



The Effect of Engineering Design Based Science Teaching on Critical Thinking Skills of Fourth Grade Students

Rabia Asal Özkan^{1,a,*}, Rabia Sarıkaya^{2,b}

¹Faculty of Education Erciyes University, Kayseri, Türkiye

²Faculty of Education, Gazi University, Ankara, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

Acknowledgment

#This study is a part of master's thesis

History

Received: 17/10/2022

Accepted: 09/05/2023



This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication.

Copyright © 2017 by Cumhuriyet University, Faculty of Education. All rights reserved.

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the effect of engineering design-based science education on the critical thinking skills of primary school students. Paired quasi-experimental design was used in this study, which was carried out with the quantitative research method. The sample of the research consists of 53 4th grade students studying in a primary school in the city center of Kayseri in the 2018-2019 academic year. The California Critical Thinking Disposition Scale, which was developed by Facione, Facione, and Giancarlo (1998) as part of the Delphi project, was used as a data collection tool in the study. Independent sample t-test was used for intergroup comparisons of primary school 4th grade students' scores from the critical thinking disposition scale, and paired sample t-test was used for in-group comparisons. As a result of the study, it was determined that there was a statistically significant difference between the critical thinking disposition post-test scores of the control group students ($\bar{x}=218.92$) and the critical thinking disposition post-test scores of the experimental group ($\bar{x}=234.56$). As a result of the research, it can be said that engineering design-based activities contribute to students' critical thinking dispositions. Considering this contribution while developing curricula, engineering design-based activities can be included.

Keywords: STEM education, engineering design-based science education, critical thinking

Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi

Bilgi

#Bu çalışma yüksek lisans tezinin bir parçasıdır.

*Sorumlu yazar

Süreç

Geliş: 17/10/2022

Kabul: 09/05/2023

Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Öz

Bu çalışmanın amacı mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisini incelemektir. Nicel araştırma yöntemiyle yürütülen bu çalışmada eşleştirilmiş yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini 2018-2019 eğitim öğretim yılında Kayseri il merkezindeki bir ilkökulda 4. sınıfta öğrenim gören 53 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak Facione, Facione ve Giancarlo (1998) tarafından Delphi projesi kapsamında geliştirilen California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği kullanılmıştır. Dördüncü sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimi ölçeğinden aldıkları puanların gruplar arası karşılaştırmalarında bağımsız örneklem t testi, grup içi karşılaştırmalarında eşleştirilmiş örneklem t testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimleri son test puanları ($\bar{x}=218,92$) ile, deney grubunun eleştirel düşünme eğilimleri son test puanları ($\bar{x}=234,56$) arasında istatistiki olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine katkı sağladığı söylenebilir. Bu katkıdan yola çıkarak sınıf öğretmenlerinin mühendislik tasarım temelli etkinlik geliştirmeleri ve etkinlikleri derse entegre etmesini sağlamak için eğitimler verilebilir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, eleştirel düşünme

Giriş

21. yüzyılda günlük hayatta karşımıza çıkan problemlerin çözümünde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları etkili olmaktadır. Bu bilinçle hareket eden toplumlar eğitim politikalarında köklü reformlara gitmiş ve bu disiplin alanlarını birbirine entegre ederek geliştirmeye çalışmışlardır (Akgündüz vd., 2015). İlk olarak Amerikan hükümeti ülkelerindeki vatandaşların bu alanlarda çok az bilgi sahibi olduğunu fark ettikten sonra, okul öncesi eğitiminden başlanarak lise düzeyini de içine alan yeni bir fen eğitiminin öncüsü olmuştur (Bozkurt, 2014).

STEM kelimesi Science, Technology, Engineering ve Mathematics kelimelerinin ilk harflerinden oluşan bir eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitiminden ilk kez The National Science Foundation'da yönetici olarak görev yapan Judith A. Ramaley bahsetmiştir (Sanders vd., 2011; Yıldırım ve Altun, 2014). Ülkemizde ise bu kavram yerine ilk zamanlar Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerin baş harflerini içeren FeTeMM kavramı tercih edilmiştir. Fakat ilerleyen yıllarda Science kavramının sadece fen bilimlerini içeren bir kavram olmadığı matematik, biyoloji, kimya, fizik, davranış bilimleri, sosyal bilimler gibi çeşitli disiplinleri de içine alan çok geniş bir kavram olduğu vurgulanmıştır (Yıldırım ve Altun, 2015). STEM eğitimi farklı disiplinlerin birbirine entegre edilmesini içermesi nedeniyle çok disiplinli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Riechert ve Post, 2010). STEM eğitimi; STEM okuyazarı bireylerin yetişmesi, öğrencilerin 21. yüzyılın gerektirdiği becerilere sahip olmaları ve inovasyonları temel alan araştırma geliştirmenin desteklenmesini amaçlar (Bybee, 2010). STEM eğitiminde bireyin merak duygusundan yola çıkarak bildiklerini özgün bir ürüne dönüştürmesi ve sürecin tamamında yaparak yaşayarak kendi öğrenmesinin sorumluluğunu alması çok önemlidir (Altunel, 2018). Bilginin ürüne dönüştürüldüğü bu süreç öğrencilere gerçek yaşam deneyimi sunmaktadır (Gomez ve Albrecht, 2014).

Dünyada birçok ülke eğitim anlayışında meydana gelen reformlardan etkilenerek kendi eğitim sistemlerinde değişikliğe gitmişlerdir. Başta Amerika olmak üzere Finlandiya, Güney Kore, Kanada gibi gelişmiş ülkeler STEM eğitimini çok ciddiye almış ve eğitim programlarını bunun üzerine temellendirmişlerdir (Ceylan, 2014). Dünyada bu kadar güçlü ülkelerle rekabet edebilmek ve ekonomik olarak daha güçlü bir konuma gelmek için üreten bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yolu da STEM eğitimi almış bireyler yetiştirmekten geçmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016). STEM eğitiminin temelini oluşturan merak, yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme gibi beceriler okul öncesi dönemden itibaren kullanılan becerilerdir. Bu nedenle erken yaşta itibaren öğrencilerin STEM eğitimi almaları ve bu disiplin alanlarında kariyer bilinci geliştirmeleri sağlanmalıdır (Aronin ve Floyd, 2013; Chesloff, 2013; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Uğraş, 2017).

