

MATEMATİK DESTEKLİ YOĞUNLUK KONUSU ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN BAŞARILARI VE FEN VE MATEMATİK TUTUMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ*

THE EFFECT OF MATHEMATICS SUPPORTED SCIENCE TEACHING ON STUDENTS ACHIEVEMENTS AND ATTITUDES TOWARDS SCIENCE AND MATHEMATICS: THE CASE OF DENSITY

Emine DOĞAN AKDENİZ¹, Büşra KARTAL², Abdullah AYDIN³

Öz: Fen ve matematik entegrasyonu öğrencileri motive etmekte, tutumlarını geliştirme ve başarıları ile kavramsal anlamalarını arttırmaktadır. Bu çalışmanın amacı matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin matematik ve fen tutumları ile yoğunluk konusuna ilişkin başarı ve muhakeme seviyeleri üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışma kontrol gruplu öntest-sontest deneysel desen kullanılarak tasarlanmıştır. Çalışmaya 2018-2019 öğretim yılında Ankara’da bir devlet okulunun altıncı sınıfında öğrenim görmekte olan ve rastgele örnekleme ile biri deney (n=35) biri kontrol (n=37) grubu olarak atanmış iki sınıf katılmıştır. Nicel ve nitel veri toplama araçlarıyla elde edilen bulgular deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundakilere nazaran yoğunluk konusunda daha başarılı olduklarını ve matematiğe yönelik daha olumlu tutumlara sahip olduklarını göstermektedir. Hem deney hem de kontrol grubunda öğrencilerin fene yönelik tutumları anlamlı bir biçimde artmıştır. Bunun yanı sıra deney grubu öğrencilerinin yoğunluk ile ilgili açık uçlu sorulara cevap verirken doğru cevap ve bu doğru cevaplar için bilimsel düşünceye uygun tam açıklamalarda bulunma oranının kontrol grubu öğrencilerinden daha fazla olduğu görülmüştür. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarı ve kavramsal anlamaları ile matematik tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Fen bilimleri konuları içerisinde matematiksel içerik açısından zengin pek çok konu bulunduğu göz önüne alınarak fen ve matematik öğretmenlerinin işbirliği ile teknoloji destekli fen ve matematik entegrasyonu için çalışmaları önerilmiştir.

Abstract: The integration of science and mathematics improve students’ motivation, attitude, achievement, and conceptual understanding. This study aims to investigate the effect of mathematics supported science instruction on students’ attitudes towards science and mathematics and on their achievement and reasoning related to the topic of density. This study is experimental research that utilizes the pretest-posttest control group design. Participants are 6th-grade students from two different classes in a public school in Ankara in the 2018-2019 academic year. One of the intact classes were assigned as the experimental group (n=35), and the other as the control group (n=37) randomly. Findings reveal that experimental group is more successful and has more positive attitudes towards mathematics than the control group. Both groups improved their science attitudes significantly. The experimental group gave more accurate answers and more scientific explanations for their solutions. It is concluded that mathematics supported science instruction affected students’ academic achievement, conceptual understanding, and mathematics attitudes positively. Based on the fact that science involves mathematically-rich contents, it is suggested for mathematics and science teachers to work collaboratively for technology-supported integration of science and mathematics.

Anahtar sözcükler: Fen ve matematik entegrasyonu, yoğunluk, tutum, başarı

Keywords: Science and mathematics integration, density, attitude, achievement

Bu makaleye atıf vermek için:

Doğan-Akdeniz, E., Kartal, B. ve Aydın, A. (2021). Matematik Destekli Yoğunluk Konusu Öğretiminin Öğrencilerin Başarıları ve Fen ve Matematik Tutumları Üzerindeki Etkisi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(3), 1130-1147

Cite this article as:

Dogan-Akdeniz, E., Kartal, B., & Aydın, A. (2021). The effect of mathematics supported science teaching on students achievements and attitudes towards science and mathematics: The case of density. *Trakya Journal of Education*, 11(3), 1130-1147

* Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

¹ Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara/Türkiye, eminedogan88e.d@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8276-8042

² Arş. Gör. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, busra.kartal@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2107-057X

³ Prof. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, aaydin@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8741-3451

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Students' ability and confidence in science and mathematics have a crucial role in their future success in the digital era (Furner & Kumar, 2007). Science and mathematics are intimately and inextricably linked disciplines by their nature (Kurt & Pehlivan, 2013; Orton & Paper, 2000). Students may have difficulty transferring their mathematical knowledge into science and coming through to solve scientific problems (Hoban, 2011) and might be less successful in solving daily issues (Frykholm & Glasson, 2005) when they see science and mathematics as separated disciplines. Therefore, it is essential to integrate science and mathematics to achieve the goals of science education (Taşdemir & Salman, 2016), and to train students to be motivated, think critically, and have a deeper understanding of science (Czerniak, 2000; Furner & Kumar, 2007). Density has rich mathematical content and is an appropriate topic for integrating science and mathematics. Having conceptual understanding related to density requires proportional reasoning, having enough knowledge about making operations with decimals. It is seen that mathematics-assisted science teaching in the topic of density has not been studied yet.

This study aims to investigate the effect of mathematics-assisted science teaching on (i) students' attitudes toward science and mathematics, (ii) students' academic achievement related to density, and (iii) students' levels of reasoning related to density.

Method

This study is experimental research that utilizes the pretest-posttest control group design. Participants are 6th-grade students from two different classes in a public school in Ankara in the 2018-2019 academic year. One of the intact classes was randomly assigned as the experimental group (n=35), and the other as the control group (n=37). Data collection tools were "Attitude toward Science Scale," "Attitude toward Mathematics Scale," "Achievement Test on Density," and "Open-ended Survey on Density." An achievement test and an open-ended survey were developed by researchers using expert reviews and statistic tests to evaluate the validity and reliability of items. Data collection tools were administered to groups both at the beginning and at the end of the research.

All students in both groups have the opportunity to work collaboratively, predict and make an assumption, verify their predictions and assumptions by observing experiments, and participate in decision-making and knowledge constructing actively. The experimental group was also provided with activities and techniques to develop and use proportional reasoning, realize the direct and indirect relations among density, volume, and mass, and learn the underlying factors in making operations, especially with decimals. The study took 16 hours, and the first researcher taught both groups.

Findings

Findings show that students in both groups significantly increased their success in density and improved their attitudes toward science. However, the experimental group's attitude toward mathematics improved significantly by the end of the study. To evaluate the effect of mathematics-assisted science teaching on students' success and attitudes, the post-test scores of both groups were compared. The comparison of scores revealed that students in the experimental group are more successful in density than students in the control group, and the experimental group has more positive attitudes toward mathematics than the control group. There was no significant difference in students' attitudes toward science between experimental and control groups. These findings underpin the previous statements that propose that the integration of science and mathematics has the effect of increasing success and improving attitudes (Hurley, 2001; Kiray & Kaptan, 2012; McBride & Silverman, 1991; Wolfe, 1990). Students' attitudes toward science did not differ significantly because inquiry-based constructivist science teaching in both groups may positively affect the attitudes towards science in both groups.

The other finding is stemmed from the data obtained through the open-ended questions. Students in experimental groups gave more correct answers and accurate explanations than the control group. On the other hand, students in the control group gave more incorrect answers than the experimental group. We can say that the experimental group developed deeper reasoning related to density than the control group. This finding is similar to research that found that integrating science and mathematics

leads to a deeper understanding of science (Czerniak, 2000; Furner & Kumar, 2007; McBride & Silverman, 1991).

Discussion and Conclusion

This study that is limited to the topic of density showed the positive effect of the integration of science and mathematics on students' success in density and attitudes toward mathematics. We need further research integrating science and mathematics into different science topics to see the integration effect. However, data collection tools different from self-reported measures should be used to have a detailed understanding of how integration increased success and improved attitudes. The teacher's knowledge is considered as crucial for integration to be successful. Further researches should examine the collaboration of science and mathematics teachers in the integration attempts. Teachers should be encouraged to use technology. It is still unclear whether there is a relationship between attitudes toward mathematics and success in science.

GİRİŞ

Öğrencilerin fen ve matematikteki yetenek ve özgüvenleri, teknolojik açıdan gelişmiş rekabetçi dünyada gelecekteki başarıları için büyük önem taşımaktadır (Furner & Kumar, 2007). Fen ve matematik birbirine çok benzer ve doğaları gereği yakından ilişkili ve birbirinden ayrılmaz bir biçimde birbirine bağlı iki disiplindir (Orton & Roper, 2000). Araştırmacılar fen bilimleri ve matematiğin birbirleri için sağladığı imkanları farklı açılardan ele almışlardır. Fen bilimlerinin soyut matematiksel kavramlara ilişkin somut örnek sağladığını ve araştırılması için matematiğe ilginç problemler verdiğini; matematiğin ise bilimsel ilişkileri ölçme ve açıklama yollarına ulaşma imkânı sağlayarak öğrencilerin fen kavramlarına ilişkin daha derin anlayışlar geliştirmesini ve fen problemlerini çözebilmek ve analiz edebilmek için öğrencilere güçlü bakış açıları ve düşünme becerileri sağlamaktadır (McBride & Silverman, 1991).

Matematik ve fen bilimlerini ayrı birer disiplin olarak görmek öğrencilerin matematik bilgilerini fen bilimleri derslerine transfer etmelerini zorlaştırmakta ve bunun neticesinde öğrenciler fen bilimlerinde karşılaştıkları problemlerin çözümünde istenilen başarıyı gösterememektedirler (Hoban, 2011). Nitekim günümüzde okullardaki problemlerden birisi bilgi ve becerilerin ayrı konular kapsamında ele alınmasıdır (Furner & Kumar, 2007). Fen ve matematik birbirinden ayrı alanlar olarak ele alındığı zaman öğrenciler incelenen olgunun bağlamının farkına varamayabilirler ve günlük hayat problemlerini çözmeye daha az başarılı olabilirler (Frykholm & Glasson, 2005).

