



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**MATEMATİK DESTEKLİ FEN ÖĞRETİMİNİN 6.
SINIF ÖĞRENCİLERİNİN TUTUM, MOTİVASYON
VE AKADEMİK BAŞARILARI ÜZERİNDEKİ
ETKİSİ: YOĞUNLUK ÖRNEĞİ**

Emine DOĞAN AKDENİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2019



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**MATEMATİK DESTEKLİ FEN ÖĞRETİMİNİN 6.
SINIF ÖĞRENCİLERİNİN TUTUM, MOTİVASYON
VE AKADEMİK BAŞARILARI ÜZERİNDEKİ
ETKİSİ: YOĞUNLUK ÖRNEĞİ**

Emine DOĞAN AKDENİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Abdullah AYDIN

II. DANIŞMAN

Arş. Gör. Dr. Büşra KARTAL

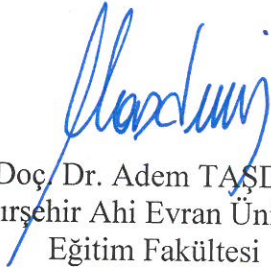
KIRŞEHİR / 2019

Bu çalışma 12/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Tez Jürisi



Prof. Dr. Talip KIRINDI
Kırıkkale Üniversitesi
Eğitim Fakültesi



Doç. Dr. Adem TAŞDEMİR
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Eğitim Fakültesi



Doç. Dr. Abdullah AYDIN
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Eğitim Fakültesi

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Emine DOĞAN AKDENİZ



20.04.2016 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimi tamamlama ve tezi bitirme konusunda her daim desteğini esirgemeyen, yol gösterici olan, öğrencisini motive eden saygı değer danışmanım Sayın Doç. Dr. Abdullah AYDIN'a teşekkür ederim.

Tez çalışma süresince çalışmanın her basamağında ve süreç içerisinde her zaman destek veren, rehberlik eden, eksiklerimi düzeltmem konusunda yardımcı olan, hatalarımı görmemi sağlayan, yardımlarını ve desteğini asla unutmayacağım ikinci danışmanım Sayın Arş. Gör. Dr. Büşra KARTAL'a ve çalışmalarına destek veren Sayın Doç. Dr. Tezcan KARTAL'a teşekkür ederim.

Tezin daha iyi hale gelmesi ve son halinin verilmesinde değerli fikirlerini paylaşan sayın jüri üyeleri Prof. Dr. Talip KIRINDI'ya ve Doç. Dr. Adem TAŞDEMİR'e teşekkür ederim.

Bugüne kadar okul hayatım boyunca desteğini benden esirgemeyen ve hep başarılı olmam için elinden geleni yapan, çocuk yaşlardan beri beni tek başına büyüten annem Güllü DOĞAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışma dönemim boyunca desteğini benden esirgemeyen ve her daim pozitif düşünceleri ile motive eden eşim Yasin AKDENİZ'e teşekkür ederim.

Temmuz, 2019

Emine DOĞAN AKDENİZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	2
1.3. Problem Cümlesi.....	3
1.3.1. Alt Problemler.....	3
1.4. Hipotezler.....	4
1.5. Sayıtlar.....	4
1.6. Sınırlılıklar.....	4
1.7. Tanımlar.....	4
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	6
2.1. Tutum ve Motivasyon.....	8
2.1.1. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon.....	9
2.1.2. Fene Yönelik Tutum.....	10
2.1.3. Matematiğe Yönelik Tutum.....	11
2.2. Fen Bilimleri ve Matematik Arasındaki İlişki.....	12
2.3. Yoğunluk.....	14
2.3.1. Yoğunluğun Öğretimi.....	16
2.3.2. Yoğunluğun Matematiksel İçeriği.....	19
2.3.3. Yoğunlukla İlgili Kavram Yanılgıları.....	20
2.3.4. Yoğunlukla İlgili Çalışmalar.....	23
3. YÖNTEM.....	29
3.1. Araştırma Deseni.....	29
3.2. Katılımcılar.....	30
3.3. Veri Toplama Araçları.....	31
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları.....	31

3.3.1.1.	<i>Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği</i>	31
3.3.1.2.	<i>Fene Yönelik Tutum Ölçeği</i>	34
3.3.1.3.	<i>Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği</i>	37
3.3.1.4.	<i>Yoğunluk Konu Testi</i>	39
3.3.2.	Nitel Veri Toplama Araçları.....	41
3.3.2.1.	<i>Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu</i>	42
3.3.2.2.	<i>Görüşme</i>	43
3.4.	Verilerin Toplanması	43
3.5.	Verilerin Analizi	49
3.5.1.	Nicel Verilerin Analizi	49
3.5.2.	Nitel Veri Analizi	50
4.	BULGULAR	52
4.1.	Nicel Verilerden Elde Edilen Bulgular	52
4.1.1.	Deney ve Kontrol Gruplarının Ön test Puanlarına İlişkin Bulgular	52
4.1.2.	Deney Grubu Ön test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular	53
4.1.3.	Kontrol Grubu Ön test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular	55
4.1.4.	Deney ve Kontrol Gruplarının Sontest Puanlarına İlişkin Bulgular.....	58
4.2.	Nitel Verilerden Elde Edilen Bulgular.....	62
4.2.1.	Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formundan Elde Edilen Bulgular	62
4.2.2.	Görüşme Sorularından Elde Edilen Bulgular	87
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	95
5.1.	Öneriler	106
	KAYNAKLAR	107
	EKLER	112
	Ek 1. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon, Fene Yönelik Tutum ve Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçekleri	112
	Ek 2. Yoğunluk Konu Testi	118
	Ek 3. Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu	118
	Ek 4. Görüşme Soruları	120
	Ek 5. Ders Planları	121
	Ek 6. Çalışma Kâğıdı	129
	Ek 7. Ölçek izinleri	131
	ÖZGEÇMİŞ	132

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 4.1. D6'nın 16. Soruya Verdiği Cevap.....	70
Şekil 4.2. D34'ün 17a Sorusuna Verdiği Cevap.	71
Şekil 4.3. D24'ün 17b Sorusuna Verdiği Cevap.	72
Şekil 4.4. D4'ün 12. Soruda Çizdiği Şekil.	86



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Araştırma Deseni	29
Tablo 3.2. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğinin Alt Boyutları ve Cronbach Alfa Değerleri.....	32
Tablo 3.3. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27'lik Alt Grup ve %27'lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.	33
Tablo 3.4. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğinde Yer Alan Maddelerin Analiz Sonuçları.	34
Tablo 3.5. Fene Yönelik Tutum Ölçeğini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27'lik Alt Grup ve %27'lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.	35
Tablo 3.6. Fene Yönelik Tutum Ölçeğinde Yer Alan Maddelerin Analiz Sonuçları.	36
Tablo 3.7. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27'lik Alt Grup ve %27'lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.	37
Tablo 3.8. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinde Yer Alan Maddelerin Analiz Sonuçları.	38
Tablo 3.9. Yoğunluk Konu Testini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27'lik Alt Grup ve %27'lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.	40
Tablo 3.10. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinde Yer Alan Maddelerin Analiz Sonuçları.	41
Tablo 3.11. Ölçme Araçlarının Deney ve Kontrol Gruplarında Hangi Aşamada Kullanıldığını Gösteren Çizelge.....	49
Tablo 3.12. Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formunun Analizinde Kullanılan Rubrik.	50
Tablo 4.1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum ön test puanlarına ilişkin t-testi analiz sonuçları.	52
Tablo 4.2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum ön test puanlarına ilişkin bağımsız t-testi analiz sonuçları.	53
Tablo 4.3. Deney grubu ön test-son test fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve alt bileşenlerine ilişkin t-testi analiz sonuçları.	53
Tablo 4.4. Deney grubu ön test-son test fen bilimleri dersine yönelik tutum puanlarına ilişkin t-testi analiz sonuçları.	54
Tablo 4.5. Deney grubu ön test-son test matematik dersine yönelik tutum puanlarına ilişkin t-testi analiz sonuçları.	55
Tablo 4.6. Deney grubu ön test-son test başarı testi puanlarına ilişkin t-testi analiz sonuçları.	55
Tablo 4.7. Kontrol grubu ön test-son test fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve alt bileşenlerine ilişkin t-testi analiz sonuçları.	56
Tablo 4.8. Kontrol grubu ön test-son test fen bilimleri dersine yönelik tutum puanları t-testi analiz sonuçları.	57
Tablo 4.9. Kontrol grubu ön test-son test matematik dersine yönelik tutum puanları t-testi analiz sonuçları.....	57
Tablo 4.10. Kontrol grubu ön test-son test başarı testi puanlarına ilişkin t-testi analiz sonuçları	57

Tablo 4.11. Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve alt bileşenlerine ilişkin deney ve kontrol grubu son test puanlarına ait t-testi analiz sonuçları.....	58
Tablo 4.12. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum son test puanlarına ilişkin t-testi analiz sonuçları.....	59
Tablo 4.13. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum son test puanlarına ilişkin t-testi analiz sonuçları.....	60
Tablo 4.14. Deney ve kontrol grubu son test başarı testi puanlarına ilişkin t-testi analiz sonuçları.....	60
Tablo 4.15. Deney grubu son test puanlarına ilişkin korelasyon analiz sonuçları (n=35)..	61
Tablo 4.16. Kontrol grubu son test puanlarına ilişkin korelasyon analiz sonuçları (n=37).	61
Tablo 4.17. Deney Grubunun Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunda Ön Teste Verdikleri Cevaplara İlişkin Frekans ve Yüzdeler.....	63
Tablo 4.18. Deney Grubunun Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunda Son Teste Verdikleri Cevaplara İlişkin Frekans ve Yüzdeler.....	64
Tablo 4.19. Deney Grubunun Ön Testte ve Son testte 9a Sorusuna Verdikleri Cevaplarda Kullandıkları Temsillerin Frekans ve Yüzdeleri.....	66
Tablo 4.20. Deney Grubunun Ön Testte ve Son testte 9b Sorusuna Verdikleri Cevaplarda Kullandıkları Temsillerin Frekans ve Yüzdeleri.....	67
Tablo 4.21. Deney Grubunun Ön Testte ve Son Testte On Üçüncü Soruya Verdikleri Doğru ve Yanlış Cevapların Frekans ve Yüzdeleri.....	68
Tablo 4.22. Deney Grubunun Ön Testte ve Son Testte On Altıncı Soruya Verdikleri Doğru ve Yanlış Cevapların Frekans ve Yüzdeleri.....	69
Tablo 4.23. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin 17a Sorusuna Verdikleri Cevapların Doğruluğuna İlişkin Frekans ve Yüzdeler.....	70
Tablo 4.24. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin 17a Sorusunu Cevaplarken Kullandıkları Stratejiler.....	71
Tablo 4.25. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin 17b Sorusunu Cevaplarken Kullandıkları Stratejiler.....	72
Tablo 4.26. Deney Grubunun Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunda Ön Teste Cevap Verirken Kullandıkları Kavramlara Dair Frekans Analizi.....	73
Tablo 4.27. Deney Grubunun Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunda Son Teste Cevap Verirken Kullandıkları Kavramlara Dair Frekans Analizi.....	74
Tablo 4.28. Deney Grubu Öğrencilerinin Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunun Ön Testine Dair Cevap ve Açıklamalarında Yer Alan Hata ve Yanılgılar.....	80
Tablo 4.29. Deney Grubu Öğrencilerinin Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunun Son Testine Dair Cevap ve Açıklamalarında Yer Alan Hata ve Yanılgılar.....	80

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

d	: Yoğunluk
m	: Kütle
V	: Hacim

Kısaltmalar **Açıklama**

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
TGA	: Tahmin-Gözlem-Açıklama



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK DESTEKLİ FEN ÖĞRETİMİNİN 6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN TUTUM, MOTİVASYON VE AKADEMİK BAŞARILARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: YOĞUNLUK ÖRNEĞİ

Emine DOĞAN AKDENİZ

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdullah AYDIN

Bu çalışma, matematiksel açıdan zenginleştirilmiş fen öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin fen ve matematiğe yönelik tutumları, fen öğrenmeye yönelik motivasyonları ve yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada deneysel desen kullanılmıştır. Nicel ve nitel veri toplama araçları ile veriler toplanmıştır. Çalışma Ankara'daki bir devlet okulunun 6. sınıfa giden 72 öğrencisi ile yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarına 5E modeli, TGA ve soru-cevap tekniği kullanılmıştır. Deney grubunun derslerinde matematiksel açıdan zengin etkinlik ve soruların yer aldığı çalışma kağıtları kullanılmıştır. Tutum ve motivasyon ölçekleri, yoğunluk başarı testi hem pilot uygulama olarak hem de deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Deney grubuna Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Deney grubundan 3 öğrenciye yoğunluğa ilişkin görüşme soruları sorulmuştur. Çalışma sonucunda hem deney hem de kontrol grubunda fen öğrenmeye yönelik motivasyon, fene yönelik tutum ve yoğunluk başarı testi ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı derecede artmıştır. Matematik tutumları ise deney grubunda anlamlı şekilde artmıştır. Deney ve kontrol gruplarının son test puanları kıyaslandığında matematiğe yönelik tutum ve yoğunluk başarı testinde deney grubu lehine

anlamli farkliliklar olmuştur. Deney grubunun son testte yoğunluğun açık uçlu sorularına dair akademik başarıları artmıştır ve yoğunluk konusuna dair kavramsal hataları önemli ölçüde azalmıştır.

Temmuz 2019, 143 Sayfa.

Anahtar Kelimeler: Yoğunluk, Orantısal Muhakeme, Sorgulamaya Dayalı Öğrenme, 5E Modeli, Fen ve Matematik Entegrasyonu



ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

THE EFFECT OF MATHEMATICS SUPPORTED SCIENCE TEACHING ON 6TH GRADE STUDENTS' ATTITUDES, MOTIVATIONS AND ACADEMIC ACHIEVEMENTS: A CASE OF DENSITY

Emine DOĞAN AKDENİZ

Kırşehir Ahi Evran University

Graduate School of Science

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Abdullah AYDIN

This study aims to investigate the effect of mathematically enriched science teaching on the academic achievements on density, attitudes towards science and mathematics, and motivation towards science learning of sixth grade students. An experimental design was used in the study. The data was collected through quantitative and qualitative data collection tools. The study was conducted with 72 students attending 6th grade of a public school in Ankara. 5E model, POE and question-answer technique were used to experimental and control groups. On the experimental group, worksheets, containing mathematically rich activities and questions, were used. Attitude and motivation scales, density achievement test were applied both as a pilot study and as pre-test and post-test for experimental and control groups. An open-ended question form regarding density was applied to the experimental group as pre-test and post-test. Three students from the experimental group were interviewed about the density. The results showed that both groups had a significant increase in motivation for science learning, attitudes towards science and academic achievements. The attitudes of the experimental group towards mathematics increased significantly. When the means of post-test between experimental and control group were compared, there were significant differences in the attitudes towards mathematics and academic achievements in favor of the experimental group.

Academic achievement of the experimental group on the open-ended questions of the density increased in the post-test and the students' conceptual errors regarding density decreased significantly.

July 2019, 143 Pages.

Keywords: Density, Proportional Reasoning, Inquiry-Based Learning, 5E Model, Science and Mathematics Integration



1. GİRİŞ

Dewey'e göre eğitim eyleme bağlıdır. Bilgi ve fikir, öğrenenin kendisi için anlamlı ve önemli olan deneyimler yaşadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bu durumlar, öğrencilerin materyalleri ustalıkla kullandığı sınıf gibi sosyal ortamlar olarak ele alınabilir. Bu sayede bilgilerini beraberce inşa eden öğrenen topluluğu oluşur. Vygotsky ise çocukların bilimsel kavramları, kendi görüşleri ile yetişkin görüşleri arasındaki çatışma sonucu öğrendiklerine inanmaktadır. Kendisine sunulan kavramı çocuk yalnızca ezberlemektedir. Çocuğun öğreneceği bilgiyi kendi ürünü haline getirmek için kavram ve ona sunulan fikirle olan bağlantısını kullanması gerektiğini ifade etmektedir. Vygotsky'ye göre önceki kavramlar ve öğretilen bilimsel kavramlar iç içe girmekte ve çocuk daha önceki genellemelerinden edindiği düşünceleri ve kendisine sunulanları kullandıkça bu kavramların birbirini etkilediğini görmektedir (Arslan, 2007).

Kavramsal değişimin sağlanması ve kavram yanlışlarının düzeltilmesi için ve aynı zamanda Dünya'daki teknolojik gelişmeler hızla ilerledikçe toplumsal taleplerin karşılanabilmesi için fen eğitimi programının da güncellenmesi gerekmektedir (Oliver, 2007).

1.1. Problem Durumu

Bilimin ve teknolojinin hızla gelişmesi, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine sahip bireylere olan ihtiyaç öğretim programlarının çağa uygun bir şekilde değişmesini ve yenilenmesini gerektirmiştir. Öğrencilerin öğretim sürecinde anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilmesi için bireysel farklılıklar ortaya çıkarılabilir ve öğrencilerin meta bilişsel becerilerini ortaya çıkararak günlük hayatla dersler arasında bağlantı kurmalarını sağlayacak bir sistem oluşturulabilir. Öğrencilerin gözlem yapma, hipotez, verileri kaydetme gibi bilimsel süreç becerilerini kullanarak bilim adamlarının yolunda ilerlemeleri sağlanmalı; analitik düşünme, karar verme gibi yaşam becerilerini etkin bir şekilde kullanmaları teşvik edilmeli; özellikle de fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarını birleştirerek öğrencilerin yeni bir ürün tasarlama ve geliştirme becerilerini geliştirecek şekilde öğretim ortamları oluşturulmalıdır (MEB, 2018).

Öğrencilerin önceden öğrenmiş olduğu bilgiler hatalıysa öğrencilerin yeni kavramları derinlemesine öğrenmeleri engellenebilir. Özellikle de öğrenciler matematiksel formülleri

ezberlemekte ve problem durumuyla karşılaştığında yanlış genelleme yapmaktadır (Schunk, 1991; 2009). Öğrencilerin matematiksel yeterliklerin eksik olması fen ve teknoloji alanındaki gelişmeleri anlamalarını engelleyebilir (Adigwe, 2013). Matematik ve fen bilimleri 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). Öğrencilerin fen bilimlerinde matematik ile karşılaştıkları zorlukların çoğunlukla oran-orantı, logaritma, köklü sayılar, üslü çokluklar ve ondalık sayılar ile ilgili olduğu tespit edilmiştir (Aydın, 2011). Özellikle orantısal muhakeme ve birim dönüşümünde yaşanan güçlüklerin fen bilimleri konularının anlaşılmasında engel teşkil ettiği bilinmektedir (Kartal, ve Kartal, 2019). Yoğunluk orantısal muhakemeyi bünyesinde barındıran, matematiksel içerik açısından zengin bir konudur. Öğrencilerin matematiksel beceri gerektiren fen derslerinde konuları derinlemesine kavrayamamaları, işlem yaparken orantısal akıl yürütmeden ziyade ezberle çözümler gerçekleştirmeleri, öğrencilerin yoğunluk, kütle, hacim gibi farklı değişkenleri inceleyen fen konularında deneysel çalışmalarla matematiksel kavramlar arasında ilişki kurmada zorluk yaşamaları bir problemdir. Öğrencilerin matematik açısından zenginleştirilmiş bir öğretimle yoğunluk konusuna ilişkin algı ve kavrayışlarının değişip değişmeyeceğinin incelenmesi, fen eğitimine sağlayacağı katkılar göz önüne alındığında ele alınması gereken önemli bir araştırma konusu olarak görülebilir.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmada matematik destekli yapılandırmacı fen öğretimi ile öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin başarılarını arttırmak, fen ve matematiğe yönelik tutumlarını ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını arttırmak, yoğunluk ile ilgili fikirlerini açıklarken tam ve doğru açıklamalar yapabilmelerini sağlamak, yoğunluğa ilişkin sahip oldukları hata ve yanlışları azaltmak ve yoğunluk konusunda karşılaştıkları matematiksel güçlükleri giderebilmek amaçlanmaktadır. Bu çalışma ile, altında matematiksel kavram ve süreçlerin yer aldığı bir fen konusu olan yoğunluk konusunun öğretimi matematiksel kavram ve süreçler bakımından zenginleştirildiğinde öğrencilerin tutum, motivasyon ve akademik başarısı üzerindeki etkisinin ne şekilde değiştiği gözlemlenebilir. Bu araştırma şu açılardan önemlidir; (i) çalışmadan elde edilen bulgular ışığında fen ve matematik konularının entegrasyonunun önemini açığa çıkarabilir, (ii) matematiksel açıdan zenginleştirilmiş fen

öğretiminin öğrencilerde meydana getireceği değişiklikler göz önüne alınarak bazı fen konularının öğretiminde yapılacak revizyonlara bir ışık tutabilir, (iii) yoğunlukla ilgili olarak ulusal çalışmaların az olması nedeniyle gelecekte yapılacak araştırmalar için önemlidir.

1.3. Problem Cümlesi

Bu çalışmanın problem cümlesi şu şekilde belirtilebilir: Matematik destekli fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin fen ve matematik dersine yönelik tutumlarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve yoğunluk konusuna dair akademik başarılarına etkisi var mıdır?

1.3.1. Alt Problemler

1. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerinde nasıl bir etkisi bulunmaktadır?
2. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin fene yönelik tutumları üzerinde nasıl bir etkisi bulunmaktadır?
3. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları üzerinde nasıl bir etkisi bulunmaktadır?
4. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarıları üzerinde nasıl bir etkisi bulunmaktadır?
5. Çalışmaya katılan altıncı sınıf öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon, fene yönelik tutum, matematiğe yönelik tutum ve yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarıları arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?
6. Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin yoğunluk konusu ile ilgili açık uçlu soruları cevaplarken yaptıkları açıklamalar ve sahip oldukları hatalar üzerinde nasıl bir etkisi bulunmaktadır?
7. Başarı seviyesi farklı öğrenciler fen ve matematik arasındaki ilişkiyi nasıl tanımlamaktadır?

1.4. Hipotezler

1. 6.sınıf deney grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.
2. 6.sınıf deney grubu öğrencilerinin fene yönelik tutum ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.
3. 6.sınıf deney grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.
4. 6.sınıf deney grubu öğrencilerinin “Yoğunluk Konu Testi” ön test-son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

1.5. Sayıtlar

Öğrencilerin anketlere, testlere ve açık uçlu sorulara yönelik vermiş oldukları cevapların samimi ve anlaşılır bir şekilde olduğu varsayılmıştır.

1.6. Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- Ankara'daki bir devlet okulunun toplam 72 öğrenciden oluşan 6. sınıf öğrencileri,
- Araştırmada yararlanılan Fene Yönelik Tutum Ölçeği (Geba ve diğerleri, 1994), Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği (Aşkar, 1986), Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği (Yaman ve Dede, 2007), Yoğunluk Konu Testi, Yoğunluğa İlişkin Soru Formu ve Görüşme soruları ile,
- 2018-2019 Eğitim- Öğretim yılı ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Yoğunluk: “Bir cismin birim hacminin kütlesi”, “birim hacim başına düşen kütle miktarı” ya da “birim hacme düşen madde miktarı” şeklinde ifade edilmektedir (Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln ve MacGillivray, 2005; Chang, 2006; Dole, Clarke, Wright ve Hilton, 2009; Almutasheri, Gillies ve Wright, 2016).

Tutum: Tutum, bir bireyin çeşitli durumlar içindeki kendi seçimini etkileyen önceden kazanılmış içsel bir durum olarak ifade edilmektedir (Senemoğlu, 2005).

Motivasyon: Öğrencilerin hedefe yönelik olarak etkinlik karşısında gösterdiği zihinsel ve fiziksel çaba olarak tanımlanmaktadır (Schunk, 1991; 2009).

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Modeli: Sorgulamaya dayalı öğrenme modeli öğrencilerin gözlem yaparak topladıkları verileri değerlendirmelerini, alternatif fikirler ortaya koymalarını ve bilimsel bilgiyi öğrenmelerini sağlayan öğrenme yöntemidir (Kartal, 2014).

5E Modeli: Öğrencilerin sorgulamaya dayalı fen sınıflarında dikkat çekme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve her basamakta değerlendirme aşamalarını dikkate alarak konuların ve kavramların öğrenciler tarafından özümsemesini sağlayan bir öğretim modelidir (Kartal, 2014).

TGA: Öğrencilerin deneyle ilgili olarak tahmin etme, tahminlerini deneyle test etme, gözlemlerini yorumlama, tahmin ve gözlem arasında bağlantı kurma basamaklarının sırasıyla gözden geçirildiği etkili bir yöntemdir (Bahçeci, Gödek-Altuk ve Kaya, 2010).

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bilimsel kavramlarının kapsamlı bir şekilde anlaşılması için hızlı bir değişim gösteren teknolojik gelişmelerin takip edilmesi gerekmektedir. Bilimsel kavramların öğretilmesinde etkili pedagojik stratejiler geliştirilmelidir. Öğrenci, bilgili bir öğretmen rehberliğinde öğrenmede aktif bir rol oynamalıdır. Öğretmen ise öğrencinin ön bilgilerini ortaya çıkararak bilişsel çatışmalar yaşamasına ve böylece günlük bilgilerle bilimsel bilgiler arasındaki uyumsuzlukları öğrencinin görmesini sağlayarak, yeni kavramsal anlayışlar geliştirmesine katkı sağlayabilir (Oliver, 2007).

Fen öğretiminde ezber dayalı bir sistem yerine anlamlı öğrenmelerin gerçekleştiği bir sistem tasarlanmalıdır. Ezber dayalı, bilgi hatırlama gerektiren yöntemler kullanıldığında kavram yanlışları oluşmaktadır ve anlamlı öğrenmeler gerçekleşmemektedir. Anlamlı öğrenmelerin gerçekleşebilmesi ve akılda kalıcılığın artması da meta bilişsel araçların kullanımına, bilime yönelik tutumların olumlu yönde olmasına bağlıdır. Aynı zamanda gerçek dünya ile bağlantılı örnekler ve uygulamalar ve deneysel etkinlikler ile kalıcı öğrenmeler gerçekleşebilir. Öğrencilerin önceki öğrenmelerini anlamalarına ve test etmelerine olanak sağlayan uygulamalı etkinlikler, öğrencilerin var olan bilişsel yapılarını harekete geçirerek kendi bilgilerinden hoşnut kalmamalarını sağlamaktadır. Böylece öğrenci kavramsal değişimi gerçekleştirebilmektedir. Laboratuvar deneyleri sayesinde öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırdıkları, maddelerin gözle görülmeyen moleküllerini daha iyi bir şekilde kavradıkları söylenebilir. Öğrencilerin anlamadıkları konularda da etkili bir öğretim sağlamak ve konuyu yeniden ele almak noktasında öğretmenler de istekli olmalıdır (Edmondson ve Novak, 1993; Roach, 2001; Çalık ve Ayas, 2005; Ünal, 2008). Etkili öğretim stratejileri geliştirilerek kavram haritaları, kavramsal değişim metinleri gibi araçlar geliştirilmeli ve öğretmenlere derste uygulamaları için sunulmalıdır (Ünal ve Coştu, 2005).

Sınıf içi tartışma ortamları ile öğrenciler fikirlerini rahatça ifade ederek ve birbirleri ile paylaşarak öğrenmelerini geliştirebilmektedir. Ancak her öğrenciye bireysel olarak kendi fikirlerini sunma imkânı verildiği takdirde bilgiyi önceki öğrenmelerinin üzerine daha sağlam bir şekilde inşa etmektedirler. Öğrencinin gelişimini desteklemek için öğrenciye kendi fikirlerini sunma imkânı verilirken yeterli süre verildiğinde, öğrenme konusunda daha fazla ilerleme kaydetmektedir (Swain, Monk ve Johnson, 1999).

Öğretmen adaylarında dahi maddelerin tanecikli yapısı ile ilgili olarak katıların şeklinin değişmediği, katı parçacıkları arasında boşluk olmadığı, gazların yer çekiminden etkilenmediği, katı taneciklerinin sıvı taneciklerinden daha büyük olduğu, sıvı taneciklerinin de gaz taneciklerden daha büyük olduğu yönünde maddenin hallerine dair birçok kavram yanılığı görülmektedir. Bu hatalar çoğunlukla yaşamlarındaki ön yargılarından ve öğretmenlerin sahip olduğu kavram yanılıklarından kaynaklanmaktadır. Bu yanılıkları ortadan kaldırmak için daha fazla araştırma çalışmaları yapılmalıdır ve fen öğretiminde basit olarak algılanan maddenin tanecikli yapısı konusunda özellikle yanlış anlaşılacak kavramlara odaklanılması gerekmektedir (Tatar, 2011).

Kavramsal öğrenmenin ve kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için iyi bir öğretim ortamı tasarlanmalıdır. Sınıf ortamı oluşturulurken ve öğretim stratejileri tasarlanırken öğrencilerin var olan yanılıklarını ortaya çıkaracak ve bu yanılıkların öğrenciler tarafından keşfedilip düzeltilmesini sağlayacak materyaller geliştirilmelidir. Öğrencinin ön bilgileri ortaya çıkarılmalıdır. Öğrencilerdeki bireysel farklılıklar ve öğrencilerin farklı bakış açıları ortaya çıkarıldığında öğrenciler, kavramsal öğrenmeyi daha etkili şekilde gerçekleştirmektedir (Çalık ve Ayas, 2005). Öğrencilerin sınıf içinde ele aldıkları soruların kalitesi ve çeşitliliği de kavramların anlaşılmasını teşvik etmektedir (Muralidhar, 1988).

Öğrencilerin ön bilgileri, öğrencilerin bilişsel çatışmaları, bilimsel fikirleri farklı öğretim teknikleri ile bir araya getirildiğinde kavramsal değişimler ve kavramsal anlayış geliştirilebilmektedir. Bu nedenle de bilimsel kavramları merkeze alan, öğrencilerin ilgisini çeken, anlamlı ve ilginç, öğrencilerin zihinsel gelişimini ve bilimsel fikirlerin araştırılmasını teşvik eden bir müfredat geliştirilmelidir (Oliver, 2007).

Fen bilimleri dersinin matematik dersiyle entegre edilerek öğrenme deneyimleri oluşturmasının, derslerin geleneksel yöntemlerle anlatılmasına göre daha anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebileceği beklenmektedir. Ancak öğrenmelerin anlamlı olabilmesi için öğretmenler sağlam bir bilgi temeline sahip olmalıdır (Leszczyński, 2014). Matematiğin fen bilimleri konularındaki yerinin anlaşılması, öğrencilerin matematik bilgileri ile fen bilimlerini ilişkilendirme durumlarının belirlenmesi ve desteklenmesi, fen bilimleri konularını kavramalarını geliştirecek matematiksel düşünme becerilerine önem verilmesi etkili bir fen ve matematik entegrasyonun önemli bileşenleri olabilir.

Anlamlı öğrenme ile bilgilerin daha derin anlamlandırılmasını sağlayan fen sınıflarında daha etkili bir yöntem olduğu için sorgulamaya dayalı öğrenme yöntemi tercih edilmelidir.

Çünkü sorgulama, öğrencilerin zihinlerini harekete geçirmektedir. Sorgulamaya dayalı öğrenme modeli öğrencilerin gözlem yaparak topladıkları verileri değerlendirmelerini, alternatif fikirler ortaya koymalarını ve bilimsel bilgiyi öğrenmelerini sağlayan etkili bir öğrenme yöntemidir (Kartal, 2014).

Öğretmenler kendi öğrenmelerini sorgulama aktiviteleri ile desteklerse daha etkin bir öğretim gerçekleştirebilmektedirler. Sorgulamaya dayalı öğrenme modelinde öğrenciler, öğretmenin sadece rehber olduğu ve destekleyici bir rol oynadığı pratik deneylerle kendi öğrenmelerini gerçekleştirmelerinde sorumluluk kazanmalarını sağlamaktadır. Sorgulamaya dayalı öğrenme modelinde rehberli bir sorgulama yapıldığında öğrenciler zamanı etkin kullanmaktadır ve oluşabilecek hatalar en aza indirilmektedir. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimlerinin; kütle, hacim ve yoğunluk gibi soyut kavramları daha iyi kavramalarını sağladığı kanıtlanmıştır (Almuntasheri, Gillies ve Wright, 2016).

Sorgulamaya dayalı öğretim faaliyetleri öğrencilerin laboratuvar aktivitelerine katılmalarını sağlarken aynı zamanda öğrencilerin ilgisini çekerek daha fazla sayıda öğrenciyi derse katmaktadır (Srisiriwat, Koseeyaporn, Noiying ve Keawpun, 2015). Sorgulamaya dayalı öğrenme öğrencilerin anlama becerilerini geliştirmek için etkili bir yöntemdir (Gilman, Hitt ve Gilman, 2015). Öğrencilerin problem durumuyla karşılaştıklarında bu problemi çözebilmek için küçük gruplarla fikir alışverişlerinde bulduklarında sorgulamaya dayalı öğrenmenin daha etkili olduğu düşünülmektedir (Kartal, 2014).

2.1. Tutum ve Motivasyon

Yoğunluk konusunun anlaşılmasında matematiksel kavram ve işlemlerin yanı sıra öğrencilerin hem fen hem de matematiğe yönelik tutumları ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarının da etkili olduğu söylenebilir. Öğrencilerin önceden oluşturmuş olduğu kavramsal hatalarını değiştirmek için doğrudan hataları söylemek yerine öğrenci etkinlikleri ve deneyler aracılığı ile kendi bilimsel anlayışlarını oluşturmaları sağlanmalıdır. Kendi tahminleri ve gözlemleri birbiri ile çatıştığında öğrenci durumu kavramak için sorgulama yapmaya başlayacaktır. Böylece öğrenci öğrenmeleri anlamlı hale gelebilmektedir (Yin, Tomita ve Shavelson, 2008). Ancak öğrenme yöntemleri ve

kullanılan materyaller dışında öğrencilerin fene yönelik tutumları da öğrencilerin kavrama düzeyini etkilemektedir.

Tutum, bir bireyin çeşitli durumlar içindeki kendi seçimini etkileyen önceden kazanılmış içsel bir durum olarak ifade edilmektedir. Tutum öğrencinin duyuşsal alanı ile ilgili bir kavramdır (Senemoğlu, 2005). Schunk'a (1991; 2009) göre tutum ile öğrencilerin derse yönelik motivasyonları da öğrencilerin dikkat seviyelerinin artmasını sağlayabilir ve bilginin nasıl işlendiğine etki edebilir. Öğrencilerin hedefe yönelik olarak etkinlik karşısında gösterdiği zihinsel ve fiziksel çaba motivasyon olarak tanımlanmaktadır. Motivasyonun artması için de öğrencinin içsel güdülenmesi ve beklentilerinin karşılanması gerekmektedir. Motivasyon öğrenmeyi geliştirmektedir.

Yapılan bir çalışmada öğrencilerin hem fen hem de matematik derslerine yönelik motivasyonlarının birbiri ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Fen ve matematik dersini seven öğrencilerin diğer dersleri seven öğrencilere göre hem akademik başarı hem de motivasyonlarının yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Aynı zamanda motivasyonun öğrencilerin öğrenmeye yönelik tutumları ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Çalışmaya göre tutum, motivasyon, başarı, öğrencilerin derse ilgisi birbiri ile bağlantılı kavramlardır (Yaman ve Dede, 2007). Bu noktadan hareketle bu çalışmada öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları, fene ve matematiğe yönelik tutumları ve yoğunluk konusuna ilişkin başarılarının matematik destekli yapılandırmacı fen öğretimi sonrasında nasıl değiştiği ve bu yapılar arasındaki ilişki incelenmiştir.

2.1.1. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon

Fen ve matematik gibi derslerde zorlanan öğrenciler için en önemli kavramlardan birisi de öğrenci motivasyonudur. Bu nedenle de öğretimde öğrencilerin duyuşsal alanlarından biri olan motivasyon kavramına dikkat edilmelidir (Yaman ve Dede, 2007; Dede ve Yaman, 2008). Öğrenciler dışarıdan öğrendikleri bilgilerle bağlantılı olarak yeni öğrenmeler gerçekleştirirken yaşadıkları bilişsel çatışmalar öğrencilerin kapsamlı ve anlamlı öğrenmeye katılımını motive etmektedir. İçsel motivasyon arttığında, öğrenciler kendi bilgilerini düzenlerler ve etkili öğrenme gerçekleşir (Stott ve Hattingh, 2015). Öğretmenler, öğrencilerin derse karşı sezgisel ön yargılarını engellemek için derse dikkat çekici iyi bir giriş yapmalıdırlar. Öğrencilerin dikkati çekildiğinde, önceki öğrenmelerle sonradan öğrenilen bilimsel kavramlar arasında çatışma durumu oluşturularak öğrenci motivasyonu artırılabilir ve öğrenciler öğrendikleri kavramın anlamını daha detaylı bir

şekilde öğrenebilirler (Susman, Pavlin ve Cepic, 2008). Öğrenciyi merkeze alan bir öğretimde öğrencilerin kendi öğretim stratejilerini geliştirilebilmeleri için öğretmenlerin öğrencileri uygulama yapmaları konusunda motive etmeleri bir gerekliliktir (Pathamathamakul ve Tanpichai, 2015).

Fen bilimleri ve matematik eğitiminin entegrasyonu ile ilgili olarak yapılan deneysel çalışmalarda, bu öğretim şeklinin öğrenci ve öğretmen öğrenmelerini artırabileceği aynı zamanda da öğrenmeye yönelik motivasyonu artırabileceği kanıtlanmıştır. Doğrudan öğretmen tarafından aktarılan bilgilerden ziyade, öğrencilerin bilimsel sürece dahil edilerek gözlem yapmaları ve veri toplamaları istendiğinde bilgiye ulaşmak için motivasyonlarının artması sağlanabilir (Leszczynski, 2014).

Öğrenciler öğrenme sürecine aktif olarak katılırken, bilimin doğasını ve bilimsel anlayışlarını geliştirirken motivasyonları oldukça önemlidir (Oliver, 2007). Yapılandırmacı yaklaşımla hazırlanmış aktivitelerin, öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmede oldukça etkili olmasının yanı sıra bu aktiviteler öğrencilerin motivasyonlarını da artırmaktadır (İpek ve Çalık, 2008). Öğrencilerin yüzme ve batma olayları ile ilgili yaptıkları deney ve etkinlikler muhakeme yapma becerisini geliştirmeli ve konuyu kavramaları için onları yönlendirmelidir. Öğrencilerin yaptıkları uygulamalar ve sınıf içi tartışmalarla ortaya çıkan düşünceler yüzme, batma gibi durumların hangi koşullarda gerçekleştiğini fark etmede öğrencileri motive etmektedir (Susman, Pavlin ve Cepic, 2008). Bunun yanı sıra öğrencileri motive etmek için öğretmenlerin not tehdidini kullanması öğrencilerin derse karşı olumsuz tutum geliştirmesine neden olmaktadır. Bu durum da zincirleme bir şekilde kaygıyı artırmakta ve başarıyı olumsuz yönde etkilemektedir (Şentürk, 2010). Öğrencilerin fen konuları zorlaştıkça, fen ve matematik konularındaki soyut kavramların sayısı arttıkça motivasyonların da düşebileceği söylenebilir. Bu nedenle fen ve matematik dersi öğrenciye sevdirilmeli ve öğrenci derse aktif bir şekilde dahil olmalıdır (Yaman ve Dede, 2007).

2.1.2. Fene Yönelik Tutum

Öğrencilerin fen dersine yönelik tutumlarının araştırılması ve fen kavramlarını yapılandırma biçimlerinin keşfedilmesi eğitim için gereklidir. Çünkü fen bilimleri dersine yönelik olumlu tutum geliştiren öğrencilerin fen dersine yönelik akademik başarılarının arttığı gözlemlenmektedir. Bu nedenle öğrencilerin akademik başarıları ile duyuşsal öğrenme alanlarına dair ölçme değerlendirme yapılması gerekmektedir (Ünal ve Ergin, 2006). Öğrencilerin problem çözme ve öğrenme becerilerine yönelik tutumu pedagojik

gelişimleri için önemlidir. Öğretmenlerin de bu gelişimlere katkı sağlamaları için öğrencinin gerçek yaşam ile kavramsal bilgi arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olması gerekmektedir (Pathamathamakul ve Tanpichai, 2015).

Öğrencilerin yüzme- batma durumlarına ilişkin kavramları daha iyi bir şekilde öğrenmeleri için sosyobilşsel çatışmalar yaşamaları gerekmektedir. Kendi akranlarıyla bu çatışmaya katılan öğrenciler bilimsel söylemlere daha aktif bir şekilde katılmaktadırlar ve derse karşı tutumları da değişebilmektedir (Skoumios, 2009). Öğrencilerin derse aktif olarak katılmalarını sağlamanın bir yolu olan sorgulamaya dayalı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için kullanılan 5E öğrenme döngüsü öğrencilerin derse karşı ilgilerini artırırken aynı zamanda öğrenme ortamlarına yönelik olumlu tutum geliştirmelerini de sağlamaktadır (Srisiriwat, Koseeyaporn, Noiying ve Keawpun, 2015). Bu nedenle öğrencilerin fen derslerine aktif bir biçimde katılımlarının sağlandığı, öğrencilerinin fikirlerini açık bir biçimde ifade ettikleri ve fikirlerini gerekçelendirmelerinin istendiği, akranlarının veya öğretmenlerinin fikirlerini değerlendirmeleri konusunda cesaretlendirildikleri bir öğrenme ortamının öğrencilerin fene yönelik tutumlarını olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir.

Öğrencilerin fene yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemenin bir başka yolu ise somut materyaller kullanılmasıdır. Bu sayede, hem konunun daha iyi öğrenilmesi sağlanmakta hem de öğrencinin zihinsel düşünme becerileri gelişmektedir. Öğrencilerin ders içinde kullandığı görsel materyaller, deneyler ve deneyler hakkında yapılan sorgulamalar öğrencilerin içsel olarak güdülenmelerini ve fen tutumlarının değişmesini sağlamaktadır (Ünal ve Ergin, 2006). Uygulamalı etkinliklerle kendi öğrenmelerini oluşturan öğrenciler günlük hayatla ve bilimsel gerçeklerle bağlantı kurmaktadır. Bu durum aynı zamanda öğrencilerin fen dersine yönelik olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Ünal, 2008). Kısacası, öğrenciler fen ile meşgul oldukları, fen kavramlarını kendileri anlamlandırabildikleri ve bu kavramların uygulamalarına dair fikir sahibi oldukları zaman olumlu fen tutumlarına sahip olmaları beklenebilir.

2.1.3. Matematiğe Yönelik Tutum

Matematikten hoşlanma, zevk alma, matematiğe karşı ilgi duyma ya da matematik fobisi gibi durumlar öğrencilerin ve öğretmenlerin matematik dersine yönelik tutumlarını belirlemektedir. Matematiksel yeteneklerine karşı güven duyma, matematiksel benlik kavramı ve matematik dersine verilen değer de tutum ile ilgili kavramlardır. Matematik dersi beğenildiğinde, matematik becerisine sahip olduğunda ve derse karşı güven

oluşturduğunda matematiğe yönelik tutum da bu durumlardan etkilenmektedir (Ernest, 1989). Öğrencilerin matematik bilgilerini fen bilimleri derslerine transfer etmede ve fen bilimleri ile ilişkilendirmede zorluk yaşadıkları göz önüne alındığında matematik tutumlarının fen kavramlarının öğretimindeki yerinin incelenmesi ilgi çekici olabilir.

