilinçli olacaklar ve bir ürünü atık olarak atmadan önce geri dönüştürmeye veya yeniden kullanılabilir duruma getirmeye ve atık miktarını azaltmaya gayret edeceklerdir. Sürdürülebilir ve yeşil kimya eğitimi ile öğrenciler hem kendileri hem de gelecek nesiller için sorumluluk almayı öğreneceklerdir.

Çevre için büyük bir tehdit oluşturan atık yağların, acil durum yakıtı olarak da adlandırılan biyodizele dönüştürülmesi işlemin nasıl yapıldığının öğrenilmesi öğrenciler için önemli deneyim olmuştur. Öğrencilerin dört yıllık öğrenimleri süresince kimya bağlamında öğrendikleri bilgileri ve temel becerileri değişik şartlarda ve farklı olaylarda nasıl uygulayacaklarını görmeleri veya bilmeleri açısından bu çalışma onlar için bir fırsat ve kazanç olmuştur. Öğrencilerin bilim ve teknolojiye gelişmelerden haberdar, toplumsal sorumluluklarının bilincinde, düşünen, gözleyen, eleştiren, eğitimleriyle ilgili konu ve sorunlara bilimsel dayanağı olan kararlar verebilen bireyler olarak yetiştirilmeleri toplum için elbette en büyük kazanç olmaktadır.

Öneriler

Bu çalışma yeşil kimya ve sürdürülebilirlik öğretisini ve bilincini geliştirmede etkili olabilecektir. Lisans düzeyinde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adayları için de kuşkusuz bu çalışma faydalı olacaktır. Yaşam temelli öğrenme modeliyle elde edilen veriler, farklı değişkenlerle ilişkilendirilmek suretiyle yeni çalışmalar tasarlanabilir. Yeşil kimya eğitimi ile sürdürülebilir okuryazarlık özendirilebilir, buna uygun beceriler geliştirilebilir. Bağlam temelli öğrenme yöntemi öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşlerini belirlemede iyi, etkin bir veri toplama aracı olabilir.

Bu çalışma, öğrencilere çevresel tehlikeli atık yağların biyodizel ve gliserin gibi çevre dostu, alternatif enerji kaynağı yeni ürünlere dönüşümünün nasıl yapıldığını göstermesi açısından önemlidir. Bu tür işlemler, öğrencilerin kimya biliminin alternatif yöntemler oluşturmaya müsait ve günlük yaşamın bir parçası olduğunu anlamalarında iyi bir örnektir. Bu nedenle, benzer örneklerle kimya öğretim programlarını zenginleştirip, kimyayı cazip hale getirmek doğrudur (Karagölge, 2018). Bu tür çalışmalar fazlaştıkça lisans öğrencilerine, kimya bağlamında bir dizi temel beceri geliştirme fırsatı sunulabilir ve bağlam temelli öğrenme ile öğrencilere bilimde tek bir ‘doğru’ yanıtın olmadığı bilimsel gerçeği daha iyi anlatılabilir.

KAYNAKLAR

- Acar, B. & Yaman, M. (2011). Bağlam temelli öğrenmenin öğrencilerin ilgi ve bilgi düzeylerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 1-10.
- Akpınar, M. (2009). Öğrencilerin ortaöğretim fizik dersi konularının günlük hayatla ilişkisi hakkındaki düşünceleri. *Fen, Sosyal ve Çevre Eğitiminde Son Gelişmeler Sempozyumu*, 18-20 Kasım 2009, Giresun Üniversitesi, Giresun, Bildiri Kitabı: 96-103.
- Anastas, P.T. & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: theory and practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Anastas, P.T. & Williamson, T. C. (1996). *Green chemistry: An overview, acs symposium series*. Washington: American Chemical Society.
- Ayvacı, H.Ş., Ültay, E. & Mert, Y. (2013). Dokuzuncu sınıf fizik kitabında yer alan bağlamların değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 7(1), 242-263.
- Barker, V. & Millar, R. (1999). Students' reasoning about basic chemical reactions: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal Science Education*, 21(6), 645-665.
- Barker, V. & Millar, R. (2000). Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22, 1171- 1200.
- Bennett, J. & Holman, J. (2003). Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.),

- Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 165-185). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bennett, J. & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The salters approach. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 999-1015.
- Braun, B., Charney, R., Clarens, A., Farrugia, J., Kitchens, C., Lisowski, C., Naistat, D. & O'Neil, A. (2006). Completing our education. *Journal of Chemical Education*, 83, 1126–1129.
- Bulte, A., Klaassen, K., Westbroek, H., Stolk, M., Prins, G., Genseberger, G., de Jong, O. & Pilot, A., (2002). Modules for a new chemistry curriculum, research on a meaningful relation between contexts and concepts. *Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium*, October 2002, Kiel, Germany.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., De Jong, O. & Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063–1086.
- Burmeister, M., Rauch, F. & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 13, 59–68.
- Burmeister, M. & Eilks, I. (2012). An example of learning about plastics and their evaluation as a contribution to Education for Sustainable Development in secondary school chemistry teaching. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 13, 93–102.
- Burmeister, M., Schmidt-Jacob, S. & Eilks, I. (2013). German chemistry teachers' understanding of sustainability and education for sustainable development—An interview case study. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14, 169—176.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Christensen, L. B., Johnson, R. B. & Turner, L. A. (2015). *Araştırma yöntemleri: Desen ve analiz*. (Çev. Ed) Ahmet Aypay. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çabuk, M. & Çabuk, F. U. (2017). “Yeşil kimya ile çevreyi koruyorum” isimli projenin okul öncesi dönem çocuklarının çevreye yönelik bilgi düzeyi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *DPÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi / EBDER*, 1 (1), 64-74.
- Dlamini, B. & Lubben, F. (1996). Liked and disliked learning activities: responses of swazi students to science materials with a technological approach. *Research in Science and Technological Education*, 14 (2), 221–236.
- DeJong, O. (2008). Context-based chemical education: how to improve it? *Chemical Education International*, 8(1), 1-7.
- Demircioğlu, H., Dinç, M. & Çalık, M. (2013). The effect of storylines embedded within context-based learning approach on grade 6 students' understanding of 'physical and chemical change' concepts. *Journal of Baltic Science Education*, 12 (5), 682-691.
- Edgar, L. J. G., Koroluk, K. J., Golmakani, M. & Dicks, A. P. (2014). Green chemistry decision-making in an upper-level organic laboratory. *Journal of Chemical Education* 91(7), 1040–1043. doi:10.1021/ed400639a.
- Eilks I., (2002a). Teaching 'biodiesel': a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching, and students' first views on it. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 3(1), 67-75.
- Eissen, M. (2012). Sustainable production of chemicals – an educational perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 103–111. doi:10.1039/C2RP90002E.
- Erökten, S. (2006). *Different evaluations related with teaching 'green chemistry' topic in chemistry education*. Unpublished doctoral dissertation. University of Hacettepe, Ankara.
- Gerçek, Z. (2012). Kimyanın yeni rengi: yeşil kimya. *Yüksek Öğretim ve Bilim Dergisi*, 2 (1), 50-53.
- Glynn, S. & Koballa, T. R. (2005). The contextual teaching and learning instructional approach. In R. E. Yager (Ed.) *Exemplary science: best practices in professional development* (75–84). Arlington, Va: National Science Teachers Association Press.
- Graber, W., Erdmann, T. & Schlieker, V. (2002). ParCIS: Partnership between chemical industry and schools. *Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium*. Kiel, Germany.
- Gül, Ş. (2019). Yaşam temelli biyoloji motivasyon ölçeği (ytbmö) geliştirilmesi: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (11), 65-76.
- Günter, T., Akkuzu, N. & Alpat, Ş. (2017). Understanding 'green chemistry' and 'sustainability': an example of problem-based learning (PBL). *Research in Science & Technological Education*, 35(4), 500-520. DOI: 10.1080/02635143.2017.1353964
- Gott, R. & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. UK: Developing Science and Technology Education. Open University Press.
- Graham, K. J., Jones, T. N., Schaller, C. P. & McIntee, E. J. (2014). Implementing a student-designed green chemistry laboratory project in organic chemistry. *J Chem Educ.*, 91 (11), 1895–1900.