Öğrenciler çoğu zaman matematik ve fen derslerinde gördükleri konuları hangi alanlarda kullanacaklarını; o kavramların günlük hayatta ne işe yarayacağını; ne zaman, nerede ve nasıl kullanacaklarını ve bu konuların birbirleri ile olan ilişkilerini sorgulamaktadır. Öğrencilerin bu sorularının cevabını bulabilmesi için matematik dersleri mümkün olduğu kadar fen bilimleri dersiyle ilişkilendirilmelidir. Öğrencilerin matematiksel yeterliklerin eksik olması fen ve teknoloji alanındaki gelişmeleri anlamalarını engelleyebilir (Adigwe, 2013). Fen bilimlerinde pek çok konuyu öğrenme ve öğretme sürecinde öğrencilerin sahip olması gereken matematik bilgisinden dolayı öğretmenler bu konulara geçmeden önce konunun gerektirdiği matematiksel kavramlar ile meşgul olmak zorunda kaldıklarını bildirmiştir (Bütüner & Uzun, 2011). Bu nedenle matematik ve fen entegrasyonu büyük önem taşımaktadır.

Matematik ve fen entegrasyonu öğrencilerin motive olması, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilmeleri, eleştirel düşünebilmeleri ve farklı disiplinlerin bir araya gelerek otantik bir problemi nasıl çözebileceğinin farkına varmaları açısından önemlidir (Czerniak, 2000; Furner & Kumar, 2007; Wilhelm & Walters, 2006). Fen ve matematiğin uygun bir biçimde entegre edilmesi her iki alanda da yer alan kavram ve prensipleri anlamlı bir biçimde bir araya getirebilir ve öğrenme ortamını zenginleştirebilir.

Matematik Destekli Fen Öğretimi

Öğrenciler temel bilimsel kavramları ve uygulamaları daha iyi anladıklarında gelecekte fen okuryazarı olarak toplum yararına verilecek kararlara destek olabilirler. Bu yönde bir gelişimin sağlanması için ise kavramsal bilgileri hatırlama ve hesaplama yapma aktiviteleri dışında kavramsal

anlayışı vurgulayan ve mantıksal işlem becerilerine odaklanan bir öğretim büyük önem taşımaktadır (Oliver, 2007). Fen bilimleri dersinde matematik konularının entegre edilmesiyle öğrenme deneyimleri oluşturulması, derslerin geleneksel yöntemlerle anlatılmasına kıyasla öğrencilerde daha anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesini sağlayabilir (Leszczynski, 2014). Matematik ve fen entegrasyonu öğrencilere bu disiplinleri öğrenme ve kavramsal olarak anlamaları konusunda yardımcı olmaktadır (Czerniak, 2000).

Matematik ve fen entegrasyonu bu iki disiplinin birbirinden ayrılamayacak biçimde birleşimi olarak tanımlanmaktadır. Bu entegrasyon matematikteki yöntemlerin fen dersinde veya fen bilimleri dersindeki yöntemlerin matematikte kullanılması ile gerçekleşebilir (Berlin & White, 1992). Fen ve matematik arasındaki etkileşim çeşitli araştırmacılar tarafından (Huntly, 1998; Hurley, 2001; Lonning & DeFranco, 1997) farklı biçimlerde sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada matematik kavramları (oran-orantı, ondalık sayılar) fen kavramlarını (yoğunluk) desteklemek amacıyla kullanılmıştır. Fen kavramlarını desteklemek veya fen problemlerini çözmek için matematiğin kullanımı fen odaklı etkileşim (Lonning & DeFranco, 1997), matematik ile fen öğretimi (Huntly, 1998), pekiştirilmiş entegrasyon (Hurley, 2001) ve fen merkezli matematik destekli öğretim (Kıray, 2012) olarak farklı şekillerde isimlendirilmiştir.

Matematik ve fen entegrasyonunun öğrencilerin başarıları üzerinde olumlu bir etkisinin bulunduğu bilinmektedir (Hurley, 2001). Ancak fen ve matematik entegrasyonunun etkili olabilmesi için her iki disiplinin de yapılandırmacı yaklaşım esas alınarak öğretilmesi ve öğrenilmesi gerektiği önerilmektedir (Kıray, 2012). Öğrenmeyi somut hale getirme, öğrencilerin iş birliği içerisinde çalışmasını sağlama, tartışma ve sorgulamayı kullanma, öğrencileri soru sormaya, varsayımda bulunmaya ve düşüncelerini gerekçelendirmeye yönlendirmek ve öğretmenin öğrencilerini aktif öğrenmeye yönlendiren bir rehber rolünü üstlenmesi etkili ve verimli bir matematik ve fen öğretiminde yapılabilecek en iyi uygulamalardan biridir (Zemelman, Daniels, & Hyde, 2005). Bu bağlamda sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerinin kullanılmasının fen ve matematik entegrasyonunu olumlu bir biçimde etkileyebileceği söylenebilir. Sorgulamaya dayalı öğrenme modeli öğrencilerin gözlem yaparak topladıkları verileri değerlendirmelerini, alternatif fikirler ortaya koymalarını ve bilimsel bilgiyi öğrenmelerini sağlayan etkili bir öğrenme yöntemidir ve öğrencilerin bilgiyi anlamlandırmalarına imkân sağlamaktadır (Kartal, 2014). Yapılan araştırmalarda öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimlerinin; kütle, hacim ve yoğunluk gibi soyut kavramları daha iyi kavramalarını sağladığı kanıtlanmıştır (Almuntasheri, Gillies, & Wright, 2016).

Fen bilimleri öğretiminde bazı fen konularında belirlenen öğretim hedeflerine ulaşmak için matematik kavram ve becerilerine ihtiyaç vardır. Öğrencilerin matematik konusu içeren bir fen dersinde yaptıkları işlemleri neden yaptıkları ve işlemlerin nerde ve ne işe yarayacağı açıklanmadığında dersin öğrenilmesi zorlaşmaktadır (Frykholm & Mayer, 2002). Bu nedenle matematiksel açıdan da bir içeriğe sahip fen konularının öğretiminde fen kavramlarının altında yatan matematiksel fikir, süreç ve algoritmaların detaylı bir biçimde ele alınması kavramsal öğrenmeyi destekleyecektir. Örneğin, yoğunluk birimlerinin hesaplamalarında, kütle ve hacmin birbirleri ile olan orantısal ilişkilerinin anlaşılmasında matematiksel bağlantılar ve matematik becerisi gereklidir. Çünkü yoğunluk konusu içinde yer alan ondalık sayılarla ilgili işlemler, kesirli ifadelerin birbirine oranlanması, kütle ve hacim değerlerinin matematiksel açıdan kıyaslanması temel matematik bilgileri olmadan yoğunlukla bağdaştırılamamaktadır (Dole, Hilton, Hilton, & Goos, 2013). Bu çalışmada yoğunluk konusunun içeriğinde matematiksel içerik göz önüne alınarak matematik destekli fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı ile fen ve matematiğe yönelik tutumları üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yoğunluk

Yoğunluk “bir cismin birim hacminin kütlesi”, “birim hacim başına düşen kütle miktarı” ya da “birim hacme düşen madde miktarı” şeklinde ifade edilmektedir ve yoğunluk değeri matematiksel olarak kütle hacme bölünmesi ile bulunmaktadır (Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln, & MacGillivray, 2005; Chang, 2006; Dole, Clarke, Wright, & Hilton, 2009; Almuntasheri ve diğ., 2016). Yoğunluk soyut bir kavram olduğu için öğrenciler tarafından anlaşılması zordur. Öğrencilerin büyük çoğunluğu cisimlerin kütle ve hacim gibi farklı özelliklerine bakmadan yoğunluk hakkında yorumlar yapabilmektedir (Kohn, 1993). Oysaki yoğunluk; kütle ve hacim kavramlarından türetilmiş olan bir kavramdır ve doğrudan ölçülemez.

Öğretmenlerin yoğunluk konusunda klasik tanımlama yapmak ya da “yoğunluk=kütle/hacim” formülünü doğrudan öğrenciye vermek yerine yoğunluk kavramını bir madde özelliği olarak uygulamalı etkinlikler ve laboratuvar etkinlikleri ile vermeleri öğrenmenin daha etkili ve verimli olmasını sağlayabilir (Ünal, 2008; Martinez-Borreguero, Correa, Canada, Gomez, & Martin, 2018). Bir öğrenci yoğunluk kavramı ile ilgili ne kadar fazla deneyim yaşarsa, tartışmaya katılırsa ve deney yaparsa kavramsal anlayışı da o kadar fazla gelişmektedir (Roach, 2001). Soyut olan yoğunluk kavramının daha iyi anlaşılabilmesi için somut örnekler, tanecikli yapılar ve yoğunluğa ait semboller birlikte ele alınmalıdır. Öğrencilerin beş duyu organı ile fark ettikleri somut örneklerin anlaşılması kolay olsa da tanecikli yapının anlaşılabilmesi için farklı görsel modellere ihtiyaç vardır.

Öğrencilerin yoğunluk konusunu daha iyi kavramaları için kütle ve hacim ilişkisi birlikte ele alınmalıdır ve ilişkisel nedensellik araştırılmalıdır. Yani kütle ve hacim değerleri arasında ilişkisel olarak akıl yürütüldüğünde ve bu kavramlar birlikte ele alındığında ağırlık, şekil vb. özelliklerin yoğunluk kavramıyla birbirine karışması engellenebilir. İlişkisel akıl yürütmenin bir diğer boyutunda ise yüzme ve batma durumlarının karşılaştırılmasında hem maddenin hem de sıvının birim hacme düşen kütle miktarı arasındaki ilişki anlaşılmalıdır (Grotzer ve diğ., 2005). Matematiksel işlemlerde de basit hesaplama yaklaşımı ya da oran konusunun eksik anlaşılması öğrencilerin kütle-hacim ilişkisini ve bunların değişimlerini anlamalarını zorlaştırmaktadır (Agudelo-Valderrama & Martinez, 2016). Ancak yoğunluk kavramında matematiksel işlemler kadar yoğunluğun nitel yönü de önemlidir. Öğrencilerin formülleri ezberlemekten ziyade; formüle (örneğin, $d=m/V$ formülüne) nasıl ulaşıldığını, temel düşünme becerilerini nasıl kullanacaklarını, orantısal muhakeme yapmayı ve düşünmeyi öğrenmeleri gerekmektedir.