Matematik dersine yönelik öğrenci tutumları incelendiğinde dersi seven öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirdiği ve başarılarının arttığı gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin derse yönelik olumlu tutumları öğrenci kaygılarını da azaltmaktadır. Matematik dersine yönelik olumlu tutum geliştirilmesi için dersin öğrenci merkezli ve eğlenceli olması gerekmektedir. Öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutumları akademik başarılarını da olumlu yönde etkilemektedir. Bunun tam tersi bir biçimde, akademik başarısı artan öğrencilerin matematik dersine yönelik olumlu tutum geliştirdiği söylenebilir (Şentürk, 2010). Öğrencilerin yanı sıra öğretmenlerin de matematik tutumları, öğretmenlerin öğretim biçimlerini ve sınıf içerisindeki öğrenme ortamını güçlü bir biçimde etkilemektedir. Öğretmenlerin olumlu tutumları, öğrencilerin matematik dersine yönelik algıları ve derse verdikleri değerler üzerinde oldukça etkilidir (Ernest, 1989). Öğrencilerin akademik başarılarını artırmak adına öncelikle öğrencilerde var olan olumsuz tutumların altında yatan nedenler tespit edilerek öğrencilerin duyuşsal alanları ile ilgili derinlemesine bir araştırma yapılmalıdır (Şentürk, 2010). Matematik tutumlarının fen kavramlarının öğrenilmesinde ve anlamlandırılmasında ve buna bağlı olarak fen tutumlarının da olumlu yönde geliştirilmesinde etkili olup olmadığının incelenmesi öğrencilerinin fen başarılarının artırılmasında ve kavramsal fen öğretiminin desteklenmesinde fen ve matematik entegrasyonunun nasıl kullanılabileceğine dair bir bakış açısı sağlayabilir.

2.2. Fen Bilimleri ve Matematik Arasındaki İlişki

Öğrenciler temel bilimsel kavramları ve uygulamaları daha iyi anladıklarında gelecekte bir bilim okuryazarı olarak toplum adına sağlam kararlar verebileceklerdir. Bu yönde bir gelişimin tasarlanması için de kavramsal bilgileri hatırlama ve hesaplama yapma aktiviteleri dışında kavramsal anlayışı vurgulayan ve mantıksal işlem becerilerine odaklanan bir sisteme geçilmelidir (Oliver, 2007).

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 diğer derslerle özellikle de fen bilimleri dersiyle ilişkilendirilmelidir. Matematik ve fen konuları arasında birbirini karşılıklı olarak destekleyen bir ilişki bulunmaktadır. Bazı fen konuları da matematik hedeflerine ulaşmada yardımcı olabilir. Örneğin “yoğunluk” gibi matematiksel bağlantıları olan konular hem fen hem de matematik öğrenilmesini destekleyebilmektedir. Fen dersi öğretimi için 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 işe yarayacağı açıklanmadığında dersin öğrenilmesi zorlaşmaktadır (Frykholm ve Mayer, 2002). Bu nedenle matematiksel açıdan da bir içeriğe sahip fen konularının öğretiminde bu 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 ve Goos, 2013).

Öğrenciler matematik derslerinde fenle ilgili olan bilimsel süreç becerilerini, bilimsel araştırmaları, sorgulama ve araştırma yöntemlerini kullandıklarında fen ve matematik bağlantıları kurarak aktif öğrenme gerçekleştirmektedirler. Ancak matematik derslerinde yine de fen uygulamaları kritik bir öneme sahip değilken, fen öğretiminde matematiksel beceriler oldukça önemlidir. Hem fen hem de matematik dersleri için öğrencilerin geçmiş öğrenme deneyimlerini ortaya çıkaran, araştırma yapma fırsatı veren, keşfetmeyi sağlayan, öğrenci fikirlerinin derinlemesine anlaşılmasına ve geliştirilmesine odaklanan bir öğretim stratejisi kullanılmalıdır. Bu iki dersin konularının birbirini desteklemesi ve etkileşimli olması için müfredatla uyumlu olmaları ve içerik bilgilerinin yeterli olması gerekmektedir (Leszczynski, 2014).

Matematik ve fen derslerinde, sınıf içi etkinliklerde öğrencinin aktif bir katılımcı olması gerekmektedir. Öğretmen de bu aktif katılımı birlikte öğrencinin matematiksel ve bilimsel fikirlerini yakından takip etmeli, öğrenme ihtiyaçlarını belirlemeli ve dersle ilgili bilgilerini geliştirmelidir. Öğretmenlerin derin matematiksel bilgileri öğrencinin bilgiyi matematiksel

olarak kavramsallaştırmasına ve anlamlı bir şekilde öğrenmesine büyük ölçüde katkı sağlamaktadır (Agudelo-Valderrama ve Martinez, 2014). Bununla birlikte öğretmenin sınıf içinde oluşturacağı tartışma ortamları yoğunluk konusuna dair matematiksel akıl yürütme ve niteliksel akıl yürütme arasındaki entegrasyonu teşvik etmektedir (Almuntasheri, Gillies ve Wright, 2016).

Matematikte kullanılan “oran” kavramı ile çarpma ve bölme işlemleri fen bilimlerinde “yoğunluk” konusunda kullanılmaktadır. Problem çözme durumlarını, fen ve matematik kavramlarını daha iyi anlamak için oran kavramının iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir ve çarpma-bölme işlemlerinin nasıl yorumlanacağı öğrenci tarafından anlaşılmalıdır (Agudelo-Valderrama ve Martinez, 2014). Bunun yanı sıra öğrencilerin fen bilimlerinde kullandıkları ölçü birimlerini de algılamaları 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, Clarke, Wright ve Hilton, 2009). Bu nedenle fen bilimleri dersinde öğrencilerin yoğunluk kavramının içinde barındırdığı matematiksel kavram, beceri ve muhakeme biçimlerine ne derecede sahip olduklarının belirlenmesi ve matematiksel açıdan yoğunluk konusunun öğretiminin desteklenmesinin yoğunluğa dair kavramsal bilgi üzerinde bir etkisinin olup olmadığının incelenmesi, içeriğinde matematiksel kavram ve düşünme biçimleri barındıran diğer fen kavramlarının nasıl öğretilmesi gerektiğine dair önemli öneriler açığa çıkarabilir.

2.3. Yoğunluk

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). Oysa ki yoğunluk; kütle ve hacim kavramlarından türetilmiş olan bir kavramdır ve doğrudan ölçülemez. Aynı zamanda yoğunluk anlayışının temelinde kütle ve hacme dair kavramsal bir anlayış bulunmaktadır (Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln ve MacGillivray, 2005; Hitt, 2005; Dole, Clarke, Wright ve Hilton, 2009).

Her maddenin belirli bir kütlesi vardır ve kütle, madde miktarı ile ilişkili bir kavramdır. Kütle, terazi ile tartılarak ölçülmektedir. Her maddenin uzayda kapladığı belirli bir alan vardır ve buna hacim denilmektedir (Atasoy, 2000). Hacim ise dereceli silindir ile

ölçülmektedir (Dökme, Doğan ve Yılmaz, 2010). Kütle ve hacim tanımları göz önünde bulundurulurken, bilim adamları tarafından yoğunluğun tanımı “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 kütlenin hacme bölünmesi ile bulunmaktadır (Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln ve MacGillivray, 2005; Chang, 2006; Dole, Clarke, Wright ve Hilton, 2009; Almutasherri, Gillies ve Wright, 2016).

Yoğunluk kavramı maddenin tanecikli yapısı ile de ilişkilidir (Atasoy, 2000). Maddeler tanecikli yapılardan oluşmaktadır. “Kütle” özelliği de bu tanecikli yapı ile bağlantılıdır. Tanecikler arasında da belirli mesafelerde boşluklar bulunmaktadır. Maddelerin “hacim” özelliğinde boşluklu yapının önemi büyüktür (Dökme, Doğan ve Yılmaz, 2010). Yoğunluk sembolü için “d”, kütle sembolü için “m”, hacim sembolü için “V” harfi kullanılmaktadır. Yoğunluğu bulmak için kütle/hacim oranı kullanıldığından dolayı bu kavramlar arasında orantısal bir ilişki söz konusudur. Yoğunluğun matematiksel hesaplamalarında formül olarak “ $d=m/V$ ” kullanılmaktadır. Bu durumda 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.

Ağırlık ve Ölçü Genel Konferansı’nda bir grup uzman tarafından 1960 senesinde SI (Uluslararası Birim Sistemi) oluşturularak kütlenin temel birimi “kg”, hacmin temel birimi ise “m³” şeklinde belirlenmiştir. Ancak kimyacılar tarafından daha çok “g” ve “cm³” veya “mL” ifadeleri tercih edilmektedir. $d=m/V$ formülünden yola çıkarak yoğunluğun birimi ise g/cm^3 , g/mL ya da kg/m^3 şeklinde ifade edilebilir (Chang, 2006; Dole, Clarke, Wright ve Hilton, 2009).

Kütle ve hacim değerleri doğrudan madde miktarına bağlı olarak değişen özelliklerdir. Ancak yoğunluk madde miktarından bağımsız bir özelliktir. Örneğin; saf suyun yoğunluğu hangi kaba aktarılırsa aktarılsın, ne kadar miktarda konulursa konulsun değişmez. Standart sıcaklık ve basınç koşulları altında bir malzemenin yoğunluğu sabit kalır. Bununla birlikte yoğunluğun değişebilmesi için maddenin hal değişimine uğraması ya da sıcaklığın ve basıncın değişmesi gerekmektedir. Basınç değişimi ise gazların yoğunluğu için oldukça önemlidir. (Petrucci, Harwood ve Herring, 2002; Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt,

Lincoln ve MacGillivray, 2005). Bir maddenin katı hali sıvı halinden, sıvı hali de gaz halinden genellikle daha yoğundur. Ancak suyun diğer maddelerden farklı özellikte olduğu söylenebilir. Çünkü su molekülleri arasındaki bağlar nedeniyle su donarken yoğunluğu azalmaktadır; buz erirken de yoğunluğu artmaktadır. Ancak bu kural belirli sıcaklık değerleri arasında geçerlidir (Chang, 2006). Su donduğunda yoğunluk azaldığı için su yüzeyden itibaren donmaya başlar ve suyun altında canlı hayatın devam edebilmesi için bu çok önemlidir. Suyun yoğunluğunun canlılar için öneminden bahsetmek, öğrencilerin fen bilimleri dersini günlük hayatla ilişkilendirebilmelerini sağlayabilir.

2.3.1. Yoğunluğun Öğretimi

Yoğunluk kavramı akademik çalışmalarla pek çok kez çalışılmış olmasına rağmen, temel bilimsel kavramlar arasında kavram yanlışlarının en çok görüldüğü konulardan birisidir. Özellikle de öğretmen adaylarının yoğunluk kavramına dair önceden edinmiş oldukları kavram yanlışları ve yoğunluğu sadece formüle dayalı olarak açıklayabilmeleri ortaokul dönemlerinde kullanılan öğretim yöntemlerinden kaynaklanabilmektedir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının yoğunluk gibi temel kavramlara hâkim olması öğrencilerin ön yargılarını yıkarak daha etkin bir öğretimin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bunun için etkili öğretim stratejileri geliştirilmelidir. 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 daha kaliteli öğrenmeler gerçekleştirebilir (Ünal, 2008; Borreguero, Correa, Canada, Gomez ve Martin, 2018). Uygulamalı öğrenci deneyimleri, görsel imgeler, sınıf içi tartışmalar ve sosyal etkileşim yoğunluk konusunun öğrenilmesini anlamlı hale getirmektedir. Bir öğrenci yoğunluk kavramı ile ilgili olarak ne kadar fazla deneyim yaşarsa, tartışma ve deney yaparsa kavramsal anlayışı da o kadar fazla gelişmektedir (Roach, 2001). Aynı zamanda yoğunluk konusunun derinlemesine anlaşılması için öğrencilerin sezgisel ve nitel düşüncelerini okulda öğrendikleri nicel kavramlarla bütünleştirmeleri gerekmektedir. Sezgisel kavramlarını örgün öğrenmelerle bütünleştirmekte zorlanan öğrenciler yoğunluk kavramı ile ilgili olarak birçok yanılgıya sahip olma eğilimindedir (Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln ve MacGillivray, 2005).

Öğretmenlerin ve öğrencilerin bilimsel dili kullanamamaları, bilimsel terimleri bilimsel fikirlere uymayacak şekilde kullanmaları birçok kavram kargaşasına neden olmaktadır

(Forbes, 2004). Bununla birlikte 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 kütle ve hacim arasındaki ilişkiyi daha net algılayabilmesi için grafiklerden yararlanılabilir (Hitt, 2005). Farklı temsiller arasında geçiş yaparak yoğunluğu somutlaştırma çabaları öğrencilerin anlamlı öğrenme deneyimlerini destekleyebilir.

Yoğunluk kavramının derinlemesine anlaşılması için madde yoğunluğunun yanı sıra, hacim ve parçacık yapısının öğrenilmesi, öğrenilen bilgilerin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve kavramı öğretirken detaylı bir değerlendirme yapılması gerekmektedir (Hashweh, 2016). Yoğunluğun parçacık boyutunun anlaşılması yoğunlukla ilgili kavram yanılgılarını en aza indirmektedir. Yoğunluğun daha iyi anlaşılması için maddenin parçacıklı yapısına odaklanan öğretim stratejileri geliştirilmelidir (Forbes, 2004). Bunun için görsel materyallerden ve dijital gösterimlerden faydalanılabilir.

Öğrencilerin birçoğu fen konuları hakkında muhakeme yaparken nedensel (mantıksal) akıl yürütmeden ziyade konuları basit (doğrusal) akıl yürütme ile açıklamaya çalışmaktadır. Örneğin; öğrenciler bir nesnenin su içinde yüzme-batma durumlarını açıklarken sadece nesnenin ağır ya da büyük olmasını göz önüne alabilirler (Kohn, 1993). Öğrenciler genellikle yoğunluğu ağırlık olarak tanımlamaktadır ya da nesnelerin batmasına neden olan etkeni bulurken ağırlık gibi daha rahat algılayabilecekleri belirgin değişkenlere odaklanma eğilimindedirler. Bunun temelinde basit bir doğrusal nedensellik yatmaktadır. Nesnelerin ağır olabileceğini önceki öğrenmelerinden yola çıkarak sezgisel yolla hissederek cevaplamaya çalışmaktadırlar. Hatta öğrenciler cismin boyutuna, büyüklüğüne ya da şekline bakarak da sıvı içindeki cismin yüzeceğine ya da batacağına karar verebilmektedirler (Smith, Snir ve Grosslight, 1992; Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln ve MacGillivray, 2005). Oysa ki öğrencilerin nedensel akıl yürütmeyi kullanarak ve sorgulayarak öğrendikleri fen konularında kavramsal anlayışlarının geliştiği gözlemlenmektedir. Özellikle de yoğunluk kavramı temelde iki ayrı değişkene bağlı olduğu için orantılı akıl yürütme gerektiren bir kavramdır (Dole, Clarke, Wright ve Hilton, 2009). Ancak yoğunluk bu iki temel kavram olan kütle ve hacim dışında yoğunluğu ilgilendiren kaldırma kuvveti ve yerçekimi gibi diğer kavramlarla da iç içedir. Bu nedenle de katı ve sıvı cisimlerin yoğunlukları ile yerçekimi kuvveti ve kaldırma kuvveti gibi kavramların aynı anda değerlendirilmesi ve entegre edilmesi gerekmektedir. Böylece

kavramsal olarak yoğunluk konusu daha iyi anlaşılabilir (Libarkin, Crockett ve Saddler 2003; Hardy, Jonen, Möller ve Stern, 2006). Öte yandan öğrencilerin yoğunluğu kullanabilme yeteneklerine bakılarak ve yoğunluğu nasıl yorumladıkları incelenerek kavramsal anlayışları değiştirilebilmektedir (Zoupidis, Pnevmatikos, Spyrtou, ve Kariotoglou, 2011).

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. Aynı zamanda yüzmeye ve batma durumlarının karşılaştırılmasında hem maddenin hem de sıvının birim hacme düşen kütle miktarı arasındaki ilişki anlaşılmalıdır (Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln ve MacGillivray, 2005).

Öğrencilerin yoğunluk değişkeninin doğrudan ölçülen bir değer olmadığını, nesnelerin kütle ve hacminin birbirine oranı ile hesaplanacağını daha iyi anlamlandırmaları için kişisel gözlemler yapması, sözlü anlatım yerine laboratuvar deneyimlerinden yararlanması bu kavramların bilimsel olarak daha net algılanmasını sağlamaktadır (Borreguero, Correa, Canada, Gomez ve Martin, 2018). Bir nesnenin yoğunluğunun belirlenebilmesi için kütle ve hacim arasındaki ilişkinin orantısal muhakeme becerileri kullanılarak anlaşılması hangi seviyeden olursa olsun öğrencilerin yoğunluk kavramı ile ilgili yaşadıkları güçlüklerin giderilmesini kolaylaştırmaktadır (Harrell ve Subramaniam, 2014). Yoğunluk konusu matematiksel bir bakış açısıyla incelenecek olursa temel matematik bilgisi ve matematiksel beceri gerektirmektedir. Bu becerilerin kazandırılması için de yapılandırılmış deneyimler ve uygulamalı yaklaşımlar aracılığı ile daha detaylı bir öğrenme gerçekleşmesini sağlamak gereklidir (Dole ve ark., 2013).

Yoğunluk, kütle ve hacim kavramlarının matematiksel değerleri grafik üzerinde yorumlanırken öğrenciler birçok zorluk yaşamaktadır. Bu zorlukları en aza indirebilmek için de farklı bilgisayar destekli öğretim modelleri aracılığı ile örneğin; kütle-hacim grafiği oluşturularak kütle ve hacim değerlerindeki artış-azalış yorumlanabilir (Vitale, Madhok ve Linn, 2016). Hatta kütle-hacim grafikleri oluşturulurken farklı maddelerin kütle ve hacim değerleri laboratuvar ortamındaki deneylerle belirlendiğinde, bu iki değişken arasındaki ilişki daha kolay anlaşılabilir (Agudelo-Valderrama ve Martinez, 2014). Yoğunluk konusunun kavramsal bir biçimde öğrenilebilmesi için maddenin tanecikli yapısı ve

parçacıkları kadar yoğunluk kavramının içinde yer alan matematiksel kavram ve düşünme biçimlerinin de büyük önem taşıdığı görülebilir.

2.3.2. Yoğunluğun Matematiksel İçeriği

Yoğunluğu anlayabilmek için kütle ve hacim kavramları ile yoğunluğun ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Yoğunluk, doğrudan ölçüm yapılamayan ve kütlenin hacme bölünmesi ile elde edilen sonradan türetilmiş bir kavramdır. Hacim kavramı ise hem fen de hem de matematikte kullanılan, bir cismin uzayda kapladığı alan anlamına gelen üç boyutlu bir kavramdır. Nesnelerin hacmi, nesnelerin boyutları ölçülerek ya da bir sıvı içindeki sıvının yer değiştirme miktarı hesaplanarak tespit edilebilmektedir. Kütle de hacim gibi matematiksel bir ölçüm gerektirir. Dünya'nın yer çekimi kuvvetine bağlı olarak ağırlık ve kütle değerleri arasında doğru orantı vardır.

Hacmi aynı olan cisimlerden kütlesi büyük olanın yoğunluğu da büyüktür. Kütle ve yoğunluk arasında doğru orantı vardır (m/d). Bunun yanı sıra kütlesi aynı olan cisimlerden hacmi büyük olanın ise yoğunluğu küçüktür. Hacim ve yoğunluk arasında ters orantı vardır ($d.V$). Kütlenin Korunumu Yasası'na göre, madde değişikliğe uğrasa bile toplam kütle değişmemektedir. Yani bir nesnenin kütlesi daima kendini oluşturan parçaların kütlelerinin toplamına eşittir. Bir nesnenin batma eğilimi kütle ile doğru, hacmi ile ters orantılıdır.

Kesirler ve ondalık sayılarla ilgili bilgiler, fen bilimlerinde kütlenin hacme oranının analiz edilmesini desteklemektedir. Bu kavramlarda temel ölçümler yer aldığı için orantısal muhakeme becerisi gerekmektedir. Yoğunluk kavramının soyut doğası gereği derinlemesine bir kavramsal algılama için değişkenlerin oranları ile ilgili çalışma yapılması gerekmektedir. Yoğunluk kavramının anlaşılması için gerekli olan oran-orantı gibi kavramlar da matematik müfredatı ile doğrudan ilişkilidir. Öğrencilerin yoğunluk kavramını bilimsel olarak kavrayabilmeleri için de temel matematik bilgisine ihtiyaç vardır (Dole, Clarke, Wright ve Hilton, 2009; Dole ve ark., 2013; Almutasher, Gillies ve Wright, 2016). Bunun için de öğrencilerin kütle/hacim ifadesini kavraması ve kütle-hacim bilinmeyenlerini kullanarak oran ve orantı kavramları ile işlem yapabilmesi gerekmektedir (Frykholm ve Mayer, 2002).

Matematiksel işlemlerde kavramsal ve yöntemsel bilgi iç içedir. Yani bir soruyu çözmek; onu önce zihinsel olarak anlamlandırmayı ve aynı zamanda işlem becerisini gerektirir (Schunk, 2009). Matematiksel işlemlerde de basit hesaplama yaklaşımı ya da oran

konusunun eksik anlaşılması öğrencilerin kütle-hacim ilişkisini ve bunların değişimlerini anlamalarını zorlaştırmaktadır (Agudelo-Valderrama ve Martinez, 2014). Ancak tabii ki yoğunluk kavramında matematiksel işlemler kadar yoğunluğun nitel kavramı da 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 (Hawkes, 2004). Yoğunluğa dair öğrencilerin fikirleri sorgulandığında, açığa çıkan düşüncelerin yanlış yorumlanmaması ve bilginin doğru öğrenilmesi için hem nicel hem de nitel kavramlar açısından öğrenciye farklı bakış açıları kazandırılmalıdır. Yoğunluk konusunun daha net algılanması için en iyi araştırma örneklerinden birisi de Roach'ın (2001) öğrencilerin farklı nesnelere yoğunluk kıyaslamasını nasıl doğru yapacaklarına dair çalışmasıdır. Bu çalışmada öğrencilere aynı hacimdeki pamuk, top, mermer gibi farklı malzemeler verilirken öğrenciler bunların yoğunluklarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Ancak öğrencilerin bir kısmı büyüklük ve yoğunluk kavramını birbirine karıştırmışlardır. Yoğunluk konusundaki farklılıkların nedenini matematiksel açıdan anlamak için $d=m/V$ formülünü kullandıklarında yoğunluk konusunun daha net algılandığı keşfedilmiştir. Bunu yaparken de su içindeki batma oranları hakkında da fikir sahibi olmuşlardır.

Yoğunlukları birbirinden farklı cisimlerin anlaşılabilmesi için yoğunluğun mikro ve makro özellikleri dikkate alınmalıdır. Yani gözle görülen maddeler ve gözle görülemeyen atomlar arasında mantıksal akıl yürütme yapılması gerekmektedir. Bunu yaparken de farklı matematiksel modeller, öğrencilerin sezgisel kavramları ile ilişki kurmalarında köprü görevi görmektedir (Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln ve MacGillivray, 2005). Kısacası, öğrencilerin yoğunluğu kavramsal olarak kapsamlı bir biçimde öğrenmeleri bekleniyorsa öğrencileri oran-orantı, kesirler, ondalık sayılar ve birim dönüştürme ile ilgili bilgilerinin de eş zamanlı olarak desteklenmesi önemlidir (Aydın, 2011).

2.3.3. Yoğunlukla İlgili Kavram Yanılgıları

Öğrencilerde anlamlı öğrenme gerçekleşmesi için kavramsal anlayış gerçekleşmelidir. Kavramsal anlayış pasif öğrenme ile öğretmenden öğrenciye aktarılamaz. Kavramsal anlayış; öğrencilerin kişisel deneyimleri, çevre ile etkileşimleri, uygulama becerileri, bilim adamlarının kullandığı bilimsel kavramları, yasaları ve teorileri kullanma yetenekleri, gözlemleri, öğrencilerin fen, teknoloji ve toplum arasındaki etkileşimleri kavrama

yetenekleri ile iç içedir (Oliver, 2007). Fen ve matematik eğitiminde kavramsal anlayış gerçekleştirmek ve kavramsal gelişim sağlamak için gerçek yaşamla, matematik ve fen bilimleri arasındaki bağlantı iyi anlaşılmalıdır. Özellikle de “yoğunluk” konusunun matematik içeriği öğrenciler tarafından günlük hayatla ilişkilendirme noktasında derinlemesine anlaşılammamaktadır (Agudelo-Valderrama ve Martinez, 2014). Öğrencilerin yoğunluk konusunu öğrenirken yaşadıkları problemlerin en önemlisi yoğunluk hesaplamalarında matematikteki temel kavramlarla yoğunluğu ilişkilendirememeleri ve kütle ile hacim kavramlarını derinlemesine anlama konusunda karşılaşılan güçlüklerdir (Dole ve ark., 2013).

Üniversite seviyesindeki öğrencilerde bile “yoğunluk” kavramına yönelik bazı hatalar gözlemlenmektedir. Bunun temelinde önceden öğrenilmiş olan bilgiler yatmaktadır. Öğrencilerin büyük bir kısmı yoğunluk formülünü ezberleyerek yoğunluğu bu ezbere dayalı olarak tanımlamakta, ancak bilimsel olarak ifade edememektedir. Aynı zamanda öğrenciler iki ayrı değişken, örneğin kütle-hacim ya da hacim-yoğunluk arasında ilişki kurmada ve somut deneylerle soyut fikirler arasında bağlantı kurmada zorlanmaktadır (Harrell ve Subramaniam, 2014). Bir nesnenin yoğunluğunun belirlenebilmesi için kütle ve hacim arasındaki ilişkinin orantısal muhakeme becerileri kullanılarak anlaşılması hangi seviyeden olursa olsun öğrencilerin yoğunluk kavramı ile ilgili yaşadıkları güçlüklerin giderilmesini kolaylaştırmaktadır.

Kütle, ağırlık ve yoğunluk kavramları çoğunlukla birbirine karıştırılmakla birlikte yer çekimi hesaba katılmadığı için “kütle” ve “ağırlık” kavramları da birbirinin yerine sıklıkla kullanılmaktadır (Chang, 2006). Bunun yanı sıra, öğrencilerin yoğunluğa dair kavram yanılgılarının temelinde maddenin tanecikli yapısının yanlış yorumlanmasının da etkisinin olduğu yapılan birçok çalışmada gözlemlenmektedir. Yoğunluk konusunda maddenin tanecikli yapısının yeterince anlaşılammaması, öğrencilerin yoğunluğu parçacık düzeyinde düşünememeleri konu ile ilgili birçok hatayı ortaya çıkarmaktadır. Özellikle de maddenin tanecikleri arasındaki boşluk kavramının ne olduğu yeterince anlaşılammamaktadır (Forbes, 2004). Bu nedenle ortaokul müfredatında yoğunluk konusunun hemen öncesinde yer alan maddenin tanecikli yapısı ünitesinin yoğunluk konusu için kavramsal bir temel oluşturduğu göz ardı edilmemelidir.

Maddelerin ağırlıkları, şekilleri, parçacıkları, akışkanlığı ve hacmi konusunda öğrencilerin birçok kavram yanılgısına sahip olduğu yapılan birçok çalışmada ortaya çıkmaktadır.

Öğrenciler; katıların sıvılardan daha ağır olduğunu, gazların diğer maddelerden daha hafif olduğunu, gazların kütle ve ağırlıklarının olmadığını, sıvı ve gazların parçacıklarının olmadığını, katı taneciklerinin titreşmediğini, sıvı ve gazların hacimlerinin olmadığını düşünmektedir. Özellikle de bazı öğrenciler gazların kütlelerinin olmadığını, hatta kapalı kaptaki gaz hacminin kütle ile aynı anlama geldiğini ifade edebilmektedir. Öğrencilerin tanecikli yapı hakkındaki kavram yanlışları maddenin çıplak gözle görülen makro boyutları ile parçacık boyutu arasında bağlantı kuramamalarından kaynaklanmaktadır. Öğrenciler genellikle hacim kavramını maddenin şekli olarak da düşünmektedirler (Çalık ve Ayas, 2005; Tatar, 2011).

Dole ve ark. (2013); yaptıkları deneysel bir çalışmada öğrencilerin kütle ve hacim ölçümlerinde boyutları farklı olan nesnelere aynı kütleye sahip olan cisimleri ölçüm yoluyla bulmalarına rağmen hala büyük ve küçük boyutlu cisimlerin nasıl aynı kütleye olabileceklerini yeterince kavrayamadıklarını ortaya çıkarmışlardır. Roach (2001) ise, uygulanan grup tartışma yöntemlerinde öğrencilerin büyük yoğunluğunun kütlenin herhangi bir şeyin ne kadar ağır olduğu ile ilgili olduğuna, hacmin de herhangi bir nesnenin ne kadar büyük olduğu ile ilgili olduğuna karar verdiklerini ifade etmektedir. Öğrencilerin nesnelere yüzme-batma durumları ile ilgili olarak yaptıkları görsel deneyler sonucunda bile hala bir kısmının cisim ne kadar büyükse o kadar yoğun olduğu, ya da ağır olan cismin de yoğun olduğu konusundaki kavram yanlışlarını sürdürdüğü görülmüştür. Oysa ki bir cismin yüzmesi ve batması durumu sıvının ve sıvı içine atılan cismin yoğunluğuna bağlıdır. Cismin yoğunluğu sıvının yoğunluğundan büyük olduğunda cisim batmaktadır. Sıvının yoğunluğu cismin yoğunluğundan büyük olduğunda da cisim yüzmektedir.

Öğrencilerin en çok yaptığı hatalar incelendiğinde; öğrencilerin tek seferde iki değişkene odaklanamamaları karşımıza çıkmaktadır. Örneğin; sadece ağırlık, boyut ya da şekil özelliğine bakmaktadırlar. Yoğunluğun hiçbir koşulda değişmeyeceğini düşünmektedirler. Bir maddenin miktarı arttığında hacim özelliğine bakmadan yoğunluğun da arttığını düşünmektedirler. Bir cisim daha çok yer kapladığında yani hacmi arttığında yoğunluğunun da arttığını düşünmektedirler. Aynı zamanda öğrencilerde şekil özelliğinin yüzme-batma durumunu etkilediği yönündeki düşünceler ve büyük nesnelere her zaman küçük nesnelere göre daha fazla batma eğiliminde olduğu yönündeki fikirler oldukça yaygındır. Ağır nesnelere battığına, hafif olanların yüzdüğüne inanmaktadırlar. Sıvıların ve gazların yoğunluğunun olmadığını düşünmektedirler. Bir nesnenin parçacıkları

arasındaki boşlukların hava olduğunu düşünmektedirler (Libarkin, Crockett ve Saddler 2003; Grotzer, Houghton, Basca, Mittlefehldt, Lincoln ve MacGillivray, 2005).

Öğrencilerin kavram kargaşası yaşamalarının, kavramsal hatalarını düzeltmelerinde ve kavramları tanımlamada yaşadıkları zorlukların temelinde öğretmenlerinin sahip olduğu alternatif kavramlar yatmaktadır. Fen bilimlerinde, kimya konuları soyut konular içerdiği için en çok kavram yanlışlığının görüldüğü derslerden birisidir. Özellikle de maddelerin moleküler düzeyde yorumlanamamasından dolayı öğrencilerde pek çok kavram yanlışlığı ortaya çıkmaktadır. Bunun dışında öğrencilerin günlük hayattaki deneyimleri, bilgi eksiklikleri ve aşırı genelleştirme yapmaları ile ilgili olarak kurallar ve teoriler geliştirmeleri kavram yanlışlıklarına neden olmaktadır (Çalık ve Ayas, 2005; Ünal ve Coştu, 2005).

2.3.4. Yoğunlukla İlgili Çalışmalar

Almuntasheri, Gillies ve Wright (2016), sorgulamaya dayalı öğretimin yoğunluk konusu üzerindeki etkililiği konusunda bir araştırma yapmışlardır. Suudi Arabistan'da yapılan bu çalışmada 107 tane rastgele seçilmiş 6.sınıf öğrencisi ile çalışılmıştır. Öğretmen merkezli faaliyetler ve rehberli sorgulama faaliyetleri tercih edilen bu çalışmada altı öğretmen rehberliğinde öğrencilerin yoğunluğa dair anlayışlarını tespit etmek amacıyla ön test ve son test uygulanmıştır. Rehberli sorgulama yöntemi uygulanan öğrenciler, öğretmen merkezli uygulama yöntemi ile ders işleyen öğrencilerden daha yüksek puan almışlardır. Rehberli sorgulama yöntemi uygulanan öğrencilerin yoğunluk kavramını açıklama düzeylerinin, öğretmen merkezli uygulama yöntemi uygulanan öğrencilerden daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Deich (2015), öğrencilerin yoğunluk anlayışı geliştirme sürecinde kütle ve hacim arasındaki ilişkiyi nasıl algıladıklarına yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışma, 2013-2014 yılları arasında Kaliforniya'da bulunan bir ortaokulun 6.sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. Çalışmada öğrenci diyaloglarına, öğrenci modellemesine, biçimlendirici değerlendirmeye, uygulamalı araştırmaya, matematiksel problemler için sorgulamaya ve çoklu düşünme deneylerine yer verilmiştir. Açık uçlu konuşmaları teşvik eden sınıf uygulamalarının kütle ve yoğunluk kavramlarını ayırt etmede önemli olup olmadığı araştırılmıştır. Deney ve kontrol sınıfları belirlenmiş, deney sınıfına ayrı bir müfredat, kontrol sınıfına da ders kitabına dayalı bir müfredat uygulanmıştır. Eğitim öncesi ve sonrasında her iki sınıfla da klinik görüşme, yazılı test ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışma sonucunda deney sınıfının tüm değerlendirmelerde karşılaştırma sınıfına göre daha başarılı bir performans gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca modelleme ve açık uçlu diyalogların ders kitabı temelli öğretime göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin madde değişkenlerini daha iyi algıladıkları, formülün gerekçelerinin daha iyi anlaşıldığı, kütle-yoğunluk karmaşasının çözümlendiği tespit edilmiştir.

Forbes (2004), kimya öğrencilerinin yoğunluk, çözünürlük ve faz değişimleri konusundaki alternatif kavramlarını belirlemek ve laboratuvar faaliyetlerinin bu konuların kavramsal olarak anlaşılmasını sağlamada başarılı olup olmadığını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma Kuzey Kaliforniya'daki büyük bir üniversitede 38 öğrenciyle yapılmıştır. Öğrencilere 10 tane çoktan seçmeli, 10 tane de tanım içeren ön test ve son test uygulanmıştır, 3 laboratuvar çalışması yapılmıştır ve 6 öğrenciyle görüşme yapılmıştır. Çalışma sonucunda üniversite öğrencilerinin yoğunluk, çözünürlük, faz değişimleri konularında diğer lise ve üniversite öğrencileri ile benzer alternatif düşüncelere sahip oldukları tespit edilmiştir. Yoğunluk kavramı için son test puanlarının, ön test puanlarından düşük olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel laboratuvar etkinliklerinin ise kavramsal anlayışları geliştirmediği bulunmuştur. Özellikle de maddenin temel parçacıklarını öğretme ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir.

Hardy, Jonen, Möller ve Stern (2006), yaptıkları çalışmada yapılandırmacı öğrenme ortamlarındaki farklı öğretim desteğinin ilkökul öğrencilerinin yüzme-batma ile ilgili olarak kavramsal anlayışlarına nasıl etki ettiğini araştırmışlardır. Almanya'nın bir bölgesindeki 161 tane ilkökul 3. sınıf öğrencisinin dahil edildiği yapılandırmacı öğrenme ortamlarında yüzme-batma durumları ile ilgili 2 ayrı müfredatı karşılaştırmışlardır. Bunlardan yüksek öğretim desteği grubu, düşük öğretim desteği grubundan kavramsal yanılgıların azaltılması ve bilimsel açıklamaların benimsenmesi açısından daha başarılı bulunmuştur. Yapılandırmacı öğrenme ortamlarındaki öğretim desteğinin ilkökul çağındaki çocukların kavramsal değişimini teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Hashweh (2016) tarafından yapılan bir çalışmada yoğunluğun kavramsal bir sistemin parçası olarak geliştiği düşüncesiyle yoğunluğu öğretmek için, çok boyutlu yaklaşımın yoğunluğun öğretilmesindeki etkililiğini incelemek için kavramsal değişim yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşımda yoğunlukla ilişkili kavramlar ve yoğunluk kavramını öğretebilmek için çoklu stratejiler kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Çalışma öncesi öğrenci anlayışları değerlendirildikten sonra 2 hafta süre boyunca yoğunluk, kütle, hacim,

parçacık ilişkisi ile ilgili olarak bir araştırmacı ve fen bilimleri öğretmeni birlikte çalışma yapmışlardır. Çalışma Filistin'deki 51 ortaokul içindeki 1645 tane 7. sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde yazılı test kullanılırken, ikinci bölümde 29 kişilik bir deney grubuna bir ön test uygulanmıştır. Son test ise bütün öğrencilere uygulanmıştır. Çalışma sonucunda geleneksel öğretimin yoğunluk kavramının gelişmesinde etkisiz olduğu, yoğunluk, kütle, hacim ve maddenin yapısı konularının kavramsal değişimini ve gelişimini vurgulayan karmaşık ve çok boyutlu yaklaşımların yoğunluk kavramını geliştirmede etkili olduğu çıkarımında bulunulmuştur.

Libarkin, Crockett ve Saddler (2003) tarafından yapılan bir çalışmada röportajlar ve açık uçlu anketlerle ortaokul öğrencilerinin yoğunluk hakkındaki bilimsel olmayan fikirleri ortaya çıkarılmıştır. Farklı deneysel etkinliklerle katı maddelerde sıvı kullanmadan katılar arasındaki yoğunluk farkını görsel materyallerle öğrenciye kavratmaya çalışmışlardır. Bu çalışmayı yaparken yoğunluk farkı yüksek olan 2 madde tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda cisimlerin yoğunluk sıralamasını yapmak için suya ihtiyaç olmadan bir şişe içindeki iki farklı katı cismin durumlarının kıyaslanabileceği bulunmuştur. Aynı zamanda birçok öğrencinin şişe içindeki katı cisimlerin yoğunlukları hakkındaki kavram yanlışları da ortadan kalkmıştır. Çalışmada basit ve kolay bulunabilir görsel etkinliklerle öğrencilerin kavram yanlışlarının ortadan kaldırılabilmesi keşfedilmiştir.

Muralidhar (1988), çeşitli veri kaynaklarının öğrenci ve öğretmenlerin ağırlık, yoğunluk, yüzmeye, batma kavramları hakkındaki fikirlerini keşfetmede nasıl kullanıldığını açıklamıştır. Öğrenci gruplarına buz ve suyun yoğunlukları hakkında çeşitli sorular sorularak sınıf içi diyaloglar makaleye yansıtılmıştır. Çalışma sırasında hem öğrenciler hem de öğretmenler buzun sudan daha yoğun olduğu yönündeki fikirlere sahiptir. Öğrencilerdeki sorunun boyutlarını daha iyi belirlemek adına araştırmacı, öğrencilere teşhis testleri uygulamıştır. Öğrencilerin yoğunluk ve ağırlık terimlerini birbirine karıştırdığı görülmüştür. Teşhis testlerindeki sözlü ve yazılı ifadelerin analizi yapıldığında yüzmeye, batmaya, ağırlık, hacim, yoğunluk gibi kavramlar hakkında kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra 8, 9 ve 10 yaş grubu ile çalışılmasına rağmen araştırmacı tarafından yoğunluk konusunu kavramada en iyi performansı gösteren grup 8 yaş grubu olarak belirlenmiştir. Ancak araştırmacıya göre her üç yaş grubu da kavram yanlışlarını ortadan kaldırmada yetersiz kalmıştır.

Stott ve Hattingh (2015), yaptıkları durum çalışmasında Güney Afrika Üniversitesi'nde doğa bilimleri dersini alan 50 tane son sınıf öğrencisi ile araştırma yapmışlardır. Çalışma, öğretmen adaylarının yoğunluk kavramının derinlemesine öğrenilmesini sağlamak için ders yazılımı kullanımını hakkındadır. Çalışma için nitel ve nicel veriler, anketler, odak grup tartışmaları, ön ve son testler toplanarak değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde, kavramsal ders yazılımları öğrencilerin öğrenmelerini derinleştirmeleri açısından oldukça etkilidir. Çalışmada öğrencilere elektronik ortamda bir modül tanıtılmıştır ve ön test ve son test uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, derinlemesine öğrenmeyi teşvik etmek, öğretme ve öğrenmeyi geliştirmek adına kullanılan kavramsal ders yazılımlarının etkilerinin önemli olduğu bulunmuştur.

Ünal (2008), öğrencilerin yüzme-batma konularındaki kavram yanlışlarını araştırmak ve uygulamalı etkinlikler geliştirmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Trabzon'da 28 tane 8. sınıf ile yapılan bu çalışmada öğrencilerin kavramsal algılamalarını ve uygulamaya dayalı etkinliklerin etkilerini incelemek için yüzme ve batma kavramsal testi ile tanılayıcı test kullanılmıştır. Çalışma sonucunda uygulamalı etkinliklerin yüzme kavramını anlamada etkili olduğu, kavram yanlışlarını bilimsel ifadelerle değiştirmede yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Ünal ve Coştu (2005), 8. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarda yüzme-batma kavramlarını incelemişlerdir. 12 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapmışlardır. Görüşme sorularından ortaya çıkan kavram yanlışlarının derecesini belirlemek amacıyla tanılayıcı test geliştirilip uygulanmıştır. Çalışmada kavram yanlışlarının nedenleri ve bu nedenleri ortadan kaldırmak için yapılması gerekenler tartışılmıştır. Çalışma sonucunda ilkokul öğrencilerinin yüzme-batma konusundaki kavram yanlışlarının 8. sınıf öğrencilerinde de görüldüğü tespit edilmiştir.