2018 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programında fen bilimlerine ilişkin kazanımlar açık olarak verilmiş olsa da diğer disiplinlerin fen bilimlerine nasıl

entegre edileceğine ilişkin bir bilgi yer almamaktadır (MEB, 2018). Bu da özellikle öğretmenlerin mühendislik sürecini öğrenme ortamına nasıl entegre edecekleri hususunda sorunların oluşmasına sebep olmaktadır (Köken, 2020). Bu noktada mühendislik tasarım temelli fen öğretimi kullanılarak mühendislik süreci fen öğretim sürecine etkili bir şekilde entegre edilebilir. Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi; öğrencileri hedeflenen kazanımlara ulaştırmak için, bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım süreçlerini kullandığı, günlük hayatta karşısına çıkan problemlere alternatif çözümler ürettiği, ürettiği çözümler arasından en uygun çözüme karar verdiği ve bu süreçte STEM disiplinlerinin tamamını entegre bir şekilde kullandığı öğrenme yaklaşımıdır (Wendell, 2008). Mühendislik tasarım süreci bir problemin belirlenmesi ile başlayıp probleme yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi ve bu çözüm önerilerinden uygun olanının tercih edilerek karara varılmasını içeren bir süreçtir (Hynes, vd., 2011; Topalasan, 2018).

Mühendislik tasarım sürecinin işe koşulduğu bir fen dersi öğrencilerin günlük hayatlarında karşılaştıkları problemlerin sınıf ortamına taşınmasını ve bu günlük hayat problemlerine alternatif çözümler üretmesi için yapılan etkinlikleri içerir. Bu süreçte öğrenci bir problemin birden fazla çözümünü olduğunun farkına varır. Ayrıca mühendislik tasarım süreci öğrencilerin eleştirel düşünme, karar verme becerileri gibi üst düzey düşünme becerilerini kullanarak bu becerileri geliştirmelerine katkıda bulunur (Ercan ve Bozkurt, 2013). Bu üst düzey becerilerinden biri de eleştirel düşünme becerisidir. Semerci (2003)' e göre eleştirel düşünme; yeni öğrenilen bilgilerin değerlendirilmesi farklı durumlara transfer edilmesi sürecidir. Özdemir (2005)'e göre edinilen bir bilginin doğru veya yanlışlığını kanıtlama, bir yargıya varmadan önce bütün kriterleri dikkate alarak değerlendirmede bulunma, bir kişinin düşüncesini mantık süzgecinden geçirilmeden kabul etmeme gibi zihinsel faaliyetlerdir. Yani eleştirel düşünme günlük hayatta karşımıza çıkan ve öğrenilen bilgilerin mantık süzgecinden geçirilerek değerlendirilmesi, karara varılması ve yeni durumlara transfer edilmesini içeren karmaşık bir süreçtir (Beyer, 1988).

Eleştirel düşünme bireyin farklı konulara ilişkin araştırma yapma, sezgisel düşünme, mantık ve deneyimlerinden yola çıkarak en doğru kararı vermesine katkıda bulunur. Olaylara yalnızca bir açıdan değil farklı açılardan bakmayı gerektirdiği için problemlere daha etkili çözümlerin bulunması bu çözümlerden de en uygun olanın seçilmesini gerektirir (Taşçı, 2005). Ayrıca eleştirel düşünme becerisi bilgi yığınının bu kadar çok olduğu 21. yüzyılda doğru bilgiye ulaşma noktasında yol gösterici bir beceri olması nedeniyle önem arz etmektedir (Göbel, 2013). Birey ve toplum için bu denli önem arz eden bir beceriyi öğrenciye erken yaşlardan itibaren kazandırmak hayati önem taşımaktadır. Eğitim öğretim sürecinde özellikle eleştirel düşünme, karar verme, problem çözme gibi öğrencilerin zihinsel süreçlerini son derece aktif

kullandıkları üst düzey becerilerini ortaya çıkaracak yöntemler kullanılmalıdır. Bu noktada mühendislik tasarım sürecinden etkili bir şekilde faydalanılabilir. Çünkü mühendislik tasarım sürecinde öğrenci günlük hayatta karşı karşıya kaldığı problemlere mantık ve deneyimlerinden yola çıkarak alternatif çözüm yolları üretir ve ürettiği çözüm yollarından daha kullanışlı çözüm yolunu seçer. Yani öğrenci bu süreçte üst düzey düşünme becerilerini kullanır.

İlgili literatür incelendiğinde; STEM eğitimine yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalar (Gökbayrak ve Karışan, 2017; İnançlı ve Timur, 2018; Saraç ve Doğru, 2021), lise öğrencileriyle yapılan çalışmalar (Ceylan ve Karahan, 2021; Pekbay ve Yılmaz, 2021), ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmalar (Kırılmazkaya, 2021; Meço ve Arı, 2021; Sullivan, 2008; Şimşek ve Hamzaoğlu, 2022) mevcuttur. 2018-2019 öğretim yılında güncellenen fen öğretim programında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olmak üzere STEM disiplin alanlarının tamamının entegrasyonunu içeren fen eğitimine yapılan vurgu bu çalışmayı önemli kılmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Ayrıca mühendislik tasarım temelli etkinliklerle yürütülen fen eğitiminin ilkökul 4. sınıfa devam eden öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisini ortaya koyan ilk çalışmalardan biri olması da çalışmanın diğer bir önemli yönüdür. Ayrıca bir bilgi yığınının içinde bulunulan 21. yüzyılda hangi bilginin doğru hangisinin yanlış olduğunun belirlenmesi, doğru ve güvenilir bilgiye ulaşma kaynaklarının bilinmesi gibi konularda öğrencilere eğitimin en önemli kademelerinden biri olan ilkökul aşamasında yeterli kazandırarak eleştirel düşünme becerilerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin dördüncü sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisini incelemektir. “Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin dördüncü sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi var mıdır?” problemine aşağıdaki alt problemlerle yanıt bulunmaya çalışılmıştır:

1. Mühendislik tasarım temelli uygulamaların yapıldığı deney grubuyla mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimi ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

2. Mühendislik tasarım temelli uygulamaların yapıldığı deney grubunun eleştirel düşünme eğilimi ön test ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

3. Mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubunun eleştirel düşünme eğilimi ön test ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

4. Mühendislik tasarım temelli uygulamaların yapıldığı deney grubuyla, mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimi son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde çalışmanın modeli, evren örneklem, veri toplama aracı, uygulama süreci, geçerlik-güvenilirlik ve verilerin analizine ilişkin bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın Modeli

Nicel araştırma yöntemiyle yürütülen bu çalışma eşleştirilmiş gruplu yarı deneysel desenle tasarlanmıştır. Yarı deneysel desen seçkisiz atamanın mümkün olmadığı durumlarda kullanılan alternatif bir yoldur. Bir deney bir kontrol grubu olmak üzere iki grubun bulunduğu desende her iki gruba da ön test uygulanır. Gruplar arasında anlamlı bir fark yok ise seçkisiz atama ile gruplardan biri deney biri kontrol grubu olarak belirlenir. Deney grubuna bağımsız değişken uygulanırken kontrol grubuna bağımsız değişken uygulanmaz (Büyüköztürk vd., 2020; Karasar, 2005).

Örneklem

Araştırmanın ulaşılabilir evrenini 2018-2019 eğitim öğretim yılında Kayseri il merkezinde 4. sınıfta öğrenim gören ilkökul öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise 2018-2019 eğitim öğretim döneminde Kayseri ili merkezinde yer alan bir ilkökulda 4. sınıfta öğrenimine devam eden 27’ si deney 26’sı kontrol grubu olmak üzere 53 öğrenci oluşturmaktadır. Deney ve kontrol grupları belirlenirken yansız atama yoluna gidilerek kura ile bir grup deney bir grup kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Araştırmanın örneklemini seçilirken kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme, zaman, mekân ve maliyet açısından araştırmacının kolay olan bir durumu seçtiği ve araştırmanın hızlı ve pratik ilerlemesini sağlayan bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplama aracı Delphi projesi kapsamında Facione, Facione ve Giancarlo (1998) tarafından geliştirilmiş California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeğidir. Altılı Likert şeklinde geliştirilen ölçek, 6 alt boyut ve 51 madde içermektedir. Ölçeğin alt boyutları kendine güven, analitiklik, doğruyu arama, açık fikirlilik, sistematiklik ve meraklılıktır. Kökdemir (2003) tarafından Türkçeye uyarlanan ölçeğin iç tutarlılık katsayısı 0,88 olarak hesaplanmıştır. Ölçekten minimum 51 puan, maksimum 306 puan alınabilir. Ölçekten alınan toplam puan bakımından 240’ın altında olan öğrencilerin düşük eleştirel düşünme becerisine, 300 puanın üstünde olan öğrencilerin yüksek eleştirel düşünme becerisine sahip oldukları söylenebilir (Kökdemir, 2003).

Uygulama Süreci

Uygulamalar ön ve son testler dışında 8 hafta boyunca ilkökul 4. sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Hem deney hem kontrol grubunda yer alan öğrencilere California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği uygulama öncesindeki durumu ortaya çıkarmak için ön test olarak uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler her grupta 5-6 kişi olacak

şekilde 5 gruba ayrılmıştır. Gruplar belirlenirken öğrencilerin geçmiş yıllardaki akademik başarılarına ilişkin öğretmen görüşleri alınmış ve gruplardaki kız erkek sayısının dengeli olmasına dikkat edilmiştir. Grupların kendi aralarında homojen ve denk olması bu şekilde gruplama yoluna gidilmiştir. Ön testlerin uygulanmasından sonraki hafta deney grubunda yer alan öğrencilere mühendislik tasarım süreci hakkında bilgi verilip örnek bir etkinlik yaptırılmıştır. Etkinlikte gerçekleştirilecek kazanımlar Fen Bilimleri öğretim programından seçilmiştir. Kazanım olarak “Mıknatısı tanır ve kutupları olduğunu keşfeder.” ve “Mıknatısın etki ettiği maddeleri deney yaparak keşfeder.” Kazanımları belirlenmiştir. Kazanımlarına yönelik Etkinlikte öğrencilere “Bir oyun parkına gittiniz. Oyun parkında içinde rengârenk oyuncak balıklar bulunan bir oyun havuzu var. Fakat bu balıkların öyle bir özelliği var ki balıklar temas gerektirmeyen bir kuvvetin etkisiyle hareket ediyor. Havuzdaki oyuncak balıkları yakalamak için elinizdeki malzemelerle bir olta tasarlayın ve oltanızın ne kadar kullanışlı olduğunu balık tutarak test edin” diyerek öğrenciler problemle karşı karşıya bırakılmıştır. Öğrencilere tasarımlarını gerçekleştirmeleri için karton, ayakkabı kutusu (oyun havuzu için), ip, çeşitli boyalar, yapıştırıcı, mıknatıs, magnet, kumaş, madeni para, tahta, uzun bir çubuk (olta için) gibi çeşitli malzemeler verilmiştir. Öğrencilerin bu malzemelerle amaca uygun ve kullanışlı bir tasarım yapması istenmiştir. Deney grubunda yer alan öğrencilerle fen dersleri 8 hafta boyunca mühendislik tasarım temelli uygulamalarla yürütülürken, kontrol grubundaki öğrencilere mevcut öğretim programına uygun olarak fen etkinlikleri yaptırılmıştır. Deney ve kontrol grubunda gerçekleştirilecek etkinliklerin tamamı araştırmacı tarafından hazırlanmış ve uzman görüşü alınmıştır. Etkinliklerin 2018 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programındaki dört öğrenme alanını da kapsamına, bu öğrenme alanlarına ilişkin öğrencinin günlük hayatta karşılaşacağı problemleri içermesine dikkat edilmiştir. Ayrıca deney grubundaki etkinliklerin mühendislik tasarım süreci sonunda bir ürün çıkarmaya olanak sağlamasına özen gösterilmiştir. Uygulama sonunda California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği son test olarak uygulanmıştır.