Özellikle de yoğunluk kavramı temelde iki ayrı değişkene bağlı olduğu için orantısal akıl yürütme gerektiren bir kavramdır (Dole ve diğ., 2009). Kütle ve hacim arasındaki ilişkinin orantısal muhakeme becerileri kullanılarak anlaşılması hangi seviyeden olursa olsun öğrencilerin yoğunluk kavramı ile ilgili yaşadıkları güçlüklerin giderilmesini kolaylaştırmaktadır (Harrell & Subramaniam, 2014). Öğrencilerin yoğunluk kavramını bilimsel olarak kavrayabilmeleri için de temel matematik bilgisine ihtiyaç vardır (Dole ve diğ., 2009; 2013; Almutasherri ve diğ., 2016). Bunun için de öğrencilerin kütle/hacim ifadesini kavraması ve kütle-hacim bilinmeyenlerini kullanarak oran ve orantı kavramları ile işlem yapabilmeleri gerekmektedir (Frykholm & Mayer, 2002).

Yoğunluğun matematiksel hesaplamalarında formül olarak “ $d=m/V$ ” kullanılmaktadır. Bu durumda sabit sıcaklık ve basınçta yoğunluk değeri sabitken; kütle değeri artarsa, hacim değeri de artmaktadır (Chang, 2006). Öğrencilerin kütle veya hacim değerlerinden biri sabitken diğer değer arttığında veya azaldığında yoğunluk değerinin nasıl değişeceğini belirleyebilmeleri için bu kavramlar arasındaki doğru ve ters orantı ilişkilerini kapsamlı bir biçimde anlamaları beklenmektedir.

Yoğunluk kavramını daha iyi kavramak için oran kavramının iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir ve çarpma-bölme işlemlerinin nasıl yorumlanacağı öğrenciler tarafından anlamlandırılmalıdır (Agudelo-Valderrama & Martinez, 2016). Bunun yanı sıra öğrencilerin fen bilimlerinde matematik ile ilgili karşılaştıkları zorlukların çoğunlukla oran-orantı, logaritma, köklü sayılar, üslü çokluklar ve ondalık sayılar ile ilgili olduğu tespit edilmiştir (Aydın, 2011; Kartal & Kartal, 2019). Bu bulgu yoğunluk konusuna ilişkin öğrenmelerinde öğrencilerin matematik kaynaklı sıkıntılar yaşamalarının ve bunun neticesi olarak yoğunluğun kavramsal olarak öğrenilmesinin olumsuz etkilenmesinin muhtemel olduğu anlamına gelebilir. Oran-orantı kavramlarının ve matematiksel işlemlerin anlamlandırılmasının yanı sıra öğrencilerin fen bilimlerinde kullandıkları ölçü birimlerini de iyi anlamaları ve doğru ölçüm yapmaları gerekmektedir. Birimlerin daha net anlaşılması için kütle ve hacimde kullanılan ölçü birimlerinin ölçülmesinin, matematik dersinde de çeşitli faaliyetlerle desteklenmesi kalıcı öğrenmeler sağlamaktadır (Dole ve diğ., 2009).

Fen bilimleri dersinde öğrencilerin yoğunluk kavramının içinde barındırdığı matematiksel kavram, beceri ve muhakeme biçimleri açısından desteklenmesinin yoğunluğa dair kavramsal bilgi ile fen ve matematiğe yönelik tutumları üzerinde bir etkisinin olup olmadığının incelenmesi, içeriğinde matematiksel kavram ve düşünme biçimleri barındıran diğer fen kavramlarının nasıl öğretilmesi gerektiğine dair yapılan bu çalışma literatüre katkı sağlayabilir. Bu kapsamda bu çalışmanın temel amacı matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin yoğunluk konusuna ilişkin başarı ve muhakeme düzeyleri ile fene ve matematiğe yönelik tutumları üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda araştırma problemleri şu şekilde belirlenmiştir;

1. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretimine katılan deney grubu öğrencilerinin yoğunluk konusundaki başarı, fen ve matematiğe yönelik tutum ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretimine katılmayan kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluk konusu başarı, fen ve matematiğe yönelik tutum ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluk konusu başarı, fen ve matematiğe yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Araştırma sonunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluk konusuna ilişkin muhakeme düzeyleri nasıldır?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Matematik destekli fen öğretiminin 6. Sınıf öğrencilerinin yoğunluk konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeyleri, akademik başarıları ve fen ve matematiğe yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlayan bu çalışmada kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır ki bu araştırma modeli yarı deneysel desen grubuna girmektedir. Yarı deneysel desen değişkenler üzerindeki değişikliklerin ne gibi sonuçlar meydana getireceğini yorumlama fırsatı sunmaktadır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grupları birbiriyle kıyaslanır ve uygulamanın değişkenler üzerindeki etkilerine yönelik çıkarım ve yorumlarda bulunma (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2011) ve bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında neden-sonuç ilişkisi kurma imkânı sağlanmaktadır (Plano Clark & Creswell, 2015). Bu çalışmada ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Ön test, uygulamaya başlamadan önce grupların denkliliğine ilişkin çıkarımda bulunmayı sağlamaktadır (Fraenkel ve diğ., 2011). Araştırma deseni Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.

Araştırma deseni

Gruplar	Grupların belirlenmesi	Ön test	Uygulama	Son test
Deney Grubu (n=35)	Rastgele atama	<ul style="list-style-type: none"> Yoğunluk konu testi Yoğunluğa ilişkin açık uçlu soru formu Fene yönelik tutum ölçeği Matematik dersine yönelik tutum ölçeği 	Matematik destekli yoğunluk konusu öğretimi	<ul style="list-style-type: none"> Yoğunluk konu testi Yoğunluğa ilişkin açık uçlu soru Fene yönelik tutum ölçeği Matematik dersine yönelik tutum ölçeği formu
Kontrol Grubu (n=37)	Rastgele atama	<ul style="list-style-type: none"> Yoğunluk konu testi Fene yönelik tutum ölçeği Matematik dersine yönelik tutum ölçeği 	-	<ul style="list-style-type: none"> Yoğunluk konu testi Fene yönelik tutum ölçeği Matematik dersine yönelik tutum ölçeği

Çalışma Grubu/ Evren- Örneklem

Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Ankara’daki bir devlet okulunun iki grup 6. Sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Rastgele örnekleme yöntemi ile bu sınıflar deney ve kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubu 35, kontrol grubu 37 öğrenciden oluşmaktadır. Rastgele örnekleme, araştırma sonucunu etkileyecek öğrenci kabiliyeti, motivasyon veya dikkat süresi gibi uygulamaya dahil edilmeyen özelliklerin kontrol altına alınmasını sağlamaktadır (Creswell, 2012). Tutumun akademik başarının önemli bir tahmin edicisi olduğu (Pajares & Miller, 1994) göz önünde bulundurularak deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen ve matematiğe yönelik tutumlarının ön test puanları karşılaştırılmıştır. Bağımsız örneklem t-testi sonucunda deney ve kontrol gruplarının fen ($t=1,1284$; $p=,203>,05$) ve matematik ($t=2,028$; $p=,056>,05$) tutumları arasında anlamlı bir fark

olmadığı, yani grupların fen ve matematik tutumları açısından birbirine denk olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada matematik destekli fen öğretiminin öğrencilerin yoğunluk konusuna dair kavramsal anlamaları ve akademik başarıları ve fen ve matematik dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için nicel ve nitel veri toplama araçları bir arada kullanılmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak “Fene Yönelik Tutum Ölçeği”, “Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” ve “Yoğunluk Konu Testi” bu ölçme araçlarını geliştiren araştırmacıların izni ile kullanılmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak kullanılan “Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu” ise araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir.

Fene Yönelik Tutum Ölçeği

Öğrencilerin matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminden sonra fene yönelik tutumlarının incelenebilmesi için “Fene Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Fene yönelik tutum ölçeği Geban, Ertepinar, Yılmaz, Atlan ve Şahpaz (1994) tarafından geliştirilmiştir. Üçü olumsuz toplamda 15 maddeden oluşan tutum ölçeği tek boyutludur ve 5’li Likert tipindedir. Ölçeğin çalışmanın gerçekleştiği bağlam için geçerli ve güvenilir ölçümler yapmaya imkân sağlayıp sağlamadığının belirlenebilmesi için çalışma grubunun dışında yer alan 318 altı (n=113) ve yedinci (n=205) sınıf öğrencisi ile pilot bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu pilot uygulama sonucunda ölçeğin Cronbach alfa güvenilirlik değeri ,883 olarak hesaplanmıştır. Ardından, 318 öğrenci ile yapılan pilot uygulamadan elde edilen verilerle tutum ölçeğinden aldıkları puanlara göre alt %27 ve üst %27’lik iki grup oluşturulmuştur. Ölçekte yer alan tüm maddeler için üst ve alt gruptaki öğrencilerin madde puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu ölçeğin bu çalışma bağlamında fene yönelik tutumu yüksek ve düşük olan bireyleri birbirinden ayırt edebildiği söylenebilir. Son olarak bu ölçek için madde toplam korelasyonları hesaplanmıştır. Madde toplam korelasyon katsayılarının ,332-,802 aralığında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Madde toplam korelasyon değerlerinin ölçülmek istenen özelliği ölçmeye yönelik olduğu söylenebilir (Kalaycı, 2010). Sonuç olarak maddelerin t (p<.01) değerlerinin anlamlı olduğu ve ölçeğe dahil edilebileceği görülmektedir. Fene yönelik tutum ölçeğini oluşturan maddelerin bu çalışma bağlamında ölçülmek istenen davranışı ölçmeye yönelik oldukları sonucuna ulaşılabılır.

Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin matematik dersine ilişkin tutumları üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için Aşkar (1986) tarafından geliştirilen “Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. 5’li Likert tipinde geliştirilmiş bu ölçek 10’u olumlu, 10’u ise olumsuz olmak üzere toplam 20 maddeden oluşmaktadır ve tek boyutludur. Çalışma grubu dışında 318 öğrenci ile gerçekleştirilen pilot uygulama sonucunda ölçeğin cronbach alfa güvenilirlik değeri ,950 olarak hesaplanmıştır. Alt %27’lik ve üst %27’lik gruplar oluşturularak, her bir madde için alt ve üst gruplar arasındaki farkların anlamlılığı t-testi analiz sonuçları ile çözümlenmiştir. Ölçekte yer alan tüm maddeler için alt ve üst gruptaki öğrencilerin madde puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Son olarak ölçekte yer alan madde toplam korelasyonları ,537-,858 aralığında hesaplanmıştır. Kalaycı (2010) tarafından önerilen referans değerleri göz önüne alındığında matematik dersine yönelik tutum ölçeğinde yer alan maddelerin çok iyi birer madde olduğu ve bu çalışmanın gerçekleştiği bağlamda öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarını güvenilir bir biçimde ölçeceği sonucuna ulaşılabılır.

Yoğunluk Konu Testi

Yoğunluk konu testinin geliştirilebilmesi için ilk olarak literatürde (Almuntasheri ve diğ., 2016; Hardy, Jonen, Möller, & Stern, 2006; Hashweh, 2016; Muralidhar, 1988; Ünal, 2008; Yin, Tomita, & Shavelson, 2008; Zoupidis, Pnevmatikos, Spyrtou, & Kariotoglou, 2016; 2018) yer alan sorulardan oluşan 55 soruluk bir madde havuzu oluşturulmuştur. Araştırmanın amacı doğrultusunda dördü fen bilimleri öğretmeni, ikisi de fen bilgisi eğitiminde öğretim üyesi olmak üzere altı alan uzmanından taslak ölçme aracı içerisinde yer alan soruların uygunluğunu 1-10 arasında puan vererek

değerlendirmeleri istenmiştir. Her bir madde için uzmanlar tarafından verilen puanların ortalaması alınarak uzman ortalaması altında kalan 17 madde, bu maddelere ilişkin uzman değerlendirmeleri de göz önüne alınarak havuzdan çıkarılmış ve 38 maddelik bir taslak ölçme aracı elde edilmiştir. 38 maddelik bu taslak ölçme aracını oluşturan maddelerin madde ayırt ediciliğinin belirlenmesi ve güvenilirliğinin hesaplanabilmesi için çalışma grubunda yer almayan 101 yedinci sınıf öğrencisiyle pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamadan elde edilen toplam puanlar sıralanarak %27'lik alt ve üst gruplar oluşturulmuştur. Her bir maddenin ayırt ediciliği alt ve üst gruplarda t-testi ile analiz edilmiştir. Her bir madde bilen ve bilmeyen öğrencileri ayırt etme noktasında istatistiki olarak anlamlı olması gerekmektedir. Alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin bu maddelere ilişkin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, son hali verilen Yoğunluk Konu Testinin bu konuda başarılı ve başarısız öğrencileri birbirinden ayırt etme potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Bu analiz sonucunda 17, 21, 24, 29, 30, 31, 33, 36, 37 ve 38. maddeler testten çıkarılmıştır. Çünkü bu soruların bilen ve bilmeyenleri ayırt etmediği görülmüştür. Ölçeğin ilk sekiz maddesi öğrencilerin yüzme-batma durumlarına ilişkin algı ve eğilimlerine yönelik daha detaylı bilgi sağlayacağı düşüncesiyle açık uçlu soru formuna dahil edilmiştir. Otuz dördüncü maddenin madde-toplam korelasyonu düşük olduğu için taslak formdan çıkarılmış ve testin son halinde 19 madde kalmıştır. Bu maddelerin madde toplam korelasyon katsayıları hesaplanmış ve madde toplam korelasyonlarının ,387-,844 aralığında olduğu görülmüştür. Bu değer aralığı, maddelerin öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla teste dahil edilebilecek nitelikte olduğunu göstermektedir. Ayrıca testin güvenilirliğini belirlemek için KR-20 değeri ,858 olarak hesaplanmıştır. Gerçekleştirilen adımlar ve hesaplanan bu değerler doğrultusunda yoğunluk konu testinin çalışma grubu bağlamında öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin bilgi düzeyleri ve başarılarını belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu

Açık uçlu sorular cevaplayanlara diledikleri gibi cevap verme özgürlüğü sunmaktadır. Bu sayede öğrencilerin yoğunluk konu testinde verdikleri cevaplardan elde edilemeyecek önemli bulgular açık uçlu sorular sayesinde ortaya çıkarılabilir (Fraenkel ve diğ., 2011). Bu nedenle öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin sahip oldukları kavramların, hataların ve eğilimlerin detaylı bir biçimde incelenebilmesi için açık uçlu sorulardan oluşan form deney ve kontrol grubu öğrencilerine araştırma sonunda uygulanmıştır.

Bir önceki yoğunluk konu testinin hazırlanması sürecinde uzman görüşleri çerçevesinde madde havuzunda kalan ve başarı testine dahil edilmeyen 17 madde ile yoğunluğa ilişkin açık uçlu soru formu oluşturulmuştur. Formun ilk sekiz sorusu öğrencilerin yüzme-batma durumlarına ilişkin algıları ile ilgili, dokuz ve onuncu sorular yoğunluğun tanımı ve yoğunluk ile yüzme-batma durumları arasındaki ilişki ile ilgilidir. Diğer sorular ise hacim, yoğunluk ve kütle arasındaki orantısal ilişkiyi göz önüne alarak yine cisimlerin yüzme-batma durumlarına ilişkin karar vermelerini, farklı cisimlerin yoğunluklarını kıyaslamalarını gerektirmektedir. Ölçme aracında yer alan sorular öğretim programı içerisinde yoğunluk konusuna ilişkin kazanımlar ile uyumlu olacak şekilde hazırlanmıştır. Her bir sorunun sonunda öğrencilerin cevaplarını açıklamaları istenmiş ve açıklamaları için gerekli boşluklar bırakılmıştır. Bu sayede öğrencilerin düşünce yapılarına ilişkin detaylı bilgilere erişileceği düşünülmektedir.

Maddelerin araştırmanın amacına uygunluğunun belirlenebilmesi için fen eğitiminde çalışmaları olan bir öğretim üyesinden ve bir fen bilimleri öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır. Uzmanların bazı soruların ifade edilmesinde ve bazı şekillerde kafa karışıklıklarının olabileceğine ilişkin verdikleri dönütler çerçevesinde bazı maddeler yeniden düzenlenmiştir. Başarı seviyesi farklı üç 7. Sınıf öğrencisi ile açık uçlu soru formunun pilot uygulaması sesli düşünme (think aloud) tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yedinci sınıf öğrencilerinden seçilmiş olmasının nedeni bu öğrencilerin yoğunluk konusunu bir önceki sene işlemelerinden dolayı bu sorulara cevap verebilecek yeterli bilgi seviyesine sahip olduklarının düşünülmesidir. Sesli düşünme tekniği öğrencilerden soruları sesli bir biçimde okumalarının ve cevap verme sürecinde sesli düşünmelerinin istendiği bir tekniktir (Bowles, 2010). Bu sayede araştırmacıların ölçme araçlarında kullanacakları soruların katılımcılar tarafından da aynı biçimde anlaşılıp anlaşılmadığı incelenebilir. Öğrencilerle gerçekleşen pilot uygulamada öğrencilerin

bilgi eksikliklerinden dolayı soruları cevaplamada zorlandıklarına ve soruların biçim veya yapısından kaynaklı zorluklar olmadığı için herhangi bir değişiklik yapılmasına gerek olmadığına karar verilmiştir.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Çalışmanın başlangıcında hem deney hem de kontrol grubuna ön test olarak Yoğunluk Konu Testi, Fene Yönelik Tutum ve Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçekleri uygulanmıştır. Veri toplama araçlarının ön test olarak uygulanmasının ardından yoğunluk konusunun öğretimine geçilmiştir ve 16 ders saati süresince her iki grupta da bir etkinlik dışında aynı etkinlikler kullanılmıştır. Deney grubunun son etkinliği kontrol grubundan farklıdır. Deney grubunda sık sık yoğunluk, kütle ve hacim arasındaki orantısal ilişki üzerine örnekler verilerek ve daha yoğun daha az yoğun, kütleli daha büyük daha küçük, tanecikler daha sıkı daha az sıkı gibi nitel muhakemeler de sıklıkla kullanılarak öğrencilerin orantısal muhakeme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır (Langrall & Swafford, 2000).

Deney grubunda matematiksel işlem gerektiren yoğunluk sorularına daha çok yer verilmiş, öğrencilerin ondalık sayılarda işlem yapma ve birim dönüştürme gibi hesaplamalarda zorlandıkları noktalarda destek sağlanmıştır (Aydın, 2010). Ayrıca bir çalışma kâğıdı hazırlanmış ve bu çalışma kâğıdı deney grubunun son etkinliği olarak öğrencilerle birlikte çözülmüştür. Kontrol grubunda ise daha çok fen bilimleri kitaplarında yer alan sorular kullanılmıştır.