Yeend, Loverude, Gonzales (2001) yaptıkları bir çalışmada madde miktarı olarak kütle, hacim-büyükklük ilişkisi, yoğunluk, kütle oranı, hacim ile ters orantılılık, yoğunluk hesaplamaları gibi yönlerden öğrencilerin yoğunluğu anlama düzeylerini incelemişlerdir. Öğrencilerin yoğunluk anlayışını değerlendirmek için de bir araç geliştirmişlerdir. 2000-2001 yılları arasında Güney Kaliforniya'da bulunan 328 ortaokul, 271 lise ve 188 üniversite öğrencisi ile çalışmışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin yoğunluk anlayışının tam olarak geliştirilemediği, genel başarının düşük olduğu, üniversite öğrencilerinin bile düşük performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Leszczynski (2014), 6. ve 7. sınıflarda derse giren fen ve matematik öğretmenlerinin matematik ve fene yönelik nasıl bağlantı kurdukları, matematik ve fen entegrasyonuna ilişkin algılarını ve tutumlarını araştırmak için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada sınıf gözlemleri ve öğretmen görüşlerine başvurulmuştur. Çalışma sonucunda derslerin entegrasyonuna yönelik olumlu tutum geliştiği ve entegre öğretimi destekleyici bir çalışma olduğu bulunmuştur.

Borreguero, Correa, Canada, Gomez ve Martin (2018), en temel bilimsel kavramlar arasında en çok hatanın ortaya çıktığı yoğunluk konusuna dair bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaya deney grubundan 109, kontrol grubundan 109 kişi katılmıştır. Kontrol gruplarında sözlü anlatım, deney gruplarında laboratuvar faaliyetleri tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda istatistiksel olarak laboratuvar etkinlikleri ile ders işleyen deney grubunun, kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra uygulamalı etkinlikler yapılsa bile kavram yanlışlarının devam ettiği görülmüştür. Yoğunluk kavramının kavramsal ve deneysel olarak anlaşılmasının zor olduğu tespit edilmiştir.

Zoupidis, Pnevmatikos, Spyrtou, ve Kariotoglou (2011), öğrencilerin yoğunlukla ilgili olarak yüzmeye-batma durumlarını açıklarken nedensel akıl yürütmeyi kullanma düzeylerini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Uluslararası araştırma tabanlı bir müfredat projesi ile yürütülen bu çalışmada model tabanlı öğrenme kullanılmıştır. 41 tane 5. sınıf ile çalışılmıştır. Uygulama sonrasında katılımcıların yoğunluğu bilimsel olarak kavradıkları, nedensel akıl yürütme ile yüzmeye-batma durumlarını başarılı bir şekilde açıkladıkları tespit edilmiştir. Yoğunluğu doğrusal bir akıl yürütme ile kavramaya çalışan öğrencilerin yoğunluğu anlama düzeyi ise nedensel akıl yürütmeyi kullanan öğrencilerden daha az olarak bulunmuştur.

Dole ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada yoğunluğun anlaşılması için orantılı akıl yürütme yapılması gerektiği, bu nedenle de 5. sınıftan 8. sınıfa kadar bir tasarım araştırması yaklaşımı uygulandığı belirtilmiştir. Orantılı muhakeme kapasitesi tartışılmıştır. Yoğunluğun öğretilmesi için sayısallığı artırma potansiyeli dikkate alınarak zengin bir sayısal model kullanılmıştır. Çalışmada yoğunluğun bilimsel olarak anlaşılmasının önemi vurgulanmıştır.

Harrell ve Subramaniam (2014) çalışmalarında 55 öğretmen adayı ile yoğunluk konusundaki içerik bilgisini incelemişlerdir. Karma yöntem yaklaşımı kullanılan bu

çalışmada 15 hafta boyunca yüz yüze görüşmeler, kavram haritaları kullanılmıştır. Çalışmanın ön testinde öğretmen adaylarının ön bilgilerinin zayıf olduğu tespit edilmiştir. Aynı anda kütle-hacim değişkenleri ile ilişki kuramamışlardır. Öğretmen adaylarının çalışma sonucunda yoğunluk kavramını somut olarak öğrenmelerine rağmen, somut örneklerle soyut bilimsel kavramlar arasındaki bağlantıyı kuramadıkları tespit edilmiştir.



3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, katılımcılar, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve verilerin analizine ilişkin bilgiler verilmiştir.

3.1. Araştırma Deseni

Bu araştırma deneysel desen olarak tasarlanmıştır. Deneysel desen bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki olası neden-sonuç ilişkilerini belirlemek için kullanılır (Plano Clark ve Creswell, 2015). Deneysel desen güçlü bir araştırma desendir ve değişkenler üzerindeki değişikliklerin ne gibi sonuçlar meydana getireceğini yorumlama fırsatı sunmaktadır. Uygulama sonucunda gruplar birbiriyle kıyaslanarak uygulamanın değişkenler üzerindeki etkilerine yönelik çıkarım ve yorumlarda bulunma imkânı sağlamaktadır (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2011). Deneysel desende bir uygulamanın belirlenen değişkenler üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır ve bağımsız değişken haricindeki değişkenler kontrol altına alınmaktadır (Creswell, 2012).

Bu çalışmada matematik destekli fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarılarına, fen dersine yönelik tutum ve öğrenme motivasyonlarına ve matematik dersine yönelik tutumlarına etkilerinin tespit edilmesi amacıyla ön test-son test kontrol gruplu desen kullanılmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Araştırma Deseni

Deney grubu (n=35)	<i>R</i>	<i>O</i> _{1.1}	<i>X</i>	<i>O</i> _{2.1}
Kontrol grubu (n=37)	<i>R</i>	<i>O</i> _{1.2}	<i>C</i>	<i>O</i> _{2.2}

Tablo 3.1 bu çalışmanın araştırma desenini temsil etmektedir. Tablo 3.1’den görüldüğü üzere çalışmada biri deney biri kontrol olmak üzere iki grup yer almaktadır. *R* grupların rastgele atanmasını, *O*_{1.1} , *O*_{1.2} , *O*_{2.1} , *O*_{2.2} çalışmanın hem başında hem de sonunda yapılan ölçümleri, deney grubunda yer alan *X* ise deney grubunda gerçekleştirilen uygulamayı, kontrol grubunda yer alan *C* ise kontrol grubunu temsil etmektedir. Deney grubunda gerçekleştirilen uygulama matematik destekli yapılandırmacı fen öğretimidir. Hem deney hem de kontrol gruplarında uygulamanın başında ve sonunda yapılan ölçümler ise öğrencilerin fene yönelik tutum, fen öğrenmeye yönelik motivasyon, matematiğe yönelik tutum ve yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarılarıdır. Ön test grupların

birbirine benzer olup olmadığına ilişkin çıkarımda bulunmayı sağlamaktadır (Fraenkel ve diğ., 2011). Ön test uygulama veya eğitimden önce katılımcılara dair tutum veya karakteristik gibi ölçümlere değinirken, son test ise uygulama veya eğitimden sonra aynı özelliklerin ölçümlerine değinmektedir (Creswell, 2012). Aynı değışkenlere dair hem uygulamadan önce hem de uygulamadan sonra yapılan ölçümler uygulama veya eğitimin etkili olup olmadığına dair istatistiksel çıkarımlar yapma imkânı sunmaktadır.

3.2. Katılımcılar

Deneysel desende katılımcıların rastgele gruplara atanması gerekmektedir. Bireylerin teker teker deney ve kontrol gruplarına atanmasının mümkün olmadığı durumlarda var olan gruplar deney ve kontrol grubu olarak atanabilir (Creswell, 2012). Bu araştırmada da araştırmacının derslerine girdiği iki altıncı sınıftan birisi deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın örneklemini 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Ankara'daki bir devlet okulunun iki 6. sınıfı, rastgele örnekleme yöntemi ile 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 ve Miller, 1994) göz önünde bulundurularak deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen ve matematiğe yönelik tutumlarının ön test puanları karşılaştırılmıştır. Bağımsız örnekleme 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.

Kontrol grubunda yoğunluk konusu yapılandırmacı fen öğretimi kapsamında ele alınırken deney grubunda matematik destekli yapılandırmacı fen öğretimi kapsamında yoğunluk konusu işlenmiştir. Yoğunluk konusu işlendikten sonra deney grubundan seçilen üç öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerin yapıldığı bu öğrencilerin seçiminde amaçlı örnekleme yöntemleri kapsamında ölçüt örnekleme kullanılmıştır (Creswell, 2012). Bu örnekleme yönteminde bazı kriterler önceden belirlenir ve belirlenen bu kriterlere göre farklı seviyelerde bulunan katılımcılar seçilir. Farklılıkların bu örnekleme yöntemi ile

çeşitlendirilmiş olması bulguların farklı durumlara göre kıyaslanmasına ve bu farklı durumlardan elde edilen bulguların ortaklık ve benzerlikleri göz önüne alınarak yorum ve çıkarımlarda bulunulmasına imkân sağlamaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada nicel ve nitel veri toplama araçları bir arada kullanılmıştır. Nicel veri toplama araçlarından elde edilen bulgular matematik destekli yapılandırmacı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları, fene yönelik tutum ve motivasyonları ve matematik tutumları üzerindeki etkisini açığa çıkarırken, nitel veri toplama araçları elde edilen bulguları destekleyecek nitelikte öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin sahip olduğu bilgi, inanç ve duyuşsal özelliklere ilişkin detaylı bir bakış açısı sağlamıştır.

3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada nicel veri toplama aracı olarak “*Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği*”, “*Fen Bilgisi Tutum Ölçeği*”, “*Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği*” ve “*Yoğunluk Konu Testi*” kullanılmıştır. Bu ölçekler matematik destekli yapılandırmacı fen öğretimi kapsamında ele alınan yoğunluk konusundan önce ve sonra hem deney hem de kontrol gruplarında uygulanmıştır.

3.3.1.1. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği

Fen öğrenme ve öğretme sürecinde öğrenci idraklerinin yanı sıra inanç, tutum ve motivasyon gibi duyuşsal özelliklerin de etkili olduğu bilinmekte ve fen eğitimi ile ilgili çalışmalarda duyuşsal özelliklere bolca yer vermeye başlandığı görülmektedir. Duyuşsal faktörlerin içinde motivasyon önemli bir yere sahiptir çünkü motivasyon bireylerin eleştirel düşüncelerinde, kavramsal değişim süreçlerinde, öğrenme stratejilerinde ve fen bilimleri akademik başarılarında önemli bir role sahiptir (Tuan, Chin ve Shieh, 2005). Bu noktadan hareketle bu çalışmada matematik destekli yapılandırmacı yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerindeki etkisinin incelenmesi bir alt problem olarak belirlenmiştir.

Bu alt amaç doğrultusunda çalışmada Dede ve Yaman (2008) tarafından geliştirilen “Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği” (EK-1) kullanılmıştır. Ölçek beş alt boyuttan ve 23 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin her bir alt boyunun kaç madde içerdiğini ve ölçeğin

orijinalinde belirtilen ve bu çalışma için hesaplanan güvenirlik katsayılarını gösteren veriler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğinin Alt Boyutları ve Cronbach Alfa Değerleri.

Alt boyut	Madde sayısı	Cronbach alfa (ölçeğin orijinalinde belirtilen)	Cronbach alfa (Bu çalışma için hesaplanan)
Araştırma yapmaya yönelik motivasyon	6	0,75	0,915
Performansa yönelik motivasyon	5	0,68	0,800
İletişime yönelik motivasyon	5	0,56	0,799
İşbirlikli çalışmaya yönelik motivasyon	4	0,55	0,719
Katılıma yönelik motivasyon	3	0,59	0,710
Toplam	23	0,80	0,919

Araştırma yapmaya yönelik motivasyon alt boyutu fen konularının araştırılmasına verilen değer ve öğrenme inançları ile ilgilidir. Ayrıca çaba gösterme, göreve odaklanma, hedefe yönelme ve algılama gibi becerileri de içermektedir. Performansa yönelik motivasyon alt boyutu dışsal motivasyon ile ilgilidir. Bu alt boyutta öğrenci performanslarının değerlendirilmesi ve öğrencinin öğretmen tarafından takdir edilmeyi beklemesine ilişkin maddeler yer almaktadır. İletişime yönelik motivasyon alt boyutu ise öğrencilerin akranları ve öğretmenleriyle olan iletişimine ilişkin maddeleri içermektedir. İşbirlikçi çalışmaya yönelik motivasyon öğrencilerin grup çalışmaları ve bireysel çalışmalarına ilişkin beklentileri ile ilgilidir. Son olarak katılıma yönelik motivasyon ise öğrencilerin fen derslerinde aktif olma ve başarılı oldukları için akranları tarafından tercih edilmeyi beklemesine ilişkin maddeleri içermektedir.

Ölçeğin kullanılabilmesi için ilk olarak araştırmacılardan izin alınmıştır. Ardından ölçeğin çalışmanın gerçekleştiği bağlam için geçerli ve güvenilir ölçümler yapmaya imkân sağlayıp sağlamadığının belirlenebilmesi için çalışma grubunun dışında 318 altı (n=113) ve yedinci sınıf (n=205) öğrencisi ile pilot bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Alt %27’lik ve üst %27’lik gruplar oluşturularak, her bir madde ve alt ölçekler için farkların anlamlılığı t-testi analiz sonuçları ile çözümlenmiştir.

Ayrıca madde-toplam korelasyonları kullanılarak ölçek maddelerinin güvenirlikleri incelenmiştir. Alt ve üst %27’lik grupların madde ortalama puanları için yapılan t-testi analiz sonuçları Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27'lik Alt 1Grup ve %27'lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.

Boyut	Madde Numarası	Grup	n	\bar{X}	SS	sd	t	p
Araştırma Yapmaya Yönelik Motivasyon	M-1	Üst Grup	86	4,848	,391	170	10,226	,000*
		Alt Grup	86	3,360	1,291			
	M-2	Üst Grup	86	4,255	,947	170	10,057	,000*
		Alt Grup	86	2,569	1,232			
	M-3	Üst Grup	86	4,534	,714	170	11,120	,000*
		Alt Grup	86	2,907	1,154			
	M-4	Üst Grup	86	4,767	,477	170	13,147	,000*
		Alt Grup	86	2,953	1,187			
	M-5	Üst Grup	86	4,814	,447	170	13,780	,000*
		Alt Grup	86	2,930	1,186			
	M-6	Üst Grup	86	4,697	,532	170	14,657	,000*
		Alt Grup	86	2,546	1,252			
Performansa Yönelik Motivasyon	M-7	Üst Grup	86	4,244	1,254	170	5,981	,000*
		Alt Grup	86	2,941	1,581			
	M-8	Üst Grup	86	4,802	,610	170	9,234	,000*
		Alt Grup	86	3,279	1,402			
	M-9	Üst Grup	86	4,790	,487	170	7,809	,000*
		Alt Grup	86	3,546	1,394			
	M-10	Üst Grup	86	4,825	,381	170	11,617	,000*
		Alt Grup	86	3,430	1,046			
	M-11	Üst Grup	86	4,709	,611	170	10,307	,000*
		Alt Grup	86	3,174	1,238			
İletişime Yönelik Motivasyon	M-12	Üst Grup	86	4,662	,661	170	8,086	,000*
		Alt Grup	86	3,337	1,368			
	M-13	Üst Grup	86	4,546	,863	170	9,421	,000*
		Alt Grup	86	3,034	1,212			
	M-14	Üst Grup	86	4,767	,587	170	10,083	,000*
		Alt Grup	86	3,058	1,458			
	M-15	Üst Grup	86	4,488	,763	170	10,225	,000*
		Alt Grup	86	2,779	1,349			
	M-16	Üst Grup	86	4,383	1,030	170	8,026	,000*
		Alt Grup	86	2,953	1,291			
İşbirlikli Çalışmaya Yönelik Motivasyon	M-17	Üst Grup	86	3,9302	1,657	170	4,495	,000*
		Alt Grup	86	3,532	1,317			
	M-18	Üst Grup	86	4,476	1,145	170	3,630	,000*
		Alt Grup	86	3,772	1,029			
	M-19	Üst Grup	86	4,872	,399	170	8,807	,000*
		Alt Grup	86	3,720	1,144			
	M-20	Üst Grup	86	4,697	,554	170	7,198	,000*
		Alt Grup	86	3,639	1,245			
Katılma Yönelik Motivasyon	M-21	Üst Grup	86	4,976	,215	170	6,309	,000*
		Alt Grup	86	4,162	1,176			
	M-22	Üst Grup	86	4,872	,369	170	7,944	,000*
		Alt Grup	86	3,779	1,221			
	M-23	Üst Grup	86	4,558	,965	170	7,298	,000*
		Alt Grup	86	3,279	1,307			

*p<,01 için anlamlı değerler. (n=318, n₁=n₂=86)

Her bir maddeye ilişkin madde-toplam korelasyonu hesaplanarak madde analizi yapılmış ve maddelerin fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeğinin tamamı arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeğinde yer alan maddelerin analiz sonuçları Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğinde Yer Alan Maddelerin Analiz Sonuçları.

Boyut	Madde Numarası	Madde Toplam Korelasyonu	t (Alt %27-Üst %27)
Araştırma Yapmaya Yönelik Motivasyon	M-1	,704*	10,226
	M-2	,669*	10,057
	M-3	,713*	11,120
	M-4	,780*	13,147
	M-5	,794*	13,780
	M-6	,757*	14,657
Performansa Yönelik Motivasyon	M-7	,405*	5,981
	M-8	,648*	9,234
	M-9	,609*	7,809
	M-10	,753*	11,617
İletişime Yönelik Motivasyon	M-11	,719*	10,307
	M-12	,629*	8,086
	M-13	,676*	9,421
	M-14	,643*	10,083
	M-15	,669*	10,225
	M-16	,574*	8,026
İşbirlikli Çalışmaya Yönelik Motivasyon	M-17	,426*	4,495
	M-18	,385*	3,630
	M-19	,716*	8,807
	M-20	,612*	7,198
Katılıma Yönelik Motivasyon	M-21	,575*	6,309
	M-22	,646*	7,944
	M-23	,572*	7,298

n=318, n₁=n₂=86

*p<,01 için anlamlı değerler

Tablo 3.4 incelendiğinde fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeğinde yer alan maddelerin ölçeğin tamamı ile arasındaki korelasyon katsayılarının .385-.794 aralığında değiştiği görülmektedir. Madde-toplam korelasyonu katsayıları $r \geq .40$ için çok iyi bir madde; $.30 \leq r \leq .39$ için iyi derecede bir madde olarak belirlenmiştir (Kalaycı, 2010). Bu veriler doğrultusunda fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeğinde yer alan maddelerin bu çalışmanın gerçekleştirildiği bağlam kapsamında ya iyi ya da çok iyi maddeler olduğu söylenebilir.

3.3.1.2. Fene Yönelik Tutum Ölçeği

Tutum öğrencilerin fen öğrenmeyle ilgili olumlu veya olumsuz cevap vermelerini sağlayacak ve fen eğitiminde belirlenen hedeflere ulaşma yolunda gerçekleştirecekleri

davranışları tahmin etmeye yarayacak bir eğilim olarak tanımlanabilir. Tutum ve akademik başarı arasındaki ilişki göz önüne alındığında fen bilimlerine yönelik olumlu tutumlara sahip öğrencilerin fen bilimlerinde başarılı olacağı söylenebilir. Başarının bir tahmin edicisi ve belirleyicisi olarak öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarının bu çalışma sonunda nasıl bir değişiklik gösterdiği incelenen alt problemlerden biridir.

Öğrencilerin matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminden sonra fene yönelik tutumlarının incelenebilmesi için “*Fene Yönelik Tutum Ölçeği*” (EK-1) 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 tipinde geliştirilmiştir. Araştırmacılar ölçeğin güvenilirliğinin .83 olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada ise bu ölçeğin güvenilirlik katsayısı olarak Cronbach alfa $\alpha = ,883$ olarak hesaplanmıştır. Bu ölçeğin bu çalışma bağlamında güvenilir ölçümler verip veremeyeceğinin belirlenmesi için 318 öğrenci ile yapılan pilot uygulamadan elde edilen verilerle tutum ölçeğinden aldıkları puanlara göre öğrenciler alt %27 ve üst %27’lik gruplara ayrılmıştır.

Fene yönelik tutum ölçeğinde yer alan maddelerin alt ve üst grupların madde ortalama puanlarına dair t-testi analiz sonuçları Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5. Fene Yönelik Tutum Ölçeğini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27’lik Alt Grup ve %27’lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.

Madde Numarası	Grup	n	\bar{X}	SS	sd	t	p
M-1	Üst Grup	86	4,802	,428	170	12,590	,000*
	Alt Grup	86	3,290	1,027			
M-2	Üst Grup	86	4,255	,972	170	11,285	,000*
	Alt Grup	86	2,360	1,216			
M-3	Üst Grup	86	4,686	,579	170	9,243	,000*
	Alt Grup	86	3,360	1,197			
M-4	Üst Grup	86	4,558	,712	170	11,308	,000*
	Alt Grup	86	2,825	1,228			
M-5	Üst Grup	86	4,755	,572	170	11,417	,000*
	Alt Grup	86	3,174	1,149			
M-6	Üst Grup	86	2,069	1,012	170	3,751	,000*
	Alt Grup	86	1,441	1,176			
M-7	Üst Grup	86	4,755	,483	170	6,952	,000*
	Alt Grup	86	3,802	1,176			
M-8	Üst Grup	86	4,558	,820	170	15,351	,000*
	Alt Grup	86	2,197	1,166			
M-9	Üst Grup	86	4,325	1,192	170	4,765	,000*
	Alt Grup	86	3,407	1,331			
M-10	Üst Grup	86	4,697	,532	170	14,693	,000*
	Alt Grup	86	2,709	1,136			

Tablo 3.5 (devam):

M-11	Üst Grup	86	4,732	,562	170	10,627	,000*
	Alt Grup	86	3,151	1,260			
M-12	Üst Grup	86	4,825	,381	170	12,619	,000*
	Alt Grup	86	3,186	1,142			
M-13	Üst Grup	86	4,651	,808	170	6,048	,000*
	Alt Grup	86	3,697	1,218			
M-14	Üst Grup	86	3,821	1,469	170	4,087	,000*
	Alt Grup	86	3,318	1,132			
M-15	Üst Grup	86	4,372	,840	170	13,862	,000*
	Alt Grup	86	2,395	1,020			

n=318, n₁=n₂=86

*p<,01 için anlamlı değerler.

Tablo 3.5 incelendiğinde fene yönelik tutum ölçeğinde yer alan tüm maddelerin üst ve alt gruptaki öğrencilerin madde ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle bu ölçeğin bu çalışma bağlamında fene yönelik tutumu yüksek ve düşük olan bireyleri birbirinden ayırt edebildiği söylenebilir. Fene yönelik tutum ölçeğinde yer alan maddelerin madde-toplam korelasyonlarını gösteren madde analizi sonuçları Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6. Fene Yönelik Tutum Ölçeğinde Yer Alan Maddelerin Analiz Sonuçları.

Madde Numarası	Madde Toplam Korelasyonu	t (Alt %27-Üst %27)
M-1	,692*	12,590
M-2	,693*	11,285
M-3	,647*	9,243
M-4	,713*	11,308
M-5	,717*	11,417
M-6	,232*	3,751
M-7	,547*	6,952
M-8	,782*	15,351
M-9	,282*	4,765
M-10	,802*	14,693
M-11	,697*	10,627
M-12	,716*	12,619
M-13	,424*	6,048
M-14	,386*	4,087
M-15	,777*	13,862

n=318, n₁=n₂=86

*p<,01 için anlamlı değerler.

Tablo 3.6 incelendiğinde, madde toplam korelasyon katsayılarının .232-.802 aralığında değiştiği görülmektedir. Maddelerin t (p<.01) değerlerinin anlamlı olduğu ve ölçeğe dahil edilebileceği görülmektedir. Bu sonuca göre fene yönelik tutum ölçeğini oluşturan maddelerin ölçülmek istenen davranışı ölçmeye yönelik oldukları söylenebilir.

3.3.1.3. 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*” (EK-1) kullanılmıştır. 5’li Likert tipinde geliştirilmiş bu ölçek 10’u olumlu, 10’u ise olumsuz olmak üzere toplam 20 maddeden oluşmaktadır ve ölçek tek boyutludur. Ölçeğin pilot uygulaması sonucunda güvenirlik katsayısı $\alpha = ,950$ olarak hesaplanmıştır. Alt %27’lik ve üst %27’lik gruplar oluşturularak, her bir madde ve alt ölçekler için farkların anlamlılığı t-testi analiz sonuçları ile çözümlenmiştir.

Ayrıca madde-toplam korelasyonları kullanılarak ölçek maddelerinin güvenirlikleri incelenmiştir. Alt ve üst %27’lik grupların madde ortalama puanları için yapılan t-testi analiz sonuçları Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27’lik Alt Grup ve %27’lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.

Madde Numarası	Grup	n	\bar{X}	SS	sd	t	p
M-1	Üst Grup	86	4,325	1,121	170	6,060	,000*
	Alt Grup	86	3,244	1,216			
M-2	Üst Grup	86	4,011	1,132	170	3,168	,000*
	Alt Grup	86	3,779	1,458			
M-3	Üst Grup	86	3,904	1,625	170	3,301	,000*
	Alt Grup	86	3,674	1,401			
M-4	Üst Grup	86	3,755	1,396	170	5,806	,000*
	Alt Grup	86	2,558	1,30			
M-5	Üst Grup	86	3,767	1,584	170	7,712	,000*
	Alt Grup	86	2,093	1,242			
M-6	Üst Grup	86	3,569	1,568	170	2,478	,000*
	Alt Grup	86	3,144	1,310			
M-7	Üst Grup	86	4,860	1,480	170	3,825	,000*
	Alt Grup	86	4,220	1,078			
M-8	Üst Grup	86	4,197	1,234	170	5,419	,000*
	Alt Grup	86	3,151	1,297			
M-9	Üst Grup	86	3,718	1,582	170	3,643	,000*
	Alt Grup	86	3,267	1,498			
M-10	Üst Grup	86	3,941	1,574	170	3,784	,000*
	Alt Grup	86	3,360	1,502			
M-11	Üst Grup	86	4,151	1,173	170	7,063	,000*
	Alt Grup	86	2,814	1,306			
M-12	Üst Grup	86	3,920	1,724	170	3,274	,000*
	Alt Grup	86	3,544	1,257			
M-13	Üst Grup	86	3,639	1,494	170	8,651	,000*
	Alt Grup	86	1,953	1,016			
M-14	Üst Grup	86	3,883	1,332	170	7,747	,000*
	Alt Grup	86	2,407	1,161			

Tablo 3.7 (devam):

M-15	Üst Grup	86	4,497	1,549	170	4,655	,000*
	Alt Grup	86	3,837	1,225			
M-16	Üst Grup	86	4,386	1,497	170	2,306	,000*
	Alt Grup	86	3,953	1,167			
M-17	Üst Grup	86	4,186	1,241	170	6,255	,000*
	Alt Grup	86	2,988	1,269			
M-18	Üst Grup	86	3,976	1,319	170	5,858	,000*
	Alt Grup	86	2,848	1,203			
M-19	Üst Grup	86	4,432	1,589	170	3,155	,000*
	Alt Grup	86	3,767	1,343			
M-20	Üst Grup	86	3,755	1,388	170	8,238	,000*
	Alt Grup	86	2,197	1,071			

n=318, n₁=n₂=86

*p<,01 için anlamlı değerler.

Tablo 3.7 incelendiğinde matematik dersine yönelik motivasyon ölçeğinde yer alan tüm maddelerin üst ve alt gruptaki öğrencilerin madde ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle bu ölçeğin bu çalışma bağlamında matematik dersine yönelik tutumları yüksek ve düşük olan bireyleri birbirinden ayırt edebildiği söylenebilir. Matematik dersine yönelik tutum ölçeğinde yer alan maddelerin madde-toplam korelasyonlarını veren madde analizleri Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinde Yer Alan Maddelerin Analiz Sonuçları.

Madde Numarası	Madde Toplam Korelasyonu	t (Alt %27-Üst %27)
M-1	,796*	6,060
M-2	,661*	3,168
M-3	,694*	3,301
M-4	,696*	5,806
M-5	,734*	7,712
M-6	,697*	2,478
M-7	,654*	3,825
M-8	,831*	5,419
M-9	,710*	3,643
M-10	,537*	3,784
M-11	,824*	7,063
M-12	,643*	3,274
M-13	,669*	8,651
M-14	,793*	7,747
M-15	,712*	4,655
M-16	,685*	2,306
M-17	,818*	6,255
M-18	,858*	5,858
M-19	,638*	3,155
M-20	,722*	8,238

n=318, n₁=n₂=86

*p<,01 için anlamlı değerler.

Tablo 3.8 incelendiğinde madde-toplam korelasyon katsayılarının .537-.858 aralığında olduğu görülmektedir. 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 söylenebilir.

3.3.1.4. Yoğunluk Konu Testi

Matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarıları üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için yoğunluk sorularından oluşan bir test geliştirilmiştir. Testin geliştirilebilmesi için ilk olarak literatürde (Almuntasheri ve diğ., 2016; Forbes, 2004; Hardy ve diğ., 2006; Hashweh, 2016; Muralidhar, 1988; Unal, 2008; Yeend ve diğ., 2001; Yin ve diğ., 2008; Zoupidis ve diğ., 2016; Zoupidis ve diğ., 2018) yer alan sorulardan oluşan 55 soruluk bir madde havuzu oluşturulmuştur. Araştırmanın amacı belirtilerek bu amaç doğrultusunda dördü fen bilimleri öğretmeni, ikisi de fen bilgisi eğitimcisi olmak üzere altı uzmandan hazırlanan maddelerin uygunluğunu 1-10 arasında puan vererek değerlendirmeleri istenmiştir. Her bir madde için uzmanlar tarafından verilen puanların ortalaması alınarak uzman ortalaması altında kalan maddeler bu maddelere ilişkin uzman değerlendirmeleri de göz önüne alınarak 17 madde havuzdan çıkarılmış ve 38 maddelik bir taslak elde edilmiştir. Bu taslakta tek doğru cevaplı sorular (yüzer ya da batar gibi), çoktan seçmeli sorular ve doğruyanlış soruları yer almaktadır. 38 maddelik bu taslağın madde ayırt ediciliğinin belirlenmesi, güvenilirlik katsayılarının hesaplanması için çalışma grubunda yer almayan 101 yedinci sınıf öğrencisiyle pilot uygulaması yapılmıştır. Testte başarılı olan ve olmayan öğrencilerin puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir. 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 de öğrencilerin yüzmeye-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 güvenilir ölçümler yapıp yapmadığının belirlenmesi için %27'lik alt ve üst grupların madde ortalama puanlamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9. Yoğunluk Konu Testini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27'lik Alt Grup ve %27'lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.

Madde Numarası	Grup	n	\bar{X}	SS	sd	t	p																																																																																																																																																																																																																				
M-9	Üst Grup	27	,888	,320	52	3,139	,002*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,518	,509				M-10	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446	M-11	Üst Grup	27	,518	,509	52	2,324	,024*	Alt Grup	27	,222	,423	M-12	Üst Grup	27	,703	,465	52	2,252	,029*	Alt Grup	27	,407	,500	M-13	Üst Grup	27	,740	,446	52	5,953	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-14	Üst Grup	27	,963	,192	52	3,588	,001*	Alt Grup	27	,592	,500	M-15	Üst Grup	27	,777	,423	52	6,523	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-16	Üst Grup	27	,629	,492	52	2,896	,006*	Alt Grup	27	,259	,446	M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*	Alt Grup	27	,148	,362	M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*
M-10	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,259	,446				M-11	Üst Grup	27	,518	,509	52	2,324	,024*	Alt Grup	27	,222	,423	M-12	Üst Grup	27	,703	,465	52	2,252	,029*	Alt Grup	27	,407	,500	M-13	Üst Grup	27	,740	,446	52	5,953	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-14	Üst Grup	27	,963	,192	52	3,588	,001*	Alt Grup	27	,592	,500	M-15	Üst Grup	27	,777	,423	52	6,523	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-16	Üst Grup	27	,629	,492	52	2,896	,006*	Alt Grup	27	,259	,446	M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*	Alt Grup	27	,148	,362	M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446								
M-11	Üst Grup	27	,518	,509	52	2,324	,024*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,222	,423				M-12	Üst Grup	27	,703	,465	52	2,252	,029*	Alt Grup	27	,407	,500	M-13	Üst Grup	27	,740	,446	52	5,953	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-14	Üst Grup	27	,963	,192	52	3,588	,001*	Alt Grup	27	,592	,500	M-15	Üst Grup	27	,777	,423	52	6,523	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-16	Üst Grup	27	,629	,492	52	2,896	,006*	Alt Grup	27	,259	,446	M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*	Alt Grup	27	,148	,362	M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																				
M-12	Üst Grup	27	,703	,465	52	2,252	,029*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,407	,500				M-13	Üst Grup	27	,740	,446	52	5,953	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-14	Üst Grup	27	,963	,192	52	3,588	,001*	Alt Grup	27	,592	,500	M-15	Üst Grup	27	,777	,423	52	6,523	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-16	Üst Grup	27	,629	,492	52	2,896	,006*	Alt Grup	27	,259	,446	M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*	Alt Grup	27	,148	,362	M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																
M-13	Üst Grup	27	,740	,446	52	5,953	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,111	,320				M-14	Üst Grup	27	,963	,192	52	3,588	,001*	Alt Grup	27	,592	,500	M-15	Üst Grup	27	,777	,423	52	6,523	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-16	Üst Grup	27	,629	,492	52	2,896	,006*	Alt Grup	27	,259	,446	M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*	Alt Grup	27	,148	,362	M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																												
M-14	Üst Grup	27	,963	,192	52	3,588	,001*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,592	,500				M-15	Üst Grup	27	,777	,423	52	6,523	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-16	Üst Grup	27	,629	,492	52	2,896	,006*	Alt Grup	27	,259	,446	M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*	Alt Grup	27	,148	,362	M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																								
M-15	Üst Grup	27	,777	,423	52	6,523	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,111	,320				M-16	Üst Grup	27	,629	,492	52	2,896	,006*	Alt Grup	27	,259	,446	M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*	Alt Grup	27	,148	,362	M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																				
M-16	Üst Grup	27	,629	,492	52	2,896	,006*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,259	,446				M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*	Alt Grup	27	,148	,362	M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																
M-18	Üst Grup	27	,925	,266	52	8,986	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,148	,362				M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*	Alt Grup	27	,111	,320	M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																												
M-19	Üst Grup	27	1,000	,000	52	14,422	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,111	,320				M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*	Alt Grup	27	,407	,500	M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																								
M-20	Üst Grup	27	,888	,320	52	4,209	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,407	,500				M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*	Alt Grup	27	,518	,509	M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																				
M-22	Üst Grup	27	,963	,192	52	4,243	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,518	,509				M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*	Alt Grup	27	,259	,446	M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																																
M-23	Üst Grup	27	,592	,500	52	2,582	,013*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,259	,446				M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*	Alt Grup	27	,185	,395	M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																																												
M-25	Üst Grup	27	,777	,423	52	5,311	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,185	,395				M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*	Alt Grup	27	,222	,423	M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																																																								
M-26	Üst Grup	27	,666	,480	52	3,606	,001*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,222	,423				M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*	Alt Grup	27	,333	,480	M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																																																																				
M-27	Üst Grup	27	1,000	,000	52	7,211	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,333	,480				M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*	Alt Grup	27	,370	,492	M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																																																																																
M-28	Üst Grup	27	,925	,266	52	5,157	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,370	,492				M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*	Alt Grup	27	,370	,492	M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																																																																																												
M-32	Üst Grup	27	,518	,509	52	1,087	,028*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,370	,492				M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																																																																																																								
M-35	Üst Grup	27	,740	,446	52	3,961	,000*																																																																																																																																																																																																																				
	Alt Grup	27	,259	,446																																																																																																																																																																																																																							

n=101, n₁=n₂=27

*p<,05

Tablo 3.9 incelendiğinde, yoğunluk konu testinin son halinde yer alan maddelerin tamamında %27'lik alt ve üst gruplara ait madde ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, son hali verilen Yoğunluk Konu Testinin (EK-2) bu konuda başarılı ve başarısız öğrencileri birbirinden ayırt edebileceği söylenebilir. Teste son halini veren maddelerin madde-toplam korelasyonlarına ilişkin madde analizlerini gösteren bulgular Tablo 3.10'da yer almaktadır.

Tablo 3.10. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinde Yer Alan Maddelerin Analiz Sonuçları.

Madde Numarası	Madde Toplam Korelasyonu	t (Alt %27- Üst %27)	KR-20
M-9	,499**	3,199	
M-10	,505**	3,961	
M-11	,328*	2,324	
M-12	,302*	2,252	
M-13	,651**	5,953	
M-14	,491**	3,588	
M-15	,721**	6,523	
M-16	,431**	2,896	
M-18	,783**	8,986	,858
M-19	,844**	14,422	
M-20	,532**	4,209	
M-22	,532**	4,243	
M-23	,297*	2,582	
M-25	,644**	5,311	
M-26	,515**	3,606	
M-27	,738**	7,211	
M-28	,580**	5,157	
M-32	,287*	1,087	
M-35	,505**	3,961	

n=101, n₁=n₂=27

*p<.05 için anlamlı değerler.

**p<.01 için anlamlı değerler.

Tablo 3.10 incelendiğinde maddelerin tamamının t değerlerinin .01 veya .05 seviyesinde anlamlı olduğu ve madde toplam korelasyonlarının .287-.844 aralığında olduğu görülmektedir. Bu değer aralığı maddelerin öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla teste dahil edilebilecek nitelikte olduğunu göstermektedir. Ayrıca testin güvenilirliğini veren KR-20 değeri .858 olarak hesaplanmıştır ve bu değerler doğrultusunda yoğunluk konu testinin çalışma bağlamında öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin bilgi düzeyleri ve başarılarını belirlemede güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

Yoğunluk konusunun matematik destekli ve yapılandırmacı bir biçimde işlenmesinin ardından öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin sahip oldukları bilgi ve hataların detaylı bir biçimde ele alınabilmesi ve öğrenci düşüncelerinin açığa çıkarılabilmesi için nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Nitel veriler sayılardan ziyade kelime ve resimleri içermektedir (Fraenkel ve diğ., 2011). Nitel veriler öğrencilerin yoğunluk konusu ile ilgili kavramları, meyilleri ve inançları hakkında detaylı ve geniş açıklamalar yapma imkânı sağlamaktadır. Bu çalışmada nitel veri toplama aracı olarak “*Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu*” (EK-3) ve “*Görüşme Formu*” (EK-4) kullanılmıştır.

3.3.2.1. 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 açığa çıkarılabilir (Fraenkel ve diğ., 2011). Bu nedenle uygulamanın sonunda öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin sahip oldukları kavramların, hataların ve eğilimlerin detaylı bir biçimde incelenebilmesi için açık uçlu sorulardan oluşan bir form deney grubuna uygulanmıştır.

Yoğunluk konu testi için hazırlanan madde havuzunda uzman değerlendirmesi sonucunda kalan 38 maddelik taslak formdan seçilen 17 soru 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. Soruların öğretim programında yoğunluk konusuna ilişkin kazanımlar ile uyumlu olması hedeflenmiştir. Her bir sorunun sonunda öğrencilerin cevaplarını açıklamaları istenmiş ve açıklamaları için gerekli boşluklar bırakılmıştır. Bu sayede öğrencilerin düşünce yapılarına ilişkin detaylı bilgilere erişileceği düşünülmektedir.

Soruların öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin algı, tutum, fikir ve kavramlarını detaylı bir biçimde açığa çıkarmak amacıyla kullanımının uygun olup olmadığına dair uzman görüşleri bir fen eğitimcisi ve bir fen bilimleri öğretmeninden 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 öğrencilerinin seçilmiş olmasının nedeni bu öğrencilerin yoğunluk konusunu bir önceki sene işledikleri için bu sorulara cevap verebilecek yeterli bilgi seviyesine sahip olduklarının düşünülmesidir. Sesli düşünme tekniği öğrencilerden soruları sesli bir biçimde okumalarının ve cevap verme sürecinde sesli düşüncülerinin istendiği bir tekniktir. Bu sayede araştırmacıların ölçme araçlarında kullanacakları soruların katılımcılar tarafından da aynı biçimde anlaşılıp anlaşılmadığı incelenebilir (Archambault ve Crippen, 2009). Öğrencilerle gerçekleşen pilot uygulamada öğrencilerin bilgi eksikliklerinden dolayı soruları cevaplamada

zorlandıklarına, soruların biçim veya yapısından kaynaklı zorluklar olmadığı için herhangi bir değişiklik yapılmasına gerek olmadığına karar verilmiştir. 17 sorudan oluşan son hali ile deney grubundan uygulamanın sonunda veriler toplanmıştır.

3.3.2.2. Görüşme

Görüşmenin amacı bireylerin zihinlerinde neler olduğunu, herhangi bir şey hakkında ne düşündüklerini veya hissettiklerini açığa çıkarmaktır. İster yapılandırılmış olsun isterse yarı yapılandırılmış, görüşmeler katılımcılardan belirli cevaplar alınmasını sağlayacak şekilde tasarlanırlar. Görüşme sonunda birbiri ile kıyaslanabilecek ve karşılaştırılabilir bilgiler elde edilir (Fraenkel ve diğ., 2011). Görüşme katılımcıların sahip olduğu bilgi veya çıkarımları elde etmeyi sağlamaktadır (Stake, 2010). Bu çalışmada öğrencilerle yapılmasının amacı ise deney grubunda farklı başarı seviyelerinde bulunan öğrencilerin fen bilimleri ve matematik arasındaki ilişkiye özellikle de yoğunluk konusunun matematik içeriğine dair farkındalıklarını, algılarını ve fikirlerini açığa çıkarmaktır.

Bu amaç doğrultusunda deney grubundan seçilen üç öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme soruları hazırlanırken fen ve matematik entegrasyonu ile ilgili literatür incelenmiş ve öğrencilerin fen ve matematik arasındaki ilişkiye dair algı ve tutumlarını açığa çıkaracak biçimde sade, anlaşılabilir ve kısa sorular sorulmasına özen gösterilmiştir. Görüşme formu dokuz sorudan oluşmaktadır. İlk dört soru yoğunluğun tanımı, yoğunluk konusunun nasıl işlendiği ve yoğunluğun matematiksel içeriği üzerine odaklanırken kalan dört soru ise öğrencilerin fen ve matematik dersine yönelik ilgi ve başarıları ile bu iki ders arasındaki ilişkiye dair algıları üzerine odaklanmaktadır. Son soruda ise öğrencilerin yoğunlukla ilgili olarak matematiksel oran yapmasını gerektiren görsel içerikli bir sorudur. Görüşme sorularının uygunluğu, anlaşılabilirliği ve kullanılabilirliğine ilişkin bir fen eğitimcisi ve bir fen bilimleri öğretmeninden görüş alınmıştır. Uzmanlar görüşme esnasında soruların özelden genele doğru yani yoğunluk ve matematik ilişkisinden fen bilimleri ve matematik ilişkisine doğru sıralanması gerektiğine dair öneride bulunmuş ve sıralama bu şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.4. Verilerin Toplanması

Bu çalışmanın temel amacı matematik destekli yoğunluk konusu öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin fene yönelik motivasyon ve tutumlarının ve matematik tutumları ile yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarıları üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Bu

amaçla çalışmanın verileri biri deney biri kontrol grubu olmak üzere iki sınıftan toplanmıştır.

Çalışmanın başlangıcında hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yer alan öğrencilere “Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği”, “Fene Yönelik Tutum Ölçeği”, “Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” ve “Yoğunluk Konu Testi” uygulanmıştır.