- Hamidah, N., Zamhari, M. & Eilks, I. (2018). A Project of Incorporating the Principles of Green Chemistry into First Year General Chemistry Education in Indonesia, In: I. Eilks, S. Markic & B. Ralle (eds): *Building bridges across disciplines for transformative education and a sustainable future*. Aachen: Shaker,
- Hennessy, S. (1993). Situated cognition and cognitive apprenticeship: Implications for classroom learning. *Studies in Science Education*, 22 (1), 1-41.
- Hill, N. J., Hoover, J. M. & Stahl, S. S. (2013). Aerobic alcohol oxidation using a copper (I)/tempo catalyst system: a green, catalytic oxidation reaction for the undergraduate organic chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 90 (1), 102–105. doi:10.1021/ed300368q.
- Hjeresen, D. L., Kirchoff, M. M. & Lankey, R. L. (2002). Green chemistry: environment, economics, and competitiveness. *Corporate Environmental Strategy*, 9 (3), 259-265.
- Hofstein, A. & Kesner, M. (2006). Industrial chemistry and school chemistry: Making chemistry studies more relevant. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 1017-1039.
- Ison, E. A. & A. Ison. (2012). synthesis of well-defined copper n -heterocyclic carbene complexes and their use as catalysts for a “click reaction”: a multistep experiment that emphasizes the role of catalysis in green chemistry. *Journal of Chemical Education*, 89 (12), 1575–1577.
- Johnston, A., Scaggs, J., Mallory, C., Haskett, A., Warner, D., Brown, E., Hammond, K., McCormick, M. M. ve McDougal, O. M. (2013). A green approach to separate spinach pigments by column chromatography. *Journal of Chemical Education*, 90 (6), 796–798. doi:10.1021/ed300315z.
- Karagölge, Z. & Ceyhun, İ. (2011) . Kimya eğitiminde sürdürülebilirlik ve yeşil kimya. *II. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi*, 5-8 Temmuz 2011, Erzurum.
- Karagölge, Z. & Gür, B. (2016). Sustainable chemistry: green chemistry. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 6(2), 89-96.
- Karagölge, Z. (2018). Ortaöğretimde kimya dersi öğretim programı için yeşil örnekler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 473-492.
- Karpudewan, M., Ismail, Z. H. & Mohamed, N. (2011). Green chemistry: educating prospective science teachers in education for sustainable development at school of educational studies. *USM, Journal of Social Sciences*, 7 (1), 42-50.
- Karpudewan, M., Roth, W-M. & Ismail, Z. (2015). The effects of “green chemistry” on secondary school students’ understanding and motivation. *Asia-Pacific Edu Res*, 24 (1), 35–43.
- King, D. & Ritchie, S. M. (2007). Implementing a context-based approach in a chemistry class: successes and dilemmas. *Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, New Orleans, LA: April.
- Kolopajlo, L. (2017). Green chemistry pedagogy. *Physical Sciences Reviews*, 20160076, 1-17. DOI: 10.1515/psr-2016-0076.
- Komalasari, K. (2016). The effect of contextual learning in civic education on students’ civic skills. *Educare*, 4(2), 2012.
- Kutu, H. & Sözbilir, M. (2011). Yaşam temelli ARCS öğretim modeliyle 9. sınıf kimya dersi “hayatımızda kimya” ünitesinin öğretimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 29-62.
- Mammino, L. (2015). A Great challenge of green chemistry education: the interface between provision of information and behaviour. *Patterns Worldwide Trends in Green Chemistry Education* Edited by Vania Gomes Zuin and The Royal Society of Chemistry 2015 Published by the Royal Society of Chemistry, www.rsc.org Published on 01 June 2015 on https://pubs.rsc.org doi:10.1039/9781782621942-00001.
- Manahan, S. E. (2005). Green chemistry and the ten commandments of sustainability. 2nd ed. Columbia, MO: ChemChar Research.
- Marks, R. & Eilks, I. (2010). Research-based development of a lesson plan on shower gels and musk fragrances following a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry teaching. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 11, 129–141.
- Murphy, P. (1994). *Gender differences in pupils’ reactions to practical work. teaching science*. London: Routledge.
- Ramsden, J. (1992). If it’s enjoyable, is it science? *School Science Review*, 73, 65–71.
- Murphy, P. & Whitelegg, E. (2006). *Girls in the physics classroom: a review of the research on the participation of girls in physics*. Institute of Physics Report.
- Öz, H. (2012). *Aktüel kimya*. <http://aktuelkimya.blogspot.com/2012/05/yesil-kimya.html> adresinden alınmıştır.
- Özay-Köse, E. & Çam-Tosun, F. (2011). Yaşam temelli öğrenmenin sinir sistemi konusunda öğrenci başarılarına etkileri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8 (2), 91-96.
- Özay-Köse, E. & Gül, Ş. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının biyoloji bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 84-103.
- Potter, N. M. & Overton, T. L. (2006). Chemistry in sport: context-based e-learning in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 195-202.