Yoğunluk konusunun başında sınıfa farklı yoğunluğa sahip pinpon topu, strafor parçaları, patlamış mısır, patlamamış mısır, kuru üzüm, metal para, alüminyum folyo, bulaşık süngeri gibi maddeler su dolu bir kaba sırasıyla bırakılmıştır ve yüzme-batma durumları keşfedilmiştir. Öğrencilerin birbirileri ile fikir alışverişinde bulunarak yüzme-batma olayını etkileyen ve etkilemeyen faktörleri belirlemeleri sağlanmıştır. Daha sonra bir pet şişenin üzerinde bir delik açmadan önce ve açtıktan sonra suda yüzüp yüzmediği ile ilgili tahminlerde bulunmuşlar ve tahminlerinin doğruluğunu test etmek için deney yapmışlardır. Bu deney esnasında, deney grubunda pet şişenin yoğunluğu, hacmi ve kütledeki değişimler üzerinde durularak bu üç kavram arasındaki orantısal ilişkiyi fark etmeleri sağlanmıştır. Bir sonraki deneyde ise batan bir cismin nasıl yüzdürülebileceğine dair düşünceleri sağlanmış ve bu konuya ilişkin deney yapılmıştır.

Öğrencilerin yüzme ve batma olaylarını etkileyen faktörler üzerinde derinlemesine düşünceleri sağlandıktan sonra kütle ve hacim ölçümlerinin yapılması ve yoğunluğun hesaplanmasına geçilmiştir. İlk olarak yoğunluğun doğrudan ölçülüp ölçülmeyeceği üzerinde konuşulmuştur. Ardından öğrencilere dereceli silindir ve hassas terazinin nasıl kullanıldığını gösterilmiştir. Deney grubunda özellikle ondalık sayılarla işlem yapmayı gerektiren sorular ve bu sorulara dair yorumlamalar üzerinde durulmuştur.

Yoğunluk hesaplanmasının ardından farklı yoğunluğa sahip sıvıların birbirine karışıp karışmayacağı ve birbirinden farklı sıvıların bulunduğu bir kaba katı bir cisim atılması durumunda ne olacağına ilişkin deneyler yapılmıştır. Deney grubunda bu farklı sıvıların yoğunluklarının kıyaslanması matematiksel olarak ifade edilmiş, farklı sıvıların yoğunluğunu gösteren grafik ve tablo etkinliklerine yer verilmiştir.

Son olarak parçacık boyutu özelliğinden yola çıkılarak yoğunluk ile tanecikler arasındaki ilişki üzerinde durulmuştur. Öğrenciler için tahtaya dikkat çekici farklı geometrik şekillerde içleri noktalı şekiller çizilmiştir. Öğrencilerin bu noktalarla maddenin tanecikleri arasında bağlantı kurmaları istenmiştir. “Hangi üçgenin kütleli fazladır?” ya da “Hangi küpün yoğunluğu azdır?” gibi sorularla öğrenci fikirleri tartışılmıştır. Öğrenciler tahtadaki görsel şekiller sayesinde kütle-hacim, hacim-yoğunluk ve yoğunluk-kütle arasında bağlantı kurarak anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmeleri amaçlanmıştır. Doğru ve ters orantı kavramları vurgulanmıştır. Aynı zamanda parçacık boyutu da daha iyi bir şekilde kavratılmıştır. Deney grubunda niteliksel muhakeme etkinliklerine daha çok yer verilmiştir. Örneğin bir limonatanın limon ve şeker tadının nasıl artırılıp azaltılabileceği üzerinde durularak değişkenlerden biri sabit tutulup ikinci değişken artırılıp azaltıldığında üçüncü değişkendeki değişime ilişkin nitel muhakeme etkinlikleri gerçekleştirilmiştir.

Bu etkinliklerden sonra kontrol grubunda fen bilimleri kitabındaki sorular çözülürken, deney grubunda “Yoğunluk Konusu Çalışma Kâğıdı” kullanılmıştır. Bu çalışma kâğıdı ile öğrencilerin orantısal düşünme ve matematiksel muhakemeleri ile işlem becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Farklı miktarlarda portakal suyu ve su içeren iki sürahide yer alan içeceklerin portakal tadına ilişkin sorular sorulmuştur. Bu sorular orantısal düşünmeyi destekleyen nitel muhakemenin gelişimini amaçlamaktadır (Cramer & Post, 1993). Bu esnada sınıfta da portakal suyu ve su bulundurulmuş nitel

muhakemelerini değerlendirmeleri sağlanmıştır. Çalışma kağıdında matematiksel işlem gerektiren çok sayıda soruya da yer verilmiştir. Bu sorular öğrencilerin hangi işlemleri yapması gerektiğine karar verebilmesi için yoğunluk kavramını iyi anlamış olmalarını gerektirmektedir. Ayrıca grafik ve tablo gibi farklı temsil biçimleri de kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda deney ve kontrol grubuna son test olarak Yoğunluk Konu Testi, Fene Yönelik Tutum, Matematik Dersine Yönelik Tutum lekleri ve Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Nicel veri toplama araçlarından elde edilen veriler ilk olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Verilerin analizinde SPSS paket programından faydalanılmıştır. Veri analizine başlamadan önce kayıp veri olup olmadığı program aracılığıyla kontrol edilmiştir. Verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığının incelenmesi amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi yapılmış ve test sonuçlarına göre ($Z=.818, p>.05$) verilerin normal dağılımdan anlamlı bir biçimde farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç doğrultusunda verilerin analizinde parametrik testlerden faydalanılmıştır.

Verilerin betimsel analizinde frekans (f), yüzde (%), aritmetik ortalama ($\bar{\chi}$) ve standart sapma (SS) kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubunun ön test ve son testleri ve deney ve kontrol gruplarının son testleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının belirlenebilmesi için bağımlı örneklemler t-testi ve bağımsız örneklemler t-testi analizleri kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farkın anlamlı çıkması durumunda, etki büyüklüğü değeri incelenmiştir. Elde edilen etki büyüklüğü değeri, etki büyüklüğü indekslerinden birisi olan cohen d indeksi doğrultusunda yorumlanmıştır. Etki büyüklüğü .01, .06 ve .14 olarak hesaplanan değerler sırasıyla küçük, orta ve büyük olarak tanımlanmıştır (Büyüköztürk, 2009).

Yoğunluğa ilişkin açık uçlu soru formunda ğrenci cevapları analiz edilirken cevapların doğruluğu, öğrencilerin yaptıkları açıklamaların niteliği, açıklamalarında kullandıkları kavramlar ve açıklamalarında yer alan hatalara ilişkin frekans ve yzdeleler belirlenmiştir. Ayrıca bu kategorilere ilişkin ğrenci alıntıları verilmiştir. Öğrenci cevaplarının doğruluğu ve açıklamaların niteliği analiz edilirken bir rubrik kullanılmıştır. Bu rubrik Kartal ve ınar (2017) tarafından geliştirilen rubrikten uyarlanmıştır ve bu rubriğin kategorileri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.

Yoğunluğa ilişkin açık uçlu soru formunun analizinde kullanılan rubrik

Kategoriler
Doğru Cevap-Doğru ve Tam Açıklama
Doğru Cevap-Doğru Ancak Eksik/Yetersiz Açıklama
Doğru Cevap-Yanlış/Kavram Yanılığısı İçeren Açıklama
Doğru Cevap- Açıklama Yok
Yanlış Cevap/Cevap Yok

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada kullanılan lme araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında; ölçek madde analizlerinde toplam puan sıralamasına göre %27’lik alt-%27’lik st gruplar arasında t-testi analizi, madde-toplam korelasyon analizi ve cronbach alfa güvenirlik analizi yapılmıştır. lme araçlarının geçerlik ve güvenirliklerinin sağlanması noktasında gerçekleştirilen adımlar (uzman görüşü, pilot görüşme, madde ayırt ediciliği testleri ve madde toplam korelasyonu analizleri) sonucunda lme araçlarının yoğunluk konusuna dair ğrenci başarısını ve muhakeme seviyesini belirlemek amacıyla kullanılabilecek geçerli ve güvenilir lme araçları olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İ geçerlik bağımlı değişken üzerinde gözlemlenen farklılıkların amaçlanmamış değişkenlerden ziyade doğrudan bağımsız değişken ile ilgili olduğu anlamına gelmektedir (Creswell, 2012; Fraenkel ve diğ., 2011). İ geçerliğe yönelik tehditler ise uygulama ile sonuç arasındaki kovaryansın (bir değişkendeki değişim derecesinin diğer değişkendeki değişim derecesine sebep olması) nedensel bir ilişki yansıtıp yansıtmadığına dair doğru çıkarımlar yapmada karşılaşılan problemlerdir (Creswell, 2012). n test-son test kontrol gruplu deneysel desenin kullanımı ile i geçerliği tehdit eden deneklerin

seçimi, geçmişi ve olgunlaşması, denek kaybı etkisi, ölçme sürecinde etkileşim ve istatistiksel regresyon gibi faktörlerin kontrol altına alınması sağlanmaktadır (Fraenkel ve diğ., 2011).

Dış geçerlik ise bir çalışmadan elde edilen bulguların genellenebilmesi ile ilgilidir. Dış geçerliği tehdit eden faktörler ise araştırmacıların elde ettikleri verilerden diğer ortam veya örneklem için doğru çıkarımlar yapma potansiyellerini etkileyen faktörlerdir (Creswell, 2012). Örneklemin seçkisizlik ve bağımsızlık ilkesi esas alınarak belirlenmesi, yeterli büyüklükte bir örneklem ile çalışılması, uygulamanın açık bir şekilde betimlenmesi ve deney grubunda yer alan deneklerin uygulama konusunda bilgilendirilmemiş olması ile dış geçerliği tehdit eden faktörlerin kontrol altına alınması sağlanmıştır.

Matematik Destekli Yoğunluk Konusu Öğretiminin Öğrencilerin Başarı ve Fen ve Matematik Tutumları Üzerindeki Etkisi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde “Trakya Eğitim Dergisi Yayın Kurulunun” hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederiz.