Ölçekler uygulandıktan sonra deney ve kontrol grubunda aynı etkinlikler kullanılmıştır. Hem deney hem de kontrol grupları için yoğunluk konusu ile ilgili olarak 14 ders saati süresince aynı deney ve etkinlikler, aynı prosedür uygulanmıştır (EK-5). Deney grubunda ise sık sık yoğunluk, kütle ve hacim arasındaki orantısal ilişki üzerine örnekler verilerek öğrencilerin orantısal muhakeme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca daha yoğun daha az yoğun, kütlesi daha büyük daha küçük, tanecikler daha sıkı daha az sıkı gibi nitel muhakemelere de sıklıkla yer verilmiştir.

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. Ayrıca bir çalışma kâğıdı hazırlanmış (EK-6) ve bu çalışma kâğıdı deney grubunda son bir etkinlik olarak öğrencilerle birlikte çözülmüştür. Kontrol grubunda ise daha çok fen bilimleri kitaplarında yer alan sorular kullanılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen deneylerin amacı öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkararak tartışma ortamı yaratmak ve aynı zamanda öğrencilerin mantıksal akıl yürütmelerini devreye sokarak kavramları derinlemesine anlamalarını sağlamaktır. Özellikle de öğrencilerde var olan kavramsal hatalar ve kavram yanılgılarının ortadan kaldırılması için farklı şekillerde etkinlikler düzenlenmiştir:

1. Etkinlik: Ders süresince 5E Modeli kullanılarak öğrencilere yüzme-batma durumları hakkında çeşitli sorular sorulmuş ve gruplar halinde tartışmaları istenmiştir. Öğrencilerin dikkatini çekmek adına sıraların üzerine farklı cins maddeler ve bir kap su konulmuştur. Bu etkinliğin amacı ise her maddenin yoğunluğunun birbirinden farklı oluşunu ve yüzme-batma durumlarının değişebileceğini keşfetmektir. Öğrenciler 5-6 kişilik gruplara rastgele ayrılmışlardır. Yoğunluk konusuna ilişkin deneylere başlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerini yoklamak ve dikkatlerini konuya çekmek için tahtaya doğru ve yanlış olan çeşitli cümleler yazılmıştır ve öğrencilerin kendi arasında tartışmaları istenmiştir. Örneğin;

“Patlamamış mısır suda yüzer?” Siz bu fikre katılıyor musunuz? ya da “Alüminyum folyo suda yüzer mi?” “Nedeni ne olabilir?” gibi. Ancak doğru cevaplar verilmemiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar tahtaya yazılmıştır ve sıraların üzerindeki malzemeler tanıtılmıştır. Bu deneyde farklı yoğunluğa sahip pinpon topu, strafor parçaları, patlamış mısır, patlamamış mısır, kuru üzüm, metal para, alüminyum folyo, bulaşık süngeri su dolu bir kaba sırasıyla bırakılmıştır ve yüzme-batma durumları keşfedilmiştir. Öğrenciler gruplar arası fikir alışverişi sonrasında deneylerden elde ettikleri sonuçları açıklamışlardır. Öğrencilerin ön bilgileri ortaya çıkarıldıktan sonra gerekli bilgiler öğrenciye aktarılmıştır. Öğrenciler deneyden elde ettikleri bilgilerle yeni fikirler oluşturmuşlardır. Örneğin; alüminyum folyonun yoğunluğunun az olmasından yola çıkarak uçak yapımında alüminyum folyo tercih edilmesi gibi. Öğrencinin fikirleri değerlendirildikten sonra genel bir açıklama yapılmıştır. Örneğin; “Su üzerinde yüzen cisimlerin yoğunlukları suyun yoğunluğundan küçüktür” ifadesi gibi. Deney sonucunda öğrenciler strafor gibi nesnelere parçalığımızda yine aynı yüzme davranışı gösterdiğini, bunun yanı sıra şekil özelliğinin değişmesinin yoğunluğu etkilemediği sonucunu gözlem yoluyla keşfetmişlerdir. Aynı zamanda nesnelere konumlarının, yatay ya da dikey halde olmalarının yüzme-batma durumunu etkilemeyeceğini kanıtlamışlardır.

2. Etkinlik: Bu etkinlikte TGA (Tahmin-Gözlem-Açıklama) ve soru-cevap tekniği kullanılmıştır. Bu etkinlikte öğrencilere bir kap su, 500 ml’lik pet şişe ve makas verilmiştir. Bu deneyin amacı maddelerin katı, sıvı ve gaz hallerinin yüzme-batma durumlarını nasıl değiştirdiği ve yüzen bir cisim nasıl batırabileceğimizi keşfetmektir. Öncelikle öğrencilerden makasla pet şişeye bir delik açtıklarında pet şişenin durumunun nasıl değişeceğine dair tahminlerini bir kâğıda yazmaları istenmiştir. Tahminler yazıldıktan sonra öğrenciler pet şişeyi delmeden suya bırakmışlardır ve gözlemlemişlerdir. Daha sonra pet şişede bir delik açarak, delik alta gelecek şekilde suya bırakmışlardır. Öğrenciler gözlemlerini yine kâğıda aktarmışlardır. Gözlemleri ile tahminleri sınıf içinde gruplarla tartışılmıştır. Bu iki durumun kıyaslaması yapılarak öğrenciler durumu açıklamaya çalışmışlardır. Deney grubunda hacim, kütle ve yoğunluk arasındaki orantısal ilişki üzerinde daha çok durarak deneyi yorumlamışlardır. Bu doğrultuda şişe delindiğinde ve delinmediğinde yüzme-batma durumlarının nasıl değiştiği kıyaslanmıştır. Deney sonucunda öğrenciler yüzen bir cismin içindeki havanın yerine su dolduğunda cismin yoğunluğunun arttığını ve bu nedenle de battığını keşfetmişlerdir.

3. Etkinlik: Bu etkinlikte bu sefer de batan bir cismin yüzmesini nasıl sağlayabileceğimizi ve suyun yoğunluğunun önemini kavramak planlanmıştır. 5E Modeli kullanılan bu etkinlikte bir kap su, tuz ve yumurta malzemeleri kullanılmıştır. Öğrencilerin bu malzemelerle dikkati çekildikten sonra öğrencilere suda batan bir yumurtanın yüzmesini nasıl sağlayabilecekleri sorulmuştur. Öğrenciler gruplar arasında tartıştıktan sonra yumurtalardan birini suya bırakmışlardır ve incelemişlerdir. Daha sonra yumurta sudan çıkarılarak içine tuz atılmıştır ve yumurta yeniden suya bırakılmıştır. Öğrenciler bulguları açıklamışlardır ve öğrencilere yüzme-batma durumlarının hangi koşullarda gerçekleşebileceği hakkında kısa bilgiler verilmiştir. Öğrencilere suyun yoğunluğunun 1g/cm^3 olduğu ve tuz eklendiğinde yoğunluğunun arttığı bilgisi verilmiştir. Öğrenciler bilgileri kavramsallaştırdıktan sonra günlük hayattan örnekler vermişlerdir. Örneğin; suda daha rahat yüzebilmek için tuz oranının fazla olmasının gerektiği gibi. Her basamakta ayrı ayrı değerlendirme yapıldıktan sonra genel bir değerlendirme yapılarak ders sona erdirilmiştir.

4. Etkinlik: Bu etkinlikte kütle ve hacim ölçümlerinin yapılması ve yoğunluk hesaplamalarının öğrenilmesi hedeflenmiştir. 5E modeli ve soru cevap tekniği kullanılmıştır ve öğrencilere dereceli silindir, hassas terazi, su bilye, toprak, taş verilmiştir. Öğrencilere cisimlerin yoğunluklarının doğrudan ölçülüp ölçülemediği sorulmuştur. Kütle ve hacim nedir ne ile ölçülür gibi sorular yöneltilmiştir. Önceden öğrenilmiş olan yüzme-batma durumlarının yoğunlukla bir ilgisi olup olmadığı sorulmuştur. Öğrenci tahminleri tahtaya yazılmıştır. Öğrencilere dereceli silindir ve hassas teraziyi nasıl kullanacakları hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra taş, toprak ve bilyenin kütle ve hacimleri ölçülmüştür. Başlangıç olarak 1 bilye ile işlem yaparken, sırasıyla bilye sayısı artırılarak hem kütle hem de hacim artışı birlikte değerlendirilmiştir. Bu durum her ikisinin de birlikte artıp birlikte azalan değerler olduğunu öğrencilerin keşfetmelerini sağlamıştır. Verileri kâğıda kaydeden öğrencilere ölçüm araçlarını kullanmaları konusunda destek verilmiştir. Öğrenciler dereceli silindir yardımıyla hacim ölçmeyi bilmedikleri için dereceli silindir içine atılan cismin sıvıyı yükseltme miktarının o cismin hacmine eş değer olduğu açıklanmıştır. Öğrencilerden buldukları verilerden yola çıkarak kütle/hacim hesaplaması yapmışlardır. Öğrencilere formüller, semboller ve birimler hakkında bilgi verilmiştir. Öğrenciler buldukları sonuçları birbirleri ile kıyaslamışlardır. Buldukları sonuçlarda ondalık sayılar ortaya çıktığı için problem çözme becerileri gelişmiştir ve deneysel gözlem yaptıkları için sonucu doğru bulma noktasında oldukça başarılı olmuşlardır. Yoğunluk

konusuna dair kütle ve hacim değişkenlerinin birbirleri ile ilişkisi daha iyi anlaşılmıştır. Deney grubunda öğrencilerin ondalık sayılarla işlem yaparken zorlandıkları noktalar üzerinde daha çok durulmuş ve ondalık sayılarla işlem yapmayı gerektiren başka sorular ve bu sorulara dair yorumlamalar üzerinde durulmuştur.

5. Etkinlik: Bu etkinlikte TGA ve soru-cevap yöntemi tercih edilmiştir. Bu deneyin amacı birbirine karışmayan sıvıların yoğunluklarının farklı olduğunu görsel anlamda keşfetmek ve aynı zamanda bu sıvıların içine atılan katı maddelerin nerede durduğunu ve yoğunlukları ile konumları arasında bir ilişki bulunup bulunmadığını keşfetmektir. Öğrencilere öncelikle “Birbirinden farklı sıvıları bir araya getirerek aynı kaba aktarırsak ne olur?” ve “Birbirinden farklı sıvıların bulunduğu kap içine katı cisimleri atarsak ne olur?” şeklinde sorular yöneltilmiştir ve tahminlerini kâğıda aktarmışlardır. Bu deneyde öğrenciler sırasıyla bal, reçel, nar ekşisi, süt, bulaşık deterjanı, su, kolonya ve zeytinyağını bir kaba sırasıyla ve yavaşça boşaltmışlardır. Grup içinde gözlemlerini tartıştıktan sonra genel bir tartışma yapılmıştır. Daha sonra bu sıvılar içine zar, pinpon topu, mısır ve madeni para atarak sıvı içindeki konumları tespit edilmiştir. Sıvılarla katıların yoğunlukları da kıyaslanmıştır. Gözlem sonrası tartışma yapılmıştır ve gözlemlerle tahminler arasında bağlantı kurularak açıklamalar değerlendirilmiştir. Deney grubunda bu farklı sıvıların yoğunluklarının kıyaslanması matematiksel olarak ifade edilmiş, farklı sıvıların yoğunluğunu gösteren grafik ve tablo etkinliklerine yer verilmiştir.

6. Etkinlik: Bu etkinlikte 5E modeli tercih edilmiştir. Öğrenciler için tahtaya bir şekil çizilmiştir ve “Buz suda yüzer mi?” şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Bu deneyin amacı buz katı madde olduğu için suyla buzun yoğunluk kıyaslamasında yapılan hataların düzeltilmesini sağlamaktır. Öğrencilerin dikkati çekildikten sonra öğrencilerin verdikleri cevaplar tahtaya yazılarak tartışılmıştır. Suyu atılan buzun durumu gözlemlenerek öğrenciler buzun yoğunluğunu keşfetmişlerdir. Bununla birlikte başlangıçtaki fikirleri ile deney arasında bir bağlantı kurmaya çalışmışlardır. Gerekli yerde teorik bilgi verilmiştir. Öğrencileri yönlendirmek için su moleküllerinin donarken birbirinden uzaklaştığı bilgisi verilmiştir. Öğrenciler tanecikli yapılara odaklanmaya çalışmışlardır. Bir önceki üniteye tanecikli yapı anlatıldığı için öğrenciler bilgileri hatırlamaktadır. Tanecikli yapı arasındaki boşluklar arttığında hacmin arttığını bildikleri için hacim yorumu yapabilen öğrenciler yoğunlukla hacim ilişkisini kurabilmişlerdir. Daha sonra buzun özel durumunun suda yaşayan canlıların hayatta kalması için gerekli olduğu konusunda fikirler derinleştirilmiştir.

Öğrenciler bu deney sonucunda maddeler hal değiştirdiğinde yoğunluklarının da değiştiğini ve suyun diğer sıvılardan farklı bir davranış sergilediğini keşfetmişlerdir.

7. Etkinlik: Öğrencilerin en çok zorlandıkları parçacık boyutu özelliğinden yola çıkarak öğrenciler yoğunluğun taneciklerle nasıl bir ilişkisi olduğunu kavramaya çalışmışlardır. Bu etkinlikte sadece soru-cevap tekniği kullanılmıştır ve öğrencilere bol soru sorulmuştur. Öğrenciler için tahtaya dikkat çekici farklı geometrik şekillerde içleri noktalı şekiller çizilmiştir. Öğrencilerin bu noktalarla maddenin tanecikleri arasında bağlantı kurmaları istenmiştir. “Hangi üçgenin kütlesi 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 gerçekleştirmişlerdir. Doğru orantı 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.

8. Etkinlik: Bu etkinlikte deney grubu öğrencilerine yoğunluğun matematiksel içeriğini, ondalık sayılarda daha çok problem çözmelerini, kütle/hacim oranını daha iyi anlamalarını sağlamak adına Yoğunluk Konusu Çalışma Kâğıdı dağıtılmıştır ve soru-cevap tekniği ile öğrencilerin soruları nasıl çözdükleri ve nasıl yorumladıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Her soruya ayrı bir süre verilmiştir ve öğrenci fikirleri her soru için sınıf ortamında tartışılmıştır. Sorular en son detaylı bir şekilde tahtada açıklanmıştır ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Soruların daha iyi anlaşılması için örnek etkinlik yapılmıştır. Öğrencilerden farklı oranlarda su ve portakal tadı içeren içeceklerin tatlarına bakmaları istenmiştir ve tatları ile su oranları hakkında fikir alışverişi yapılmıştır. Günlük hayattaki örneklerle matematikteki oran konusu arasında bir ilişki kurularak öğrencilerin ezber yapmadan konuyu daha iyi kavramaları hedeflenmiştir. Bu etkinlik sonrasında öğrencilerin dersi daha iyi kavradıkları gözlemlenmiştir.

Verilerin toplanması süresince hangi ölçme aracının hangi aşamada ve hangi gruplarda kullanıldığını gösteren bilgiler Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11. Ölçme Araçlarının Deney ve Kontrol Gruplarında Hangi Aşamada Kullanıldığını Gösteren Çizelge.

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği	X	X	X	X
Fene Yönelik Tutum Ölçeği	X	X	X	X
Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	X	X	X	X
Yoğunluk Konu Testi	X	X	X	X
Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu	X	X	-	-
Görüşme	X	X	-	-

3.5. Verilerin Analizi

3.5.1. Nicel 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 edilmiş ve yine program aracılığıyla kayıp verilerin yerine kayıp verinin ait olduğu maddenin ortalamasının atanması sağlanmıştır. Verilerin analizinde parametrik mi yoksa non-parametrik testlerin mi kullanılıp kullanılmayacağına karar vermek amacıyla veriler normallik testine tabi tutulmuştur. Katılımcı sayısının 29 ve 29'dan daha büyük olduğu durumlarda normalliğin belirlenebilmesi için Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors) testi kullanılır (Kalaycı, 2010). Bu çerçevede Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre verilerin normal dağılım gösterdiği görülmektedir ($Z = .818, p > .05$). Bu nedenle verilerin analiz edilmesinde parametrik testler kullanılmıştır.

Verilerin betimsel analizinde frekans (f), yüzde (%), aritmetik ortalama (\bar{X}) ve standart sapma (SS) kullanılmıştır. Deney grubunun ön test ve son testleri, kontrol grubunun ön test ve son testleri ve deney ve kontrol gruplarının son testleri arasında bir fark olup olmadığı ve eğer bir fark var ise bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenebilmesi için bağımlı örneklem t-testi ve bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farkın anlamlı çıkması durumunda, etki büyüklüğü eta-kare (η^2) değeri incelenmiştir. Elde edilen eta-kare değeri, etki büyüklük 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). Deney ve kontrol gruplarının son test puanları baz alınarak

öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları, fene yönelik tutumları ve matematik tutumları ile yoğunluk konusuna ilişkin akademik başarıları arasındaki ilişkinin yönü ve gücünün belirlenebilmesi için ise korelasyon analizi yapılmıştır. Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı'na ilişkin etki büyüklüğü $r = .10$ olması durumunda *küçük* (small) etkiye sahiptir ve toplam varyansın %1'ini açıklamaktadır; $r = .30$ olması durumunda *orta* (medium) etkiye sahiptir ve toplam varyansın %9'unu açıklamaktadır; $r = .50$ olması durumunda ise *geniş* (large) etkiye sahiptir ve toplam varyansın %25'ini açıklamaktadır (Field, 2009).

Araştırmada kullanılan ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında; ölçek madde analizlerinde toplam puan sıralamasına göre %27'lik alt-%27'lik üst gruplar arasında t-testi analizi ve madde-toplam korelasyon analizi ve Cronbach alfa güvenirlik katsayısı kullanılmıştır.

3.5.2. Nitel Veri Analizi

Bu çalışmada nitel veri toplama aracı olarak yoğunluk konusuna ilişkin açık uçlu soru formu ve görüşme soruları kullanılmıştır. Yoğunluğa ilişkin açık uçlu soru formunda öğrenci cevapları analiz edilirken cevapların doğruluğu, öğrencilerin yaptıkları açıklamaların niteliği, açıklamalarında kullandıkları kavramlar ve açıklamalarında yer alan hatalara ilişkin frekans ve yüzdeler belirlenmiştir. Ayrıca bu kategorilere ilişkin öğrenci alıntıları verilmiştir. Öğrenci cevaplarının doğruluğu ve açıklamaların niteliği analiz edilirken bir rubrik kullanılmıştır. Bu rubrik Kartal (2017) tarafından geliştirilen rubrikten uyarlanmıştır ve bu rubriğin kategorileri Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.12. Yoğunluğa İlişkin 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 Yanılgısı İçeren Açıklama
Doğru Cevap- Açıklama Yok
Yanlış Cevap/Cevap Yok

Öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin açık uçlu sorulara cevap verirken kullandıkları kavramlarda ve açıklamalarında yer alan hatalarda ilgili literatür göz önüne alınarak kategoriler belirlenmiş ve bu kategorilere ilişkin frekans ve yüzdeler hesaplanmıştır.

Öğrenci görüşmelerinden elde edilen veriler ilk olarak öğrenci ifadelerinde herhangi bir değişikliğe gidilmeden yazı ortamına aktarılmıştır. Her bir öğrenci için cevaplar ilk olarak

ayrı ayrı analiz edilmiş ve ardından öğrenci cevapları arasındaki benzerlik ve farklılıklara değinilmiştir. Görüşme yapılan öğrenci sayısı az olduğu için öğrenci cevaplarından doğrudan alıntılara oldukça fazla yer verilmiştir.



4. BULGULAR

Bu bölümde ortaokul öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon, fen ve matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konusuna ilişkin başarı gelişimleri nicel ve nitel araştırma yöntemlerinden elde edilen bulgular ile iki bölümde yorumlanmıştır. İlk bölümde nicel araştırma yöntemlerinden ön test- son test kontrol gruplu deneysel desende elde edilen bulgular grup içi ve gruplar arası olmak üzere iki boyutta ele alınmış ve gruplardan elde edilen bulguların yorumları ayrı ayrı başlıklar altında verilmiştir. Araştırmanın ikinci bölümünde ise deneysel çalışma öncesi ve sonrasında deney grubunun ön test son test verilerinden elde edilen ve deney grubu öğrencileri ile yapılan görüşmelerden elde edilen nitel bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Nicel Verilerden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda deney ve kontrol gruplarının fen öğrenmeye yönelik motivasyon, fene yönelik tutum, matematik tutumları ve yoğunluk konu testlerine ilişkin ön test ve son test bulguları yer almaktadır.

4.1.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum ön test puan ortalamalarına ilişkin bağımsız t-testi analiz sonuçları Tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ön Test Puanlarına İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Uygulama	Grup	n	\bar{X}	sd	t	p
Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum	Ön test	Deney Grubu	35	3,961	,412	1,284	,203
		Kontrol Grubu	37	3,827	,474		

Tablo 4.1'de ortaokul 6.sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum puanları incelendiğinde; deney ve kontrol grubu ön test puanları arasında deney grubu ön test puanları lehine ($\bar{X}_{Deney} - \bar{X}_{Kontrol} = ,134$) fark olmasına rağmen bu farkın istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($t=1,284$; $p>.05$). Başka bir ifadeyle deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum puanlarının farklı olmadığı ve grupların bu anlamda denk oldukları söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum ön test puan ortalamalarına ilişkin bağımsız t-testi analiz sonuçları Tablo 4.2’ de verilmiştir.

Tablo 4.2. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Matematik Dersine Yönelik Tutum Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız t-Testi Analiz Sonuçları.

	Uygulama	Grup	n	\bar{X}	sd	t	p
Matematik Dersine Yönelik Tutum	Ön test	Deney Grubu	35	3,825	,809	2,028	,056
		Kontrol Grubu	37	3,355	1,123		

Tablo 4.2’de ortaokul öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum puanları incelendiğinde; deney ve kontrol grubu ön test puanları arasında deney grubu lehine ($\bar{X}_{Deney} - \bar{X}_{Kontrol} = ,470$) fark olmasına rağmen bu farkın istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($t=2,028$; $p>.05$). Başka bir ifadeyle deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum puanlarının farklı olmadığı ve grupların bu anlamda denk oldukları söylenebilir.

4.1.2. Deney Grubu Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon (araştırma yapmaya, performansa, iletişime, işbirlikli çalışmaya ve katılıma yönelik motivasyon), fen bilimleri ve matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konusundaki başarı düzeyi ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin analiz sonuçları Tablo 4.3 ile Tablo 4.6 arasında verilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon (araştırma yapmaya, performansa, iletişime, işbirlikli çalışmaya ve katılıma yönelik motivasyon) düzeyi ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.3. Deney Grubu Ön Test- Son Test Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon ve Alt Bileşenlerine İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Grup	Uygulama	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	Deney Grubu	Ön Test	35	4,105	,407	4,228	,000*	1,013
		Son Test	35	4,493	,357			
Araştırma Yapmaya Yönelik Motivasyon	Deney Grubu	Ön Test	35	3,933	,654	6,059	,000*	1,448
		Son Test	35	4,709	,382			
Performansa Yönelik Motivasyon	Deney Grubu	Ön Test	35	3,954	,696	1,965	,054	-
		Son Test	35	4,314	,830			
İletişime Yönelik Motivasyon	Deney Grubu	Ön Test	35	4,142	,627	1,660	,102	-
		Son Test	35	4,382	,580			
İşbirlikli Çalışmaya Yönelik Motivasyon	Deney Grubu	Ön Test	35	4,128	,556	2,064	,043*	,494
		Son Test	35	4,371	,417			
Katılıma Yönelik Motivasyon	Deney Grubu	Ön Test	35	4,609	,520	,837	,405	-
		Son Test	35	4,704	,426			

* $p<.05$

Tablo 4.3'te deney grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik ön test ve son test motivasyon puanları incelendiğinde, motivasyon son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Sontest}} - \bar{X}_{\text{Öntest}} = ,388$) istatistiki olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t=4,228$; $p<.05$). Başka bir ifadeyle matematiksel muhakeme becerilerinin ön plana çıkarılarak öğretimin yapıldığı deney grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları olumlu bir şekilde gelişim göstermiştir.

Fen öğrenmeye yönelik motivasyonu oluşturan alt faktörler incelendiğinde ise araştırmaya ($t=6,059$; $p<.05$) ve işbirlikli çalışmaya ($t=2,064$; $p<.05$) yönelik motivasyon puanları son test puanları lehine anlamlı bir şekilde gelişim göstermektedir. Ayrıca, fen öğrenmeye ve alt bileşenlerinden araştırma yapmaya yönelik motivasyon son test puanları lehine ortaya çıkan anlamlı farklılıkların *büyük* bir etki büyüklüğüne sahip olduğu, işbirlikli çalışmaya yönelik son test motivasyon puanlarında ortaya çıkan farkın ise *orta* düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir.

Deney grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Deney Grubu Ön Test- Son Test Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Puanlarına İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Grup	Uygulama	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum	Deney Grubu	Ön Test	35	3,961	,412	4,344	,000*	1,039
		Son Test	35	4,365	,364			

* $p<.05$

Tablo 4.4'te matematik destekli konu öğretiminin gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum puanları incelendiğinde, son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Sontest}} - \bar{X}_{\text{Öntest}} = ,404$) anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($t=4,344$; $p<.05$).

Ayrıca, ortaya çıkan bu anlamlı farkın *büyük* bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle deney grubu öğrencilerinin öğretim sürecinde matematik destekli yoğunluk konusunun öğretimi ile öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarının olumlu bir şekilde değiştiği görülmektedir.

Deney grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Deney Grubu Ön Test- Son Test Matematik Dersine Yönelik Tutum Puanlarına İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Grup	Uygulama	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Matematik Dersine Yönelik Tutum	Deney Grubu	Ön Test	35	3,825	,809	3,103	,003*	,742
		Son Test	35	4,372	,657			

*p<,05

Tablo 4.5’te matematik destekli konu öğretiminin gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum puanları incelendiğinde, son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Sontest}} - \bar{X}_{\text{Öntest}} = ,547$) anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($t=3,103$; $p<,05$). Ayrıca, ortaya çıkan bu anlamlı farkın *büyük* bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle deney grubu öğrencilerinin öğretim sürecinde yoğunluk konusunun matematik destekli olarak öğretilmesi sonucunda öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarının da olumlu bir şekilde değiştiği söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerinin yoğunluk konusundaki başarılarına yönelik ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Deney Grubu Ön Test- Son Test Başarı Testi Puanlarına İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Grup	Uygulama	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Yoğunluk Konusuna İlişkin Başarı Testi	Deney Grubu	Ön Test	35	10,428	2,615	17,595	,000*	4,206
		Son Test	35	18,514	,742			

*p<,05

Matematik destekli konu öğretiminin gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin yoğunluk konusundaki akademik başarılarına ilişkin değişim Tablo 4.6’da verilmiştir. Bu tabloya göre deney grubu öğrencilerinin son test puanları lehine bir farkın olduğu ($\bar{X}_{\text{Sontest}} - \bar{X}_{\text{Öntest}} = 8,086$) ve bu farkın da istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($t=17,595$; $p<,05$). Ayrıca ortaya çıkan istatistiki farkın *büyük* bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir ($d=4,206$). Başka bir ifadeyle deney grubu öğrencilerinin öğretim sürecinde yoğunluk konusunun matematik destekli olarak öğretilmesi, öğrencilerin bu konudaki akademik başarılarını artırdığı şeklinde yorumlanabilir.

4.1.3. Kontrol Grubu Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon (araştırma yapmaya, performansa, iletişime, işbirlikli çalışmaya ve katılıma yönelik motivasyon), fen bilimleri ve matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konusundaki başarı düzeyi ön test-son

test puan ortalamalarına ilişkin analiz sonuçları Tablo 4.7 ile Tablo 4.10 arasında verilmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon (araştırma yapmaya, performansa, iletişime, işbirlikli çalışmaya ve katılıma yönelik motivasyon) düzeyi ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Kontrol Grubu Ön Test- Son Test Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon ve Alt Bileşenlerine İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Grup	Uygulama	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Fen Öğrenmeye	Kontrol	Ön Test	37	3,882	,423	5,136	,000*	1,196
Yönelik Motivasyon	Grubu	Son Test	37	4,410	,459			
Araştırma Yapmaya	Kontrol	Ön Test	37	3,716	,712	5,466	,000*	1,271
Yönelik Motivasyon	Grubu	Son Test	37	4,495	,494			
Performansa	Kontrol	Ön Test	37	3,610	,742	4,387	,000*	1,021
Yönelik Motivasyon	Grubu	Son Test	37	4,378	,762			
İletişime Yönelik	Kontrol	Ön Test	37	3,918	,624	3,295	,002*	,767
Motivasyon	Grubu	Son Test	37	4,394	,617			
İşbirlikli Çalışmaya	Kontrol	Ön Test	37	4,081	,661	,942	,349	-
Yönelik Motivasyon	Grubu	Son Test	37	4,229	,695			
Katılıma Yönelik	Kontrol	Ön Test	37	4,342	,600	1,645	,104	-
Motivasyon	Grubu	Son Test	37	4,558	,527			

Öğretim programı kazanımları çerçevesinde öğretim etkinliklerinin yürütüldüğü kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik ön test ve son test motivasyon puanları incelendiğinde, motivasyon son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Sontest}} - \bar{X}_{\text{Öntest}} = ,528$) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t=5,136$; $p<.05$). Başka bir ifadeyle normal öğretim sürecinin takip edildiği kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarında olumlu bir değişimin meydana geldiği söylenebilir. Fen öğrenmeye yönelik motivasyonu oluşturan alt faktörler incelendiğinde ise araştırmaya ($t=5,466$; $p<.05$), performansa ($t=4,387$; $p<.05$) ve iletişime ($t=3,295$; $p<.05$) yönelik motivasyon puanlarının da son test puanları lehine anlamlı bir şekilde değiştiği görülmektedir. Ayrıca, fen öğrenmeye ve alt bileşenlerinden araştırmaya, performansa yönelik motivasyon son test puanları lehine ortaya çıkan anlamlı farklılıkların *büyük* etkiye, iletişime yönelik motivasyon puanlarında ortaya çıkan farkın ise *orta* düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Kontrol Grubu Ön Test- Son Test Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Puanları t-Testi Analiz Sonuçları.

	Grup	Uygulama	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum	Kontrol Grubu	Ön Test	37	3,827	,474	4,993	,000*	1,162
		Son Test	37	4,349	,423			

*p<,05

Kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum puanları incelendiğinde, son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Sontest}} - \bar{X}_{\text{Öntest}} = ,522$) anlamlı bir farkın oluştuğu görülmektedir ($t=4,993$; $p<,05$). Ayrıca, ortaya çıkan bu anlamlı farkın *büyük* etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir ($d=1,162$). Yoğunluk konusunun öğretim programı kazanımları çerçevesinde öğretilmesi ile kontrol grubu öğrencilerinin de fen bilimleri dersine yönelik tutumlarının olumlu bir şekilde değiştiği görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Kontrol Grubu Ön Test- Son Test Matematik Dersine Yönelik Tutum Puanları t-Testi Analiz Sonuçları.

	Grup	Uygulama	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Matematik Dersine Yönelik Tutum	Kontrol Grubu	Ön Test	37	3,355	1,123	,310	,757	-
		Son Test	37	3,439	1,199			

*p<,05

Kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum puanları incelendiğinde, son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Sontest}} - \bar{X}_{\text{Öntest}} = ,084$) anlamlı bir fark olmasına rağmen bu farkın istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($t=,310$; $p>,05$). Kontrol grubunda öğretim programı kazanımlarına paralel olarak gerçekleştirilen öğretim süreci sonunda öğrencilerin matematiksel işlemlere ya da matematik konularına yönelik tutumlarında bir değişimin olmadığı söylenebilir. Kontrol grubunun yoğunluk konusunda geliştirilen başarı testi ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Kontrol Grubu Ön Test-Son Test Başarı Testi Puanlarına İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Grup	Uygulama	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Yoğunluk Konusuna İlişkin Başarı Testi	Deney Grubu	Ön Test	37	8,918	3,200	9,991	,000*	2,323
		Son Test	37	15,621	2,531			

*p<,05

Kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluk konusundaki akademik başarılarına ilişkin değişimi Tablo 4.10’da verilmiştir. Bu tabloya göre kontrol grubu öğrencilerinin son test puanları

lehine bir farkın olduğu ($\bar{X}_{\text{Sontest}} - \bar{X}_{\text{Öntest}} = 6,703$) ve bu farkın da istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($t=9,991$; $p<.05$). Ayrıca ortaya çıkan farka ilişkin etki büyüklüğünün *büyük* olduğu görülmektedir ($d=2,323$). Başka bir ifadeyle kontrol grubu öğrencilerinin öğretim sürecinde yoğunluk konusunun program içeriğine paralel olarak öğretilmesi sonucunda, öğrencilerin bu konudaki akademik başarılarının da arttığı söylenebilir.

4.1.4. Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon (araştırma yapmaya, performansa, iletişime, işbirlikli çalışmaya ve katılıma yönelik motivasyon), fen bilimleri ve matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konusundaki başarı düzeyi ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin analiz sonuçları Tablo 4.11 ile Tablo 4.14 arasında verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeyleri ön test-son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve alt bileşenlerine ilişkin deney ve kontrol grubu son test puanlarına ait t-testi analiz sonuçları.

	Uygulama	Grup	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	Son Test	Deney Grubu	35	4,493	,357	,852	,397	-
		Kontrol Grubu	37	4,410	,459			
Araştırma Yapmaya Yönelik Motivasyon	Son Test	Deney Grubu	35	4,709	,382	2,047	,044*	,484
		Kontrol Grubu	37	4,495	,494			
Performansa Yönelik Motivasyon	Son Test	Deney Grubu	35	4,314	,830	,341	,734	-
		Kontrol Grubu	37	4,378	,762			
İletişime Yönelik Motivasyon	Son Test	Deney Grubu	35	4,382	,580	,083	,934	-
		Kontrol Grubu	37	4,394	,617			
İşbirlikli Çalışmaya Yönelik Motivasyon	Son Test	Deney Grubu	35	4,371	,417	1,041	,302	-
		Kontrol Grubu	37	4,229	,695			
Katılıma Yönelik Motivasyon	Son Test	Deney Grubu	35	4,704	,426	1,290	,201	-
		Kontrol Grubu	37	4,558	,527			

Öğretim programı kazanımları çerçevesinde öğretim etkinliklerinin yürütüldüğü kontrol grubu ve matematik destekli konu öğretiminin gerçekleştirildiği deney grubu son test motivasyon puanları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon son test puanlarının kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek bir ortalama puana sahip oldukları görülmektedir ($\bar{X}_{\text{Deney}} - \bar{X}_{\text{Kontrol}} = ,083$). Fakat bu farkın istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($t = ,852$; $p > ,05$). Başka bir ifadeyle normal öğretim sürecinin takip edildiği kontrol grubu ile matematik destekli öğretimin yapıldığı deney grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarında meydana gelen değişim arasında bir farklılık olmadığı söylenebilir.

Fen öğrenmeye yönelik motivasyonu oluşturan alt faktörler incelendiğinde ise sadece araştırmaya yönelik motivasyon puanlarında deney grubu son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Deney}} - \bar{X}_{\text{Kontrol}} = ,214$) anlamlı bir şekilde değişim görülmektedir ($t = 2,047$; $p < ,05$). Deney grubu son test puanları lehine ortaya çıkan bu anlamlı farklılığın *orta* düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, performansa ($t = ,341$; $p > ,05$), iletişime ($t = ,083$; $p > ,05$), işbirlikli çalışmaya ($t = 1,041$; $p > ,05$) ve katılıma yönelik ($t = 1,290$; $p > ,05$) motivasyon alt bileşenlerinde deney ve kontrol grubu son testleri arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Son Test Puanlarına İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Uygulama	Grup	n	\bar{X}	sd	t	p
Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum	Son Test	Deney Grubu	35	4,365	,364	,173	,863
		Kontrol Grubu	37	4,349	,423		

Tablo 4.12’de ortaokul 6.sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutum puanları incelendiğinde; deney ve kontrol grubu son test puanları arasında deney grubu son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Deney}} - \bar{X}_{\text{Kontrol}} = ,016$) fark olmasına rağmen bu farkın istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($t = ,173$; $p > ,05$). Başka bir ifadeyle deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öğretim sürecinde fen bilimleri dersine yönelik tutum puanlarında meydana gelen değişimler arasında önemli bir farklılığın olmadığı söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum son test puan ortalamalarına ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.13’te verilmiştir.

Tablo 4.13. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Matematik Dersine Yönelik Tutum Son Test Puanlarına İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Uygulama	Grup	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Matematik Dersine Yönelik Tutum	Son test	Deney Grubu	35	4,372	,657	4,063	,000*	,965
		Kontrol Grubu	37	3,439	1,199			

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum son test puanları incelendiğinde; deney grubu son test puanları lehine ($\bar{X}_{\text{Deney}} - \bar{X}_{\text{Kontrol}} = ,933$) istatistiki olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($t=4,063$; $p<.05$). Başka bir ifadeyle deney grubunda kullanılan matematik destekli fen öğretiminin matematiksel işlemlere ya da matematiksel konulara ilişkin tutumlarının olumlu bir gelişim gösterdiği söylenebilir. Ayrıca ortaya çıkan bu farka ilişkin etki büyüklüğünün *büyük* bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($d=,965$).

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluk konusundaki akademik başarılarının son test puan ortalamaları açısından t-testi analiz sonuçları Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Başarı Testi Puanlarına İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları.

	Uygulama	Grup	n	\bar{X}	sd	t	p	cohen d
Yoğunluk Konusuna İlişkin Başarı Testi	Son Test	Deney Grubu	35	18,514	,742	6,499	,000*	1,551
		Kontrol Grubu	37	15,621	2,531			

* $p<.05$

Öğretim etkinlikleri sonunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test başarı puan ortalamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin ortalama puanlarının kontrol grubu öğrenci puanlarına göre daha yüksek olduğu ($\bar{X}_{\text{Deney}} - \bar{X}_{\text{Kontrol}} = 2,893$) görülmektedir. Deney grubu öğrenci puanları lehine olan bu farkın istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($t=6,499$; $p<.05$). Ortaya çıkan bu fark *büyük* etki büyüklüğüne sahiptir. ($d=1,551$).

Matematik destekli fen konusunun öğretildiği deney grubunun başarı gelişiminin kontrol grubu öğrencilerinin başarı gelişimlerinden daha fazla olduğu söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon, fen ve matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konusuna ilişkin başarı son test puanları arasındaki ilişkiye ilişkin korelasyon analiz sonuçları Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Deney Grubu Son Test Puanlarına İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları (n=35).

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	p	1	,196	-,050	,117	,148	,091	-,107	,126	,856*
(2) Araştırma Yapmaya Yönelik Motivasyon	p		1	,095	,547*	,351*	,261	,636*	,432*	,196
(3) Performansa Yönelik Motivasyon	p			1	,441*	-,054	,458*	,230	,006	-,050
(4) İletişime Yönelik Motivasyon	p				1	,118	,375*	,474*	,475*	,117
(5) İşbirlikli Çalışmaya Yönelik Motivasyon	p					1	,083	,241	,302	,148
(6) Katılıma Yönelik Motivasyon	p						1	,329	,254	,091
(7) Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum	p							1	,505*	-,107
(8) Matematik Dersine Yönelik Tutum	p								1	,126
(9) Başarı Testi	p									1

*p<,05

Tablo 4.15 incelendiğinde orta okul deney grubu öğrencilerinin yoğunluk konusundaki başarıları ile fen öğrenmeye yönelik motivasyonları arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=,856$; $p<,05$). Bu durum bize öğrenci başarısı ile fen öğrenmeye yönelik motivasyonları arasında bir ilişkinin olduğunu ve herhangi birindeki değişimin diğerinde de aynı oranda olacağını göstermektedir. Fen öğrenmeye yönelik motivasyon dışındaki diğer değişkenlerin ise yoğunluk konusundaki öğrenci başarısı arasında herhangi bir yönde ilişkisinin olmadığı görülmüştür. Matematik dersine yönelik tutum ile araştırmaya ($p=,432$; $p<,05$) ve iletişime ($p=,475$; $p<,05$) yönelik motivasyon arasında pozitif yönlü bir korelasyonun, fen bilimleri dersine yönelik tutum ile araştırmaya ($p=,636$; $p<,05$) ve iletişime ($p=,474$; $p<,05$) yönelik motivasyon arasında pozitif yönlü bir korelasyonun olduğu görülmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon, fen ve matematik dersine yönelik tutum ve yoğunluk konusuna ilişkin başarı son test puanları arasındaki ilişkiye ilişkin korelasyon analiz sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Kontrol Grubu Son Test Puanlarına İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları (n=37).

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1) Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon	p	1	-,024	,082	,237	,067	-,142	,092	-,095	,763*
(2) Araştırma Yapmaya Yönelik Motivasyon	p		1	,361*	,603*	,427*	,454*	,492*	,075	-,024
(3) Performansa Yönelik Motivasyon	p			1	,422*	,222	,593*	,104	-,005	,082

Tablo 4.16 (devam):

(4) İletişime Yönelik Motivasyon	p	1	,550*	,413*	,398*	,310	,237
(5) İşbirlikli Çalışmaya Yönelik Motivasyon	p		1	,328*	,315	,166	,067
(6) Katılıma Yönelik Motivasyon	p			1	,196	,333*	,142
(7) Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum	p				1	,204	,092
(8) Matematik Dersine Yönelik Tutum	p					1	,095
(9) Başarı Testi	p						1

*p<,05

Tablo 4.16 incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları ile yoğunluk konusundaki başarıları arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=,763$; $p<,05$). Öğrenci başarısı ile fen öğrenmeye yönelik motivasyonları arasında bu doğrusal ilişkiye bağlı olarak herhangi birindeki bir birimlik değişimin diğerinde de aynı oranda olacağını göstermektedir. Fen öğrenmeye yönelik motivasyon dışındaki diğer değişkenlerin ise yoğunluk konusundaki öğrenci başarısı arasında herhangi bir yönde bir ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Matematik dersine yönelik tutum ile katılıma ($p=,333$; $p<,05$) yönelik motivasyon arasında pozitif yönlü bir korelasyonun, fen bilimleri dersine yönelik tutum ile araştırmaya ($p=,492$; $p<,05$) ve iletişime ($p=,398$; $p<,05$) yönelik motivasyon arasında pozitif yönlü bir korelasyonun olduğu görülmektedir.

4.2. Nitel Verilerden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda yoğunluğa ilişkin açık uçlu soru formu ve görüşmelerden elde edilen verilere ilişkin bulgular yer almaktadır.