- Ramsden, P. (1992). Learning to teach in higher education. *British Journal of Education Studies*, 40 (3), 298-301.
- Soran, H., Morgil, F. I., Yücel, S., Atav, E. & Isık S. (2000). Biyoloji öğrencilerinin çevre konularına olan ilgilerinin araştırılması ve kimya öğrencileri ile karşılaştırılması. *Hacettepe University Journal of Education* 18, 128–139.
- Sözbilir, M., Sadi, S., Kutu, H. & Yıldırım, A. (2007). Kimya eğitiminde içeriğe/bağlama dayalı (contextbased) öğretim yaklaşımı ve dünyadaki uygulamaları. *I. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi*, 20-22 Haziran, s. 108.
- Suwandi , S., Yunus, A. & Rahmawati, L. E. (2018). The effectiveness of ecological intelligence-based indonesian language textbooks on the environmentally friendly behaviors of state junior high school students in surakarta. *The 1st International Seminar on Language, Literature and Education, KnE Social Sciences*, pages 261–267. DOI 10.18502/kss.v3i9.2687.
- Teksöz, G., Şahin, E. & Ertepinar, E. (2010). Çevre okuryazarlığı, öğretmen adayları ve sürdürülebilir bir gelecek. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 307- 320.
- Tıraş, H. (2012). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: teorik bir inceleme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 57-73.
- Topuz, F. G., Gençer, S., Bacanak, A. & Karamustafaoğlu, O. (2013). Bağlam temelli yaklaşım hakkında fen ve teknoloji öğretmenlerinin görüşleri ve uygulayabilme düzeyleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 240-261.
- URL1. <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/greenchemistry/education/resources/green-chemistry-test-questions-library.pdf>
- URL2. <http://www.transmedya.com/dergi/sayilar/2015/6/files/assets/common/downloads/page0038.pdf>
- URL3. <http://www.transmedya.com/dergi/sayilar/2015/6/files/assets/common/downloads/page0086.pdf>
- URL4. <https://www.comboink.com/blog/soy-ink-cartridges-for-eco-friendly-printing/>
- URL5. <https://www.gidahatti.com/biyodizel-hem-ciftciye-hem-ekonomiye-kazandiriyor-76230/>
- URL6. <https://sifiratik.gov.tr/bitkisel-atik-yag>
- Uzun, N. & Sağlam, N. (2007). The effect of the course ‘man and environment’ and voluntary environmental organisations on secondary school students’ knowledge and attitudes towards environment. *Hacettepe University Journal of Education*, 33, 210–218.
- Yıldız, Ş. (2011). Öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin sürdürülebilir çevre ile ilgili kavramsal anlamaları ve tutumları. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

The Effect Of Context-Based Education On Students' Perceptions Of "Green Chemistry And Sustainability"

Zafer Karagölge^{1†}, İlhami Ceyhan¹, Nermin Arıcı¹
¹Atatürk University

Extended Abstract

Concerns on environment and sustainability make themselves felt more every day. In a world with continuously increasing population and limited resources one of the greatest ideas in the 21st century has been green chemistry. Today, in order to leave a habitable world to the upcoming generations, it is essential to understand and apply green chemistry and the principles of green chemistry. Green chemistry is often referred as a preventive medicine for the environment and observed as one of the most popular concepts in the science world. The aim of this study is to identify the effect of context-based education on students' perceptions of "green chemistry and sustainability" and ensure that students reinforce the concepts of environment, environmental problems, sustainability and etc. through green chemistry applications.

Sample of this study is made up of a total of 15 senior students at the Atatürk University Mathematics and Science Education, Department of Chemistry Education, who take the course Elective III (Chemistry, Technology and Society) and of which 80% are female students and 20% are male students.

During the courses, students were given contexts on "Green Chemistry and Sustainability" prepared by the researchers and activity sheets related to these contexts and they were benefited throughout the practice. In the study, 40 quad likert-type questions out of 50 in the test "Green Chemistry High School Test Questions" published by American Chemical Society (ACS) Green Chemistry Institute were selected and applied as pre-test and post-test. In order to compare the points that the students collected from the pre- and post-application tests, paired students t-test method was used.

In the study, data collected from the achievement test applied as pre-test, post-test were analyzed by means of SPSS 20.0 Statistics Package. During the comparison of the students' points, arithmetic mean, standard deviation and paired student t test were used. During the analysis, margin of error was acknowledged as 0.05. Before the parametric tests were carried out, availability of data for parametric tests were checked. After the analyses conducted in order to identify the normality of the distribution for pre- and post-tests, results of both Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests demonstrated that the data were distributed normally ($p > 0.05$). During the study, data were also examined to see if they were homogeneous and as a result of the Levene's homogeneity test it was identified that the data set was homogeneously distributed ($F = 2.440$, $p = 0.131$, $p > 0.05$). Findings collected as a result of the analysis have revealed that statistically there is a meaningful difference ($t_{(15)} = -6.599$, $p < 0.05$) between the points collected by the students in support of the post-test and this finding has stood out prominently in the arithmetic means. Looking at the changes of the points collected by students from pre-test to post-test, it is detected that there is a 39% increase in support of the post-test.

These findings achieved throughout the study show that context-based learning method attracted all participant students' interests and is successful in terms of improving students' awareness of sustainability and green chemistry. Furthermore, this study plays an important role for the students in terms of teaching them how environmentally dangerous waste oil is converted into environment-friendly and alternative energy source products, such as biodiesel and glycerol. By such conversions, students notice that chemical science provides alternative methods and that chemical science is a significant part of the daily life as a central discipline.

Key words: Sustainability, Green chemistry, Context-based learning, Environmental education, Chemistry education

[†]Corresponding Author: Zafer Karagölge, Atatürk University, zaferk@atauni.edu.tr