BULGULAR

Deney ve kontrol gruplarının Yoğunluk Başarı Testi ön ve son test puanları arasında ve deney ve kontrol gruplarının Yoğunluk Başarı Testi son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiş ve elde edilen bulgular verilmiştir. Ayrıca deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluk konusuna ilişkin muhakeme seviyelerinin incelenmesi için Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formuna uygulamadan sonra verdikleri cevaplar ele alınmış ve kıyaslanmıştır.

Birinci Araştırma Problemi İle İlgili Bulgular

Birinci araştırma probleminde matematik destekli fen öğretimine katılan deney grubu öğrencilerinin fene ve matematiğe yönelik tutum ve yoğunluk başarı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu alt probleme ilişkin bulgular Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3.

Deney grubunun fene yönelik tutum, matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konu testi ön test-son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçüm	Uygulama	N	\bar{X}	Sd	t	p	Cohen d
Fene Yönelik Tutum	Ön Test	35	3,961	,412	4,344	,000*	1,039
	Son Test	35	4,365	,364			
Matematik Dersine Yönelik Tutum	Ön Test	35	3,825	,809	3,103	,003*	,742
	Son Test	35	4,372	,657			
Yoğunluk Konusu Başarı Testi	Ön Test	35	10,428	2,615	17,595	,000*	4,206
	Son Test	35	18,514	,742			

*p<,05

Tablodan görüldüğü üzere deney grubu öğrencilerinin fene ve matematik yönelik tutum ölçekleri ile yoğunluk konusu başarı testi son test puanları ön test puanlarından daha yüksektir. Bağımlı gruplar t-testi analiz sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin ölçme araçlarından elde ettikleri son test ve ön test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin deney grubu öğrencilerinin fene ve matematiğe yönelik tutumları ve yoğunluk konusuna ilişkin başarıları üzerinde anlamlı bir artışa neden olduğu söylenebilir.

İkinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

İkinci araştırma probleminde ise matematik destekli fen öğretimine katılmayan kontrol grubu öğrencilerinin fene ve matematiğe yönelik tutum ve yoğunluk başarı testi ön test ve son test puanları

arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ele alınmıştır. Bu alt probleme ilişkin bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4.

Kontrol grubunun fene yönelik tutum, matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konu testi ön test-son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçme	Uygulama	N	\bar{X}	Sd	t	p	Cohen d
Fene Yönelik Tutum	Ön Test	37	3,827	,474	4,344	,000*	1,039
	Son Test	37	4,349	,423			
Matematik Dersine Yönelik Tutum	Ön Test	37	3,355	1,123	,310	,757	-
	Son Test	37	3,439	1,199			
Yoğunluk Konusu Başarı Testi	Ön Test	37	8,918	3,200	9,991	,000*	2,323
	Son Test	37	15,621	2,531			

*p<,05

Kontrol grubu öğrencilerinin fene ve matematiğe yönelik tutum ölçekleri ve yoğunluk konusu başarı testinden aldıkları ön test puanlarının uygulama sonucunda arttığı görülmektedir. Ancak bu artışlar yalnızca fene yönelik tutum (t=4,344; p<,05) ve yoğunluk konusu başarı (t=9,991; p<,05) puanları için istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerinin aldıkları eğitimin fene yönelik tutumlarını ve yoğunluk konusuna ilişkin başarılarını anlamlı bir biçimde arttırdığı görülmektedir.

Üçüncü Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Üçüncü araştırma probleminde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fene ve matematiğe yönelik tutum ve yoğunluk konusu başarı son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Bu araştırma probleminden elde edilen bulgular matematik destekli fen öğretiminin öğrencilerin fen ve matematiğe yönelik tutum ile yoğunluk konusundaki başarıları üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu göstermiştir. Bu araştırma problemine ilişkin bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.

Deney ve kontrol gruplarının fene yönelik tutum, matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konu testi son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçme	Grup	N	\bar{X}	Sd	t	p	Cohen d
Fene Yönelik Tutum	Deney Grubu	35	4,365	,364	,173	,863	-
	Kontrol Grubu	37	4,349	,423			
Matematik Dersine Yönelik Tutum	Deney Grubu	35	4,372	,657	4,063	,000*	,965
	Kontrol Grubu	37	3,439	1,199			
Yoğunluk Konusu Başarı Testi	Deney Grubu	35	18,514	,742	6,499	,000*	1,551
	Kontrol Grubu	37	15,621	2,531			

*p<,05

Araştırma sonunda matematik destekli yoğunluk konusu öğretimine katılan deney grubu öğrencileri fen ve matematiğe yönelik tutum ve yoğunluk konusu başarı testinden kontrol grubu öğrencilerine nazaran daha yüksek puanlar almışlardır. Ancak deney ve kontrol grubu öğrencilerinin aldıkları puanlar arasındaki farkların yalnızca matematiğe yönelik tutum (t=4,063; p<,05) ve yoğunluk konusuna ilişkin başarı (t=6,499; p<,05) puanları için istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yoğunluk konusunu matematik destekli öğrenen öğrencilerin matematik destekli öğrenmeyenlere nazaran matematiğe yönelik daha olumlu tutumlara sahip oldukları ve yoğunluk konusunda daha başarılı oldukları söylenebilir.

Dördüncü Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Dördüncü araştırma problemi araştırma sonunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluk konusuna ilişkin muhakeme seviyelerinin karşılaştırılmasını içermektedir. Bu araştırma problemine ilişkin bulgular Tablo 6’da verilmiştir.

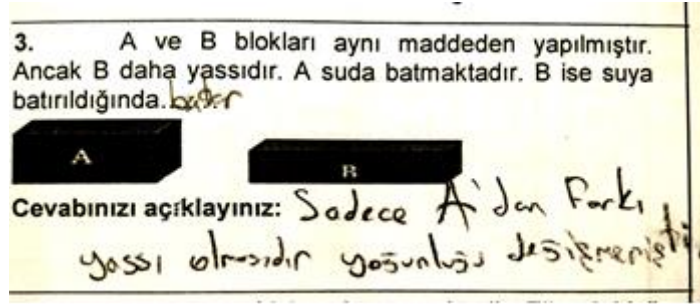
Tablo 6.

Deney ve kontrol gruplarının araştırma sonunda yoğunluk konusuna ilişkin muhakeme seviyeleri

Soru No	Doğru Cevap Doğru ve Tam Açıklama		Doğru Cevap Doğru ancak Eksik ve Yetersiz Açıklama		Doğru Cevap Yanlış / Kavram Yanılgısı İçeren Açıklama		Doğru Cevap Açıklama Yok		Yanlış Cevap /Cevap Yok	
	Frekans		Frekans		Frekans		Frekans		Frekans	
	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol
1	20	14	19	1	4	1	-	3	10	-
2	17	6	5	13	9	6	1	2	3	10
3	16	16	3	2	6	5	-	-	10	14
4	25	20	9	7	1	1	-	3	-	6
5	27	20	6	5	3	1	-	-	1	9
6	11	8	5	5	7	5	-	-	12	19
7	20	14	3	5	3	3	-	2	9	13
8	18	12	2	4	2	5	-	2	13	14
9a	16	13	8	2	-	-	-	-	11	22
9b	12	13	14	8	2	6	1	3	6	7
10	16	15	5	2	13	17	-	-	1	3
11	28	24	4	4	-	-	-	-	3	9
12	30	21	2	6	3	6	-	4	-	-
14	15	14	4	4	15	16	1	3	-	-
15	19	8	1	1	2	4	2	4	11	20
17b	19	14	2	2	3	-	1	2	10	19
Toplam	309	232	92	71	73	76	6	28	100	165

Tablo 6’den görüldüğü üzere deney grubu öğrencilerinin doğru cevaplarına ilişkin doğru ve tam açıklamalarının sayısı kontrol grubu öğrencilerinin doğru ve tam açıklamalarının sayısından oldukça fazladır. Bunun yanı sıra rubriğin en alt kategorisi olan yanlış cevap veya cevap yok kategorisinde ise kontrol grubu öğrencilerinin sayısı deney grubu öğrencilerinden fazladır. Kavram yanılgısı içeren açıklamalar kategorisinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayısı neredeyse birbirine eşit olmasına rağmen deney grubu öğrencilerinin sayısı kontrol grubu öğrencilerinden daha azdır.

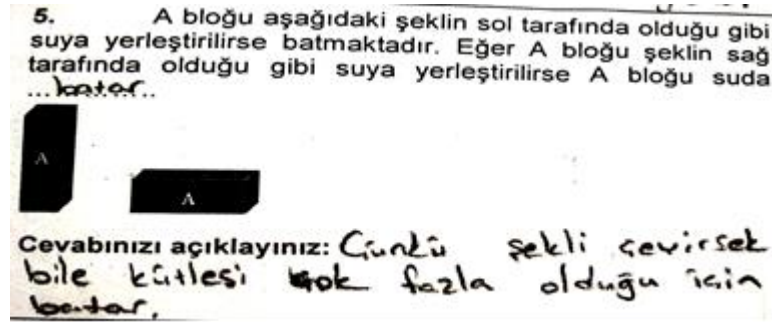
Verdiği doğru cevap için tam ve doğru açıklama yapan deney grubu öğrencilerinden biri olan D27’nin üçüncü soruya verdiği cevap Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. D27'nin üçüncü soruya verdiği cevap

Şekil 1 incelendiğinde, öğrencinin “Sadece A’dan farkı yassı olmasıdır. Yoğunluğu değişmemiştir.” ifadesinde şekil değişse bile aynı maddeden yapılmış maddelerin yoğunluğunun yine aynı olacağını, değişmeyeceğini kavradığı görülmüştür.