4.2.1. Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formundan Elde Edilen Bulgular

Yoğunluk konusuna ilişkin 17 adet açık uçlu soru ile öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin soruları cevaplama sürecinde bilgi veya inançlarının ve çözümlerini veya cevaplarını etkileyen faktörlerin açığa çıkarılması ile cevapların detaylı bir biçimde analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu kısımda, deney grubunun uygulama öncesinde ve sonrasında açık uçlu sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular yer almaktadır. Deney grubunda yer alan öğrencilerin 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 14., 15., ve 17. sorunun b bölümündeki sorulara ön test ve son testte verdikleri cevapların doğruluğu ve

açıklamalarının niteliğine ilişkin bulgular Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de verilmiştir. 13. ve 16. sorular ise öğrencilerin doğru sıralamayı bulmalarına yönelik sorular olduğu için ayrı bir tabloda gösterilmiştir. 17. sorunun a bölümünde öğrencilerin ondalıklı sayılarda bölme işlemi yaparken kullandıkları matematiksel işlemlere yönelik bir soru olduğu için yine farklı bir tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Deney Grubunun Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunda Ön Teste Verdikleri Cevaplara İlişkin Frekans ve Yüzdeler.

	Doğru Cevap Doğru ve Tam Açıklama		Doğru Cevap Doğru ancak Eksik ve Yetersiz Açıklama		Doğru Cevap Yanlış / Kavram Yanılıgısı İçeren Açıklama		Doğru Cevap Açıklama Yok		Yanlış Cevap /Cevap Yok	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	3	8,6	13	37,1	2	5,7	1	2,9	16	45,7
2	4	11,4	4	11,4	9	25,7	2	5,7	16	45,7
3	6	17,1	1	2,9	4	11,4	0	0	24	68,6
4	9	25,7	6	17,1	8	22,9	0	0	12	34,3
5	8	22,9	4	11,4	3	8,6	0	0	20	57,1
6	1	2,9	3	8,6	4	11,4	0	0	27	77,1
7	7	20	8	22,9	5	14,3	0	0	15	42,9
8	7	20	1	2,9	13	37,1	0	0	14	40
9a	6	17,1	6	17,1	0	0	0	0	23	65,7
9b	9	25,7	10	28,6	7	20	3	8,6	6	17,1
10	4	11,4	8	22,9	21	60	0	0	2	5,7
11	12	34,3	8	22,9	0	0	0	0	15	42,9
12	8	22,9	12	34,3	13	37,1	0	0	2	5,7
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	5	14,3	4	11,4	23	65,7	0	0	3	8,6
15	3	8,6	3	8,6	5	14,3	4	11,4	20	57,1
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17b	4	11,4	0	0	1	2,9	4	11,4	26	74,3

Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de öğrencilerin cevaplarına ilişkin açıklamalarına dair bulgular incelendiğinde birinci soruda ön testte doğru cevap verenlerin büyük çoğunluğunun cevaplarını açıklamaları istendiğinde eksik ya da yetersiz açıklamalarda buldukları (%37,1) ya da yanlış cevap verdikleri (%45,7) görülmektedir. Son testte ise eksik veya yetersiz açıklamada bulunan öğrencilerin sayısı büyük oranda azalırken doğru ve tam açıklamada bulunan öğrencilerin oranı %57,1’e yükselmiştir.

Tablo 4.18. Deney Grubunun Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunda Son Testte Verdikleri Cevaplara İlişkin Frekans ve Yüzdeler.

	Doğru Cevap Doğru ve Tam Açıklama		Doğru Cevap Doğru ancak Eksik ve Yetersiz Açıklama		Doğru Cevap Yanlış / Kavram Yanılışı İçeren Açıklama		Doğru Cevap Açıklama Yok		Yanlış Cevap /Cevap Yok	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	20	57,1	1	2,9	4	11,4	0	0	10	28,6
2	17	48,6	5	14,3	9	25,7	1	2,9	3	8,6
3	16	45,7	3	8,6	6	17,1	0	0	10	28,6
4	25	71,4	9	25,7	1	2,9	0	0	0	0
5	27	77,1	6	17,1	1	2,9	0	0	1	2,9
6	11	31,4	5	14,3	7	20	0	0	12	34,3
7	20	57,1	3	8,6	3	8,6	0	0	9	25,7
8	18	51,4	2	5,7	2	5,7	0	0	13	37,1
9a	16	45,7	8	22,9	0	0	0	0	11	31,4
9b	12	34,3	14	40	2	5,7	1	2,9	6	17,1
10	16	45,7	5	14,3	13	37,1	0	0	1	2,9
11	28	80	4	11,4	0	0	0	0	3	8,6
12	30	85,7	2	5,7	3	8,6	0	0	0	0
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	15	42,9	4	11,4	15	42,9	0	0	1	2,9
15	19	54,3	1	2,9	2	5,7	2	5,7	11	31,4
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17b	19	54,3	2	5,7	3	8,6	1	2,9	10	28,6

İkinci soruda öğrencilere bir bloğun suda yüzdüğü bilgisi verilmiştir. Bloğun içinde boşluk açıldığında ve tekrar suya atıldığında yüzme-batma durumunun nasıl değiştiği sorulmuştur. Tablo 4.17 incelendiğinde ön testte öğrencilerin %11,4'ü doğru ve tam açıklama yaparken, %11,4'ü sorulara eksik cevaplar vermiş, %25,7'sinin cevabı doğru olsa da açıklamalarında yanlış ya da kavram yanılığı içeren ifadeler yer almıştır. Yanlış cevap veren öğrenci yüzdesi ise %45,7 olarak bulunmuştur. Son testte ise yanlış cevap veren öğrencilerin sayısı 3'e düşerken tam ve doğru bir açıklama ile doğru cevap verenlerin sayısı 17'ye yükselmiştir.

Üçüncü soruda öğrencilere aynı maddeden yapılmış ve biri diğerinden daha yassı şekilli olan iki bloktan birinin suda battığı bilgisi verilmiştir. Bu bilgiden yola çıkarak diğer bloğun suda yüzme-batma durumunu belirtmeleri istenmiştir. Tablo 4.17 ve Tablo 4.18 incelendiğinde, öğrencilerin doğru ve tam açıklama yapma yüzdeleri son testte artarken (%45,7), yanlış cevap verme veya cevap vermeme yüzdelerinin azaldığı (%28,6) görülmektedir.

Dördüncü soruda öğrencilerin bir blok ters çevrildiğinde, bloğun yüzme-batma durumunu değerlendirmeleri istenmiştir. Tablo 4.18 incelendiğinde son testte öğrencilerin büyük bir kısmı (%71,4) uygulama sonrasında tam ve doğru açıklama yapabilecek bir yeterliliğe ulaşmıştır. Ayrıca son testte cevap vermeyen ya da yanlış cevap veren hiçbir öğrenci kalmamıştır.

Beşinci soruda öğrencilerin bir blok yan yatırıldığında, bloğun yüzme-batma durumunun nasıl değişeceğine ilişkin cevap ve açıklamaları incelendiğinde, ön testte öğrencilerin yarısından fazlasının bu soruya ya yanlış cevap verdiği ya da cevap vermediği görülmektedir (%57,1). Doğru cevap veren 15 öğrenciden 8'i tam ve doğru açıklama yaparken geri kalan öğrenciler doğru cevap vermiş olsalar da ya yetersiz açıklamada bulunmuşlar (f=4) ya da açıklamalarında hata ve yanlışlara yer vermişlerdir (f=3). Son testte ise öğrencilerin dörtte üçünden fazlası (f=27) doğru ve tam açıklamalarda bulunarak soruyu doğru cevaplamışlardır. Yanlış cevap veren veya cevap vermeyenlerin yüzdesi ise %2,9'a düşmüştür.

Altıncı soruda öğrencilere yarısına kadar taş ile dolu bir kabın suda battığı bilgisi verilmiştir. Bu kabın diğer yarısı dolgu köpük ile doldurulduğunda, kabın sudaki yüzme-batma durumunun nasıl değişeceğine ilişkin cevaplarının ve yaptıkları açıklamaların frekans ve yüzdeleri Tablo 4.17'de incelendiğinde, ön testte yalnızca bir öğrenci doğru ve tam açıklama yaparken, %8,6'sı sorulara eksik ve yetersiz cevaplar vermiş, %11,4'ü kavram yanlışları içeren cevaplar vermiş, %77,1'i de yanlış cevap vermiş ya da hiç cevap vermemiştir. Doğru cevap vererek açıklama yapmayan öğrenci yoktur. Son testte ise tam ve doğru açıklama yapan öğrenci sayısı ile doğru cevap vermesine rağmen eksik açıklamada bulunan veya açıklamalarında hata ve yanlış bulunan öğrencilerin de sayısı artmıştır.

Yedinci soruda öğrencilere bir konteynırın içindeki suya bırakılan D bloğunun battığı bilgisi verilmiştir. Bu bloğun daha büyük konteynır içindeki daha fazla suya bırakıldığında yüzme-batma durumunun nasıl değişeceğine ilişkin öğrenci cevap ve açıklamalarına dair frekans ve yüzdeler Tablo 4.17'de incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %20'si doğru ve tam açıklama yaparken, %22,9'u sorulara eksik ve yetersiz cevaplar vermiş, %14,3'ü kavram yanlışları içeren cevaplar vermiş, %42,9'u yanlış cevap vermiş veya hiç cevap vermemiştir. Son testte ise doğru ve tam açıklamada bulunan öğrencilerin sayısı artmış

(%57,1), eksik veya hata içeren açıklama yapan ve yanlış cevap veren ya da cevap vermeyen öğrenci sayıları azalmıştır.

Sekizinci soruda öğrencilere su içerisinde askıda kalan (tamamı suyun içinde kalacak şekilde yüzen) bir cisme ait bir şekil ve yağın su üzerinde durduğu ikinci bir şekil verilmiştir. Üçüncü şekilde ise içerisinde sadece yağ bulunan bir kap verilmiş ve öğrencilere cismin yağ içinde batma-yüzme durumu sorulmuştur. Tablo 4.17 incelendiğinde ön testte öğrencilerin %20'sinin doğru ve tam açıklama yaptığı, %2,9'unun sorulara eksik ve yetersiz cevaplar verdikleri, %37,1'isinin kavram yanlışları içeren cevaplar verdiği ve %40'ının da yanlış cevap verdiği ya da hiç cevap vermediği görülmektedir. Uygulama sonrasında doğru ve tam açıklama yapan öğrencilerin sayısı artmıştır (%51,4). Ancak sekizinci soruda yanlış cevap veren veya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısının azalma oranının kendinden önceki sorulardaki azalma oranından az olduğu dikkat çekmiştir.

Dokuzuncu soru iki alt soru içermektedir. “a” şıkında öğrencilerden yoğunluğu kendi ifadeleriyle tanımlamaları, “b” şıkında ise bir maddenin yoğunluğunun değişip değişmeyeceğini açıklamaları istenmiştir. Tablo 4.17'ye göre dokuzuncu sorunun a şıkında ön testte öğrencilerin %17,1'i doğru ve tam açıklama yaparken, %17,1'i sorulara eksik ve yetersiz cevaplar vermiştir. Öğrencilerin %65,7'si hiç cevap vermeyen ya da yanlış cevaplar ve açıklamalar yazan öğrencilerden oluşmuştur. Tablo 4.18'e göre, son testte ise öğrencilerin yarıya yakını (%45,7) tam ve doğru açıklamalar yaparak yoğunluğu tanımlamışlardır. Deney grubundaki öğrenciler yoğunluğu tanımlarken formül, tanım veya şekillerden faydalanmışlardır. Öğrencilerin kullandıkları bu temsil biçimlerinin frekans ve yüzdeleri Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19. Deney Grubunun Ön Testte ve Son Testte 9a Sorusuna Verdikleri Cevaplarda Kullandıkları Temsillerin Frekans ve Yüzdeleri.

	Ön Test		Son Test	
	f	%	f	%
Sadece tanım içeren açıklama	31	88,6	28	80
Formül ve tanım içeren açıklama	2	5,7	2	5,7
Sadece formül içeren açıklama	1	2,9	4	11,4
Şekil ve tanım içeren açıklama	-	-	1	2,9
Açıklama yok	1	2,9	-	-

Tablo 4.19 incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %88,6'sının sadece tanım yapmayı tercih ettiği görülmektedir. Öğrencilerin %5,7'si formül ve tanımı birlikte kullanmış, %2,9'u ise

sadece formül kullanmıştır. Bir öğrenci ise hiçbir açıklama yapmamıştır. Son testte ise öğrenciler yine büyük çoğunlukla ($f=28$, %80) sadece tanım yapmayı tercih etmişlerdir. Ayrıca son testte bir öğrenci ön testten elde edilen bulgulardan farklı olarak şekil ve tanımı bir arada kullanmıştır.

Dokuzuncu sorunun “b” bölümünde öğrencilere bir maddenin yoğunluğunun değişip değişmeyeceğine yönelik bir soru sorulmuş ve öğrencilerden açıklama yapmaları istenmiştir. Tablo 4.17 ve Tablo 4.18 incelendiğinde ön testte öğrencilerin %25,7’si doğru ve tam açıklama yaparken, %28,6’sı sorulara eksik ve yetersiz cevaplar vermiş, %20’si doğru cevap vermiş ancak yanlış açıklamalarda bulunmuştur. Öğrencilerin %8,6’sı doğru cevap vermiş ancak açıklama yapmamıştır. Yanlış cevap veren ve açıklama yapmayan öğrenci yüzdesi ise %17,1’dir. Son testte ise %34,3’ü doğru ve tam açıklama yaparken, %40’ı sorulara eksik ve yetersiz cevaplar vermiş, %5,7’si doğru cevap vermiş ancak yanlış açıklamalarda bulunmuştur. Öğrencilerin %2,9’u doğru cevap vermiş ancak açıklama yapmamıştır. Öğrencilerin bu soruya ilişkin açıklamalarında bundan önceki sorulara nazaran daha az gelişme gösterdikleri söylenebilir.

Deney grubunda yer alan öğrencilerin dokuzuncu sorunun “b” şikkına dair cevaplarını açıklarken kullandıkları temsillere dair frekans ve yüzdeler Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. Deney Grubunun Ön Testte ve Son Testte 9b Sorusuna Verdikleri Cevaplarda Kullandıkları Temsillerin Frekans ve Yüzdeleri.

	Ön Test		Son Test	
	f	%	f	%
Sadece tanım içeren açıklama	30	85,7	33	94,3
Şekil ve tanım içeren açıklama	-	-	1	2,9
Açıklama yok	5	14,3	1	2,9

Tablo 4.20 incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %85,7’si sadece tanımlama yapmayı tercih etmişlerdir. Şekil, formül kullanan öğrenci yoktur. Açıklama yapmayan 5 öğrenci (%14,3) vardır. Son testte de durum çok değişmemiştir öğrencilerin neredeyse tamamına yakını (%94,3) sadece tanımları kullanmıştır.

Onuncu soruda öğrencilere su dolu bir kabın içindeki batmış bir cisim verilmiştir. Bu cismin yüzebilmesi için herhangi bir özelliğin değiştirilip değiştirilmediği, değiştiriliyorsa hangi özelliği nasıl değiştireceklerine ilişkin açıklamalarının frekans ve yüzdeleri Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de verilmiştir. Ön testte öğrencilerin %11,4’ü doğru ve tam açıklama yaparken, %22,9’u sorulara eksik ve yetersiz cevaplar vermiştir, %60’ı kavram yanılgıları

içeren cevaplar vermiştir ve iki öğrenci (%5,7) ise hiç cevap vermemiştir. Son testte en büyük artış tam ve doğru açıklamada bulunan öğrenciler kategorisinde gerçekleşmiştir. Son testte öğrencilerin %45,7'si doğru ve tam açıklama yaparken, %14,3'ü sorulara eksik ve yetersiz cevaplar vermiş, %37,1'i kavram yanlışları içeren cevaplar vermiş, 1 öğrenci (%2,9) hiç cevap vermemiştir.

On birinci soruda öğrencilere aynı materyalden aynı miktar kullanılarak yapılmış bir top ve bir küp verilmiştir. Öğrencilerin top ve küpün yoğunlukları hakkındaki düşünceleri sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 4.17 ve Tablo 4.18'de verilmiştir. Ön testte öğrencilerin %34,3'ü doğru ve tam açıklama yaparken, %22,9'u sorulara eksik ve yetersiz cevaplar vermiştir. Öğrencilerin %42,9'u ise yanlış cevap veren ya da cevap vermeyen öğrencilerden oluşmuştur. Son testte soruya cevap vermeyen ya da yanlış cevap veren öğrencilerin sayısı 3'e düşmüş ve tam ve doğru açıklama yapan öğrenci yüzdesi ise iki katına çıkmıştır.

On ikinci soruda öğrencilere iki adet cisim ve bir sıvının yoğunluklarını temsil eden noktalı küpler modeli verilmiştir. Öğrencilerden bu noktalı küpler modelini inceleyerek cisimlerin sıvı içerisindeki konumlarını çizmeleri ve çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin 12. soruya dair yaptıkları açıklamaların frekans ve yüzdeleri Tablo 4.17 ve Tablo 4.18'de verilmiştir. Ön testte öğrencilerin %22,9'unun doğru ve tam açıklama yaptığı, %34,3'ünün sorulara eksik ve yetersiz cevaplar verdiği, %37,1'inin yanlış ya da kavram yanlışlığı içeren cevap verdiği görülmektedir. Öğrencilerin %5,7'si ise açıklama yapmamıştır. Son testte ise doğru ve tam açıklama yapan öğrencilerin sayısı neredeyse dört katına çıkmıştır. Son testte yanlış cevap veren veya cevap vermeyen hiçbir öğrenci kalmamıştır.

On üçüncü soruda öğrencilere 100 g kütleli X, Y ve Z maddelerinin hacim grafiği verilmiştir. Bu sütun grafiğine göre, öğrencilerden maddelerin yoğunluklarını büyükten küçüğe sıralamaları istenmiştir. Yoğunluk sıralamasını doğru ve yanlış yapan öğrencilerin frekans ve yüzdeleri Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Deney Grubunun Ön Testte ve Son Testte On Üçüncü Soruya Verdikleri Doğru ve Yanlış Cevapların Frekans ve Yüzdeleri.

	Ön Test		Son Test	
	f	%	f	%
Doğru sıralama	8	22,9	29	82,9
Yanlış sıralama	27	77,1	6	17,1

Tablo 4.21 deney grubu öğrencilerinin doğru sıralama yüzdelerinin %22,9'dan %82,9'a yükseldiğini, yanlış sıralama yüzdelerinin ise %77,1'den %17,1'e düştüğünü göstermektedir.

On dördüncü soruda öğrencilere bir X sıvısının içinde dengede duran A ve B maddeleri verilmiştir. X sıvısından daha az yoğun bir sıvıya bırakıldıklarında cisimlerin nasıl görüneceğini çizerek açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin on dördüncü soruya dair yaptıkları açıklamaların frekans ve yüzdeleri Tablo 4.17 ve Tablo 4.18'de verilmiştir. Ön testte öğrencilerin çoğunlukla (f=23, %65,7) kavram yanlılığı içeren açıklamalar yaptığı görülmüştür. Doğru cevap veren öğrencilerden yalnızca 5 tanesi doğru ve tam bir açıklamada bulunmuşlardır. Son testte ise kavram yanlılığı içeren açıklamalarda bulunan öğrenci sayısı ile tam ve doğru açıklama yapan öğrenci sayısı eşittir.

On beşinci soruda öğrencilere 4 ayrı kapta çeşitli sıvılar verilmiştir. Öğrencilere “Aynı hacimdeki farklı cins sıvıların yoğunlukları aynı mıdır?” sorusunun cevabını bulmak için kaplardan hangi ikisi seçilmelidir? şeklinde bir soru yöneltilmiş ve öğrencilerden cevaplarını açıklamaları istenmiştir. Tablo 4.17 ve Tablo 4.18'e göre, tam ve doğru açıklama yapan öğrencilerin yüzdesinin %8,6'dan (f=3) %54,3'e (f=19) yükseldiği ve yanlış cevap veren veya cevap vermeyen öğrenci yüzdesinin ise %57,1'den (f=20) %31,4'e (f=11) azaldığı görülmektedir.

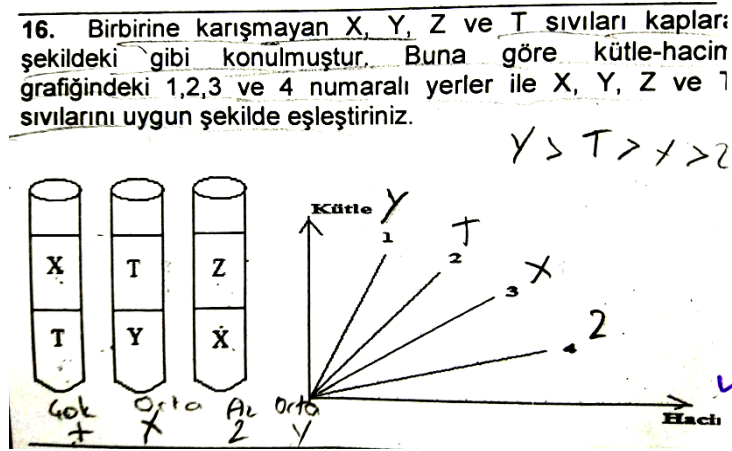
On altıncı soruda öğrencilere birbirine karışmayan X, Y, Z ve T sıvıları verilmiştir. Bu sıvıların konumlarını dikkate alarak öğrencilerden kütle-hacim grafiğindeki 1 ,2 ,3 ve 4 numaralı grafikleri bu sıvılar ile eşleştirmeleri istenmiştir. Bu soruda öğrencilerden sadece eşleştirmeleri istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22. Deney Grubunun Ön Testte ve Son Testte On Altıncı Soruya Verdikleri Doğru ve Yanlış Cevapların Frekans ve Yüzdeleri.

	Ön Test		Son Test	
	f	%	f	%
Doğru cevap	4	11,4	19	54,3
Yanlış cevap	31	88,6	16	45,7

Tablo 4.22'ye göre ön testte öğrencilerin %11,4'ü sıvılarla grafikteki numaraları doğru eşleştirmiştir ve cevap olarak Y>T>X>Z sıralamasını yazmışlardır. Öğrencilerin %88,6'sı ise yanlış eşleştirme yapmıştır. Son testte ise öğrencilerin doğru eşleştirme oranı neredeyse beş katına çıkmış ve öğrencilerin %54,3'ü sıvılarla grafikteki numaraları doğru, %45,7'si

ise yanlış eşleştirme yapmıştır. Şekil 4.1’de bir öğrencinin son testte yaptığı eşleştirme gösterilmiştir.



Şekil 4.1. D6'nın 16. Soruya Verdiği Cevap.

Öğrencinin cevabı incelendiğinde $Y > T > X > Z$ sıralaması yaparak sıvıların yoğunluk sıralamasını doğru tespit etmiştir. Aynı zamanda bulduğu yoğunluk sıralaması ile kütle-hacim grafiğindeki numaralarla sıvıları da doğru eşleştirmiştir. Öğrencinin aynı hacimde kütlesi fazla olan sıvının yoğunluğunun da kütle ile doğru orantılı olarak fazla olacağını tespit ettiği söylenebilir.

On yedinci sorunun “a” şikkında ise öğrencilere kütlesi ve hacmi sayısal bir değer olarak verilen A cisminin yoğunluğunu bulmaları istenmiştir. Öğrencilerin on yedinci sorunun “a” bölümünde yaptıkları işlemlerin doğruluğuna ilişkin frekans ve yüzdeleri Tablo 4.23’te verilmiştir.

Tablo 4.23. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin 17a Sorusuna Verdikleri Cevapların Doğruluğuna İlişkin Frekans ve Yüzdeler.

	Ön Test		Son Test	
	f	%	f	%
Doğru cevap	12	34,3	28	80
Yanlış cevap	23	65,7	7	20

Tablo 4.23 incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %34,3’ü kütle/hacim formülünü kullanarak işlemleri doğru yapmıştır ve sonucu bulmuştur. Öğrencilerin %65,7’si ise işlemleri yanlış çözmüş ve hatalı sonuç bulmuşlardır. Son testte öğrencilerin %80’i doğru sonucu bulmuştur. Bu işlemler yanlış yapıldığı takdirde on yedinci sorunun “b” bölümü de bu işlemlerle bağlantılı olduğu için yanlış yorumlanabilir.

Öğrencilerin A cisminin yoğunluğunu hesaplarırken kullandıkları stratejiler Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.24. DeneY Grubunda Yer Alan Öğrencilerin 17a Sorusunu Cevaplarken Kullandıkları Stratejiler.

	Ön Test		Son Test	
	f	%	f	%
Ondalık sayıları doğrudan bölme	14	40	13	37,1
Ondalık sayıyı tam sayıya çevirerek bölme	5	14,3	19	54,3
Yanlış İşlem/İşlem Yok	16	45,7	3	8,6

Tablo 4.24 incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %40'ı ondalık sayıları bölerken tam sayıya çevirmeden doğrudan bölme işlemini kullanırken, %14,3'ü ise ondalık sayıları tam sayıya çevirdikten ve virgöl kaydırma işlemi yaptıktan sonra işlem yapmışlardır. Öğrencilerden %45,7'si ise yanlış işlem yaparak soruyu cevaplamıştır ya da boş bırakmıştır. Bu oran son testte %8,6'ya düşmüştür. Son testte ondalık sayıyı tam sayıya çevirme işlemini yapan öğrenci sayısı artmıştır. Ön testte öğrenciler henüz yoğunluk konusuna ilişkin sınıf içerisinde bir eğitim almadıkları için üç öğrenci cismin yoğunluğunu bulmaya çalışırken hacmi kütleyle bölmüştür. Buradan öğrencilerin henüz bir eğitim almamış olsalar bile yoğunluğun kütle ve hacim ile ilişkili olduğuna dair bir ön bilgiye sahip oldukları söylenebilir. Şekil 4.2'de doğru çözüm yapan D34 öğrencisinin yaptığı işlem gösterilmiştir.

17. a) Hacmi 10 cm^3 , kütlesi $12,2 \text{ g}$ olan A cisminin yoğunluğunu bulunuz.

$$\begin{array}{r} 12,2 \\ \underline{-100} \\ 220 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 122 \overline{)100} \\ \underline{-100} \\ 220 \\ \underline{-200} \\ 200 \\ \underline{-200} \\ 0 \end{array}$$

b) Yukarıda yoğunluğunu hesapladığınız...

Şekil 4.2. D34'ün 17a Sorusuna Verdiği Cevap.

Şekil 4.2 incelendiğinde, öğrencinin 12,2 sayısını 10 sayısına bölerken hem payı hem de paydayı 10 ile genişleterek 12,2 sayısındaki virgülden kurtularak bölme işlemini yaptığı görülmektedir.

On yedinci sorunun "b" şıkkı ise "a" şıkkı ile bağlantılıdır. "a" şıkkında A cisminin yoğunluğu bulunduktan sonra, A cisimi "b" şıkkında verilen K, L, M ve N sıvıları içine atıldığında hangi sıvılarda batacağı sorulmuştur. Buna göre; "a" şıkkında A cisminin yoğunluğu doğru bulunamazsa "b" şıkkında verilecek cevap da etkilenmektedir.

Öğrencilerin 17b sorusuna verdikleri cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 4.25'te verilmiştir.

Tablo 4.25. Denei Grubunda Yer Alan Öğrencilerin 17b Sorusunu Cevaplarken Kullandıkları Stratejiler.

	Ön Test		Son Test	
	f	%	f	%
Doğru cevap	9	25,7	25	71,4
Yanlış cevap	26	74,3	10	28,6

Tablo 4.25 incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %25,7'si A cisminin hangi sıvılarda batabileceğini doğru belirleyebilmişken, %74,3'üne bakıldığında, bazılarının işlem hatasından dolayı bazılarının da işlemi doğru yaptıkları halde yanlış yorum yaptıkları için doğru cevabı veremedikleri görülmektedir. Son testte öğrencilerin %71,4'ü ise soruları doğru cevaplamıştır.

Öğrencilerin 17b sorusuna dair yaptıkları açıklamaların frekans ve yüzdeleri ise Tablo 4.17 ve Tablo 4.18'de verilmiştir. Öğrencilerin ön testte çoğunlukla (f=26, %74,3) bu soruya yanlış cevap verdikleri ya da cevap vermemeyi tercih ettikleri görülmektedir. Son testte ise öğrencilerin yarısından fazlası verdikleri cevaplar için tam ve doğru açıklama yapmayı başarmışlardır. 17b sorusuna tamamen doğru cevap veren öğrencilerden biri olan D24'ün cevabı Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

17. a) Hacmi 10 cm^3 , kütlesi $12,2 \text{ g}$ olan A cisminin yoğunluğunu bulunuz.

Cevap = $1,22$

b) Yukarıda yoğunluğunu hesapladığınız A cismi, tabloda yoğunlukları verilen K, L, M ve N sıvılarının içine atılıyor. Buna göre A cismi hangi sıvılarda batar? Açıklayınız.

Sıvılar	Yoğunluk (g/cm^3)
K	3
L	1,63
M	1,02
N	0,91

K'da yüzer çünkü K A'dan daha yoğun A'yı taşıyabilir.
L'de yüzer çünkü yoğunluğu L'ninkinden azdır.
M'de batar çünkü yoğunluğu M'ninkinden fazladır.
N'de batar çünkü yoğunluğu daha fazladır.

Şekil 4.3. D24'ün 17b Sorusuna Verdiği Cevap.

D24 öğrencisinin verdiği cevap incelendiğinde, öğrenci hem A cisminin yoğunluğunun bulunmasında kullandığı işlem basamaklarını doğru yapmış, hem de bulduğu sonuçtan

yola çıkararak A cisminin M ve N sınılarından daha yoğun olduğunu ifade ederek cismin bu sınıflarda batacağını belirtmiştir.

Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de yer alan soruların doğru cevaplanma yüzdeleri genel olarak incelendiğinde, doğru cevap veren öğrenci sayısının en çok altıncı soruda arttığı görülmektedir. Bu soruda öğrencilerin eşit hacimli kaplarda kütle artışının yoğunluğu da arttırdığı bilgisini kavradığı ve farklı değişkenler arasında bağlantı kurabildikleri sonucuna ulaşılabilir. Kavram yanılgıları içeren cevaplar ise en çok dördüncü soruda azalma göstermiştir (%2,9). Öğrencilerin bu soru ile şekil ve boyut değişimlerinin maddenin yüzme-batma durumunu etkilemeyeceğini kavradıkları söylenebilir. Yanlış cevap veren ya da cevap yazmayan öğrenciler incelendiğinde, beşinci soruda %57,1’den %2,9’a büyük bir azalma miktarı görülmektedir. Bu soruda cismin konumunun değişmesinin yüzme-batma durumunu etkilemeyeceğinin öğrenciler tarafından genel olarak anlaşıldığı ifade edilebilir.

Öğrencilerin yoğunluk konusuna ilişkin açık uçlu sorulara verdikleri cevaplara dair gerekçelerini kullandıkları kavramlar da incelenmiştir.

Tablo 4.26 ve Tablo 4.27 deney grubunda yer alan öğrencilerin ön test ve son testte 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 14., 15., 17. sorulara cevap verirken kullandıkları kavramlara dair frekans analizini vermektedir.

Tablo 4.26. Deney Grubunun Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunda Ön Testte Cevap Verirken Kullandıkları Kavramlara Dair Frekans Analizi.

	Hal değişimi/ Kuvvet		Yoğunluk/Kütle/Hacim		Maddenin Yapısı/Özelliği/ Ağırlığı		Tanecikler/Şekil/ Boyut		Tanım/Açıklama Yok	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	0	0	8	22,9	26	74,3	0	0	1	2,9
2	1	2,9	8	22,9	25	71,4	0	0	1	2,9
3	1	2,9	8	22,9	11	31,4	15	42,9	0	0
4	2	5,7	5	14,3	15	42,9	12	34,3	1	2,9
5	2	5,7	5	14,3	9	25,7	18	51,4	1	2,9
6	2	5,7	4	11,4	21	60	5	14,3	3	8,6
7	3	8,6	18	51,4	10	28,6	4	11,4	0	0
8	1	2,9	13	37,1	18	51,4	1	2,9	2	5,7
9a	1	2,9	11	31,4	9	25,7	13	37,1	1	2,9
9b	6	17,2	12	34,3	6	17,1	8	22,9	5	14,3
10	1	2,9	15	42,9	15	42,9	4	11,4	0	0
11	0	0	1	2,9	21	60	7	20	6	17,1
12	0	0	15	42,9	13	37,1	5	14,3	2	5,7
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	0	0	24	68,6	8	22,9	0	0	3	8,6
15	0	0	21	60	6	17,1	1	2,9	7	20

Tablo 4.26 (devam):

16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17b	0	0	15	42,9	2	5,7	0	0	18	51,4

Tablo 4.27. Deney Grubunun Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunda Son Testte Cevap Verirken Kullandıkları Kavramlara Dair Frekans Analizi.

	Hal değişimi/ Kuvvet		Yoğunluk/Kütle/Hacim		Maddenin Yapısı/Özelliği/ Ağırlığı		Tanecikler/Şekil/ Boyut		Tanım/Açıklama Yok	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	0	0	13	37,1	21	60	1	2,9	0	0
2	0	0	15	42,9	17	48,6	2	5,7	1	2,9
3	0	0	18	51,4	13	37,1	4	11,4	0	0
4	1	2,9	14	40	17	48,6	3	8,6	0	0
5	0	0	15	42,9	12	34,3	8	22,9	0	0
6	0	0	20	57,1	15	42,9	0	0	0	0
7	0	0	22	62,9	12	34,3	1	2,9	0	0
8	0	0	30	85,7	5	14,3	0	0	0	0
9a	0	0	9	25,7	9	25,7	17	48,6	0	0
9b	7	20	13	37,1	6	17,1	8	22,9	1	2,9
10	1	2,9	24	68,6	8	22,9	1	2,9	1	2,9
11	0	0	5	14,3	27	77,1	3	8,6	0	0
12	0	0	29	82,9	1	2,9	5	14,3	0	0
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1	2,9	28	80	5	14,3	0	0	1	1
15	0	0	27	77,1	5	14,3	0	0	3	8,6
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17b	0	0	30	85,7	3	8,6	0	0	2	5,7

Tablo 4.26 ve Tablo 4.27'den görüldüğü üzere öğrenciler birinci soruda ön testte de son testte de çoğunlukla maddenin özelliğine ilişkin kavramları kullanmayı tercih etmişlerdir. Ayrıca son testte yoğunluk, kütle ve hacim kavramlarını tercih eden öğrencilerin sayısı da artmıştır (%37,1). Ön testte sadece bir öğrenci cevabını gerekçelendiremezken son testte cevabına ilişkin açıklama yapamayan hiçbir öğrenci kalmamıştır. Öğrencilerin geneline bakıldığında öğrenci açıklamalarında, öğrencilerin “yüzen madde zaten yüzer” ya da “ikisi de suda yüzen maddelerdir” gibi yoğunluk, kütle ya da hacimle ilgili olmayan sadece madde özelliğinden bahsedilen açıklamalar yaptığı görülmüştür.

Deney grubu öğrencilerinin ikinci soruda ön testte açıklamalarında kullandıkları kavramlara dair frekans analizi sonuçları Tablo 4.26'da incelendiğinde, öğrencilerin %2,9'u (f=1) suyun cisme kuvvet uygulayacağını düşündüğü için cismin batacağını açıklamıştır. Cisimlerin yüzme-batma durumlarını maddenin yapısı ile ilişkilendiren

öğrenciler ($f=25$) ise maddenin aynı cins madde olduğundan veya bloğun içinde açılan boşluktan su dolacağını iddia ederek cismin batacağını ifade etmişlerdir. Son testte ise hiçbir öğrenci kuvvetten bahsetmemiştir. Öğrenciler son testte bu soruya cevap verirken çoğunlukla maddenin özelliklerinden veya moleküler yapıdan bahsetmişlerdir. Son testte öğrencilerin %48,6'sı ($f=17$) yeni şekildeki cismin de aynı maddeden yapıldığına değinmiştir.

Deney grubu öğrencilerinin üçüncü soruyu cevaplarken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin genellikle A ve B bloklarının şekilleri ile ilgilendiği görülmüştür. Öğrencilerin %42,9'u B bloğunun yassı ya da ince olduğu için yüzeceğini düşünmüştür. Şekil ve boyut özellikleri değiştiğinde cismin yüzme-batma durumunun değişebileceğini düşündükleri söylenebilir. Öğrencilerin %31,4'ü ise B'nin daha hafif olduğu için batacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin %22,9'u B'nin daha az yoğun olduğunu, hacminin az olduğunu, kütlelerinin az olduğunu, kapladığı alanın az olduğunu ya da hacminin fazla olduğunu ifade ederek soruyu yorumlamışlardır. Öğrencilerin %2,9'u ($f=1$) ise suyun kaldırma kuvvetinin B cismini kaldıracağını açıklamıştır. Son teste dair bulgular incelendiğinde ise deney grubunun açıklamalarında daha çok yoğunlukla ilgili yorum yaptıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin %51,4'ü yoğunluğun değişmediğini sadece şekil/boyut özelliklerinin değiştiğini ifade etmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin %37,1'i cisimlerin yüzme-batma durumlarının maddenin özelliğinden ya da yapısından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Tanecikli yapı ya da şekil/boyut özelliklerinden bahseden öğrencilerin yüzdesi ise %11,4'tür. Ön test ve son test bulguları karşılaştırıldığında uygulamadan önce öğrencilerin çoğunlukla yüzme-batmayı şekille ilişkilendirdikleri uygulama sonunda da çoğunlukla yoğunlukla ilişkilendirdikleri söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerinin dördüncü soruyu cevaplarken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %42,9'u maddelerin aynı madde olduğundan veya ağırlığından bahsetmişlerdir. Cismin şekline değinen öğrencilerden (%34,3) bir kısmı cismin şeklinin sivri uçlu olmasının batmasını sağlayacağını ya da şeklin önemli olmadığını ifade etmiştir. Öğrencilerin %14,3'ü yoğunluğun değişmediğinden bahsederken öğrencilerin %5,7'si ise cisme kuvvet uygulanmadığı için batmayacağını ifade etmiştir. Son testte ise öğrencilerin %48,6'sı maddenin özelliği değişmediği için cismin yüzeceğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %40'ı yoğunluğu değişmediği için cismin yüzeceğini ifade etmiştir. Üç öğrenci (%8,6) şekli değişmediği için cismin yüzeceğini ifade etmişlerdir. Bir

öğrenci (%2,9) ise cismin kendisine kuvvet uygulanmadığı için yine yüzeceğini belirtmiştir. Ön test ve son test bulguları birlikte incelendiğinde öğrencilerin cismin şekline odaklanan açıklamalarının azaldığı söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerinin beşinci soruyu açıklarken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, öğrencilerin ön testte yarısından fazlasının (%51,4, f=18) blokların dik olması, yüzeylerinin geniş olması, yassı olması gibi ifadelerle yüzmeye-batma durumunu açıklamaya çalıştığı görülmüştür. Öğrencilerin %25,7'si blokların ters çevrilse bile aynı madde olduğundan ya da madde türünün aynı olduğundan, yan yatan şeklin ağırlığından, hafifliğinden, aynı tür oldukları için blokların ağırlıklarının da aynı oluşundan bahsetmişlerdir. Öğrencilerin %14,3'ü her iki blok için de kütlenin, hacmin ve yoğunluğun aynı olmasından bahsetmişlerdir. Öğrencilerin %5,7'si suyun kaldırma kuvvetinden ve cisme uygulanan kuvvetten bahsetmişlerdir. Son testte ise öğrencilerin %42,9'u maddenin ters çevrilse bile yoğunluk özelliğinin değişmeyeceğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %34,3'ü maddenin cinsi değişmediği için aynı özellikleri göstererek batacağını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %22,9'u cismin sadece durumunun, konumunun değiştiğini, yatay şekilli olmasının batma özelliğini değiştirmediğini ifade etmiştir. Yoğunluktan bahseden öğrenci sayısı son testte artış göstermiştir.

Deney grubu öğrencilerinin altıncı soruya cevap verirken açıklamalarında kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %60'ı dolgu köpüğü ve taşın özelliklerinden ya da ağır ve hafif olmasından bahsetmişlerdir. Öğrencilerin %14,3'ü ise dolgu köpüğünün içinde bulunan hava taneciklerinin cismi yüzdüreceğini ifade etmiştir. Öğrencilerin %11,4'ü yoğunluk, hacim ya da kütle hakkında yorum yapmışlardır. Öğrencilerin %5,7'si suyun kaldırma kuvvetinin dolgu köpüğünü kaldıracağını düşünmüştür. Son test bulgularına bakıldığında ise öğrenci açıklamalarının çoğunlukla yoğunluk (%57,1) ve madde özelliği (%42,9) kategorilerinde toplandığı görülmektedir.

Deney grubu öğrencilerinin yedinci soruya cevaplarırken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %51,4'ü suyun yoğunluğu, D cisminin yoğunluğu, suyun hacmi, su miktarının ya da kütlenin artması gibi ifadelerle yüzmeye-batma durumunu açıklamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin %28,6'sı maddelerin özelliklerinin değişmemesi ya da suyun ağırlığının artması, D'nin hafif olması gibi ifadeler kullanmışlardır. Öğrencilerin %11,4'ü ise kabın büyüklüğü, alanı gibi özelliklerin D cismini yüzdüreceğini düşünmüştür ve %8,6'sı ise suyun kaldırma kuvvetinin D cismini yüzdüreceğini

düşünmüştür. Son testte açıklamalarında yoğunluktan bahseden öğrencilerin (%62,9) bir kısmı su miktarı arttıkça yoğunluğun arttığını ya da değişmediğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %34,3'ü madde özelliğinin, su miktarının artmasıyla değişmeyeceğini yazmışlardır. Öğrencilerin son testte açıklamalarında yoğunluğa daha çok yer verdikleri görülmektedir.

Deney grubundaki öğrencilerin sekizinci soruyu cevaplarken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %51,4'ü yağ ve suyun özelliklerinden, yağın hafif oluşundan, suyun yağa göre ağır oluşundan bahsederek açıklamalarda bulunmuşlardır. Öğrencilerin %37,1'i ise yağın yoğunluğunu su ve A bloğu ile kıyaslayarak az yoğun ya da çok yoğun şeklinde yorumlarda bulunmuşlardır. Bir öğrenci (%2,9) yağın kaldırma kuvvetinden bahsederken, yine başka bir öğrenci ise yağın taneciklerinin çok olmasından dolayı A bloğunun yağ içinde batacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin %5,7'si ise açıklama yapmamıştır. Son testte ise öğrencilerin kullandıkları kavramlar yoğunluk ve madde özellikleri kategorilerinde toplanmıştır. Öğrencilerin %85,7'si yüzme-batma durumlarının açıklanmasında A bloğu, yağ ve su maddelerinin yoğunluklarını kıyaslayarak açıklama yapmışlardır. Öğrencilerin %14,3'ü yağ ve suyun özelliklerinden bahsetmiştir.