Geçerlik Güvenirlik

Araştırmada kullanılan California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeğinin güvenilirliğini belirlemek için çalışma öncesinde Kayseri ilindeki dördüncü sınıfta okuyan 140 öğrenciye pilot uygulama yapılmış ve ölçeğin güvenilirliği 0,72 olarak hesaplanmıştır. Araştırmada elde edilen verilerin tamamı aynı araştırmacı tarafından aynı zamanda ve aynı ortamda toplanmıştır. Yani hem deney hem kontrol grubu açısından veri toplama zamanı, veri toplanan ortam ve veriyi toplayan araştırmacı yönünden farklılık bulunmamaktadır. Yarı deneysel desenle yürütülen bilimsel çalışmalarda deney grubuna ek olarak bir de kontrol grubunun araştırmaya dâhil edilmesi çalışmanın iç geçerliliğini artırmaktadır. Hem deney hem de kontrol gruplarının seçiminde hiçbir ayırım gözetmeden kura çekilerek bir grup deney bir grup kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Ayrıca araştırma süreci boyunca kullanılacak

veri toplama aracının belirlenmesi, kullanılacak etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanması, verilerin analiz edilmesi gibi bütün süreçlerde uzman görüşleri dikkate alınmıştır.

Verilerin Analizi

Çalışmadan elde edilen verilere hangi testin uygulanacağına karar vermek için normallik testi yapılmıştır. Çalışmanın örnekleminin 35’den büyük olması durumunda Kolmogorov-Smirnov normallik testi (McKillup, 2012), 35’den az olması durumunda ise Shapiro-Wilk normallik testi (Shapiro ve Wilk, 1965) kullanılmaktadır. Çalışmanın örnekleminde yer alan öğrenci sayısı 35’den az olduğu için Shapiro-Wilk normallik testi kullanılarak analizlere karar verilmiştir. Çizelge 1’de öğrencilerin veri toplama aracından aldıkları puanlara ilişkin Shapiro-Wilk normallik testi ve çarpıklık basıklık sonuçları yer almaktadır. Dördüncü sınıf öğrencilerinin California Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeğinden aldıkları sonuçların gruplar arası karşılaştırmalarında bağımsız örneklem t testi, grup içi karşılaştırmalarında eşleştirilmiş örneklem t testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Yorum

Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin dördüncü sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi var mıdır? problemine dört farklı şekilde yanıt aranmıştır.

Mühendislik tasarım temelli uygulamaların yapıldığı deney grubuyla mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimi ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır? alt problemine yönelik bulgular

Mühendislik tasarım temelli fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubu ile mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde eleştirel düşünme eğilimleri arasında bir fark olup olmadığına ilişkin bilgiler Çizelge 2’de sunulmuştur. Çizelge 2’ye göre her iki grubun uygulama öncesi puanlarında anlamlı farkın olmadığı görülmektedir ($p>0,05$). Bu sonuç hem deney hem kontrol grubunda yer alan öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerinin birbirine yakın olduğu şeklinde değerlendirilebilir.

Mühendislik tasarım temelli uygulamaların yapıldığı deney grubunun eleştirel düşünme eğilimi ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır? alt problemine yönelik bulgular

Mühendislik tasarım temelli fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubunda yer alan öğrencilerin etkinlikten önce ve sonra eleştirel düşünme eğilimleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığına yönelik bağımlı örneklem t testi sonuçları Çizelge 3’te sunulmuştur. Buna göre deney grubunda yer alan öğrencilerin ölçeğin meraklılık alt boyutunda ve eleştirel düşünme toplam puanında ön test ve son test sonuçlarına göre anlamlı bir

farklılık olduğu görülmektedir. Fakat analitiklik, açık fikirlilik, doğruyu arama, kendine güven ve sistematiklik alt boyutlarında uygulama öncesinde ve sonrasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Araştırmada elde edilen

verilerden yola çıkarak deney grubunun ön test ile son test puanları arasındaki anlamlı farkın son test lehine olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Uygulama öncesinde ve sonrasında görülen bu anlamlı fark, mühendislik tasarım sürecinin ilk aşamasından son aşamasına kadar merak duygusunun ön plana çıkması ve bu merak duygusunun sürecin tamamına hâkim olmasıyla açıklanabilir. Buna ek olarak süreç boyunca öğrencilerin arkadaşlarının görüşlerini eleştirel bir bakış açısıyla dinlemeleri, olayları farklı açılardan değerlendirmelerinin ölçekten elde edilen toplam puanda son test lehine bir artış yaşanmasına sebep olmuş olabilir.

Mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubunun eleştirel düşünme eğilimi ön test

son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır? alt problemine yönelik bulgular

Mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasında eleştirel düşünme eğilimlerinde anlamlı bir farkın bulunup bulunmadığına yönelik bağımlı örneklem t testi sonuçları Çizelge 4’te sunulmuştur. Çizelge 4 incelendiğinde kontrol grubunda yer alan öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimi ölçeğinin analitiklik ve meraklılık alt boyutlarında tespit edilen anlamlı farkın ön test lehine olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Fakat eleştirel düşünme eğiliminin diğer alt boyutlarında anlamlı bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Bu sonuç kontrol grubu öğrencileriyle işlenen derslerin eleştirel düşünme ve alt boyutlarının işine katılmadan gerçekleştirilmesiyle açıklanabilir.

Çizelge 1. Shapiro Wilk testi ve çarpıklık basıklık sonuçları

Grup	Ölçekler	N	Ön test			Son test		
			Çarpıklık	Basıklık	p	Çarpıklık	Basıklık	p
Kontrol Grubu	Analitiklik	26	-,275	-,268	,311	-,563	-,041	,182
	Açık fikirlilik	26	-,444	-,623	,069	-,169	-,836	,296
	Meraklılık	26	,369	-,351	,371	-,393	-,978	,009
	Kendine güven	26	-,015	-,628	,790	,067	,178	,958
	Doğruyu arama	26	-,678	,218	,147	-,322	-,633	,266
	Sistematiklik	26	,077	-,753	,451	-,074	-,501	,619
	Eleştirel Düşünme	26	,482	-,589	,296	-,299	-,368	,206
Deney Grubu	Analitiklik	27	,230	-,322	,659	-,616	-,387	,167
	Açık fikirlilik	27	-,360	-,832	,245	-,666	,989	,421
	Meraklılık	27	-,143	,197	,536	-,552	-,016	,191
	Kendine güven	27	-,052	-,426	,929	-,754	,479	,100
	Doğruyu arama	27	,321	-,469	,482	-,570	,674	,091
	Sistematiklik	27	-,001	-,591	,264	-,863	,065	,008
	Eleştirel Düşünme	27	,610	,282	,267	,675	-,476	,050

Çizelge 2. Deney ve Kontrol Grubunun Eleştirel Düşünme Eğilimi Ön Test Puanları

Alt Boyutlar	N	Min	Max	\bar{x}	Ss	
Kontrol grubu	Analitiklik	26	35,00	59,00	49,50	6,46
	Açık fikirlilik	26	41,00	56,00	48,96	3,94
	Meraklılık	26	40,00	51,00	45,08	2,84
	Kendine güven	26	23,00	38,00	30,9	3,84
	Doğruyu arama	26	12,00	37,00	26,27	6,51
	Sistematiklik	26	13,00	36,00	27,00	5,26
	Eleştirel Düşünme	26	204,00	262,00	227,73	16,17
Deney grubu	Analitiklik	27	39,00	60,00	49,04	5,14
	Açık fikirlilik	27	27,00	62,00	46,04	10,36
	Meraklılık	27	31,00	54,00	43,93	5,54
	Kendine güven	27	15,00	42,00	28,96	6,73
	Doğruyu arama	27	16,00	42,00	27,59	7,16
	Sistematiklik	27	18,00	36,00	27,48	5,21
	Eleştirel Düşünme	27	180,00	294,00	223,04	27,92

Çizelge 3. Deney grubunun eleştirel düşünme eğilimi ön test son test puanları

Ölçek	Test	N	\bar{X}	SS	t	p
Analitiklik	Ön test	27	49,04	5,14	-2,805	,428
	Son test	27	50,00	7,26		
Açık fikirlilik	Ön test	27	46,04	10,36	-2,042	,051
	Son test	27	50,30	10,64		
Meraklılık	Ön test	27	43,93	5,54	2,419	,023*
	Son test	27	46,04	5,24		
Kendine güven	Ön test	27	28,96	6,73	2,028	,053
	Son test	27	31,74	7,55		
Doğruyu arama	Ön test	27	27,59	7,16	-693	,495
	Son test	27	28,52	3,06		
Sistematiklik	Ön test	27	27,48	5,21	-483	,633
	Son test	27	27,96	4,79		
Eleştirel düşünme	Ön test	27	223,04	27,92	-2,819	,009*
	Son test	27	234,56	23,61		

Çizelge 4. Kontrol grubunun eleştirel düşünme eğilimi ön test son test puanları

Ölçek	Test	N	\bar{X}	SS	t	p
Analitiklik	Ön test	26	9,50	6,46	2,208	,037*
	Son test	26	45,81	7,45		
Açık fikirlilik	Ön test	26	48,96	3,94	1,421	,168
	Son test	26	47,08	6,23		
Meraklılık	Ön test	26	45,08	2,84	3,058	,005*
	Son test	26	42,58	3,49		
Kendine güven	Ön test	26	30,92	3,84	1,651	,111
	Son test	26	28,81	5,94		
Doğruyu arama	Ön test	26	26,27	6,51	1,796	,085
	Son test	26	28,54	5,49		
Sistematiklik	Ön test	26	27,00	5,26	,753	,458
	Son test	26	26,12	5,49		
Eleştirel düşünme	Ön test	26	227,73	16,17	1,994	,057
	Son test	26	218,92	23,61		

Çizelge 5. Deney ve kontrol grubunun eleştirel düşünme eğilimi son test puanları

Ölçek	Test	N	\bar{X}	SS	t	p
Analitiklik	Deney	26	45,81	7,45	-2,076	,043*
	Kontrol	27	50,00	7,26		
Açık fikirlilik	Deney	26	47,08	6,23	-1,338	,187
	Kontrol	27	50,30	10,64		
Meraklılık	Deney	26	42,58	3,49	-2,820	,007*
	Kontrol	27	46,04	5,24		
Kendine güven	Deney	26	28,81	5,94	-1,567	,123
	Kontrol	27	31,74	7,55		
Doğruyu arama	Deney	26	28,54	5,49	,016	,987
	Kontrol	27	28,52	3,06		
Sistematiklik	Deney	26	26,12	5,49	-1,306	,197
	Kontrol	27	27,96	4,79		
Eleştirel düşünme	Deney	26	218,92	23,61	-2,410	,020*
	Kontrol	27	234,56	23,61		