Doğru cevap verse de yanlış veya kavram yanılgısı içeren açıklamada bulunan öğrencilerden biri olan D32'nin beşinci soruya verdiği cevap ise Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. D32'nin beşinci soruya verdiği cevap

D32 öğrencisinin verdiği cevap incelendiğinde cismin batacağını doğru tahmin etmiştir. Ancak şekli yan çevirdiğinde batmasının sebebini kütle ile ilişkilendirmiştir. Cismin batma durumunun sadece kütleyle değil, hacim ve yoğunluğu da bağlı olduğunu göz ardı etmiştir.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Yarı deneysel desen kullanılarak tasarlanmış bu çalışmada matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin fen ve matematiğe yönelik tutumları, yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarıları ve muhakeme seviyeleri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Ankara’da bir devlet okulunun altıncı sınıfları arasından rastgele örnekleme ile deney (n=35) ve kontrol grubu (n=37) olarak iki grup atanmıştır. Her iki grupta da yoğunluk konusu sorgulamaya dayalı öğrenme yöntemi temel alınarak tahmin-gözlem-araştırma, soru-cevap, iş birliği çalışması, sınıf içi tartışmalar ve deneyler kullanılarak ele alınmıştır. Deney grubunda ise ek olarak öğrencilerin orantısal muhakeme becerilerinin ve matematiksel işlem becerilerinin geliştirilmesini sağlamak amacıyla etkinlik ve tekniklerden faydalanılmıştır. Veri toplama aracı olarak “Yoğunluk Konusu Başarı Testi”, “Fene Yönelik Tutum Ölçeği”, “Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” ve “Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu” kullanılmıştır.

Birinci araştırma problemi araştırma sonunda deney grubunda yer alan öğrencilerin fen ve matematiğe yönelik tutumları ve yoğunluk konusuna ilişkin başarılarının nasıl etkilendiği ile ilgilidir. Bu araştırma problemi için elde edilen bulgular araştırma sonunda deney grubu öğrencilerinin hem fene hem de matematiğe yönelik tutumlarının ve yoğunluk konusuna ilişkin başarılarının anlamlı bir biçimde arttığını göstermektedir. Benzer şekilde matematik ve fen entegrasyonunun öğrencilerin başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşan çalışmalar yer almaktadır (Cosentino, 2008; Hurley, 2001; Kıray & Kaptan, 2012). Berlin ve White (1994) da matematik ve fen entegrasyonunun öğrencilerin her iki disipline ilişkin gerçekçi ve olumlu tutumlar geliştirmelerini ve performans ve kavrayışlarını arttırdığını belirtmiştir. Farklı olarak, matematik ve fen entegrasyonunun öğrencilerin başarıları

(Deveci, 2010) ve tutumları üzerinde (Cosentino, 2008) anlamlı bir farklılığa neden olmadığı sonucuna ulaşan çalışmalar da yer almaktadır. Ayrıca matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin fene yönelik tutumları ve akademik başarıları üzerinde yüksek düzeyde, matematik tutumları üzerinde ise orta düzeyde bir etki büyüklüğünün olduğu görülmüştür. Etki büyüklüğüne ilişkin yapılan benzer eğitim çalışmalarında orta düzeyde etki büyüklüğü ortaya konmuştur.

İkinci araştırma problemi araştırmanın başında ve sonunda kontrol grubu öğrencilerinin tutum ve başarılarının kıyaslanmasını ele almaktadır. Araştırma verilerinden elde edilen bulgular kontrol grubu öğrencilerinin de araştırmanın sonunda fene yönelik tutum ve başarı seviyelerinde anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin deney yapmalarına ve sorgulamalarına imkân sağlayan yapılandırıcı yaklaşımı benimsemiş fen öğretiminin öğrencilerin başarı ve tutumları üzerinde olumlu etkisinin olduğu bilinmektedir (Almuntasheri ve diğ., 2016; Martinez-Borreguero ve diğ., 2018; Hardy ve diğ., 2006). Deney veya diğer etkinlikler aracılığıyla kavramları keşfettikleri zaman öğrencilerin fen öğretimine yönelik tutumları daha olumlu hale gelmiştir (Renner, Abraham, & Birnie, 1985). Kontrol grubunda gerçekleşen öğretimin öğrencilerin yoğunluk konusundaki başarılarını ve tutumlarını olumlu yönde etkilediği ve bu etkinin yüksek düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir.

Üçüncü araştırma problemi ise matematik destekli yoğunluk konusu öğretimi ile matematik destekli olmayan yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin fen ve matematiğe yönelik tutum ve başarılarını kıyaslama ile ilgilidir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin araştırma sonunda tutum ve başarı seviyeleri kıyaslandığında, öğrencilerin fene yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ancak matematik tutumları ve başarı seviyelerinde anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Başka bir ifadeyle matematik destekli yoğunluk konusu öğretime katılan öğrencilerin katılmayanlara nazaran yoğunluk konusunda daha başarılı oldukları ve matematiğe yönelik daha olumlu tutumlara sahip oldukları söylenebilir. Öğrencilerin fen bilimleri dersinde matematiksel süreç ve düşünme becerilerini kullanmaları onların problemleri anlama, uygun stratejileri seçme ve problemi çözme becerilerini olumlu yönde etkilemektedir (Taşdemir & Salman, 2016). Bu doğrultuda, fen ve matematik entegrasyonunun gerçekleştiği derslere katılan öğrencilerin akademik başarılarının arttığı gözlemlenmiştir (Hurley, 2001; Kiray & Kaptan, 2012; McBride & Silverman, 1991). Üçüncü araştırma probleminden elde edilen bir diğer önemli bulgu ise deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine nazaran matematiğe yönelik daha olumlu tutumlara sahip olmalarıdır. Bütünleştirilmiş fen ve matematik içeriğine dahil olan öğrencilerin tutumları da daha olumludur (Wolfe, 1990). Fen eğitiminin amaçlarına ulaşabilmesi ve fen okuryazarlığının geliştirilebilmesi için öğrencilerin matematiği sevmeleri oldukça büyük bir öneme sahiptir (Taşdemir & Salman, 2016). Bu amaca ulaşmada matematik destekli fen öğretiminin etkili bir yöntem olacağı bu araştırmanın bulguları çerçevesinde söylenebilir. Her iki grubun da fene yönelik tutumları araştırma süresince anlamlı bir biçimde artmış fakat gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu durumun nedeni ise her iki grupta da öğrencilerin deneyler aracılığıyla tahmin etmeleri, gözlem yapmaları, varsayım ve düşüncelerinin doğruluğunu test etme olanağına sahip olmalarıdır. Yoğunluk konusunun fen bilimleri ile ilgili kısmında gruplar arasında bir farklılığa gidilmemiş olması ve aynı öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılması fene yönelik tutumlarında da farklılık olmamasını sağlamış olabilir.

Araştırmanın son problemi ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluğa ilişkin muhakeme seviyelerinin incelenmesi ve karşılaştırılmasını içermektedir. Bu amaçla araştırmanın sonunda deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan açık uçlu soru formunda öğrencilerin verdikleri cevaplara ilişkin açıklamaları incelenmiştir. Araştırmanın sonunda yoğunluk konusuna ilişkin açık uçlu soruları cevaplarken doğru ve tam açıklama yapan deney grubu öğrenci sayısının tam ve doğru açıklama yapan kontrol grubu öğrenci sayısından daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum deney grubu öğrencilerinin yoğunluk konusuna ilişkin daha derin bir anlayış geliştirmiş olabilecekleri şeklinde yorumlanabilir. Fen ve matematik entegrasyonu öğrencilerin daha derin anlayışlar/kavramalar oluşturmalarına imkân sağlamaktadır (Czerniak, 2000; Furner & Kumar, 2007; McBride & Silverman, 1991). Bu çalışmada elde edilen bulgular ile diğer araştırmalardan elde edilen bulgulara paralel olarak açık uçlu sorulara cevap vermeyen ya da yanlış cevap veren kontrol grubu öğrenci sayısının da aynı kategorideki deney grubu öğrenci sayısından daha fazla olduğu görülmüştür. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin muhakemelerini ve düşüncelerini bilimsel düşünce ile uyumlu bir biçimde aktarma becerilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında matematik destekli fen öğretiminin öğrencilerin fen ve matematiğe yönelik tutumları ile akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Bunun yanı sıra matematik desteği olmasa da öğrencilerin aktif bir biçimde derse katıldıkları, iş birliği içerisinde çalışarak varsayımlarını deneyler aracılığıyla test etme ve bir sonuca varma imkânı buldukları bir sınıf ortamında da yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarıları artmış ve fene yönelik tutumları gelişmiştir. Matematik desteği olmadan da öğrencilerin başarı ve tutumları olumlu yönde etkilenmiş olsa da matematik destekli öğretime katılan öğrencilerin katılmayanlara nazaran daha başarılı oldukları ve matematiğe yönelik tutumlarının da daha olumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin fen bilimlerinde matematik kaynaklı sıkıntılarla çokça karşılaşmaları matematiğin fen bilimleri problemlerini çözme ve bu alanda başarılı olma konusunda önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Matematik tutumlarının olumlu yönde etkilenmesi deney grubunda yer alan öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerine nazaran daha başarılı olmalarını sağlamış olabilir. Son olarak matematik destekli yoğunluk konusu öğretime katılan öğrencilerin yoğunluk konusu ile ilgili problem ve sorulara doğru cevap verme ve cevapları için bilimsel düşünceye uygun tam açıklamalar yapma oranlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Fen okuryazarı olarak fen bilimlerinde karşılaştıkları problemleri çözme ve iletişim becerilerini kullanarak bilimsel düşüncelerini anlaşılabilir şekilde ifade etme 21. yy. bireylerinin sahip olması istenen temel beceriler arasındadır. Matematik destekli fen öğretiminin öğrencilerin 21. yy. becerilerini kazanma ve geliştirmelerinde de faydalı olabileceği söylenebilir.