Öğrencilerin dokuzuncu sorunun a şikkında yoğunluğu tanımlarken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %37,1'i yoğunluğu ifade ederken tanecikli yapılardan, taneciklerin sıkışıklığından, tanecik miktarlarından bahsetmişlerdir. Yine öğrencilerin %31,4'ü yoğunluğu tanımlarken yoğunluk, kütle ve hacim ilişkisini dikkate alarak açıklama yapmışlardır. Öğrencilerin %25,7'si yoğunluğu maddelerin bir özelliği olarak ya da ağırlıkla ilişkilendirerek açıklamışlardır. Yalnızca bir öğrenci (%2,9) maddenin hallerinden bahsetmiştir. Son testte ise açıklama yapmayan ve hal değişiminden bahseden hiçbir öğrenci kalmadığı görülmektedir. Öğrencilerin yarıya yakını yoğunluğu tanecikleri ve tanecik yapısını dikkate alarak tanımlamışlardır.

Öğrencilerin dokuzuncu sorunun b şikkına cevap verirken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerden 3 tanesi hal değişimlerinin, maddelerin katıdan gaz, gazdan sıvıya geçişlerinin, ısıtılma ve soğutulma işlemlerinin yoğunluğu değiştirebileceğini ifade ederken, 3 tanesi ise bir maddeye kuvvet uygulansa bile maddenin yoğunluğunun değişmeyeceğinden bahsetmiştir. Öğrencilerin %34,3'ü kütle ve hacim değişimlerinin yoğunluğu değiştirebileceğinden, %17,1'i maddelerin kendine ait olan özelliklerinden, sıkıştırılabilir olmasından ve %22,9'u maddelerin tanecik özelliklerinin

değişiminden ya da şekil değişikliğinden bahsetmiştir. Son testte ise açıklama yapmayan öğrencilerin sayısı azalmış ancak öğrencilerin kullandıkları kavramlar ve bu kavramların kullanılma sıklığı neredeyse hiç değişiklik göstermemiştir.

Öğrencilerin onuncu soruya cevap verirken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %42,9'u suyun ve topun yoğunluklarının, hacimlerinin ve kütlelerinin değiştirilebileceğini ifade etmiştir. Cismin ve suyun sahip olduğu özelliklerden ve topun ağırlığının değişebileceğinden bahseden öğrenci yüzdesi de %42,9'dur. Öğrencilerin %2,9'u hal değişimi ile cismin yüzebileceğini ifade etmiş ve %11,4'ü topun şeklinin değiştirilmesinden bahsetmiştir. Son testte öğrencilerin %68,6'sı hem suyun hem de suyun içine atılan cismin yoğunluklarının, hacimlerinin ve kütlelerinin değiştirilmesi üzerine fikir yürütmüşlerdir. Öğrencilerin %22,9'u ise cisimlerin sahip oldukları özellikler, hafif ya da ağır olmaları ile ilgili olarak yüzmeye-batma durumunun açıklanabileceğini, %2,9'u hal değişimi ile cismin yüzebileceğini ve yine %2,9'u tanecikli yapının değiştirilebileceğini belirtmiştir. Yoğunlukla ilgili olarak yapılan açıklamaların sayısı son testte artmıştır.

Öğrencilerin on birinci soruya dair açıklamalarında kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %60'ı maddelerin yapısından veya ağırlığından bahsetmişlerdir. %20'si topun ve küpün şeklinin yüzmeye-batma durumlarını etkileyeceğini, %2,9'u hacim bilgisi verilmediği için bir fikrinin olmadığını ifade etmiştir ve %17,1'i ise açıklama yazmamıştır. Son testte ise tüm öğrenciler bu soru için bir açıklamada bulunmuştur. Öğrencilerin %77,1'i maddelerin aynı olması ve aynı miktarlarda olmasından dolayı yoğunluklarının aynı olduğunu ifade etmiştir. Yoğunluk, kütle veya hacim kavramlarını kullanan öğrencilerden bazıları hacimlerinin aynı olmasından dolayı yoğunluklarının da aynı olduğunu ifade ederken diğerleri ise hacim ve yoğunluk bilgisi verilmediği için yorum yapamayacağını belirtmiştir. Son olarak üç öğrenci (%8,6) ise şeklin maddenin yoğunluğunu etkilemeyeceğini, bu nedenle yoğunluklarının aynı olduğunu ifade etmiştir.

Öğrencilerin on ikinci soruyu açıklarken kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %42,9'u A ve B şekillerinin sudaki konumlarını açıklarken kütle, hacim ve yoğunluklarını kıyaslamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin %37,1'i A ve B cisimlerinin sıvı, katı, gaz olması ile ilgili olarak yorum yapmışlardır veya ağırlıkları hakkında yorum yazmışlardır. Öğrencilerin %14,3'ü tanecikli yapıları kıyaslamıştır ya da şekilleri hakkında yorum yapmıştır. Öğrencilerin %5,7'si açıklama yazmamıştır. Son testte ise tüm öğrenciler açıklama yapmış ve açıklama yapan öğrencilerin %82,9'u A ve B cisminin sıvı içindeki

konumlarının yoğunlukla ilgili olduğunu ifade etmişlerdir. %14,3'ü tanecikli yapılardan dolayı yüzme-batma durumunun gerçekleştiğini ifade etmiştir ve bir tanesi (%2,9) ise yüzme-batma durumlarında cisimlerin hafif ve ağır olduklarını belirterek yoğunluğu ağırlık kavramıyla karıştırmıştır.

Öğrencilerin on dördüncü soruya dair açıklamalarında kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %68,6'sı A ve B cisimlerinin yoğunluklarını sıvı yoğunlukları ile kıyaslama yaparak yüzme-batma durumlarını açıklamaya çalışmışlar, %22,9'u maddelerin konumları ve durumları hakkında bilgi vermiş ve 3 tanesi (%8,6) ise açıklama yapmamıştır. Son testte ise öğrencilerin %80'i A ve B cisimlerinin yoğunluklarını sıvı yoğunlukları ile kıyaslama yapmış, %14,3'ü maddelerin sadece yüzme-batma özelliği üzerinde durmuş ve yalnızca bir tanesi (%2,9) sıvının kaldırma kuvvetinden bahsetmiştir.

Öğrencilerin on beşinci soruya dair açıklamalarında kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte yoğunluk, kütle veya hacim kavramlarını kullanan öğrencilerin (%60) açıklamaları kaplardaki sıvıların hacimleri, farklı sıvı cinslerinin yoğunlukları ya da kütle miktarlarının kıyaslanması ile ilişkilidir. Son testte de öğrenciler yoğunlukla yoğunluk, hacim ve kütleden bahsetmişlerdir (f=27, %77,1). Öğrencilerden bazıları kaplardaki farklı sıvıların hacimlerini ve aynı zamanda madde cinslerini dikkate alarak, hacimle kaplardaki sıvı seviyesini ilişkilendirerek soruyu cevaplamışlardır. Bazıları da sadece hacimle ilişkilendirerek soruları cevaplamışlardır.

Öğrencilerin on yedinci sorunun b bölümünde A cisminin hangi sıvılarda batıp batmayacağına ilişkin açıklamalarında kullandıkları kavramlar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin yarısından fazlasının (f=18, %51,4) açıklama yapmadığı açıklama yapanların neredeyse tamamına yakının ise cismin batıp batmayacağına ilişkin açıklamalarında yoğunluk, kütle veya hacim kavramlarını kullandıkları görülmektedir. Öğrencilerin %5,7'si cisim ve sıvıların yoğunluklarını kıyaslarken ağır-hafif gibi kavramlar kullanmışlardır. Son testte öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (f=30, %85,7) yine yoğunluk, kütle veya hacim kavramlarını kullanmayı tercih etmişlerdir.

Öğrencilerin soruları açıklarken kullandıkları kavramlar genel olarak incelendiğinde, yoğunluk, kütle ve hacim ile ilgili açıklamalar en çok altıncı ve on birinci soruda artış göstermiştir. On birinci soru ile ilgili olarak ön testte açıklama yapmayan öğrencilerin

hepsi son testte soruyu açıklamışlardır. On yedinci sorunun b bölümünü açıklamayan öğrenci sayısı ise dokuz katı kadar azalmıştır.

Öğrencilerin açık uçlu yoğunluk soru formunu cevaplarken ve cevaplarını gerekçelendirirken yaptıkları hata ve yanlışlara dair ön test ve son test bulguları Tablo 4.28 ve Tablo 4.29’da verilmiştir.

Tablo 4.28. Deney Grubu Öğrencilerinin Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunun Ön Testine Dair Cevap ve Açıklamalarında Yer Alan Hata ve Yanlışlar.

	Hata Yok		Şekil/ Boyut		Ağırlık/Kuvvet		Kütle/Hacim/ Yoğunluk		Madde Özelliği/Cinsi/ Yapısı		Tanecikli Yapı	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	17	48,6	0	0	12	34,3	5	14,3	1	2,9	0	0
2	10	28,6	0	0	14	40,0	6	17,1	5	14,3	0	0
3	7	20	14	40	6	17,1	8	22,9	0	0	0	0
4	16	45,7	12	34,3	3	8,6	2	5,7	2	5,7	0	0
5	13	37,1	13	37,1	5	14,3	1	2,9	1	2,9	2	5,7
6	7	20	0	0	16	45,7	2	5,7	6	17,1	4	11,4
7	15	42,9	3	8,6	7	20	10	28,6	0	0	0	0
8	10	28,6	0	0	8	22,9	6	17,1	10	28,6	1	2,9
9a	13	37,1	2	5,7	3	8,6	7	20	4	11,4	6	17,1
9b	24	68,6	2	5,7	1	2,9	4	11,4	2	5,7	2	5,7
10	13	37,1	4	11,4	8	22,9	10	28,6	0	0	0	0
11	26	74,3	7	20	1	2,9	1	2,9	0	0	0	0
12	23	65,7	1	2,9	4	11,4	3	8,6	3	8,6	1	2,9
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12	34,3	0	0	5	14,3	17	48,6	1	2,9	0	0
15	13	37,1	1	2,9	1	2,9	15	42,9	5	14,3	0	0
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17b	22	62,9	0	0	2	5,7	11	31,4	0	0	0	0

Tablo 4.29. Deney Grubu Öğrencilerinin Açık Uçlu Yoğunluk Soru Formunun Son Testine Dair Cevap ve Açıklamalarında Yer Alan Hata ve Yanlışlar.

	Hata Yok		Şekil/ Boyut		Ağırlık/Kuvvet		Kütle/Hacim/ Yoğunluk		Madde Özelliği/Cinsi/ Yapısı		Tanecikli Yapı	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	21	60	0	0	7	20	5	14,3	1	2,9	1	2,9
2	23	65,7	0	0	5	14,3	7	20	0	0	0	0
3	18	51,4	3	8,6	1	2,9	12	34,3	0	0	1	2,9
4	34	97,1	0	0	0	0	1	2,9	0	0	0	0
5	33	94,3	1	2,9	0	0	1	2,9	0	0	0	0
6	16	45,7	0	0	6	17,1	8	22,9	5	14,3	0	0

Tablo 4.29 (devam):

7	23	65,7	0	0	1	2,9	11	31,4	0	0	0	0
8	20	57,1	0	0	1	2,9	13	37,1	1	2,9	0	0
9a	23	65,7	0	0	1	2,9	3	8,6	0	0	8	22,9
9b	27	77,1	0	0	1	2,9	3	8,6	3	8,6	1	2,9
10	22	62,9	0	0	2	5,7	7	20	3	8,6	1	2,9
11	32	91,4	1	2,9	0	0	1	2,9	1	2,9	0	0
12	32	91,4	0	0	2	5,7	0	0	0	0	1	2,9
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	20	57,1	0	0	2	5,7	11	31,4	2	5,7	0	0
15	23	65,7	0	0	0	0	10	28,6	2	5,7	0	0
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17b	23	65,7	0	0	3	8,6	9	25,7	0	0	0	0

Öğrencilerin birinci soruya dair hataları incelendiğinde, deney grubunun ön testte %34,3'ünü oluşturan ve yoğunluğu ağırlık terimiyle karıştıran öğrenciler cisimlerin üst üste geldiğinde ağırlıklarının arttığını düşünmüşlerdir. Öğrencilerin %14,3'ü kütlelerinin ya da yoğunluklarının arttığını ifade ederek cismin batacağını düşünmüştür. Öğrencilerden 1 tanesi (%2,9) bloklardan üstte olanın yüzeceğini altta olanın batacağını ifade ederek suyun altında kalan cismi batmış olarak kabul etmiştir. Öğrencilerin %48,6'sı herhangi bir kavramsal hata ya da kavram yanılgısı yapmamıştır. Şekil veya tanecikli yapıdan bahseden öğrenci yoktur. Son test bulguları incelendiğinde ise öğrencilerin %20'sinin yoğunluğu ağırlık terimiyle karıştırdığı görülmektedir. Cisimlerin üst üste geldiğinde daha da ağırlaşacağı için battığını düşünmüşlerdir. Öğrencilerin %14,3'ü yoğunluğun artacağını ve bu nedenle blokların batacağını düşünmüştür. Öğrencilerin hatasız açıklama oranları ise %48,6'dan %60'a yükselmiştir.

Öğrencilerin ikinci soruyu cevaplarırken açıklamalarında yer alan hata ve yanılgılar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %28,6'sının hatalı açıklama yapmadığı görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin %17,1'i kütle, hacim ve yoğunluğa dair bazı kavramsal hatalar yapmışlardır. Bu öğrencilerin hatalı cümleleri incelendiğinde, blokların aynı kütle ve hacme sahip olmadığını, yoğunluğun arttığını, yoğunluğun azaldığını, kütlelerinin arttığını düşünerek C bloğunun batacağını düşünmüşlerdir. Öğrencilerin %40'ı ise blokları kıyaslarken hafif olması, ağır olması gibi ifadelerle bloğun yüzdüğünü ya da battığını ifade etmişlerdir. Bazı öğrenciler, cismin yüzdüğünü bilmesine rağmen yine de açıklamalarda yüzmesinin nedeni olarak "hafif olması", "hafiflemesi" gibi ifadeleri kullanmışlardır. Geriye kalan %14,3 öğrenci ise C bloğunun ortasında açılan hava boşluğu nedeniyle

batacağını ifade etmiştir. Son testte ise hatasız açıklama yapan öğrenci sayısı artarken, açıklamalarda yer alan hataların sayısı azalmıştır.

Öğrencilerin üçüncü soruya dair açıklamalarında yer alan hatalar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin en çok yaptıkları hata B bloğunun yassı ve ince olmasının bloğu yüzdüreceği yönündeki düşünceleridir. Öğrencilerin %40'ı cismin ince, geniş yüzeyli ya da yassı olmasının su üzerinde durmasını sağlayacağını düşünmüşlerdir. A ve B bloklarının aynı maddeden yapılmış olmasına dikkat etmemişlerdir. Öğrencilerin %22,9'u ise B bloğunun yoğunluğunun azaldığını düşündüğü için ya da hacmi azaldığı için yüzdüğünü iddia etmiştir. Öğrencilerin %17,1'i ise suyun kaldırma kuvveti ya da B bloğunun hafif olması nedeniyle cismin yüzeceğini ifade etmiştir. Son testte ise öğrencilerin en çok yaptıkları hata yoğunluk/kütle/hacim üzerinedir. Öğrencilerin %34,3'ü yoğunluk, kütle ve hacim ilişkisini kurmakta zorlanmıştır. Öğrencilerin %8,6'sı blokların şekline bakarak şeklin yüzmeyi etkileyeceğinden bahsetmişlerdir. Öğrencilerin %2,9'u bloğun daha ağır olduğundan bahsetmiştir. Öğrencilerin %2,9'u ise tanecikli yapıdan bahsetmiştir.

Öğrencilerinin dördüncü soruya cevap verirken yaptıkları açıklamalara ilişkin hatalar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %34,3'ü cismin ters çevrildiği zaman şekli değiştiği için batacağını düşünmüştür. Doğru cevap vermiş olsalar da %8,6'sı ise cisimlerin ağırlıkları aynı olduğu için yüzeceklerini ifade etmiştir. Yoğunluk yerine ağırlık ifadesini kullanmışlardır. Öğrencilerin %5,7'si yoğunluğun değişeceğini ileri sürmüştür. Son test bulgularına göre öğrencilerin %97,1'i hata veya yanlış içeremeyen açıklamalarda bulunmuştur. Geriye kalan bir öğrenci (%2,9) ise soruya doğru cevap vermiş ancak açıklama kısmında bir kısmının batabileceğini ifade ettiği için kavram yanlışlığı olarak kabul edilmiştir.

Beşinci soru için ön testte öğrencilerin yaptıkları hataların %37,1'i blokların dik olduğu zaman suya batacağını, yatay oldukları zaman da yüzeceklerini düşünceleridir. Bu öğrencilerden bazıları da yatay olan bloğun yüzey alanının büyük olmasından dolayı yüzdüğünü ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %14,3'ü blokların aynı ağırlıkta olacağı, yatay olanın daha hafif olduğu, ağırlıkların eşit dağılacığı, kaldırma kuvvetinin cismi kaldıracağı gibi ifadelerle batma durumunu açıklamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin %5,7'si blok yan çevrildiğinde suyun tanecikleri arasından geçemeyeceğini düşünmüştür. Öğrencilerden bir tanesi (%2,9) maddenin türüne göre batıp batmamasının değişeceğini ifade etmiştir. Öğrencilerden başka bir tanesi (%2,9) ise kütleinin yatay olan blokta eşitlendiği ve bunun

da yüzmesini sağlayacağı yönünde açıklama yapmıştır. Hata yapmayan öğrenci yüzdesi %37,1'dir. Son testte ise öğrencilerin %94,3'ü hata yapmamıştır. Geriye kalan iki öğrenciden biri (%2,9) soruya yanlış cevap vererek yanlış açıklama yapmıştır. Açıklama kısmında cismin ucunun sivri olmamasından dolayı suyu delerek ilerleyemeyeceğinden bahsetmiş ve şeklin yüzme-batma durumunu etkileyeceğini ifade etmiştir.

Öğrencilerin altıncı soruya dair hataları incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %45,7'si taşın ağır olması, dolgu köpüğünün hafif olması gibi nedenlerle taş ve köpük dolu kabın yüzeceğini ifade ederek hata yapmışlardır. Öğrencilerin %17,1'i dolgu köpüğünün ve taş köpüğün yüzme-batma özelliklerinden bahsederek hata yapmışlardır. Öğrencilerin %11,4'ü kabın içindeki ya da dolgu köpüğünün içindeki hava boşluklarından bahsetmişlerdir. Öğrencilerin %5,7'si ise daha fazla madde olması ya da kabın dolu olması gibi ifadelerle dolaylı olarak kütle değiştiğini belirterek cismin yüzeceğini düşünmüştür ve hata yapmıştır. Son testte ise öğrencilerin %45,7'si hata yapmamıştır. Öğrencilerin %22,9'u kütle, hacim ve yoğunluğun birbiri ile olan bağlantısını kurmada zorluk yaşamışlardır. Dolgu köpüğün yoğunluğunun az olduğunu bu nedenle de kabı yüzdüreceğini ifade etmişlerdir. Kapların eşit hacimde olduklarını ve kütlelerinin zamanla arttığını göz ardı etmişlerdir. Öğrencilerin %17,1'i dolgu köpüğün hafifliğinden ve taşın ağırlığından bahsederek hafif olan maddenin yüzme özelliği gösterdiğinden bahsetmişlerdir. Yoğunluk ve ağırlık kavramlarının yine birbiri ile karıştırıldığı söylenebilir. Öğrencilerin %14,3'ü ise maddelerin özelliği ile ilgili olarak hata yapmışlardır. Uygulama sonunda açıklamalarında hata olmayan öğrenci sayısı artmıştır.

Öğrencilerin yedinci soruya ilişkin hataları incelendiğinde, ön testte kütle, yoğunluk veya hacim kavramlarına ilişkin hatalı açıklamalarda bulunan öğrencilerden bazıları kütle artması ile D cisminin yüzeceğini ifade ederken, bazıları da hacim artışı, yoğunluğun artması gibi nedenlerle D cisminin yüzeceğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %20'si suyun ağırlığı ve kaldırma kuvvetinin cismi yüzdüreceğini ya da cismin ağırlığının cismi batıracağını düşünürken, %8,6'sı ise kabın büyüklüğünün cismi yüzdüreceğini ya da batıracağını ifade etmiştir. Son testte ise öğrencilerin %65,7'si hata yapmamıştır. Öğrencilerin %31,4'ü suyun hacminin artışı ile yoğunluğun azaldığı ya da yoğunluğun su miktarı ile arttığı şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Öğrencilerin %2,9'u suyun fazla olmasının cismi batıracağı yönünde açıklama yapmıştır. Maddenin şekli, yapısı ya da tanecikli yapısı ile ilgili olarak kavramsal hata yapan öğrenci yoktur.

Öğrencilerin sekizinci soruya ilişkin hataları incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %28,6'sı suyun ve yağın içindeki A bloğunun konumundan, yüzme-batma özellikleri olduğundan bahsederek A bloğunun yüzeceğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin %22,9'u ise yağın hafif ya da ağır olması, A bloğunun ağır olması, suyun yağdan ağır olması, yağın kaldırma kuvveti gibi gerekçelerle yüzme-batma durumunu açıklamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin %17,1'i yağın suya göre daha yoğun olduğunu iddia ederek yanlış cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin %2,9'u yağın taneciklerinin çok olduğunu ifade etmiştir. Hata yapmayan öğrenci yüzdesi ise %28,6'dır. Son testte öğrencilerin %57,1'i hata yapmamıştır. %37,1'i ise yoğunlukları kıyaslamada zorluklar yaşamıştır. Aynı zamanda yağ ve suyun yoğunluklarını tahmin etmelerine rağmen A bloğunun yağdan daha az yoğun olduğunu düşünmüşlerdir. Bir öğrenci (%2,9) cisimlerin yüzme özelliklerinden bahsederek kıyaslamada hata yapmıştır. Yine bir öğrenci (%2,9) ise yağın fazla olmasının (ağırlık) A bloğunu batıracağını düşünmüştür.

Öğrencilerin dokuzuncu sorunun a bölümünde yoğunluğa ilişkin açıklamalarında yaptıkları hatalar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %20'si yoğunluğu hacim/kütle ifadesini kullanarak ya da yoğunluğun tanımını kütle ve hacim tanımlarıyla karıştırarak açıklama yapmışlardır. Öğrencilerin %17,1'i tanecikli yapılar hakkında hata yaparak yoğunluğu tanecikler arası boşluk ya da tanecik miktarı olarak tanımlamışlardır. Öğrencilerin %11,4'ü kendi türüne benzeme, katılaşma, akışkanlık, madde hallerinin katıya oranı gibi madde özelliklerinden bahsederken, %8,6'sı yoğunluğu ağırlık ya da hafiflik olarak açıklamışlardır. Son olarak ise öğrencilerin %5,7'si yoğunluğu bir maddenin şekil değişimi ya da dar-geniş olması şeklinde tanımlamıştır. Son testte öğrencilerin hatasız açıklama yapma yüzdeleri neredeyse iki katına çıkmıştır. %22,9'u kütle'nin tanımı olan bir maddedeki tanecik sayısı ifadesini yoğunlukla karıştırmışlardır. Ayrıca tanecikli yapı ile ilgili olarak tanecikler arasındaki boşluğu yoğunluk şeklinde ifade edenler de olmuştur. Öğrencilerin %8,6'sı yoğunluğu tanımlarken, hacim ve yoğunluğu birbiri ile karıştırmıştır.

Dokuzuncu sorununun b bölümüne ilişkin öğrencilerin açıklamalarında yer alan hatalar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %11,4'ü maddelerin kütle ve hacim değerlerinin artması veya azalması konusunda, madde sayısı arttığında yoğunluğun artacağı konusunda, buz ve suyun yoğunluğu konusunda hata yapmışlardır. Öğrencilerin %5,7'si şekil değişikliğinin yoğunluğu değiştireceğini, %5,7'si maddelerin hep aynı kalacağını ve yine %5,7'si tanecikli yapıların bozulmayacağını düşünmektedirler. Öğrencilerin %2,9'u cisim kuvvet uygulandığında yoğunluğunun değişmeyeceğinden bahsetmiştir. Oysa ki yüksek

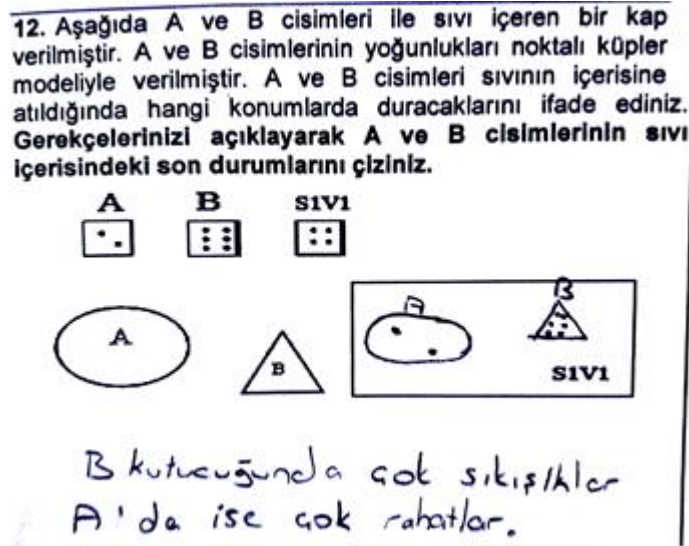
basınç altında bazı maddeler hal değiştirebilir ve yoğunlukları da değişebilir. Öğrencilerin %68,6'sı ise hata yapmamıştır. Son testte ise hatalı açıklama yapan öğrenci sayısı azalmıştır. Öğrencilerin %8,6'sı maddenin kendine özgü özelliklerinden dolayı yoğunluğunun değişmeyeceğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %2,9'u ($f=1$) ise maddenin parçalasak bile değişmeyeceğinden bahsetmiştir.

Öğrencilerin onuncu soruya ilişkin yaptıkları hatalar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %28,6'sı suyun artırılıp, azaltılmasından, cismin yoğunluğunun artırılmasından bahsederek topun yüzdürülebileceğini ifade etmiştir ve hata yapmıştır. %22,9'u topun hafifletilmesi ya da ağırlığının azaltılması, suyun hafifletilmesi gibi nedenlerle topun yüzeceğini düşünmüştür. %11,4'ü ise topun küçültülmesi, şeklinin dikdörtgen yapılması gibi değişikliklerle topun yüzeceğini düşünmüşlerdir. Son testte ise öğrencilerin %62,9'u hata yapmamıştır. Öğrencilerin hatasız açıklama yapma yüzdeleri oldukça artmıştır. Öğrencilerin %20'si kütle, hacim ve yoğunluk arasındaki ilişkiyi yanlış yorumlamış, %8,6'sı maddelerin özellikleri ve kıyaslanmasında hatalar yapmış, %5,7'si yoğunluğu ağırlık, hafiflik ile karıştırmış ve son olarak %2,9'u tanecikli yapıya dair hata yapmıştır.

Öğrencilerin on birinci soruya ilişkin yaptıkları hatalar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %20'sinin açıklamalarında şekle dayalı hatalı ifadeler bulunmaktadır. Bu öğrenciler şekil değişikliklerinin cismin yoğunluğunu etkilediğini iddia ederek hata yapmıştır. Öğrencilerin %2,9'u topun hafif olduğunu ve bu nedenle de yoğunluğunun büyük olduğunu ifade etmiştir, %2,9'u hacim bilgisinin verilmediğini belirtmiştir. Öğrencilerin %74,3'ü ise hata yapmayan ya da hiç cevap vermeyen öğrencilerden oluşmuştur. Bu oran son testte %91,4'e yükselmiştir. Son testte şekle dayalı hatalar oldukça azalmıştır.

Öğrencilerin on ikinci soruya ilişkin yaptıkları hatalar incelendiğinde, ön testte öğrencilerin %11,4'ü yoğunluk yerine ağırlık ifadesini kullanarak A'nın sıvıya göre daha hafif, B'nin sıvıya göre daha ağır olduğunu ya da tam tersini ifade ederek hata yapmıştır. Öğrencilerin %8,6'sı A'nın hacminin az olduğunu, A'nın sıvıya göre çok yoğun olduğunu, B'nin az yoğun olduğunu ve yüzeceğini, %2,9'u B üçgen olduğu için yüzeceğini düşünmüştür ve öğrencilerin %2,9'u ise tanecikleri az olanın batacağını iddia ederek hata yapmıştır. Son test bulgularına göre öğrencilerin %5,7'si yüzme-batma gerekçelerini açıklarken cisimlerin ağırlıklarını kullanmışlardır. Bu öğrenciler cisimlerin ağırlıklarından dolayı yüzdüklerini ve battıklarını ifade etmişlerdir. Geriye kalan bir öğrenci (%2,9)

taneciklerin birbirine olan uzaklıkları hakkında yanlış yorum yapmıştır. Bu soruda öğrencilerin çizim yapmaları istenmiş ve ön testte hatasız çizim yapanların sayısı 14 iken son testte bu sayı 32 olmuştur. Hatalı çizim sayısı ise ön testte 21 iken son testte 3'e inmiştir. Şekil 4.4'te D4 numaralı öğrencinin yaptığı yanlış çizim gösterilmiştir.



Şekil 4.4. D4'ün 12. Soruda Çizdiği Şekil.

Şekil 4.4'te öğrenci A ve B cisimlerini su içinde askıda bırakmıştır. Oysa ki B'nin yoğunluğu sıvı yoğunluğundan fazladır ve batması gerekmektedir. A'nın yoğunluğu da sıvı yoğunluğundan azdır ve yüzmesi gerekmektedir. Öğrenci cisimleri sahip oldukları parçacık sayısına bağlı olarak kıyaslamış ancak sıvı ile aynı yoğunlukta olacak şekilde çizim yapmıştır ve hata yapmıştır.

Öğrencilerin on dördüncü soruya ilişkin yaptıkları hatalar incelendiğinde, yoğunluk, kütle veya hacim içerikli hatalı açıklamalarda bulunan öğrenciler cisimlerin yoğunlukları ile sıvıların yoğunluklarını yanlış kıyaslama ve yüzme-batma durumlarını yanlış yorumlama sonucunda hata yapmışlardır. Bu hata ön testte %48,6 iken son testte %31,4'e düşmüştür. Öğrencilerin ön testte %14,3'ü A ve B'nin ağırlıklarından dolayı durumlarının değişeceğinden bahsederek ve %2,9'u maddelerin içindeki havadan bahsederek hatalı açıklamalarda bulunmuşlardır. Son testte ise öğrencilerin %5,7'si ağırlıktan, %5,7'si madde özelliğinden bahsederek hata yapmıştır. On dördüncü soruda aynı zamanda öğrencilerden sıvı içindeki A ve B cisimlerinin yeni konumlarını çizmeleri istenmiştir. Ön testte bu çizimlerin 10 tanesi (%28,6) hatasız iken 25 tanesi (%71,4) hatalı çizimdir. Son testte ise hatasız çizim sayısı 23'e (%65,7) yükselirken hatalı çizim sayısı 12'ye (%34,3) düşmüştür.

Öğrencilerin on beşinci soruya dair yaptıkları hatalar incelendiğinde, ön testte kütle, hacim ve yoğunluk içeren hatalı açıklama yapan öğrenciler (%42,9) hacimleri, kütleleri veya yoğunlukları yanlış kıyaslayarak ya da aynı hacim yerine farklı hacimdeki farklı cins sıvıları kıyaslayarak soruda hata yapmışlardır. %14,3'ü maddelerin özellikleri konusunda hata yaparken, %2,9'u etil alkolün hacimlerine bakarak ağırlıkla hacim kavramını birbirine karıştırmıştır. Bir öğrenci ise hacim yerine boyut ifadesini kullanarak kıyaslamada bulunmuştur. Son testte öğrenci hatalarının hacim/kütle/yoğunluk veya madde özelliği ile ilgili olduğu görülmüştür. Öğrencilerin %28,6'sının açıklamaları incelendiğinde bazıları yoğunluklarını kıyaslama yaparak yorum yapmış, hacim bilgisine dikkat etmemiştir. Bazıları ise sadece farklı cins madde olma özelliğine bakarak hacimlerine dikkat etmemiştir.

Öğrencilerin on yedinci sorunun b bölümüne ilişkin yaptıkları hatalar incelendiğinde, son testte öğrencilerin %65,7'sinin hata yapmadığı; kütle, hacim ve yoğunluğa ilişkin hatalarının da azaldığı tespit edilmiştir.

Öğrencilerin genel olarak yaptıkları hatalar incelendiğinde, öğrencilerin hataları son testte en çok üçüncü ve beşinci soruda azalma göstermiştir. Öğrencilerin şekil ve yüzme-batma durumları arasında ilişki kurarak yaptıkları hatalar en çok dördüncü ve beşinci soruda azalmıştır. Öğrencilerin ağırlığa ilişkin yaptıkları hatalar üçüncü, yedinci ve sekizinci soruda son testte oldukça azalmıştır.

4.2.2. Görüşme Sorularından Elde Edilen Bulgular

Deney grubunda başarı düzeyi yüksek, orta ve düşük olan öğrencilerden seçilen üç öğrenci (D22 [yüksek], D21 [orta] ve D14 [düşük]) ile görüşmeler yapılmış ve görüşme verilerinden elde edilen bulgular aşağıda yorumlanmıştır. (D22: Yüksek başarı, D21: Orta düzey başarı, D14: Düşük başarı gösteren öğrenci kodlarıdır.)

İlk görüşme sorusunda öğrencilerden yoğunluğu tanımlamaları istenmiştir. D22 numaralı öğrenci bir maddede bulunan tanecik sayısından, madde akışkanlığından, maddelerin katı, sıvı gaz hallerine göre yoğunluklarının farklı oluşundan, sıvı taneciklerinin birbirine yakınlığının sıvı yoğunluğunu belirlediğinden bahsederek daha çok mikro boyutta açıklama yapmıştır. D21 numaralı öğrenci yoğunluğu bir maddenin ağırlığının hacmi şeklinde ifade etmiştir. “Ağırlık” kavramını kullandığı için bu öğrencinin yoğunluğu ağırlıkla karıştırmaya ilişkin kavram yanılgısının uygulama sonrasında da giderilemediği

söylenbilir. Bunun yanı sıra, sudaki yüzme-batma durumları ile yoğunluğu ilişkilendirmiştir ve g/cm^3 şeklinde yoğunluğun birimini vermiştir. Suyu atılan taşın batması ve strafor köpüğün yüzmesi gibi örnekler vererek makro boyutta açıklamalar yapmıştır. D14 numaralı öğrenci ise yoğunluğu tanımlaması istendiğinde sadece g/cm^3 şeklinde birimi vermiştir ve hemen ikinci soruya geçmek istemiştir. Biraz daha açıklama yapması istendiğinde, maddelerin hal değişimlerine göre yoğunluğun farklılık göstereceğinden bahsetmiştir. Ancak yoğunluğun tanecik özelliğinden net olarak bahsedememiştir. Başarı düzeyi yüksek olan öğrencinin kavramsal bir hata yapmadığı ve mikro boyutta konuyu kavradığı gözlemlenirken, orta düzey ve düşük düzey öğrencilerde daha çok kavramsal hatalar görüldüğü, düşük düzey öğrencinin ise yoğunluk kavramını net bir şekilde açıklayamadığı görülmektedir. Öğrencilerin başarı seviyeleri ile yaptıkları tanımların orantılı olduğu söylenebilir. Öğrencilerin başarı seviyesi azaldıkça tanımlarında daha az kavram kullandıkları görülmüştür. D14 numaralı öğrencinin birinci soruya verdiği cevap şu şekildedir;

“Yoğunluk mesela değişik maddelerin hal değişimlerine göre farklılık gösterir. Mesela katı hal katı maddelerde daha çok olur, hiç boşluk olmaz aralarda az da olsa olur. Sıvılarda birazcık olur. Gazlarda tamamen ayrı olurlar.”

Burada öğrencinin yoğunluğu tanımlamaktan ziyade bir maddenin farklı hallerinde yoğunluğu kıyasladığı görülmektedir. Öğrencinin yoğunluğun ne olduğunu kavradığı ancak tam olarak ifade edemediği söylenebilir.

İkinci soruda öğrencilere yoğunluk konusu işlenirken en çok nerelerde zorlandıkları sorulmuştur ve nedenlerini açıklamaları istenmiştir. D22 numaralı öğrenci farklı maddelerin yoğunluklarını hesaplarken nasıl ölçüm yapıldığıyla ilgili ve yoğunluk hesaplamaları ile ilgili olarak zorlandığını ifade etmiştir. Yoğunlukla ilgili olarak başka bir yerde zorlanmadığını belirtmiştir. D21 numaralı öğrenci konuyu çok kolay bulduğunu ve zorlanmadığını ifade etmiştir. Ancak biraz daha detay vermesi istendiğinde sembollerde zorlandığını belirtmiştir. D14 numaralı öğrenci ise işlem yaparken, kütleyle hacme bölerken, kütleyle yoğunluğa bölerken, işlem gerektiren sorularda ve problemlerde zorlandığını açıklamıştır. Öğrencilerin yoğunlukla yoğunluk kavramı ile ilgili işlem ve hesaplamalar konusunda zorlandıkları görülmektedir. Deney grubunda yoğunluk konusunun matematik destekli olarak ele alınmasına rağmen işlemlerde zorlandıklarını

belirtmeleri yoğunluğun matematik ile ilgili kısmı üzerinde biraz daha durulmasına yönelik ihtiyacı vurguladığı söylenebilir. D22 numaralı öğrencinin ikinci soruya ilişkin cevabı şu şekildedir;

“Diğer maddelerin öbür maddelerin yoğunluğunun nasıl ölçüldüğü konusunda birazcık zorlandım. Yoğunluğun bulunmasında biraz zorlandım.”

Yüksek başarı gösteren D22 numaralı öğrencinin yoğunluğun nitel anlamını kavraya bile nicel yönden hesaplamalarda ve ölçümlerde zorlandığı sonucuna ulaşılabilir. Öğrencilerin geneline bakıldığında en çok zorlandıkları noktalar matematiksel işlemler, problemler, ondalık sayılarda çarpma, bölme, oran gibi kavramlardır. Bu kavramların fenle ilişkilendirilebilmesi gerekmektedir.

Üçüncü soruda yoğunluk konusunun matematik dersinde işledikleri konularla bir ilişkisinin olup olmadığı sorulmuştur. Eğer ilişkiliyse hangi konularla bağlantılı olduğunu açıklamaları istenmiştir. D22 numaralı öğrenci yoğunluk konusunun matematikle pek bir ilişkisinin olmadığını, daha çok kütle ve hacimle ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen tarafından matematiksel ifadelerin bu konu içinde var olup olmadığı sorgulandığında ve biraz daha bilgi aktarması istendiğinde öğrenci bölme işleminden, dört işlemden, formüllerden ve kesirli ifadelerden bahsetmiştir. Aşağıda D22 numaralı öğrenci ile öğretmen arasında geçen diyalogdan bir kesit görülmektedir;

“D22: Sence yoğunluk konusunun matematik dersinde işlediğiniz konularla herhangi bir ilişkisi var mı? Evet ise hangi konu ya da konular ile ilişkilendirebilirsiniz?”

“D22: “Yani aslında pek matematikle bir ilişkisi yok. Daha doğrusu kütle, hacimle ilgili biraz bana ilişkisi var gibi geliyor.”

“Öğretmen: Peki matematiksel ifadeler var mıydı?”

“D22: Vardı. Yani bölme falan.”

“Öğretmen: Peki onu hangi matematik konusu ile ilişkilendirebilirsin?”

“D22: Dört işlem”

“Öğretmen: Peki, başka ne vardı?”

“D22: Başka formüller yazıyorduk.”

“Öğretmen: Başka”

“D22: Kesirli ifadeler kullanıyorduk.”

“Öğretmen: Tamam. Var mı başka söyleyeceğin bir şey?”

“D22: Yok”

D21 numaralı öğrenci yoğunluk konusunun matematikle ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Ondalık sayılarla toplama, bölme, çıkarma işlemi yapıldığından bahsetmiştir. Bunun yanı sıra “Yoğunluğu 0,1 olan bir maddenin hacmi 1 ise kütlesi kaçtır?” gibi soru örneklerini çözdüğümüzden bahsetmiştir. D14 numaralı öğrenci ise konunun kesirlerle bağlantısı olduğunu, toplama, çıkarma ve çarpma ile ilgisi olduğunu ifade etmiştir.

Öğrencilerin üçünün de ortak görüşü yoğunluğun, matematiğin ondalık sayılar ve kesirlerle ilişkili bir konu olduğu yönündedir. Ancak D21 ve D14 numaralı öğrenciler hangi dört işlemi kullandığımız konusunda doğru bir açıklama yapmamıştır ve toplama işleminden bahsetmişlerdir. Deneylerde ve etkinliklerde ağırlıklı olarak bölme ve çarpma işlemi uygulanmıştır. Ancak dereceli silindir içine atılan katı bir cismin hacmini belirlemek için çıkarma işlemi yapılmıştır. Toplama işlemi ile ilgili olarak herhangi bir işlem yapılmamıştır. Ayrıca öğrencilerin yoğunluk, kütle ve hacim arasındaki orantısal ilişkiden çok bahsetmediği görülmektedir.

Dördüncü soruda öğrencilere “Yoğunluk konusu işlenirken derste kullanılan yöntem ve materyaller diğer fen konularının işlenmesinden farklı mıydı? Evet ise nasıl bir değişiklik oldu? Diğer konulardan farkı neydi?” sorusu yöneltilmiştir. D22 numaralı öğrenci yoğunluk konusunun fen konularından farklı olduğunu ifade etmiştir. Bir önceki sürat konusunda koşu yarışı yaparak etkinlik yaptığından, ancak yoğunlukta hacim ölçümleri yaptıklarından, beherglas ve hassas terazi kullanımlarından ve ölçümlerden bahsetmiştir. Aynı zamanda bir kap içine dökülen farklı sıvılardan, onların birbirine karışıp karışmadığından, yoğunluklarının farklı oluşundan, suyun buza dönüşmesi ile yoğunluğunun azaldığından ve hacminin arttığından bahsetmiştir. D21 numaralı öğrenci de D22 numaralı öğrenci gibi konunun diğer fen konularından farklı olduğunu düşünmektedir. Aşağıda D21’in dördüncü soruya dair açıklaması görülmektedir:

“Örneğin, bir kovanın içine su koyduk, strapor köpüğünü attık. İlk önce yüzdü. Ondan sonra ikiye böldük, onda da yüzdü. Ondan sonra dörde böldük, onda da yüzdü ve içine delik yaptığımızda da yüzdü. Ondan sonra bir taşın hacmini ölçmek için birimli sürahinin içine attık hacmini ölçtüğümüzde su biraz yükseldi eski birim suyun hacmiyle taşın yükselttiği çıkarttığımızda taşın hacmini ay ağırlığını bulduk. Onun

hacmi ondan sonra suda battığı için ay bilyenin ilk önce suyun içine atıp hacmini ölçtük. Ondan sonra kütesini de ölçtük. Ondan sonra hacmi zaten belirliydi. Ondan sonra kütesi ve hacmi böldüğümüzde yoğunluğunu bulduk. Ondan sonra suyun yoğunluğundan fazla olup olmadığı için de fazla olup olmadığını kontrol etmek için de suyun içine attık. Suda yüzyorsa sudan hacmi küçük suda yüzmüyor battıyorsa sudan hacmi büyük olduğunu fark ettik.”