Mühendislik tasarım temelli uygulamaların yapıldığı deney grubuyla mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimi son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır? alt problemine yönelik bulgular

Mühendislik tasarım temelli fen etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubu ile mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin

uygulama sonrasında eleştirel düşünme eğilimleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığına yönelik bağımsız örneklem t testi sonuçları Çizelge 5'te sunulmuştur. Deney ve kontrol grubu son test puanları arasında analitiklik, meraklılık alt boyutları ve eleştirel düşünme toplam puanında görülen anlamlı farkın deney grubu öğrencileri lehine olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Ancak eleştirel düşünme diğer alt boyutlarında hem deney hem kontrol grubunun son test puanlarında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$). Deney ve kontrol grubu son test puanları arasında

deney grubu lehine ortaya çıkan bu anlamlı fark, deney grubunun mühendislik tasarım süreci boyunca eleştirel düşünmenin bütün boyutlarını kullanarak tasarımlar gerçekleştirmeleri, ortaya çıkan ürünleri eleştirel bir bakış açısıyla analiz etmeleri sebebiyle eleştirel düşünme puanlarında bir artışa sebep olmasıyla açıklanabilir

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Fen bilimleri dersinde mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen etkinliklerinin dördüncü sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisinin ortaya çıkarılmasının amaçlandığı çalışmada deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesindeki eleştirel düşünme eğilimleri ile uygulama sonrasındaki eleştirel düşünme eğilimleri arasındaki fark olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinin ön test ile son test puanlarında son test puanı lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Çalışmadan elde edilen bulgulardan yola çıkarak mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitiminin deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme eğiliminde bir artışa sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mühendislik tasarım temelli fen etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmesi mühendislik tasarım sürecinin tamamında öğrencilerin bir probleme ilişkin alternatif çözüm yolları üretmesi, bu çözüm yollarından en uygun ve kullanışlı olanı mantık süzgecinden geçirerek seçmesi gibi eylemleri gerçekleştirilmesiyle açıklanabilir. Ayrıca tasarım sürecinde gerçekleştirilen grup çalışmaları, öğrencilerin farklı fikirleri dinlemeleri ve üzerinde tartışmalarını sağlamasıyla da öğrencilerin eleştirel düşünme becerisine katkı sağladığı söylenebilir.

McMahon (2009) eğitimde teknoloji kullanımının öğrencilerin bilgiyi işlemesini ve eleştirel düşünme becerisini geliştirdiğini ifade etmiştir. Teknoloji kullanımı dâhil diğer disiplinlerin entegrasyonunu içeren STEM eğitiminin de eleştirel düşünme becerisini olumlu etkilemesi bununla açıklanabilir. White (2014) STEM eğitimin ne olduğu ve niçin önemli olduğunu açıkladığı çalışmada STEM eğitimi ile çok yönlü ve eleştirel düşünen bireyler yetiştirmenin mümkün olduğunu ifade etmiştir. Hashem (2015) yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmasının sonucunda STEM etkinliklerinin eleştirel düşünme becerilerini olumlu etkilediği yönünde ulaştığı sonuç bu çalışmada ulaşılan sonuçla benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde Açışlı Çelik (2022) çalışmada STEM etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Uçar (2019) da yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Aynı şekilde Doğan (2020)'ın 5. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini süreç sonunda arttırdığı sonucuna ulaşması çalışmayı desteklemektedir. Öztürk (2018)'ün fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada STEM

etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği ve öğretmen adaylarının STEM etkinliklerinin eleştirel düşünme becerisine katkısı yönünde olumlu görüş bildirdiği sonucuna ulaşması çalışmayı desteklemektedir. Akgündüz ve Akpınar (2020) yaptıkları çalışmalarında STEM etkinliklerinin eleştirel düşünme becerisini olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Bircan ve Çalışıcı (2022) da ilkökul öğrencileriyle yaptıkları çalışmada STEM etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerisi de dâhil olmak üzere birçok 21. yüzyıl becerisini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Çünkü STEM eğitimi farklı disiplinlerin entegrasyonunu sağlayan ve öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlere ilişkin ürünler geliştirmesini içeren bir yaklaşım olduğu için öğrencilerin süreç içerisinde problem çözme, karar verme, yaratıcılık gibi becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı söylenebilir.

Mühendislik tasarım temelli etkinliklerin gerçekleştirildiği deney grubu öğrencileri ile derslerin yalnızca mevcut öğretim programına bağlı kalınarak işlendiği kontrol grubunun son test puanlarında deney grubu lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Çalışmanın bu bulgusundan yola çıkarak mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin eleştirel düşünme becerisini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Şimşek (2022) yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin okul öncesi öğrencilerinin eleştirel düşünme becerisini olumlu etkilediğini tespit etmiştir. Benzer şekilde Acar (2018) ilkökul 4. sınıf öğrencileriyle 13 hafta boyunca yaptığı çalışmada FeTeMM eğitiminin uygulandığı öğrenci grubunun akademik başarılarında, eleştirel düşünme, problem çözme becerilerinde bir artış meydana geldiği sonucuna ulaşmıştır. Araştırmadan ulaşılan bu sonuç çalışmayı destekler niteliktedir.

Ertuğrul Akyol (2020) de çalışmada STEM etkinliklerinin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme gibi birçok beceriyi olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Çakır vd. (2020), çalışmalarında okul öncesi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin eleştirel düşünme becerilerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Doğan (2020) da ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır. Çalışmasından ulaştığı sonuçlara göre STEM etkinlikleri öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini olumlu yönde etkilemektedir. Çalışmanın sonuçlarından yola çıkarak aşağıdaki öneriler getirilebilir:

- Araştırma sonucunda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretim programları geliştirilirken bu katkı göz önünde bulundurularak mühendislik tasarım temelli etkinliklere daha çok yer verilebilir.
- Sınıf öğretmenlerinin mühendislik tasarım temelli etkinlik geliştirmelerini ve etkinlikleri derse entegre etmesini sağlamak için eğitimler verilebilir.