Bu çalışmada yoğunluk konusunun matematiksel içeriği göz önüne alınarak matematik destekli fen öğretimi planlanmıştır. Pek çok fen bilimleri konusu zengin bir matematiksel içeriğe sahiptir. Daha fazla fen bilimleri konusunun matematiksel içeriği incelenerek bünyesinde barındırdığı matematiksel kavram ve süreç becerilerini içine alan öğretim etkinlik ve programları geliştirilmelidir. Bu etkinlik ve programların geliştirilmesi sürecinde fen bilimleri ve matematik öğretmenlerinin birlikte çalışma noktasında ve teknoloji destekli öğretim etkinlikleri hazırlamaları konusunda cesaretlendirilmelidir. Bu çalışmada ölçek, başarı testi ve açık uçlu soru formu gibi öz-bildirim ölçme araçları kullanılmıştır. Öğrencilerle görüşmelerin yapıldığı gelecek araştırmalarda özellikle öğrencilerin muhakeme seviyeleri ve tutumlarının nasıl etkilendiği daha detaylı bir biçimde ele alınabilir.

KAYNAKÇA

- Adigwe, J. C. (2013). Effect of mathematical reasoning skills on students' achievement in chemical stoichiometry. *Review of education institute of education journal, University of Nigeria Nsukka*, 23(1), 1-22.
- Agudelo-Valderrama, C., & Martinez, D. (2016). In pursuit of a connected way of knowing: the case of one mathematics teacher. *International journal of science and mathematics education*, 14, 719-737.
- Almuntasheri, S., Gillies, R. M., & Wright, T. (2016). The effectiveness of a guided inquiry-based, teachers' professional development programme on Saudi students' understanding of density. *Science education international*, 27(1), 16-39.
- Aşkar, P. (1986). Matematik dersine yönelik tutumu ölçen likert-tipi bir ölçeğin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 62, 31-36.
- Aydın, A. (2011). Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin bazı matematik kavramlarına yönelik hatalarının ve bilgi eksiklerinin tespit edilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 78-87.
- Berlin, D. F., & White, A. L. (1992). Report from the NSF/SSMA Wingspread Conference: A Network for Integrated Science and Mathematics Teaching and Learning. *School Science and Mathematics*, 92(6), 340-342.
- Berlin, D. F., & White, A. L. (1994). The Berlin-White integrated science and mathematics model. *School Science and Mathematics*, 94(1), 2-4.
- Bowles, M. A. (2010). *The think-aloud controversy in second language research*. London: Routledge.
- Bütüner, S. Ö., & Uzun, S. (2011). Fen öğretiminde karşılaşılan matematik temelli sıkıntılar: Fen ve teknoloji öğretmenlerinin tecrübelerinden yansımalar. *Kuramsal Eğitimbilim*, 4(2), 262-272.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Ankara: Pegem-A.
- Chang, R. (2006). *Genel kimya-temel kavramlar* (Çev. T. Uyar, S. Aksoy, R. İnam). Ankara, Palme Yayıncılık.
- Cosentino, C. (2008). *The Impact of integrated programming on student attitude and achievement in grade 9 academic mathematics and science*. Master's Thesis. Brock University, Ontario.

- Cramer, K., & Post, T. (1993). Proportional reasoning. *The Mathematics Teacher*, 86(5), 404-407.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Boston: Pearson Education.
- Czerniak, C. M. (2000). Interdisciplinary science teaching. In: Abell S. K., Lederman NG, editors. *Handbook of research on science education*. New York (NY): Routledge, p. 537-560.
- Deveci, Ö. (2010). *İlköğretim altıncı sınıf fen ve teknoloji dersi kuvvet ve hareket ünitesinde fen-matematik entegrasyonunun akademik başarı ve kalıcılık üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Dole, S., Clarke, D., Wright, T., & Hilton, G. (2009). Developing year 5 students' understanding of density: Implications for mathematics teaching. *Proceedings of the 32nd annual conference of the mathematics education research group of Australasia*, Vol (1), Palmerston North, N.Z: MERGA.
- Dole, S., Hilton, G., Hilton, A., & Goos, M. (2013). Considering density through a numeracy lens: Implications for science teaching. *Proceedings of the second international conference on new perspectives in science education*.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2011). *Validity and reliability, how to design and evaluate research in science education* (8th Ed.). Mc Graw-Hill Companies.
- Frykholm, J. A. & Mayer, M. R. (2002). Integrated instruction: Is it science? Is it mathematics?. *National council of teachers of mathematics*, 7(9), 502-508.
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105 (3), 127-141.
- Furner, J., & Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3(3), 185-189.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Yılmaz, G., Atlan, A., & Şahpaz, Ö. (1994). *Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin fen bilgisi başarılarına ve fen bilgisi ilgilerine etkisi*. I. Ulusal fen bilimleri eğitimi sempozyumu (15-17 Eylül 1994), Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir.
- Grotzer, T., Houghton, C., Basca, B., Mittlefehldt, S., Lincoln, R., & MacGillivray, D. (2005). *Understandings of consequence project of project zero*. Harvard Graduate School of Education, Cambridge, MA.
- Hardy, I., Jonen, A., Möller, K., & Stern, E. (2006). Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of "floating and sinking". *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 307-326.
- Harrel, P. E., & Subramaniam, K. (2014). Teachers need to be smarter than a 5th grader: What elementary pre-service teachers know about density. *Electronic journal of science education*, 18(6), 1-23.
- Hashweh, M. Z. (2016). The complexity of teaching density in middle school. *Research in Science & Technological Education*, 34(1), 1-24.
- Hoban, R. (2011). *Mathematical transfer by chemistry undergraduate students*. Dublin: Dublin City University.
- Huntly, M. A. (1998). Design and implementation of framework for defining integrated mathematics and science education. *School Science and Mathematics*, 98, 320-327.
- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School science and mathematics*, 101(5), 259-268.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil.
- Kartal, B., & Çınar, C. (2017). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının çokgenlere dair geometri bilgilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18(2), 375-399.
- Kartal, T. (2014). Sorgulamaya dayalı öğrenme-öğretme yaklaşımı. In: Ekici G. (Ed.), *Etkinlik örnekleriyle güncel öğrenme-öğretme yaklaşımları-I*, Pegem Akademi, Ankara, 472-520.
- Kartal, T., & Kartal, B. (2019). Examining strategies used by pre-service science teachers in stoichiometry problems in terms of proportional reasoning. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48(1), 910-944.
- Kıray, S. A. (2012). A new model for the integration of science and mathematics: The balance model. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(3), 1181-1196.
- Kıray, S. A., & Kaptan, F. (2012). The effectiveness of an integrated science and mathematics programme: Science-centred mathematics-assisted integration. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2), 943-956.

- Kohn, A. S. (1993). Preschooler's reasoning about density: will it float?. *Child development* 64(6), 1637-1650.
- Langrall, C. W., & Swafford, J. (2000). Three balloons for two dollars: Developing proportional reasoning. *Mathematics teaching in the middle school*, 6(4), 254.
- Leszczynski, E. (2014). *The study of middle school mathematics and science teachers' practices, perceptions, and attitudes related to mathematics and science integration*. Doctoral Thesis, Montclair State University, Upper Montclair, NJ.
- Lonning, R.A., & DeFranco, T. C. (1997). Integration of science and mathematics: A theoretical model. *School Science and Mathematics*, 97(4), 212-215.
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo-Correa, F. L., Cañada, F. C., Gómez, D. G., & Martín, J. S. (2018). The influence of teaching methodologies in the assimilation of density concept in primary teacher trainees. *Heliyon*, 4(11), e00963.
- McBride, J. W., & Silverman, F. L. (1991). Integrating elementary/middle school science and mathematics. *School Science and Mathematics*, 91(7), 18-25.
- Muralidhar, S. (1988). Solid water is denser than liquid water: Students' experiences of science lessons in Fiji. *Research in Science Education*, 18, 276-282.
- Oliver, E. (2007). *Effective teaching strategies for promoting conceptual understanding in secondary science education*. Master's Thesis, The Evergreen State College, Washington.
- Orton, T., & Roper, T. (2000). Science and mathematics: A relationship in need of counselling?. *Studies in Science Education*, 35, 123-154.
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self- concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of educational psychology*, 86, 193-203.
- Plano Clark, V. L., & Creswell, J. W. (2015). *Understanding research: A consumer's guide*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Renner, J. W., Abraham, M. R., & Birnie, H. H. (1985). The necessity of each phase of the learning cycle in teaching high-school physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(1), 39-58.
- Roach, L.E. (2001). Exploring students' conceptions of density: Assessing nonmajors' understanding of physics. *Journal of College Science Teaching*, 30(6), 386-389.
- Taşdemir, A., & Salman, S. (2016). İlköğretim fen bilimleri dersi problemlerinde öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 17(3), 785-809.
- Ünal, S. (2008). Changing students' misconceptions of floating and sinking using hands on activities. *Journal Of Baltic Science Education*, 7(3), 134-146.
- Wilhelm, J. A., & Walters, K. L. (2006). Pre-service mathematics teachers become full participants in inquiry investigations. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37(7), 793-804.
- Wolfe, L. F. (1990). Teaching science to gifted underachievers: A conflict of goals. *Journal of Education*, 6(1), 88-97.
- Yin, Y., Tomita, M. K., & Shavelson, R. J. (2008). Diagnosing and dealing with student misconceptions: Floating and Sinking. *National Science Teachers Association*, 31(8), 34-39.
- Zemelman, S., Daniels, H., & Hyde, A. (2005). *Best practice: New standards for teaching and learning in America's school* (3rd Edition). Portsmouth, NH: Heinemann.
- Zoupidis, A., Pnevmatikos, D., Spyrtou, A., & Kariotoglou, P. (2016). The impact of prosedural and epistemological knowledge on conceptual understanding: The case of density and floating-sinking phenomena. *Instructional Science*, 44, 315-334.
- Zoupidis, A., Pnevmatikos, D., Spyrtou, A., & Kariotoglou, P. (2018). Explicitly linking simulated with real experiments for conceptual understanding of floating/sinking phenomena. *Themes in eLearning*, 11(1), 35-52.