Öğrencinin açıklamaları incelendiğinde, öğrenci maddelerin boyutları değişse bile yoğunluklarının değişmediğini kavramıştır. Kütle/hacim ifadesinin yoğunluğu verdiğini bilmektedir. Ancak buna rağmen, hala hacim ölçümünü ağırlık kavramıyla karıştırdığı görülmektedir. Bunun yanı sıra öğrenci yoğunluk ve hacim kavramlarını birbirine karıştırmıştır. Cisim suda yüzyorsa yoğunluğunun suyun yoğunluğundan küçük olması gerekmektedir. Öğrenci hacminin küçük olması gerektiğinden bahsederek hata yapmıştır. Ayrıca öğrenci yoğunluk konusunun diğer konulardan nasıl farklı ele alındığını bahsederken yoğunlukla fen etkinliklerinin farklı olmasından bahsetmiş, matematik içerikli destek etkinliklerinden bahsetmemiştir. D14 numaralı öğrenci ise başlangıçta detaylı bir açıklama vermemiştir. Bu nedenle bu öğrenci sorularla yönlendirilmeye çalışılmıştır. Bunun sonucunda kütle hacme bölünerek yoğunluğun bulunduğu, farklı sıvıların üst üste dizilmesinden bahsetmiştir ve başka bir şey hatırlamadığını ifade etmiştir. D14 numaralı öğrencinin yapmış olduğu açıklama aşağıda görülmektedir:

“Bence biraz konu olarak işte kavram olarak biraz farkı vardı, işte işlemlerde falan biraz farkı vardı, farkı ise yani konuların farklı olmasıydı.”

Beşinci soruda öğrencilere matematik dersini sevip sevmedikleri sorulmuş ve nedenini açıklamaları istenmiştir. D22 numaralı öğrenci matematik dersini sevdiğini, dersi öğrendikçe daha çok eğlendiğini, matematik konularının ve formüllerin ilginç geldiğini ifade etmiştir. D21 numaralı öğrenci de matematik derslerini eğlenceli bulunduğunu, evde de matematikle çok uğraştığını belirtmiştir. D14 numaralı öğrenci ise işlemler ve problemlerle uğraşmayı sevdiğini, ancak zorlandığını açıklamıştır.

Altıncı soruda öğrencilere fen bilimleri dersini sevip sevmedikleri sorulmuştur ve nedenlerini açıklamaları istenmiştir. D22 numaralı öğrenci fen bilimlerine ilgi duyduğunu, deneyler yapmaktan hoşlandığını, gerçek hayattaki bilimsel şeylerden bahsettiği için dersi

sevdiğini ifade etmiştir. D21 numaralı öğrenci elementler konusuna ilgi duyduğunu hem fen dersini hem de matematik dersini çok sevdiğini belirtmiştir. D14 numaralı öğrenci ise, bilimle uğraşmayı sevdiğini, bilimsel konuları merak ettiğini ifade etmiştir.

Öğrencilerin genelinde fen bilimleri ve matematik derslerine karşı bir ilgi söz konusudur. Ancak matematik derslerini daha zorlayıcı bir ders olarak nitelendirmektedirler. Özellikle de hem fen bilimleri hem de matematik derslerinde başarı düzeyi düşük olan öğrencinin daha çok zorluk yaşadığı, ancak orta düzey ve yüksek düzey başarı gösteren öğrencilerin çok fazla zorluk yaşamadığı görülmektedir. Öğrencilerin derse ilgisinin derse karşı tutumlarının ve motivasyonlarının derse kavramalarında oldukça etkili olduğu da ifade edilebilir. Sekizinci soruda öğrencilere matematik ve fen dersleri arasında nasıl bir ilişki olduğu sorulmuştur. D22 numaralı öğrenci her iki derste de matematiksel işlemleri kullandığını ve mantığa dayalı olarak işlemleri bulmaya çalıştığını ifade etmiştir. D21 numaralı öğrenci fen ve matematik arasındaki ilişkiyi açıklarken yoğunluğu bulmak için ondalık sayılarla işlem yaptıklarından bahsetmiştir. Ondalık sayılarla işlemlerin matematik dersinde de kullanıldığını ifade ederek iki ders arasında çok büyük bir fark olmadığını, birbirine benzediğini ifade etmiştir. D14 numaralı öğrenci ise her iki dersin de sayısal olduğunu, matematikte daha çok problemler olduğunu, ancak fende bilimsel konular ve problemlerin olduğunu, doğa olaylarından bahsedildiğini ifade etmiştir. Matematikte ise sadece işlem, problem ve şekiller olduğundan bahsetmiştir. Öğrencilerin her üçü de matematiksel işlemlerle fen konularının benzerlik gösterdiğini ifade etmiştir. Ancak bu soru için en detaylı bilgileri ve örnekleri D14 numaralı öğrenci vermiştir. Sekizinci soru için öğrencilere fen bilimleri dersinde matematiksel işlemlerle uğraşmalarının hoşlarına gidip gitmediği sorulmuştur. D22 numaralı öğrenci fen bilimlerinde matematiksel işlemlerle uğraşmaktan hoşlandığını, çünkü işlem sonuçlarını bulduğunda ne işe yaradıklarını ve nasıl bulduklarını da kavradığını ve fen dersini daha iyi anladığını ifade etmiştir. D21 numaralı öğrenci ise fen bilimleri dersinin içeriğinde matematik olduğu için daha zevkli olduğunu ve fen dersinin bu nedenle eğlenceli olduğunu dile getirmiştir. D14 numaralı öğrenci ise fen bilimleri dersinde matematiksel işlemlerden hoşlandığını ancak zorlandığını, işlemleri yaparken sonuçları bulduğunda ve konuyu kavradığında mutlu olduğunu belirtmiştir. Yoğunluk konusunda da oldukça zorlandığını sözlerine eklemiştir. Öğrencilerin genelinden bir çıkarımda bulunulursa, fen bilimleri dersinin içeriğinde kullandıkları matematiksel işlemlerden hoşlanmaları için işlem sonuçlarının ne işe yaradığını, nasıl bulduklarını öğrenmeleri gerektiği ve konuyu kavramanın gerekli

olduğu sonucuna ulaşılabilir. D22 ve D21 numaralı öğrenciler fen dersinde matematiksel içeriğin daha eğlenceli olduğunu ve dersin daha anlaşılır olduğunu düşünürken, D14 numaralı öğrenci yoğunluk konusunun zorlayıcı olduğunu, ancak konuyu kavradığında derslerden hoşlandığını belirtmiştir.

Dokuzuncu soruda öğrencilere şekilli bir soru yöneltilmiştir:

“4 bardak ayran ve 2 kaşık tuz kullanarak bir tuzlu ayran hazırladığımızı düşünelim. Bu yeni sürahideki tuzlu ayranın tadını 2 bardak ayran ve 3 kaşık tuz ile oluşturduğumuz ve 2 bardak ayran ve 1 kaşık tuz ile oluşturduğumuz yeni ayranların tadı ile kıyaslarsanız nasıl bir sonuca varabilirsiniz?”.

D22 numaralı öğrencinin açıklaması aşağıda verilmiştir;

“Şimdi burada bizim okuduğumuza göre dört bardak ayran ve iki kaşık tuz kullanılıyor. Ama bunlarda ise tam tersi tuz oranı daha fazla oluyor. Ve ikisinde de tuz oranı aynı çünkü iki bardakla bir kaşık iki bardakla pardon hocam yanlış söyledim bir an iki bardakla üç kaşık kullanılıyor. Burada şununla ilişkilendirebiliriz aslında. $4/2$ olarak gösterirsek öbürünü de $2/1$ yani ikisi birbirine eşit oluyor aslında, ikinci iki bardak ayran ve bir kaşık tuz olan sürahi. 2 bardak ayran ve 3 kaşık tuz olan sürahi ise daha tuzlu oluyor.”

Öğrenci açıklamaları incelendiğinde, soruda verilen 4 bardak ayran ve 2 kaşık tuz ile hazırlanan tuzlu ayranın 2 bardak ayran ve 1 kaşık tuz ile hazırlanan tuzlu ayran ile oranlarının eşit olduğunu tespit etmiştir. Çünkü matematiksel olarak $4/2$ oranı ile $2/1$ oranının eşit olduğunu fark etmiştir. 2 bardak ayran ve 3 kaşık tuz ile hazırlanan tuzlu ayranın da birbirine oranına bakarak daha tuzlu olduğunu bulmuştur.

D21 numaralı öğrencinin açıklaması ise aşağıda verilmiştir;

“Dört bardak ayran ilk önce dört bardak ayranımız olacak, ondan sonra iki kaşık tuz atacağız. Bu şeye benziyor kesirlere benziyor bunu sadeleştirirsek $2/1$ yani iki bardak ayran bir kaşık tuz ediyor. Bunu yükseltirsek $8/4$ yani 8 bardak ayran ve 4 kaşık tuz elde ediliyor. Burada $2/1$ yani iki bardak ayran bir kaşık tuz o da sağdaki bardakla aynı tadı veriyor. Ama soldaki bardakta az tatta su az tatta tuz tadı gibi dört

bardak ayran ve iki kaşık tuzda ama en fazla tuz soldaki ayran. Sağdaki ayranda aynı tatta olduğu için arasında aynı tat vardır.”

D21 numaralı öğrenci sorudaki ifadeleri kesirlere benzeterek su ile tuzu birbirine oranlamıştır ve soruda verilen 4 bardak ayran 2 kaşık tuz ifadesini sadeleştirerek ve genişleterek $2/1$, $8/4$ gibi değerlerini bulmuştur. Sadece açıklamalarda soldaki 3 kaşık tuz ifadesinde tuz tadının az olduğunu belirterek hata yapmıştır.

Son olarak D14 numaralı öğrencinin açıklaması ise şöyledir;

“İki bardak ayran iki kaşık tuz (sesli düşünüyor). Dört bardak ayran ve iki kaşık tuz birinci şeye sürahiye göre daha fazla sıvı olur yani yoğunluğu az olur ikinci şeye göre de bence eşit olur çünkü yani ikisine de eşit olarak verilmiş tam tersi değil yani dört bardak ayran ise yarısı kadar tuz burada da ikinci kutucukta da sürahide de iki bardak ayran yani onun yarısı da bir kaşık tuz.”

Öğrenci biraz daha açıklama yapması için yönlendirildikten sonra ek olarak soruda verilen tuzlu ayranın tadının ikinci kutucuktakine benzediğini ifade etmiştir. D22 soruyu yeterince kavrayarak açıklamaları doğru bir şekilde yapmış, D21 ise bazı hatalar yapsa da matematiksel oranı doğru bir şekilde bulmuştur. D14 ise biraz yönlendirme sayesinde bazı açıklamalar yapmıştır.

Öğrencilerin derse ilgisi, motivasyonu, tutumunun olumlu olduğu durumlarda yaptıkları işlemlerde ve kullandıkları ifadelerde daha doğru bir kavramsal çerçeve oluşturdukları söylenebilir. Öğrencilerin en çok zorlandıkları konular yoğunluğun matematiksel içeriğidir. Ancak başarı düzeyi yüksek olan öğrencinin çok zorlanmadığı, düşük başarı gösteren öğrencinin ise epeyce zorlandığı görülmektedir. Sonuç olarak öğrenciler dersi anlamadıklarında ilgi duymamaktadır ve tutum ve motivasyonları da bu durumdan etkilendiği için akademik başarıları da o yönde etkilenmektedir. Öğrencilerin tutum ve motivasyonları, derse karşı ilgileri ile akademik başarıları arasında anlamlı bir ilişki olduğu söylenebilir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada nicel veri analizinden elde edilen bulgular incelendiğinde hem deney hem de kontrol gruplarının ön test bulgularında öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları arasında belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir. Aynı durum her iki grubun matematik dersine yönelik tutumları için de geçerlidir. Deney grubunun tutum ve motivasyon açısından elde edilen bulguları incelendiğinde, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarının son testte anlamlı bir şekilde arttığı, fen dersine yönelik tutumlarının da olumlu bir şekilde değiştiği söylenebilir. Benzer bir sonuç Ünal ve Ergin (2006) tarafından bulunmuştur. Matematik dersine yönelik tutumlarının da yine anlamlı bir şekilde değiştiği ifade edilebilir. Bunun yanı sıra matematik destekli fen öğretimi ile ders işlenen deney grubu öğrencilerinin son testte akademik başarılarının arttığı tespit edilmiştir. Bu durumda deneyler, etkinlikler, matematiksel ve orantısal muhakeme kullanılarak ders yapılan yapılandırmacı sınıflarda öğrencilerin hem derse yönelik tutum ve motivasyonlarının, hem de akademik başarılarının arttığı kanıtlanmıştır.

Kontrol grubunun tutum ve motivasyon açısından elde edilen bulguları incelendiğinde, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarının son testte olumlu bir şekilde arttığı, fen dersine yönelik tutumlarının da olumlu bir şekilde değiştiği, akademik başarılarının arttığı tespit edilmiştir. Ancak kontrol grubunun öğretim programının kazanımlarına uygun olarak düzenlenen öğretim sürecinin sonunda matematik dersine yönelik tutumlarında bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları arasındaki en belirgin farklılık, matematik etkinlikleri ile zenginleştirilmiş dersin deney grubu üzerinde birçok yönden olumlu etki oluşturmasından kaynaklanmaktadır.

Fen dersine yönelik motivasyon hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinde son test için incelendiğinde, her iki grup için belirgin farklılıklar olmadığı tespit edilmiştir. Yani her iki grup da fen dersi için deneyler ve etkinlikler sonrasında motive olmuştur. Fen dersine yönelik tutum hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinde son test için incelendiğinde, yine fen dersine yönelik motivasyonda olduğu gibi belirgin farklılık gözlemlenmemiştir. Ancak matematik dersine yönelik tutum her iki grubun son testi için incelendiğinde, deney grubu lehine belirgin farklılıklar olduğu ve ek matematik desteği alan bu grubun, ek matematiksel destek almayan kontrol grubuna göre olumlu tutum geliştirdiği söylenebilir. Deney ve kontrol gruplarının akademik başarıları açısından son

testleri incelendiğinde, deney grubunun akademik başarısının kontrol grubuna göre daha fazla arttığı söylenebilir. Yine benzer bir sonuç Ünal ve Ergin (2006) tarafından tespit edilmiştir. Bu durumda deney grubunun kontrol grubuna göre, hem matematik dersine yönelik tutumunun olumlu yönde değiştiği hem de akademik başarılarının arttığı ifade edilebilir. Şentürk (2010) de yaptığı bir çalışmada matematik dersine yönelik olumlu tutumun akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği yönünde bir çalışma gerçekleştirmiştir. Deney grubunun yoğunluk konusuna dair başarıları ile fen dersine yönelik motivasyonları arasında anlamlı bir farklılık görülürken, yoğunluğa dair başarılarının fen ve matematik tutumlarına yönelik değişkenlerle bir ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Matematik dersine yönelik tutum ile araştırmaya ve iletişime yönelik motivasyon arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur. Fen dersine yönelik tutum ile araştırmaya ve iletişime yönelik motivasyon arasında da pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Kontrol grubunun yoğunluk konusuna dair başarıları ile fen dersine yönelik motivasyonları arasında pozitif yönde bir ilişki vardır. Fen ve matematiğe yönelik tutumların yoğunluk başarısı ile herhangi bir yönde ilişkisi tespit edilmemiştir. Matematik dersine yönelik tutum ile katılıma yönelik motivasyon arasında ve fene yönelik tutum ile araştırma ve iletişime yönelik motivasyon arasında pozitif yönde bir ilişki vardır. Sonuç olarak öğrencilere yoğunluk konusunu kavramaları için somut işlemlerle birlikte görsel deneysel etkinlikler, oyunlar, görsel materyaller ve matematiksel olarak muhakeme becerilerini artıracak etkinlikler tasarlandığında ve uygulandığında öğrencilerin hem fen hem de matematik dersine yönelik olarak başarılarının ve o derse yönelik tutum ve motivasyonlarının da arttığı kanıtlanmıştır.

Görüşme sorularından elde edilen veriler incelendiğinde ise 3 öğrenciden başarı düzeyi en yüksek olan öğrencinin konuya daha çok hâkim olduğu, açıklamalarını daha düzgün yaptığı, daha çok örnek verdiği, hem tanecikli yapı hem de matematiksel açıdan hata yapmadan soruları cevapladığı görülmüştür. Orta düzey başarı gösteren öğrencinin ise yeterli açıklamalar yapsa bile tanecik boyutundan yeterince bahsetmediği, bazı kavramsal hatalar yaptığı, düşük başarı düzeyindeki öğrencinin ise açıklama yapmakta zorlandığı, fen ve matematik derslerinde zorlandığını belirttiği, hatalar yaptığı görülmüştür.

Öğrencilerin genelinde tespit edilen en önemli hatalar; yoğunluk ve ağırlık kavramlarının sıkça birbirine karıştırılması, cismin şeklinin yoğunluğunu ve yüzme-batma durumunu etkilemesi, kütle-hacim-yoğunluk arasındaki oranların ve matematiksel bağlantıların anlaşılmasında ezbere dayalı olarak yorum yapılması, hacim ve yoğunluk kavramlarının

birbiri ile doğru orantılı olduklarının düşünülmesi, eşit hacimde kütlesi artan bir cismin yoğunluğunun değişmeyeceğinin düşünülmesi, yoğunlukları eşit olan maddelerin kütleleri arttığında hacimlerinin de aynı oranda artacağı göz ardı edilmesi, grafikleri yorumlarken grafiklerin üzerindeki kütle-hacim gibi ifadelerin rakamsal olarak yorumlanamaması, öğrencilerin yüzme-batma durumlarını açıklarken çizdikleri şekillerde yüzme-askıda kalma-batma durumlarını birbirine karıştırmaması, yoğunluğu düşük olan sıvılara atılan yüksek yoğunluklu cisimlerin yüzeceğini düşünmeleri, yoğunluğu birbirinden farklı ve birbirine karışmayan sıvıların hangisinin daha yoğun olabileceğini düşünürken tanecikli yapı hakkında üç boyutlu düşünme becerilerinin kullanılmaması şeklinde sıralanabilir. Öğrencilerde genel anlamda 3 boyutlu düşünme becerilerinde sorunlar yaşanmaktadır. Cisimlerin uzayda kapladıkları alanlar ile bu alanlarda sahip oldukları toplam tanecik sayısı (kütle) hakkında yorum yaparken öğrenciler şekilleri somut olarak kafalarında canlandırmadıkları zaman ezber dayalı cevaplar vermekte ve hata yapmaktadırlar. Hataları azaltmak ve düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla ders içerisinde birçok görsel materyal ve deney tasarlanmış ve TGA (Tahmin – Gözlem – Açıklama) tekniği kullanılarak ders içerisinde konunun daha iyi kavranması hedeflenmiştir. Öğrencilerin kavram yanılgıları nedeniyle gözlemleri genellikle tahminleriyle çelişmektedir. TGA tekniği öğrencide bilişsel uyumsuzluk oluşturarak öğrencinin kendi kavram yanılgılarını keşfetmelerine ve bilimsel teorileri öğrenmelerine hazır olmalarına katkı sağlamaktadır (Yin, Tomita ve Shavelson, 2008). Ancak yine de öğrencilerin önceden öğrenmiş olduğu kavramsal hatalar ve yanılgılar içeren bilgileri tekrar düzenleyerek doğru bilgiyi öğrenciye kavratma konusunda sıkıntılar oluşabilmektedir.

Öğrencilere yöneltilen açık uçlu sorulardan oluşan Yoğunluğa İlişkin Soru Formunun birinci sorusunda deney grubunun ön test-son test verileri incelendiğinde, öğrenciler ön testte en çok ağırlıkla yoğunluğu birbirine karıştırmışlardır. Ancak deney grubundaki öğrencilerin bir kısmının ünite bitiminde yoğunlukla ağırlığı birbirinden ayırt ettiği söylenebilir. Doğru ve tam açıklamalar yapan öğrenci sayısının yaklaşık olarak yedi kat arttığı da söylenebilir.

İkinci soru için deney grubunun ön test- son test verilerinde soruları doğru bir şekilde açıklayan öğrenci yüzdesi son testte yaklaşık dört kat artmıştır. Son testte öğrencilerin büyük bir çoğunluğu soruyu büyük ölçüde kavrayarak cevap verebilmişlerdir. Bu soruya doğru cevap veren öğrenci sayısındaki artışın bir diğer sebebi de bu soruya benzer bir

deneyin strafor köpük ile denenmiş olması olabilir. Strafor köpüğün ortasına delik açmamıza rağmen yine kap içinde yüzdüğünü gören öğrenciler deneylerdeki farklı görsel materyalleri hatırlamış olabilirler. En çok hata yapılan kavramsal hatalar “yoğunluğu azalır veya artar” yerine “ağırlığı artar, ya da hafif olur” gibi ifadelerin kullanılmasıdır. Son testte öğrencilerin belirli bir kısmı hala kütle ve hacim değişimlerini ve yoğunluğun hangi durumlarda artıp azalacağını tespit etmekte zorlanmaktadır. Son testte ağırlık kavramını yoğunluk yerine kullanan öğrenci sayısı ise oldukça azalmıştır.

Yin, Tomita ve Shavelson’a (2008) göre; öğrenciler deliklerin nesnelere suya batıracağını düşünmektedir. Ancak öğrencilerin atladığı bir nokta da cismin yoğunluğunun ya da cinsinin değişmemesidir. Örneğin; bir tekne içinde açılan bir delikten su dolduğunda suyun cisimi yüzdürme gücü azalırken, sudan daha az yoğunluktaki yüzen cisimlere delik açsak bile suda batmamaktadır.

Üçüncü soru için deney grubunun ön test- son test verilerinde, öğrencilerin son testte daha çok doğru ve anlaşılabilir açıklamalar verdiği görülmektedir. Ön testte öğrenciler yoğunluk kavramını henüz kavramadıkları için yapılan kavramsal hatalar çoğunlukla cisimlerin şekilleri ile ilgilidir. Son testte öğrenciler cismin şekillerinin yüzme-batma durumlarında önemli olmadığını kavrayarak bu hata oranını oldukça azaltmışlardır. Bu durumda ön test sonrasında başarılarının arttığı söylenebilir. Son test sonrasında yapılan hatalarda en çok maddenin yapısal özelliği ile ilgili yanlışlar göze çarpmaktadır. Ağırlık ve yoğunluğun aynı olmadığı da öğrenciler tarafından kavranmıştır.

Ağır nesnelere batacağını, hafif nesnelere yüzeceğini düşünerek nesnelere büyük ya da küçük olmalarının cismin yüzmesini ve batmasını sağlayacağını düşünen öğrencilere deneysel çalışmalarla aynı maddeden yapılan cisimlerin büyüklükleri değişse bile yüzme-batma durumlarının aynı olacağı kavratılabilmektedir. Böylece deneysel çalışma sonunda benzer ve ortak yönler tespit edilerek yoğunluğun cismin batıp batmayacağı üzerine etkileri daha net görülebilmektedir (Yin, Tomita ve Shavelson, 2008). Yine benzer şekilde öğrencilere yassı, düz şekilli ve kalın görünümlü strafor köpük parçalarını suya atmaları istendiğinde öğrencilerin cismin şekli değişse bile aynı seviyede yüzdüğünü görerek var olan kavram yanlışlarını düzelttikleri gözlemlenmiştir.

Dördüncü soruda öğrenciler cismin kütle, hacim, boyut gibi herhangi bir özelliği değişmediği için büyük oranda sorulara doğru cevap vermişlerdir. Son testte deney grubu öğrencilerinin tamamı soruyu doğru cevaplamıştır ve açıklamaları anlaşılır bir şekilde

yapan öğrenci sayısı artmıştır. Ön testte en çok yapılan hatalar ise üçgen şeklinin sivri ucunun aşağı yönde olması ya da şeklinin değiştirilmesi ile cismin batacağını düşünmeleridir. Deney grubunun son test verilerine bakıldığında şekil özelliğinin yoğunluğu ve yüzme-batma durumunu değiştirmedeğini kavradıkları görülmektedir. Son testte şekille ilgili olarak hata yapan öğrenci kalmamıştır. Bu durumda kavramsal hataların ve kavram yanlışlarının deney grubunun son testinde oldukça azaldığı görülmektedir.

Beşinci sorunun ön test ve son test bulgularına bakıldığında, öğrencilerin soruyu tam ve doğru bir şekilde açıklama bakımından ön testten son teste iyi bir yükseliş görülmektedir. Deney grubunun ön testte açıklama yaparken en çok kullandığı strateji maddenin şeklinin yatay, geniş, dik olması gibi şekil özelliklerinin cismin yüzmesini sağlayacağı yönündeki açıklamalarıdır. En çok yaptıkları hata ise şeklin ve yüzey alanının cismin yüzme-batma durumunu değiştirebileceğine inanmalarıdır. Deney grubunun son testinde en çok kullanılan açıklama stratejisi ise öğrencilerin blokların yoğunluk, kütle ve hacimleri hakkındaki açıklamalarıdır. Son test verileri incelendiğinde, başlangıçta çok az kişi yoğunluk hakkında yorum yaparken, yoğunluk konusu işlendikten sonra daha çok sayıda öğrenci yoğunluk/kütle/hacim hakkında yorum yazmıştır. Öğrencilerin şekil özelliği ile ilgili yaptıkları hataların yüzdesi oldukça azalmıştır. Deney grubunun kavramsal hataları son testte daha fazla düzelttiği görülmektedir.

Altıncı sorunun ön ve son test verileri kıyaslandığında, son testte deney grubundaki öğrencilerin soruyu anlayarak doğru ve tam açıklama yapabilme oranının ön teste göre daha fazla olduğu görülmektedir. Deney grubunun ön testte ve son testte kullandıkları stratejiler ve hatalar incelendiğinde, başlangıçta maddelerin ağırlıklarına ve özelliklerine yönelik açıklamalar yapılırken, konular işlendikten sonra yoğunluk konusuna yönelik açıklamalar artmıştır. Öğrencilerin ağırlıkla ilgili olarak yaptıkları hataları son testte düzelttiği görülmektedir. Altıncı soru için öğrencilerde rastlanan en önemli hatalar hacim sabitken, toplam kütlesi artan bir kabın yoğunluğunun da arttığını düşünmemeleridir. Bir dolgu köpüğünün her şartta yoğunluğu sudan fazla olan bir maddeyi kaldırabileceğini düşünmektedirler. Oysaki başlangıçta boşluğu olan bir kabın katı bir maddeyle doldurulması ile kütlesi artırılmıştır.

Yedinci soruyu doğru ve tam olarak açıklayan öğrencilerin yüzdeleri incelendiğinde deney grubu öğrencileri son testte daha başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak konu bitiminde yoğunluğa dair daha çok bilgi birikimi oluştuğu için yoğunluk konusundaki hata payı da az

da olsa yükselmiştir. Çünkü ön testte yoğunluk kavramı son teste göre daha az öğrenci tarafından kullanılmıştır. Bunun yanı sıra ön testlerde yoğunluk yerine ağırlık kavramı sıklıkla kullanıldığı için konu bitiminde hatalar düzeltildikten sonra ağırlık kavramı ile ilgili hatalı açıklamalar son testlerde tekrarlanmamıştır.

Sekizinci sorunun ön test ve son test verileri incelendiğinde, deney grubunun son testte açıklamaları düzgünce yapabilen öğrenci sayısı yükselmiştir. Deney grubunun ön testinde öğrencilerin yarısı madde özellikleri ve ağırlıkla ilgili olarak yorum yapmışlardır. En çok yaptıkları hata ise maddelerin özelliklerinin yanlış ifade edilmesidir. Deney grubunun son testinde öğrencilerin çoğu yağ ve suyun yoğunluklarını kıyaslama yoluyla yüzme-batma durumunu açıklamaya çalışmıştır. Son testte deney grubunun en çok yaptığı hata yoğunlukların yanlış kıyaslanmasıdır. Öğrencilerin son testte madde özellikleri ve ağırlık konusundaki kavramsal hataları düzelmesine rağmen, yoğunluğa dair hatalarının devam ettiği görülmektedir. Ancak genel anlamda hata yapmayan öğrenci sayısı artmıştır.

Son testlerde yoğunluklar hakkında daha iyi yorumlar yazılsa bile yoğunluk konusundaki hatalar devam etmiştir. Madde özelliği, ağırlık, kaldırma kuvveti gibi faktörlerden kaynaklanan hatalar ise oldukça azalmıştır. Öğrencilerin yapılan testlerdeki açıklamaları genel olarak cisimlerin “şekil/boyut” ya da “ağırlık” gibi özelliklerinin cisimlerin yüzme-batma-askıda kalma gibi durumlarını etkilediği yönündedir (Yin, Tomita ve Shavelson, 2008).

Dokuzuncu sorunun a bölümü ile ilgili olarak ön test ve son test verileri arasındaki farka bakıldığında soruları istenilen şekilde açıklayan öğrenci sayısının son testte arttığı söylenebilir. Öğrencilerin çoğu ön testte tanımlama yaparken tanecikli yapılardan ve kütle, hacim, yoğunluk kavramlarından bahsetmiştir. Öğrencilerin en çok yaptıkları hata ise yoğunluğun formülünü yanlış yazmaları veya kütle ve hacim kavramlarını yoğunluk kavramı yerine kullanmalarıdır. Son testte tanımlama yaparken yine tanecikli yapı ve kütle, hacim, yoğunluk kavramlarından bahsedilmiştir. Öğrencilerin son testte en çok yaptıkları tanecikler arası boşluk, tanecik sayısı şeklindeki ifadelerin yoğunluk anlamına geldiğini düşünmeleridir. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerinin son testte tanecikli yapılar hakkındaki hataları devam etse bile yoğunluğu kütle ve hacim ile ilişkilendirerek formül kullanan ve bunu açıklayan öğrencilerin hataları oldukça azalmıştır. Benzer bir sonuç, Borreguero, Correa, Canada, Gomez ve Martin'in (2018) yaptığı bir çalışmada ortaya çıkmıştır. Bu çalışmaya göre, laboratuvar faaliyetleri yapan deney grubunun kontrol

grubuna göre $d=m/V$ formülünü daha çok kullandığı ve yoğunluk kavramını kütle ve hacimle daha çok ilişkilendirdiği tespit edilmiştir.

Dokuzuncu sorunun b bölümü ile ilgili olarak deney grubunun ön test ve son test verilerinde sorulara doğru cevap veren öğrenci sayısı aynı olmasına rağmen, soruları istenilen şekilde açıklayan öğrenci sayısı son testte daha fazladır. Öğrenciler ön testte kütle, hacim değişimlerinden bahsetmişlerdir. Öğrencilerin en çok yaptıkları hata ise kütle-hacim-yoğunluk arasındaki bağlantıların yanlış kurulması ve maddelerin yoğunlukları hakkında edindikleri yanlış bilgilerdir. Son testte öğrenciler kütle ve hacim değişiminin yoğunluğu değiştirebileceğinden ve tanecikli yapılardan bahsetmişlerdir. Öğrencilerin en çok yaptıkları hata kütle, hacim ve yoğunluk bağlantısını yanlış kurmalarıdır. Deney grubu öğrencilerinin kütle-hacim-yoğunluk arasındaki ilişkiyi daha iyi kavradıkları son test verilerinden anlaşılmaktadır.

Onuncu soru için ön test-son test verileri incelendiğinde son testlerde öğrencilerin cisim nasıl yüzdürebilecekleri konusunda anlamlı ve doğru açıklamalar artmıştır. Deney grubu öğrencilerinin ön testte kullandıkları stratejilerin çoğu kütle/hacim/yoğunlukla ilgilidir. Ön testte öğrenciler, su miktarının artması, azalması, topun hacminin azalması, topun yoğunluğunun artırılması, yoğunluğun değiştirilememesi şeklindeki açıklamalarla cismin yüzmeye-batma durumlarını açıklamaya çalışarak hata yapmışlardır. Deney grubunun son testte kullandıkları stratejilerin çoğu cisim ve suyun hacim, kütle, yoğunluk değerlerinin değiştirilebilmesi üzerinedir. Son testte daha fazla sayıda öğrenci yoğunluk hakkında yorum yazmıştır. Öğrencilerin yoğunluk-kütle-hacim konularına yönelik hatalar son testte azalmıştır. Öğrencilerin topun ve suyun ağırlıklarının değiştirilmesi ile yüzeceğini düşünerek yaptıkları hatalar da son testte azalmıştır. Deney grubunun yoğunluğunun yoğunluk konusunu kavradığı söylenebilir. Bununla birlikte şekil değişikliğinin yüzmeye-batma durumunu etkilediğine dair hatalar son testte hiç kalmamıştır.

Öğrenciler genel olarak sadece yüzen veya batan bir cismin özelliklerine odaklanma eğilimindedirler ve sıvının özelliklerini ise göz ardı etmektedirler (Smith, Snir ve Grosslight, 1992).

On birinci soru için konu işlendikten sonra öğrencilerin son testte yüksek bir başarı elde ettiği görülmüştür. Ön testte öğrencilerin çoğu maddelerin türünden veya ağırlığından bahsetmiştir. Ön testte en çok yapılan hata, top ve küpün farklı şekillerinin yoğunluğu etkileyeceği yönündeki fikirleridir. Son testte öğrencilerin çoğu madde türünden

bahsetmiştir. Son testte en çok yapılan hata, boyutları aynı olan cisimlerin yoğunluklarının da aynı olduğu yönündeki düşüncelerdir. Öğrencilerin son testte ağırlık hakkında yorum yapmadıkları görülmüştür ve şekil-boyut özelliklerinin yoğunluğu etkilediği yönündeki açıklamalar oldukça azalmıştır. Öğrencilerin ön testteki hatalarının son testte önemli ölçüde azaldığı, daha anlamlı ve açık cevaplar verildiği gözlemlenmiştir.

On ikinci soru için son testte öğrencilerin tamamı şekil ve açıklamayı birlikte vermişlerdir. Deney grubu son testte büyük bir başarı elde etmiştir ve konuyu kavradığını göstermiştir. Deney grubu öğrencilerinin yarısı ön testte yoğunluk, kütle ve hacim bilgilerinden bahsederken, son testte büyük bir çoğunluğu sadece yoğunluk konusunda yorum yaparak soruyu cevaplamıştır. Deney grubunun ön testinde öğrencilerin yalnızca bir kısmı hatasız bir çizim yaparken, son testte çok sayıda öğrenci hatasız çizim yapmıştır. Ön testte en çok yapılan hata A ve B cisimlerinin yüzmeye-batma durumlarını ağırlıkla ilişkilendirmeleridir. Deney grubunun ön testte çizim ve açıklama konusunda yaptıkları hataların son testte büyük oranda azaldığı görülmüştür. Son testte yoğunluğa dair hatalar en aza indirilmiştir ve ağırlık, şekil, madde yapısı ve tanecikli yapıya dair ifadelerin yoğunlukla ilişkilendirilmesi konusundaki hataların çoğu ortadan kalkmıştır.

On üçüncü soru için ön testte deney grubunun yalnızca bir kısmı $Z > Y > X$ sıralamasını doğru yaparak soruya doğru cevap vermişlerdir. Ancak son testte öğrencilerin büyük bir kısmı doğru sıralama yapmıştır. Hacim ve yoğunluğun ters orantılı olduğunu kavradıkları söylenebilir. Yoğunlukla ilgili olarak deney grubuna dağıtılan ve sınıfta çözülen matematiksel işlem ağırlıklı çalışma kağıdının etkileri son testte görülmektedir.

On dördüncü soru için öğrencilerin son testte soruyu daha iyi kavradıkları ve doğru cevap verme oranının arttığı söylenebilir. Deney grubunun ön testinde öğrencilerin çoğu yoğunluk kıyaslaması yaparak soruyu açıklamaya çalışmışlardır. Öğrencilerden çok azı hatasız çizim yapmışlardır. Öğrencilerin en çok yaptıkları hata ise yoğunlukların yanlış kıyaslanması hatasıdır. Deney grubunun son testinde ise öğrencilerin büyük bir kısmı yoğunluk konusuna değinerek açıklama yapmışlardır. Öğrencilerin yarısından fazlası hatasız çizim yapmışlardır. Öğrencilerin en çok yaptıkları hata ise yine yoğunluk kıyaslamalarının yanlış yapılmasıdır. Deney grubunda ön testte kavramsal hata yapmayan öğrenci sayısı artmıştır. Deney grubu öğrencileri hem çizimlerde hem yoğunluk konusu ile ilgili hataları düzeltmede iyi bir ilerleme kaydetmiştir.

On beşinci soru için deney grubu öğrencilerinin son testteki başarısının büyük oranda arttığı söylenebilir. Ön testte deney grubunun en çok kullandığı strateji, yoğunluk, kütle, hacim ilişkisini açıklama üzerinedir. Öğrencilerin en çok yaptıkları hata ise yoğunlukları, hacimleri ve kütleleri yanlış kıyaslamadır. Son testte de en çok yoğunluk, kütle ve hacim ile ilgili açıklamalarda bulunmuşlardır. Öğrencilerin en çok yaptıkları hata ise yine yoğunluk, kütle ve hacim kıyaslamalarında yapılan hatalardır. Deney grubu öğrencileri son testte daha çok yoğunlukla ilişkili kavramları kullanırken, yine yoğunlukla ilgili kavramlar konusundaki hataların azaldığı görülmektedir. Ancak son testte kavramsal hata içermeyen açıklamalar daha çoktur.

On altıncı soru için ön testte çok az öğrenci $Y>T>X>Z$ sıralamasını ya da grafikteki 1, 2, 3 ve 4 rakamlarının harflerle eşleştirmesini doğru yaparken, son testte deney grubunun yaklaşık olarak yarısı doğru eşleştirme yapabirmiştir. Deney grubunun son testte kütle/hacim oranını grafikten yararlanarak daha iyi bir şekilde yorumladıkları ve birbirine karışmayan sıvılarla grafik arasındaki ilişkiyi daha iyi kurdukları görülmüştür. Bu başarı farkının bir başka nedeninin de deney grubuna dağıtılan çalışma kağıtları ile grafik sorularının nasıl çözüleceğine dair detaylı bir etkinlik yapılmasının ve orantısal muhakemeye dair soru-cevap tekniğinin kullanılmasının etkili olduğu düşünülebilir.

On yedinci sorunun a bölümü için ön testte az sayıda öğrenci matematiksel işlem sorusunu doğru çözmüştür. Öğrencilerin belirli bir kısmı ondalık sayıyı tam sayıya çevirmeden doğrudan bölme işlemi yapmışlardır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu işlem hatası yapmış ya da işlem yapmamışlardır. Son testte ise öğrencilerin büyük çoğunluğu matematiksel işlem sorusunu doğru çözmüştür. Öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı ondalık sayıyı tam sayıya çevirmeyi tercih etmiştir. Az sayıda öğrenci işlem hatası yapmıştır ya da işlem yapmamıştır. Son testte yoğunluğun formülünü doğru yazan öğrenci sayısının, sorudaki matematiksel işlemleri doğru yapan öğrenci sayısının, ondalık sayıyı rasyonel sayıya çevirme yöntemini kullanan öğrenci sayısının büyük oranda arttığı ve bununla birlikte işlem hatası yapan öğrenci yüzdesinin de önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Son test verilerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında deney grubunun formülü doğru kullanma, işlem hatasını en aza indirme, ondalık sayıları tam sayıya çevirme, işlemi doğru bir şekilde çözme açısından ön teste göre daha başarılı sonuç verdiği görülmektedir.

Öğrencilerin genelinde göze çarpan en önemli hatalar, ondalık sayılarda bölme işlemini yaparken virgüllü ifadeyi nasıl yorumlayacağını, virgülün sonundaki ya da önündeki

basamağın hangi basamak olduğunu bilmemeleridir. Öğrenciler ondalık sayılarda işlem yaparken ezbere dayalı olarak çözüm gerçekleştirmektedirler. Bu nedenle de hatalar yapmaktadırlar. Bu hataların en aza indirilebilmesi için ve ondalık sayılarla yapılan işlemlerde öğrencilerin kavramsal hataya düşmemeleri için matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin iş birliği içerisinde olması öğrencilerin daha anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmesini sağlayabilir (Aydın, 2011).

On yedinci sorunun “b” bölümünden elde edilen bulgular incelendiğinde, A cisminin hangi sıvılarda batacağını doğru bir şekilde cevaplayan öğrenci sayısı son testte artmıştır. Deney grubunun soruyu son testte daha iyi kavradığı ve detaylı açıklamalar verdiği, daha iyi orantısal muhakeme yaptığı görülmüştür. Ön testte daha az sayıda öğrenci yoğunluk verilerini kıyaslamayı ve yoğunluk karşılaştırması yapmayı tercih ederken, son testte daha fazla sayıda öğrenci yoğunlukla ilgili açıklamalarda bulunmuştur. Ön testte öğrencilerin en çok yaptıkları hata yoğunlukların yanlış yorumlanması ve cisim ile sıvı yoğunlukları karşılaştırılırken hatalı kıyaslama yapılmasıdır. Son testte öğrencilerin en çok yaptıkları hata ise yoğunlukla yüzme-batma durumları arasındaki ilişkinin yanlış yorumlanmasıdır. Yine de deney grubunun son testte daha az hata yaptığı ve “yoğunluk” işlemlerini daha iyi yorumlayarak daha iyi cevaplar verdiği görülmüştür.

Sonuç olarak öğrencilerin, “yoğunluk” kavramı yerine “ağırlık”, “hacim”, “kütle” kavramlarını birbirine karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin belirli bir kısmının cismin şekil/boyut/büyüklik gibi özelliklerinin yoğunluğu etkilediğine, yüzme-batma durumunu değiştirdiğine inandıkları gözlemlenmiştir. Libarkin, Crockett ve Sadler’e (2003) göre; öğrencilerin yoğunluğa dair bilimsel olmayan fikirleri 3 kategoride incelenmiştir: Boyut, şekil ve madde yapısı. Bu öğrencilerden nesnenin boyutuna odaklananlar, büyük nesnelerin suda battığına, küçük nesnelerin suda yüzdüğüne inanmaktadır. Şekil özelliğine odaklanan öğrenciler şekil değişikliğinin batan bir cisim yüzdürebileceğine inanmaktadırlar. Madde yapısına odaklanan öğrenciler ise örneğin, tüm metallerin aynı batma davranışı göstereceğine inanmaktadırlar. Yine yoğunluğu tanımlarken ağırlık, kütle, madde büyüklüğü, hacim ve kalınlık vb. gibi terimlerle açıklama yapmaya çalışan öğrencilerin ön yargılarını kırmak oldukça zordur (Borreguero, Correa, Canada, Gomez ve Martin, 2018). Ünal ve Coştu’ya (2005) göre; öğrenciler bir nesnenin yüzdüğüne ya da battığına karar verirken, yoğunluklarına değil, kütlelerine ya da hacmine bakarak karar vermektedirler. Aynı zamanda bir deliğe ya da boyuta göre bir nesnenin batıp batmayacağına karar vermektedirler. Öğrencilerin kavram yanılgıları altında yatan

nedenler incelendiğinde, günlük yaşamdaki deneyimler, bilgi eksikleri ve aşırı genelleştirme gibi nedenler ortaya çıkmaktadır. Her öğrencinin kavrama düzeyi farklı olduğu için olabildiğince somut etkinliklerle görselleştirme gerçekleştirildiğinde öğrenci kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarını daha net anlayabilir ve yüzme-batma durumunun yoğunlukla ilişkisini kendi çıkarımları ile fark edebilir. Muralidhar'a (1988) göre ise; öğrenciler "ağır" ve "yoğun" arasındaki farkın veya "hacim" ve "ağırlık" arasındaki farkın daha net anlaşılması için bilinçli bir şekilde planlanmış deneyimler yaşadıklarında konuyu daha kolay kavramaktadırlar. Bütün bu kavram yanılgılarını ortadan kaldırabilmek için ilkokuldan itibaren bilimsel çalışmalar, günlük yaşam aktiviteleri ve deneysel etkinliklerle kavramların inşa edilmesi ve kavramsal gelişimin desteklenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte öğrenme ortamlarına aktif katılım gerçekleştiren öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerileri, deneysel becerileri ve bilimsel teoriyi kavramaları da bir o kadar kolaylaşmaktadır (Hardy, Stern, Jonen ve Möller, 2006).