- Araştırma ilkököl 4. sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Farklı sınıf düzeyleriyle gerçekleştirilen araştırmalar yapılabilir.
- Araştırmada yalnızca nicel veri toplama araçlarıyla veri toplanmıştır. Gelecekte nitel veri toplama araçlarının da kullanıldığı çalışmalar yapılabilir.

Extended Abstract

Introduction

Engineering design-based science teaching includes the problems that students may encounter in daily life and producing alternative solutions to these problems. In other words, in this process, the student realizes that there is more than one solution to a problem. In addition, the engineering design process contributes to the development of high-level thinking skills of students (Ercan & Bozkurt, 2013). One of these high-level skills is critical thinking. According to Semerci (2003) critical thinking; Evaluation of newly learned information is the process of transferring it to different situations. According to Özdemir (2005), it is mental activities such as proving the right or wrong of an acquired knowledge, making an evaluation by considering all the criteria before making a judgment, not accepting a person's thought without logically filtering it. In other words, critical thinking is a complex process that includes evaluating the information we encounter in daily life and learned through a logical filter, making decisions and transferring them to new situations. The purpose of this study is to reveal whether the science education based on engineering design has an effect on the critical thinking skills of primary school students. "Does science teaching based on engineering design have an effect on primary school 4th grade students' critical thinking dispositions?" The following sub-problems were tried to be answered.

1. Is there a statistically significant difference between the critical thinking disposition pre-test scores of the experimental and control groups?
2. Is there a statistically significant difference between the critical thinking disposition pretest and posttest scores of the experimental group?
3. Is there a statistically significant difference between the critical thinking disposition pretest and posttest scores of the control group?
4. Is there a statistically significant difference between the critical thinking disposition post-test scores of the experimental and control groups?

Method

In this study, which was carried out with the quantitative research method, a quasi-experimental design with paired groups was used. The sample of the research consists of 53 students studying in the 4th grade in a primary school in the city center of Kayseri in the 2018-2019 academic year. While choosing the sample of the research, the easily accessible sampling method was used. The California Critical Thinking Disposition Scale, which was developed by Facione, Facione, and Giancarlo

(1998) as part of the Delphi project, was used as a data collection tool in the study. The applications were carried out with primary school 4th grade students for 10 weeks. Data collection tools were applied as a pre-test to the students in both the experimental and control groups. 27 students in the experimental group were divided into 5 groups as 5-6 people. In the second week of the application process, the students in the experimental group were informed about the engineering design process and a sample activity was made. While engineering design-based activities were carried out in the experimental group from the 3rd week. In the control group, activities in accordance with the current curriculum were carried out. Independent sample t-test was used for intergroup comparisons of primary school 4th grade students' scores from the critical thinking disposition scale, and paired sample t-test was used for in-group comparisons.

Results

In the study, which aimed to reveal the effect of engineering design-based science education on the critical thinking skills of primary school students, it was determined that there was a difference between the critical thinking dispositions of the experimental group students before the application and the critical thinking dispositions after the application. After the application, it was observed that there was a significant difference in favor of the post-test score in the pre-test and post-test scores of the experimental group students. In addition, a significant difference was found in favor of the experimental group in the post-test scores of the students in the experimental group, in which engineering design-based activities were carried out. In the control group, activities in accordance with the current curriculum were carried out. Based on this finding of the study, it was concluded that engineering design-based science education positively affected students' critical thinking skills.

Discussion

Based on the findings obtained from the study, it was concluded that the science education based on engineering design caused an increase in the critical thinking tendency of the experimental group students. Hashem (2015) investigated the effect of STEM activities on secondary school students' critical thinking skills. The result of his study that STEM activities positively affect critical thinking skills is similar to the result reached in this study. Similarly, Açıklı Çelik (2022) concluded in his study that STEM activities contribute to the critical thinking skills of 6th grade students. Uçar (2019) also concluded in his study that STEM activities positively affect secondary school students' critical thinking dispositions.

Pedagogical Implications

Based on the results of the study, the following recommendations can be made.

• As a result of the research, it was determined that engineering design-based activities contributed to students' critical thinking dispositions. Considering this contribution while developing curricula, engineering design-based activities can be included.

• Training can be provided to enable classroom teachers to develop engineering design-based activities and integrate the activities into the lesson.

• The research was conducted with primary school 4th grade students. Studies with different grade levels can be done.

Araştırmanın Etik Taahhüt Metni

Araştırmanın verileri 2019 yılı içerisinde toplanmıştır. Erciyes Üniversitesinin Sosyal ve Beşerî Bilimler etik kurulununun 125 sayı ve 25.04.2023 tarihli etik kurul başvurusunda araştırmanın geçmişte gerçekleşmesi nedeniyle çalışma etik kurul izninde kapsam dışı bırakılmıştır. Çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur.

Kaynaklar

- Acar, D. (2018). *FETEMM eğitiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Ankara Gazi Üniversitesi.
- Açıslı Çelik, S. (2022). STEM etkinliklerinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine, eleştirel düşüncelerine ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 56, 287-313. <https://doi.org/10.9779/pauefd.1054678>
- Akgündüz, D., & Akpınar, B. C. (2018). Okul öncesi eğitiminde fen eğitimi temelinde gerçekleştirilen stem uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirilmesi. *Yaşadıkça eğitim*, 32(1), 1-26.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi? İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi, İstanbul.
- Aktamış, H. (2007). *Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: ilköğretim 7 sınıf fizik ünitesi örneği* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: fırsatlar ve riskler. *Seta Perspektif*, 207, 1-7.
- Aronin, S. & Floyd, K. K. (2013) Using an iPad in inclusive preschool classrooms to introduce STEM concepts. *Teaching Exceptional Children* 45(4), 34–39. <https://doi.org/10.1177/004005991304500404>
- Bircan, M. A., & Çalıışıcı, H. (2022). STEM eğitimi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 47(211). <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2022.10710>
- Beyer, B. K. (1988). Developing a scope and sequence for thinking skills instruction. *Educational Leadership*, 45(7), 26-30.

- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Ankara Gazi Üniversitesi.
- Büyükoztürk Ş., Kılıç Çakmak E., Akgün Ö. E., Karadeniz Ş. & Demirel F. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (28. Baskı). Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education. *Science*, 329(5995), 996. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1194998>
- Ceylan, Ö., ve Karahan, E. (2021). STEM odaklı matematik uygulamalarının 11. sınıf öğrencilerinin matematik tutum ve bilgileri üzerine etkisi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(2), <http://dx.doi.org/10.18039/ajesi.793601>
- 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* [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Chesloff, JD, (2013). Why STEM education must start in early childhood. *Education Week* 32(23), 27–32. <https://www.edweek.org/ew/articles/2013/03/06/23chesloff.h32.html>
- Cooper Cutting, J. (April, 2010). SPSS: Descriptive Statistics. Web: <https://psychology.illinoisstate.edu/jccutti/> adresinden 26 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.
- Çakır, Z., Altun Yalçın, A. & Yalçın, P. (2020). Montessori yaklaşımı temelli stem etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(1), 18-45.
- Doğan, H. (2020). *Beşinci sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünlük STEM eğitimi yaklaşımı ile tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Denizli Pamukkale Üniversitesi.
- Ercan, S. & Bozkurt, E. (2013, 30Ekim-1 Kasım). *Expectations from engineering applications in science education: decision-making skill* [Sözlü Bildiri]. IOSTE Eurasian Regional Symposium and Brokerage event Horizon 2020, Antalya.
- Ertuğrul Akyol, B. (2020). *STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kayseri Erciyes Üniversitesi.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67. <http://dx.doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m>
- Facione, P. A, Facione, N. C., & Giancarlo, C. A. (1998). *The california critical thinking disposition inventory test manual* (revised). Millbrae, CA: California Academic Press.
- Gomez, A., & Albrecht, B. (2014). True STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 73(4), 8-17.
- Göbel, Ş. D. (2013). *Sınıf öğretmenlerinin eleştirel düşünme becerisi öğretimi yeterlilikleri ve uygulamaları*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Hashem, R. (2015). *The impact of project lead the way gateway to technology foundation unit completion on students' critical- thinking skills* [Doctoral Dissertation]. Eastern Michigan University, Michigan.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). Infusing engineering

- design into high school STEM courses. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165&context=ncete_publications (Erişim tarihi: 2022, 12 Aralık).
- İnançlı, E., & Timur, B. (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 1(1), 48-68.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kırılmazkaya, G. (2021). Ortaokul öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik tutumlarının ve mühendislik anlayışlarının incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(47), 193-216.
- Kökdemir, D. (2003). *Belirsizlik durumlarında karar verme ve problem çözüme*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Köken, O. (2020). *Öğretmenlerin fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarındaki yeterlilikleri, sorunları ve çözüm önerileri* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.
- MEB. (2018). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- McKillup, S. (2012). *Statistics explained: An introductory guide for life scientists (Second edition)*. United States: Cambridge University.
- McMahon, G. (2009). Critical thinking and ICT integration in a western Australian secondary school. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4), 269- 281.
- Meço, G., & Arı, A. G. (2021). Arduino destekli STEM etkinliklerine yönelik ortaokul öğrencilerinin görüşleri. *Journal of International Social Research*, 14(76), 496-507.
- Özdemir, S. M. (2005). Üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(3), 297-316.
- Öztürk, S. C. (2018). *STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözüme ve eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi.
- Pekbay, C., & Yılmaz, N. (2021). Barbie bungee jumping: Bir stem etkinliği örneği. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(3), 261-288. <https://dx.doi.org/10.30855/gjes.2021.07.03.003>
- Riechert, S. & Post, B. (2010). From skeletons to bridges ve other STEM enrichment exercises for high school biology. *The American BiologyTeacher*, 72(1), 20-22.
- Sanders, M., Kwon, H. S., Park, K. S., & Lee, H. N. (2011). Integrative STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education: Contemporary trends and issues. *The Secondary Education Research*, 59(3), 729-762.
- Saraç, E., & Doğru, M. (2021). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama deneyimlerinin incelenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 9(1), 1-37.
- Semerçi, Ç. (2003). Eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 27(127), 64-70.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science, process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373- 394.
- Şimşek, F., & Hamzaoğlu, E. (2022). 7. ve 8. sınıf öğrencilerine yönelik STEM etkinlikleri güdülenme ölçeğinin uyarlanması. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 55-65. <https://doi.org/10.51725/etad.1025884>
- Şimşek, V. (2022). *STEM eğitimi uygulamalarının okul öncesi dönemde yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi,
- Taşçı, S. (2005). Hemşirelikte problem çözüme süreci. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi Hemşirelik Özel Sayısı*, 14, 73-78.
- Topalasan, A. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2018.66>
- Uçar, R. (2019). Argümantasyonla zenginleştirilmiş stem etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin güneş sistemi ve ötesi ünitesindeki akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.
- Uğraş, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 1(1), 39-54. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3387>
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? *White Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınevi.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2014, 5-8 Haziran). *STEM eğitimi üzerine derleme çalışması: Fen bilimleri alanında örnek ders uygulamaları* [Sözlü Bildiri]. 6. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, Ankara.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.