Öğrencilerin en çok zorlandıkları yerlerden birisi de doğrudan kütle-hacim ya da yoğunluk-hacim arasındaki ilişkinin nasıl olduğu konusudur. Sorgulamaya dayalı ders içeriği ve etkinlikler sayesinde yoğunluğu "birim hacimdeki kütle oranı" şeklinde ifade etmek yerine kütle ve hacim ile doğrudan bağlantısını kurmaya çalışarak "yoğunluk" kavramının daha etkin bir öğretimi gerçekleştirilebilir. Sorgulamaya dayalı aktiviteler yardımı ile öğrencilerin düşünceleri yönlendirilerek yoğunluğun, kütlenin ve hacmin hem matematiksel açıdan hem de kavramsal açıdan daha iyi bir şekilde anlamlandırılması gerçekleştirilmektedir (Almuntasheri, Gillies, Wright, 2016). Borreguero, Correa, Canada, Gomez ve Martin'in yaptıkları bir çalışmada (2018) deney grubunda laboratuvar etkinlikleri, kontrol grubunda da düz anlatımı tercih etmişlerdir ve bu çalışmanın sonucunda laboratuvar aktivitelerinin yoğunluk kavramının anlaşılmasında daha etkili olduğu ve kavram yanılgılarının da azalmasına katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin yoğunlukla, kütle-hacim arasındaki ilişkiyi daha iyi kavramalarına olanak sağlamak için problem çözümlerinin günlük yaşamdan örneklerle pekiştirilmesi gerekmektedir. Hacim üç boyutlu bir kavram olduğu için soyuttur ve zor anlaşılır. Kütle ise somut bir terim olduğu için daha anlaşılırdır. Yoğunluğu tartışırken de öğrencilerin kütle-hacim kavramları arasındaki bağlantıyı keşfetmeleri sağlandığında daha anlamlı öğrenmeler gerçekleştirilmektedir (Deich, 2015). Öğrencilerin yaptıkları uygulamalı etkinlikler, yüzdürme kavramına dair kavram yanılgılarının bilimsel gerçeklerle değiştirilmesinde olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Geleneksel öğretim öğrencilerin

kavramsal hatalarını düzeltme konusunda yetersiz kalırken, uygulamalı somut etkinlikler öğrencilerin eski ve yeni fikirlerini kıyaslama ve anlama imkânı sunmaktadır. Öğrenci kendi hatasını kendi tespit ederek kavramsal değişimi gerçekleştirmektedir. Öğrenci kendi öğrendiği bilgilerin eksik ve yanlış olduğunu kabul etmedikçe bilgiyi yapılandırması zorlaşmaktadır. Bu nedenle farklı strateji ve yöntemlerle soyut kavramların anlaşılmasını sağlamak gerekmektedir (Ünal, 2008). Öğrencilerin ön bilgilerinin dikkate alınmadan ders kitaplarındaki tüm müfredatı geleneksel bir yöntemle işleyen bir anlayış, öğrencilerin “yoğunluk” kavramını derinlemesine anlamalarını güçleştirmektedir. Yoğunluğun kavramsal ve nitel olarak derinlemesine anlaşılması için de daha çok araştırma yapılması ve öğretim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Hashweh, 2016).

5.1. Öneriler

- Öğrencilerin sadece akademik başarılarına odaklanan bir sistem yerine öğrencilerin kavramları hata yapmadan derinlemesine kavramaları ve kavram yanılgılarını düzeltmeleri için öğrencilerin görsel zekalarına hitap eden ve akılda kalıcı olan deneysel etkinlikler, uygulamalar yapılabilir ve teknolojik gelişmelerden yararlanılabilir.
- Fen ve matematik derslerinin entegrasyonu ile anlaşılamayan pek çok soyut konunun somutlaştırılarak ve nedensel akıl yürütme ile öğrencilerin muhakeme yapması sağlanarak matematik dersiyile iç içe olan bir fen ders planı oluşturulabilir.
- Öğrencilerin başarısını etkileyen en önemli değişkenler olan tutum ve motivasyon gibi duyuşsal konular üzerinde daha derin çalışmalar yapılarak öğrencilerin duyuşsal alanları ile akademik başarıları arasında bağlantı kurulabilir.
- Öğrencilere kendini ifade etmelerini sağlayan ve iletişimlerini güçlendiren sosyal öğrenme ortamları oluşturularak öğrencilerin hem özgüven kazanması hem de derslere yönelik olarak motive olmaları sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- 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.
- Archambault, L. & Crippen, K., 2009, Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9, 71-88.
- Arslan, M., 2007, Eğitimde yapılandırmacı yaklaşımlar, *Ankara Üniversitesi eğitim bilimleri fakültesi dergisi*, 1(40), 41-61.
- Aşkar, P., 1986, Matematik dersine yönelik tutumu ölçen likert-tipi bir ölçeğin geliştirilmesi, *Eğitim ve bilim*, 62, 31-36.
- Atasoy, B., 2000, *Genel Kimya*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- 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.
- Bahçeci, D., Gödek-Altuk, Y. ve Kaya, V.H., 2010, *Fen bilimlerinde kavramsal algılamalar ders notları*.
- Borreguero, G.M., Correa, F.L.N., Canada, F.C., Gomez, D.G. & Martin, J.S., 2018, The influence of teaching methodologies in the assimilation of density concept in primary teacher trainees, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00963>.
- 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.
- Creswell, J.W., 2012, *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*, Boston: Pearson Education.
- Çalık, M. & Ayas, A., 2005, A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts, *Journal of research in science teaching*, Vol 42(6), pp, 638-667.

- Dede, Y. ve Yaman, S., 2008, Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması, *Necatibey eğitim fakültesi elektronik fen ve matematik eğitimi dergisi*, 2(1), 19-37.
- Deich, M., 2015, *Differentiating mass from density: The effect of modeling and student dialogue in a sixth-grade classroom*. Doctoral Thesis, University of California, Santa Cruz.
- 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*.
- Dökme, İ., Doğan, A. ve Yılmaz, M., 2010, *Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I-II*, Ankara: Palme Yayıncılık.
- Edmondson, K.M., & Novak, J.D., 1993, The interplay of scientific epistemological views, learning strategies and attitudes of college students. *Journal of research in science teaching*, 30(6), 547-560.
- Ernest, P., 1989, The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of education for teaching*, 15(1), 13-33.
- Field, A., 2009, *Discovering statistics using SPSS (and sex and drugs and rock 'n' roll)* (3rd Ed.), Los Angeles, CA: SAGE Publication.
- Forbes, T.P., 2004, *Alternative conceptions held by community college chemistry students about physical properties and processes: Density, solubility, and phase changes*, Master's Thesis, Graduate Faculty of North Carolina State University, Raleigh.
- 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.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Yılmaz, G., Atlan, A. ve 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.
- Gilman, S.L., Hitt, A.M. & Gilman, C., 2015, Training master's-level graduate students to use inquiry instruction to teach middle-level and high-school science concepts, *School science and mathematics*, 115(4), 155-167.
- 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).
- Hashweh, M.Z., 2016, The complexity of teaching density in middle school, *Research in science & technological education*, 34(1), 1-24.
- Hawkes, S.J., 2004, The concept of density, *Journal of chemical education*, 81(1).
- Hitt, A.M., 2005, Attacking a dense problem: A learner-centered approach to teaching density, *Science activities*, 42(1), 25-29.
- Hoban, R., 2011, *Mathematical transfer by chemistry undergraduate students*, Dublin: Dublin City University.
- İpek, H. & Çalık, M., 2008, Combining different conceptual change methods within four-step constructivist teaching model: A sample teaching of series and paralel Circuits, *International journal of environmental and science education*, Vol 3(3), 143-153.
- Kalaycı, Ş., 2010, *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*, Ankara: Asil.
- Kartal, T., 2014, *Sorgulamaya dayalı öğrenme-öğretme yaklaşımı*, Etkinlik örnekleriyle güncel öğrenme-öğretme yaklaşımları-I, In: Ekici, G. (ed.), 13, Pegem Akademi, Ankara, 472-520.
- Kartal, B., 2017, *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi gelişimlerinin incelenmesi: Çokgenler örneği*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- 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.
- Kohn, A.S., 1993, Preschooler's reasoning about density: will it float?, *Child development* 64(6), 1637-1650.
- 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.
- Libarkin, J.C., Crockett, C.D. & Sadler, P.M., 2003, Density on dry land- demonstrations without buoyancy challenge student misconceptions, *National science teachers association*, 70(6), 46-50.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018, Fen bilimleri dersi öğretim programı, Ankara.
- 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.
- 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.
- Pathamathamakul, C. & Tanpichai, S., 2015, Survey of students' attitude toward teaching and learning in general education, *Proceedings of the 2st international conference on innovation in education*, Institute for Innovative Learning, Mahidol University, Tahiland.
- Petrucci, R.H., Harwood, W.S. & Herring, F.G., 2002, Genel kimya 1- ilkeler ve modern uygulamalar (Çev. T. Uyar, S. Aksoy), Ankara, Palme Yayıncılık.
- Plano Clark, V.L., & Creswell, J.W., 2015, *Understanding research: A consumer's guide*, Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Roach, L.E., 2001, Exploring students' conceptions of density: Assessing nonmajors' understanding of physics, *Journal of college science teaching*, Vol 30(6), pp.386-389.
- Schunk, D.H., 2009, *Öğrenme teorileri-eğitimsel bir bakışla* (Çev. M. Şahin, M.Y. Demir, K. Celasun, Z. H. Kaçkar, E. Üzümcü ve B. E. Şahin), Ankara, Nobel Yayın Dağıtım (Eserin orijinali 1991'de yayımlandı).
- Senemoğlu, N., 2005, *Gelişim, öğrenme ve öğretim- kuramdan uygulamaya* (12.basım), Ankara: Gazi Kitabevi.
- Skoumios, M., 2009, The effect of sociocognitive conflict on students' dialogic argumentation about floating and sinking, *International journal of environmental and science education*, Vol 4(4), 381-399.
- Smith, C., Snir, J., & Grosslight, L., 1992, Using conceptual models to facilitate conceptual change: The case of weight-density differentiation, *Cognition and instruction*, 9(3), 221-283.
- Srisiriwat, A., Koseeyaporn, P., Noiying, P. & Keawpun, S., 2015, Design of learning activities supporting inquiry-based learning for industrial electronics subject in Vocational education, *Proceedings of the 2nd international conference on innovation in education*, Institute for Innovative Learning, Mahidol University, Tahiland.
- Stake, R.E., 2010, Qualitative research: Studying how things work, *The canadian journal of program evaluation*, Vol 25(2). pp. 88-91.
- Stott, A. & Hattingh, A., 2015, Conceptual tutoring software for promoting deep learning: A case study, *Journal of educational technology & society*, 18(2), 179-194.
- Susman, K., Pavlin, J. & Cepic, M., 2008, It seems easy to float, but is it really? A teaching unit for buoyancy, *GIREP conference 2008 physics curriculum design, Development and validation* (23).

- Swain, J., Monk, M. & Johnson, S., 1999, A quantitative study of the differences in ideas generated by three different opportunities for classroom talk, *International journal of science education*, 21(4), 389-399.
- Şentürk, B., 2010, *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin genel başarıları, matematik başarıları, matematik dersine yönelik tutumları ve matematik kaygıları arasındaki ilişki*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Tatar, E., 2011, Prospective primary school teachers' misconceptions about states of matter, *Educational research and reviews*, Vol 6(2), pp. 197-200.
- Tuan*, H.L., Chin, C.C., & Shieh, S.H., 2005, The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning, *International journal of science education*, 27(6), 639-654.
- Ünal, S. & Coştu, B., 2005, Problematic issue for students: Does it sink or float?, *Asia-Pacific forum on science learning and teaching*, 6(3), 1-14.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö., 2006, Buluş yoluyla fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenme yaklaşımlarına ve tutumlarına etkisi, *Türk fen eğitimi dergisi*, 3(1), 46-47.
- Ünal, S., 2008, Changing students' misconceptions of floating and sinking using hands on activities, *Journal of Baltic science education*, 7(3), 134-146.
- Vitale, J.M., Madhok, J. & Linn, M.C., 2016, Repository of the international society of learning science, *ICLS 2016 Proceedings*.
- Yaman, S. ve Dede, Y., 2007, Öğrencilerin fen ve teknoloji ve matematik dersine yönelik motivasyon düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi, *Kuram ve uygulamada eğitim yönetimi*, 52, 615-638.
- Yeend, R.E., 2001, Student understanding of density: a cross-age investigation, *Physics Education Research Conference*, California State University, Fullerton.
- 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
- Zoupidis, A., Pnevmatikos, D., Spyrtou, A. & Kariotoglou, P., 2011, Causal relational reasoning of 5th graders using density in explaining floating and sinking phenomena, *In R. Pinto and K. Niebert (Eds.), Learning science conceptual understanding, Part 1 in Proceedings 9th ESERA Conference*, 104-112.
- Zoupidis, A., Pnevmatikos, D., Spyrtou, A. & Kariotoglou, P., 2016, The impact of procedural 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.

EKLER

Ek 1. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon, Fene Yönelik Tutum ve Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçekleri

Sevgili Öğrenciler,

Bu ölçme aracı ile sizlerin “Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon”, “Fen Bilgisi Tutum” ve “Matematik Dersine Yönelik Tutum”larınızın belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bilimsel bir araştırma için hazırlanmış olan bu envanter sizi değerlendirmek amacıyla kullanılmayacaktır. Bu nedenle lütfen her cümleyi dikkatlice okuduktan sonra kendiniz en uygun seçeneği işaretleyiniz. Vereceğiniz samimi cevaplar bilimsel araştırmamız için büyük önem arz etmektedir. Desteğiniz ve emeğiniz için teşekkürler.

Cinsiyet

(....) Kız (....) Erkek

Sınıf

(....) 5 (....) 6 (....) 7 (....) 8

Babanızın Eğitim Durumu

(...) İlkokul mezunu değil (...) İlkokul
(...) Ortaokul (...) Lise
(...) Üniversite/Yüksekokul

Annenizin Eğitim Durumu

(...) İlkokul mezunu değil (...) İlkokul
(...) Ortaokul (...) Lise
(...) Üniversite/Yüksekokul

Birinci dönem fen bilgisi dersi karne notu:

Birinci dönem matematik dersi karne notu:

Evinizde kendinize ait bir çalışma odası var mı?

(...) Evet (...) Hayır

Evinizde bilgisayar var mı?

(...) Evet (...) Hayır

Evinizde internet var mı?

(...) Evet (...) Hayır

Bilim programlarını takip eder misiniz?

(...) Evet (...) Hayır

Bilim dergi veya kitaplarını okur musunuz?

(...) Evet (...) Hayır

Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği	Hiç katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen katılıyorum
1. Fendeki yeni fikirleri öğrenmek isterim.					
2. Okulda öğretilmeyen fen konularıyla da ilgilenirim.					
3. Öğretmenin sınıfta anlattığı bilgilerden daha fazlasını araştırmak isterim.					
4. Yeni fen konuları hakkında bilgi edinmek isterim.					
5. Fenle ilgili en son yenilikleri öğrenmeyi severim.					
6. Fen problemlerinin cevaplarını araştırmaktan hoşlanırım.					
7. Yüksek not aldığımda öğretmenimin sınıfta bunu ilan etmesini isterim.					
8. Sınıfta çözdüğümüz problem veya etkinlikleri ilk bitiren kişi olmak isterim.					
9. Fen dersinde gösterdiğim çabaların öğretmenim tarafından takdir edilmesini isterim.					
10. Öğretmenimizin söylediği önemli bilgileri kaçırmamak için çok çaba sarf ederim.					
11. Fen derslerinde öğretmenimin gözüne girmek için çok çalışırım.					
12. Öğretmenimin verdiği ev ödevlerinin yapılıp yapılmadığını kontrol etmesini isterim.					
13. Fen bilgisi derslerinde sınıf arkadaşlarıma yardımcı olmaktan hoşlanırım.					
14. Fen derslerinde arkadaşlarımla grup çalışmaları yapmayı severim.					
15. Ev ödevlerini, daha çok bilgi öğrenmeme yardımcı olduğu için severim.					
16. Küçük gruplarda çalışmayı severim.					
17. Fen bilgisiyle ilgili kitap ve ders notlarımı sınıf arkadaşlarıma ödünç vermek istemem.					
18. Grup çalışmalarında, diğer arkadaşlarımla fikirlerimi önemsemem.					
19. Fen ödevlerimi en iyi şekilde yapmaya çalışırım.					
20. Öğretmenimin konuyu öğretirken detaylı açıklama yapmasını isterim.					
21. Fen bilgisi dersi sınavlarında en yüksek notu almak isterim.					
22. Sınıf tartışmalarında en iyi fikri ortaya atmak isterim.					
23. Grup etkinliği yaparken arkadaşlarımla çalışmak için beni seçmelerini isterim.					

Fen Bilgisi Tutum Ölçeği	Hiç katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen katılıyorum
1. Fen bilgisi çok sevdiğim bir alandır.					
2. Fen bilgisi ile ilgili kitapları okumaktan hoşlanırım.					
3. Fen bilgisinin günlük yaşantıda çok önemli yeri vardır					
4. Fen bilgisi ile ilgili ders problemleri çözmekten hoşlanırım.					
5. Fen bilgisi konuları ile ilgili daha çok şey öğrenmek isterim.					
6. Fen bilgisi dersine girerken sıkıntı duyarım.					
7. Fen bilgisi çevremizdeki doğal olayların daha iyi anlaşılmasında önemlidir.					
8. Fen bilgisi dersine ayrılan ders saatlerinin daha fazla olmasını isterim.					
9. Fen bilgisi dersine çalışırken canım sıkılır.					
10. Fen bilgisi konularını ilgilendiren günlük olaylar hakkında daha fazla bilgi edinmek isterim.					
11. Düşünce sistemimizi geliştirmede fen bilgisi dersi önemlidir.					
12. Fen bilgisi dersine zevkle girerim.					
13. Dersler içinde fen bilgisi dersi sevimsiz gelir.					
14. Fen bilgisi konuları ile ilgili tartışmaya katılmak bana cazip gelmez.					
15. Çalışma zamanımın önemli bir kısmını fen bilgisi dersine ayırmak isterim.					

Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	Hiç katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen katılıyorum
1. Matematik sevdiğim bir derstir					
2. Matematik dersine girerken büyük bir sıkıntı duyarım					
3. Matematik dersi olmasa öğrencilik hayatı daha zevkli olur					
4. Arkadaşlarımla matematik tartışmaktan zevk alırım					
5. Matematiğe ayrılan ders saatlerinin fazla olmasını					

dilerim					
6. Matematik dersi çalışırken canım sıkılır					
7. Matematik dersi benim için bir angaryadır.					
8. Matematikten hoşlanırım					
9. Matematik dersinde zaman geçmek bilmez					
10. Matematik dersi sınavından çekinirim					
11. Matematik benim için ilgi çekicidir					
12. Matematik, bütün dersler içinde en korktuğum derstir.					
13. Yıllarca matematik okusam bıkmam					
14. Diğer derslere göre matematiği daha çok severek çalışırım					
15. Matematik dersi beni huzursuz eder					
16. Matematik beni ürkütür					
17. Matematik dersi eğlenceli bir derstir					
18. Matematik dersinde neşe duyarım					
19. Derslerin içinde en sevimsiz olanı matematiktir					
20. Çalışma zamanımın çoğunu matematiğe ayırmak isterim					

Ek 2. Yoğunluk Konu Testi

Adı Soyadı:
Sınıf:

YOĞUNLUK KONU TESTİ

1. Aşağıda aynı büyüklükte olan fakat aynı kütleye sahip olmayan üç adet küp yer almaktadır. Birinci küp sudan ikinci küp ise yağdan yapılmıştır. Üçüncü küp suda yüzmekte, yağda ise batmaktadır. Üçüncü küpün ağırlığını hesaplayınız



A. 10 g B. 11 g C. 14 g D. 17 g

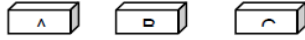
2, 3 ve 4. soruları aşağıdaki bilgilere göre cevaplayınız.

Düz homojen bir levha iki kısa parçanın uzunlukları toplamı üçüncü ve en büyük parçanın uzunluğu toplamına eşit olacak şekilde üç parçaya bölünmüştür. Her üç parça aynı genişlik ve kalınlığa sahiptir.



- Hangi parça en büyük hacme sahiptir?
 - A parçası
 - B parçası
 - C parçası
 - Hepsi aynı
- Hangi parça en büyük yoğunluğa sahiptir?
 - A parçası
 - B parçası
 - C parçası
 - Hepsi aynı
- Hangi parça en büyük kütleye sahiptir?
 - A parçası
 - B parçası
 - C parçası
 - Hepsi aynı

5 ve 6. soruları aşağıdaki bilgilere göre cevaplayınız. Şekildeki küpler aynı hacim fakat farklı yoğunluğa sahiptir.



- Bu küpleri yoğunlukları farklıdır çünkü;
 - Farklı uzunluk, genişlik ve yüksekliğe sahipler
 - Eşit hacme sahipler
 - Farklı kütlelere sahipler
 - Eşit kütlelere sahipler.
- Bu küplerden hangisi en büyük yoğunluğa sahiptir?
 - A
 - B
 - C
 - Yeterli bilgi verilmemiştir.

7. Bir çakıl taşı su dolu bir kaba bırakıldığında batmaktadır. Aynı büyüklükte bir metal boncuk da aynı kaba bırakıldığında batmaktadır. Bu iki cismi nasıl karşılaştırırsınız?

- Aynı yoğunlukta
- Aynı kütleler
- Sudan yoğunlar
- Aynı maddeden yapılmışlardır

- Yapabilecek güce sahip olsaydın bir nesnenin yoğunluğunu nasıl arttırabilirdin?
 - Nesneyi sıkıştırarak hacmini azaltarak
 - Kütlesini azaltarak
 - Küçük bir kaba koyarak
 - Hiçbiri

9. Aşağıdakilerden hangisi üst üste dizilmiş birbiri içinde çözünmeyen sıvılar için doğrudur?

- En üstteki sıvı en yoğundur
- En üstteki sıvı en az yoğundur
- Sıvıların hacmi aynıdır
- Sıvıların yoğunluğu aynıdır

Aşağıdaki ifadelerden doğru olduğunu düşündüklerinizin başına D, yanlış olduğunu düşündüklerinizin başına ise Y yazınız.

- En fazla yoğunluğa sahip sıvılar şişenin en üstündedir.
- Bir sıvının yoğunluğu için doğru ölçüm birimi g/ cm³
- Saf su, şekerli su ve tuzlu suyun yoğunluğu her zaman aynıdır.

13. A ve B aynı kütleye sahiptir. Hangisi daha yoğundur?



- A
- B
- Aynı yoğunluğa sahipler
- Verilen bilgi yetersiz.

14. A ve B farklı maddeden yapılmıştır. Hangisinin kütlesi daha fazladır?

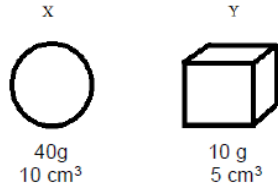


- A
- B
- Aynı kütleye sahipler
- Verilen bilgi yetersiz.

15. A ve B farklı maddelerden yapılmışlardır ve aynı hacme sahiptir. Hangisinin kütlesi daha büyüktür?



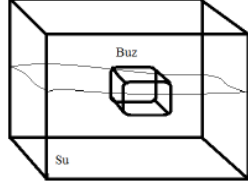
- A
- B
- Aynı kütleye sahipler
- Verilen bilgi yetersiz.



X ve Y cisimlerinin kütle ve hacim değerleri verilmiştir. Buna göre; X ve Y ile ilgili hangi ifadeler doğrudur?

16. () X ve Y aynı cins madde olabilir.

17. () X cisminin yoğunluğu 4 g/cm³ 'tür.



Su içine atılan buzun konumu şekildeki gibidir. Bu durumla ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden doğru olduğunu düşündüklerinizi işaretleyin.

18.Buz oluşumu göldeki canlı yaşamını zorlaştırır.

19.Suyun üstten donmasının sebebi, buzun yoğunluğunun suyun yoğunluğundan büyük olmasıdır.

Ek 3. Yoğunluğa İlişkin Açık Uçlu Soru Formu

Adı Soyadı:

Sınıf:

YOĞUNLUK SORULARI

1. A ve B bloklarının her ikisi de suda yüzmektedir. Bu iki bloğu birbirine sıkıca yapıştırıp suya bıraktığımızda, her ikisi birlikte suda



Cevabınızı açıklayınız:

2. C bloğu suya atıldığında suda yüzmektedir. İçinde bir boşluk açtığımızı düşünelim. C bloğu yeni haliyle suya bırakıldığında



Cevabınızı açıklayınız:

3. A ve B blokları aynı maddeden yapılmıştır. Ancak B daha yassıdır. A suda batmaktadır. B ise suya batırıldığında.....



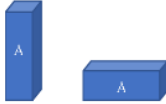
Cevabınızı açıklayınız:

4. A bloğu (solda) suda yüzmektedir. Eğer A bloğu ters çevrilirse suda.....



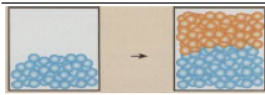
Cevabınızı açıklayınız:

5. A bloğu aşağıdaki şeklin sol tarafında olduğu gibi suya yerleştirilirse batmaktadır. Eğer A bloğu şeklin sağ tarafında olduğu gibi suya yerleştirilirse A bloğu suda



Cevabınızı açıklayınız:

6. Bir kap yarısına kadar sıkıca yerleştirilmiş taş ile doludur ve suya bırakıldığında batmaktadır. Kapın kalan yarısını da ambalajlar için kullanılan dolgu köpüğü ile sıkıca dolduralım. Son haliyle kap suya bırakıldığında suda



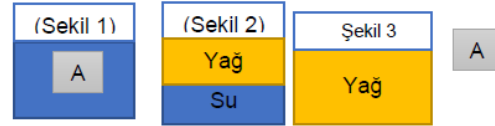
Cevabınızı açıklayınız:

7. D bloğu 1 numaralı konteynirin içindeki suya bırakıldığında batmaktadır. Eğer D bloğu daha fazla suyu olan ve daha büyük olan 2 numaralı konteynirin içindeki suya bırakılırsa suda



Cevabınızı açıklayınız:

8. A bloğu suya bırakıldığında tamamı suyun içinde kalacak şekilde suda yüzmektedir (Şekil 1). Yağ suyun üzerinde durmaktadır (yüzer) (Şekil 2). Eğer A bloğu yağın içerisine bırakılırsa (Şekil 3) yağda



Cevabınızı açıklayınız:

9. a) Yoğunluğu kendi ifadenizle nasıl tanımlarsınız?

b) Bir maddenin yoğunluğu değişebilir mi? Açıklayınız.

10. Şekilde su dolu kabin içinde batmış bir cisim görüyorsunuz. Topun yüzebilmesi için herhangi bir özelliği değiştirebilir misin? Hangi özelliği değiştireceğinizi ve nasıl değiştireceğinizi açıklayınız.



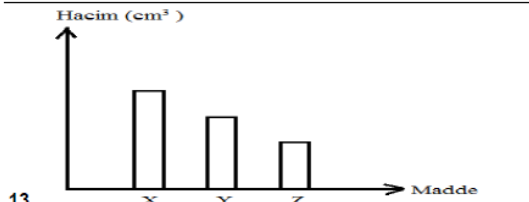
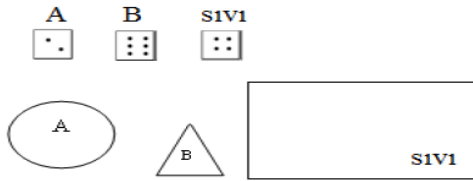
11. Resimde aynı materyalden yapılmış iki nesne görülmektedir. Bu top ve bu küpün elde edilmesi için aynı maddeden aynı miktarda kullanılmıştır. Buna göre aşağıdaki maddelerden hangilerine katılıyorsunuz?



- A. Topun yoğunluğu küpün yoğunluğundan büyüktür.
 B. Küpün yoğunluğu topun yoğunluğundan büyüktür.
 C. İki nesnenin de yoğunluğu aynıdır.
 D. Bir fikrim yok

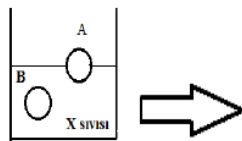
Cevabınızı açıklayınız:

12. Aşağıda A ve B cisimleri ile sıvı içeren bir kap verilmiştir. A ve B cisimlerinin yoğunlukları noktalı küpler modeliyle verilmiştir. A ve B cisimleri sıvının içerisine atıldığında hangi konumlarda duracaklarını ifade ediniz. **Gerekçelerinizi açıklayarak A ve B cisimlerinin sıvı içerisindeki son durumlarını çizin.**

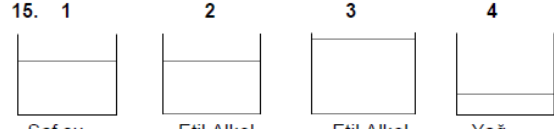


13. X, Y, ve Z maddelerinden 100g kütleli örnekler alınıp kütleleri ölçülüyor. Şekildeki hacim-madde grafiğine göre maddelerin yoğunluklarını büyükten küçüğe sıralayınız.

14.

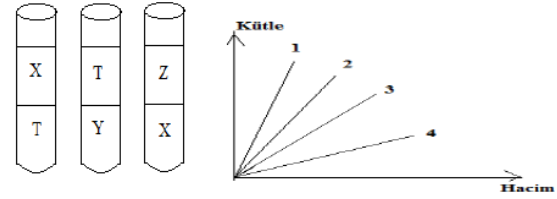


A ve B maddeleri X sıvısının içinde şekildeki gibi dengededir. X sıvısından daha az yoğun bir sıvıya bırakıldıklarında cisimlerin nasıl görüneceğini **çizerek açıklayınız.**



Aynı hacimdeki farklı cins sıvıların yoğunlukları aynı mıdır? sorusunun cevabını bulmak için yukarıdaki kaplardan **hangi ikisi** seçilmelidir? **Açıklayınız.**

16. Birbirine karışmayan X, Y, Z ve T sıvıları kaplara şekildeki gibi konulmuştur. Buna göre kütle-hacim grafiğindeki 1,2,3 ve 4 numaralı yerler ile X, Y, Z ve T sıvılarını uygun şekilde eşleştiriniz.



17. a) Hacmi 10 cm^3 , kütlesi $12,2 \text{ g}$ olan A cisminin yoğunluğunu bulunuz.

b) Yukarıda yoğunluğunu hesapladığımız A cismi, tabloda yoğunlukları verilen K, L, M ve N sıvılarının içine atılıyor. Buna göre A cismi hangi sıvılarda batar? **Açıklayınız.**

Sıvılar	Yoğunluk (g/cm^3)
K	3
L	1,63
M	1,02
N	0,91

Ek 4. Görüşme Soruları

GÖRÜŞME SORULARI

1. Yoğunluğu tanımlar mısın?
2. Yoğunluk konusunu işlenirken en çok nerelerde zorlandın? Niçin?
3. Sence yoğunluk konusunun matematik dersinde işlediğiniz konularla herhangi bir ilişkisi var mı? Evet ise hangi konu ya da konular ile ilişkilendirebilirsiniz?
4. Yoğunluk konusu işlenirken derste kullanılan yöntem ve materyaller diğer fen konularının işlenmesinden farklı mıydı? Evet ise nasıl bir değişiklik oldu? Diğer konulardan farkı neydi?
5. Matematik dersini seviyor musun? Niçin?
6. Fen Bilimleri dersini seviyor musun? Niçin?
7. Matematik dersi ile Fen Bilimleri dersi arasında sence nasıl bir ilişki var?
8. Fen Bilimleri dersinde matematiksel işlemler ile uğraşmak hoşuna gidiyor mu? Niçin?
- 9.

	
2 bardak ayran 3 kaşık tuz	2 bardak ayran 1 kaşık tuz

4 bardak ayran ve 2 kaşık tuz kullanarak bir tuzlu ayran hazırladığımızı düşünelim. Bu yeni sürahideki tuzlu ayranın tadını yukarıdaki sürahilerdeki tuzlu ayranların tadı ile kıyaslarsanız nasıl bir sonuca varabilirsiniz?

Ek 5. Ders Planları

1. ETKİNLİK

Ders Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	6
Konu:	Yoğunluk, Yüzme-Batma Durumları
Süre:	2 ders saati/ 80 dk.
Kazanımlar:	<ol style="list-style-type: none">1. Sıvı içindeki cisimlerin her birinin farklı konumlarda durduğunu keşfeder.2. Sıvının üstünde ve altında kalan cisimleri tespit ederek yüzme-batma durumlarını açıklar.3. Yoğunluğun yüzme-batma durumları ile ilişkisini anlamlandırır.4. Cisimlerin boyutları ve şekilleri değişse bile yapısal özellikleri değişmediği için aynı davranışı gösterdiğini keşfeder.5. Cisimlerin konumlarının değişmesinin yüzme-batma durumlarını etkilemediğini anlamlandırır.6. Her maddenin kendine özgü bir yoğunluğu olduğunu ve yoğunluğun maddeler için ayırt edici olduğunu kavrar.
Kavramlar:	Yüzme, Batma, Yoğunluk, Madde cinsi,
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Öğretim Modeli, 5E Modeli, Soru-Cevap Tekniği
Malzemeler:	Su, kap ya da leğen, pinpon topu, farklı büyüklüklerde strafor parçaları, patlamış mısır, patlamamış mısır, kuru üzüm, metal para, alüminyum folyo, bulaşık süngeri
DERSİN İŞLENİŞİ Dikkat Çekme:	Yoğunluk konusuna ilişkin deneylere başlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerini yoklamak ve dikkatlerini konuya çekmek için tahtaya doğru ve yanlış olan çeşitli cümleler yazılır ve tartışmaları istenir. Örneğin; “Patlamamış mısır suda yüzer?” Siz bu fikre katılıyor musunuz? ya da “Alüminyum folyo suda yüzer mi?” “Nedeni ne olabilir?” gibi. Ancak doğru cevaplar açıklanmaz.
Keşfetme:	Öğrencilerin verdikleri çeşitli cevapların sonrasında öğrencilere sıraların üzerindeki malzemeler tanıtılır ve cisimleri tek tek suya bırakmaları ve yüzme-batma durumlarını keşfetmeleri istenir.
Açıklama:	Öğrenci grupları arasındaki fikir alışverişi sonrasında deneyden elde ettikleri sonuçları açıklamaları istenir. Örneğin; “Büyük strafor parçası yüzerken, küçük strafor parçalarının da yüzmesi nasıl açıklanabilir?” ya da “Bulaşık süngerinin boyutlarını değiştirdiğimizde

	herhangi bir değişim gözlemlendi mi?, Neden?” Öğretmen rehberliğinde öğrencilerin ön bilgileri tekrar yoklanır ve fikirlerini kendi cümleleri ile ifade etmeleri istenir. Öğretmen gerektiği yerde çeşitli açıklamalar ve bilgiler sunabilir. Öğrencilere her maddenin kendine has özellikleri olduğu ve yoğunluklarının da ayırt edici bir özellik olduğu vurgulanır.
Derinleştirme:	Öğrenciler açıklama kısmından elde ettikleri bulgulardan yola çıkarak yeni durumlara uyarlama yapabilir. Böylece fikirlerini daha kalıcı hale getirerek derinleştirirler. Örneğin; Alüminyum folyonun yüzme davranışının suyun yoğunluğu ile kıyaslaması yapılarak uçaklarda alüminyum folyonun tercih edilme nedenleri arasında bağlantı kurabilirler.
Değerlendirme:	Öğrencilerin ders içerisinde öğrendiği bütün bilgiler ve kavramlar her basamakta değerlendirilerek genel bir çıkarım oluşturulur. Örneğin; “Su içinde yüzen cisimlerin yoğunlukları suyun yoğunluğundan küçüktür” gibi.

2. ETKİNLİK

Ders Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	6
Konu:	Yoğunluk, Yüzme-Batma Durumları
Süre:	1 ders saati/ 40 dk.
Kazanımlar:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bir cismin yüzmesini ve batmasını etkileyen değişkenleri inceler. 2. Maddelerin özellikleri ve maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinin yoğunluğu, yüzme-batma durumlarını değiştirdiğini keşfeder. 3. Gemilerin yüzmesini sağlayan özellikleri keşfeder. 4. Yüzen bir cismin nasıl batabileceğini açıklar.
Kavramlar:	Yüzme, Batma, Yoğunluk, Maddenin Katı, Sıvı, Gaz Hali
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	TGA Yöntemi, Soru Cevap Tekniği
Malzemeler:	Su, kap ya da leğen, 500 ml’lik pet şişe, makas
DERSİN İŞLENİŞİ	
Tahmin:	Bir pet şişenin altına bir delik açarak suya bıraktığımızda pet şişenin durumu nasıl değişir? Sorusu yöneltilerek öğrencilerin tahminlerini bir kâğıda yazmaları istenir.
Gözlem:	Öğrenciler öncelikle sağlam pet şişeyi suya bırakırlar ve sudaki durumuna bakarlar. Daha sonra makas yardımıyla pet şişede delik açarlar ve açılan delik aşağı gelecek şekilde suya yerleştirirler. Deney

	gerçekleştikten sonra öğrencilerin gözlemlerini yazmaları istenir. Gözlemler ile tahminler aynı mı farklı mı belirtilir. Yapılan gözlemler sınıf içinde ve gruplarla tartışılır.
Açıklama:	Pet şişenin delik açılmadan önceki ve delik açıldıktan sonraki yüzmeye- batma durumları kıyaslanır. Öğrenciler kendi tahminleri ve gözlemleri arasındaki farklılıkları keşfederek anlamlandırmaya çalışır. Elde ettikleri sonuçların nedenlerini irdeler.

3. ETKİNLİK:

Ders Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	6
Konu:	Yoğunluk, Yüzme-Batma Durumları, Suyun Yoğunluğu
Süre:	2 ders saati/ 80 dk.
Kazanımlar:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suyun yoğunluğunu kavrar. 2. Suyun yoğunluğunun değiştirilebileceğini keşfeder. 3. Batan bir cismin yüzmesini sağlamak için neler yapılabileceğini keşfeder. 4. Maddelerin tanecikli yapısı ve yoğunluk arasında da bağlantı kurar.
Kavramlar:	Yüzme, Batma, Yoğunluk, Suyun Yoğunluğu
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Öğretim Modeli, 5E Modeli, Soru-Cevap Tekniği
Malzemeler:	Su, kap ya da leğen, yumurta, tuz
DERSİN İŞLENİŞİ Dikkat Çekme:	Öğrencilere verilen tuz, su, yumurta gibi malzemelerle birlikte tahtaya “Batan bir yumurtanın yüzmesini nasıl sağlayabiliriz?” Şeklinde dikkat çekici bir cümle yazılır ve öğrenci gruplarından bu soruyu tartışmaları istenir.
Keşfetme:	Öğrenci tartışmaları sonlandırıldıktan sonra öğrencilerden yumurtalardan birini suya bırakmaları ve yüzme-batma durumunu keşfetmeleri beklenir. Daha sonra yumurta sudan çıkarılır ve suya tuz atılır. Tuzlu suya bırakılan yumurtanın yüzme –batma durumu gözlemlenir.
Açıklama:	Öğrencilerin deney sonucunda elde ettiği bulguları açıklamaları istenir. Bu açıklamaları yaparken öğretmen yüzme-batma durumlarının hangi koşullarda gerçekleşebileceği hakkında kısa bilgiler verir. Suyun yoğunluğunun 1g/cm^3 olduğu ve tuz eklendiğinde yoğunluğunun arttığı bilgisi verilir.
Derinleştirme:	Öğrenci elde ettiği bilgileri yorumlar ve kavramsal açıdan derinleştirir. Örneğin; yüzme havuzlarında yüzmeye çalışan birisinin dibe

	batmaması için deniz suyunun tuzluluk oranı dikkate alınır. Böylece havuzlara tuz atılarak yüzme işlemi kolaylaşır. Bu şekildeki örneklerle öğrenciler günlük hayatla bağlantı kurarak çıkarımlarda bulunurlar.
Değerlendirme:	Hem etkinlik basamaklarında hem de konu bitiminde genel bir değerlendirme yapılarak öğrencinin bilgiyi kavrama düzeyi belirlenir. Genel değerlendirmeye bir örnek: “Suyun yoğunluğunu artırmak için tuz gibi suya karışan bir madde eklendiğinde suyun içine atılan katı cisimler yüzebilir.” Genel değerlendirme ile öğrencilerin bir önceki konuda öğrendikleri maddenin tanecikli yapısı ile yoğunluk arasında bağlantı kurmaları sağlanır.

4. ETKİNLİK

Ders Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	6
Konu:	Kütlenin ve Hacmin Ölçülmesi, Yoğunluk Hesaplamaları
Süre:	4 ders saati/ 160 dk.
Kazanımlar:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kütlenin hassas teraziyle ölçüldüğünü kavrar. 2. Hacmin dereceli silindire ölçüldüğünü kavrar. 3. Yoğunluğun doğrudan ölçülemeyen, kütle ve hacimden yola çıkılarak hesaplanan bir kavram olduğunu keşfeder. 4. Kütle/Hacim formülünün yoğunluğa eşit olduğunu keşfeder. 5. Kütle, hacim ve yoğunluğun sembollerini, birimlerini ve hesaplamalarını öğrenir. 6. Katıların hacminin, katılar suya bırakıldıklarında yer değiştiren sıvı hacmine eş değerde olduğunu keşfeder. 7. Kütle-hacim-yoğunluk ilişkisini açıklar.
Kavramlar:	Kütle, Hacim, Yoğunluk, Dereceli Silindir, Hassas Terazi, Yoğunluk Birimleri, Sembolleri, Oran, Kütle/Hacim, Ondalık Sayılar
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Öğretim Modeli, 5E Modeli, Soru-Cevap Tekniği
Malzemeler:	Dereceli silindir, hassas terazi, su, bilyeler, poşette toprak, farklı boyutlarda taşlar, kâğıt, kalem
DERSİN İŞLENİŞİ Dikkat Çekme:	Öğrencilerin dikkatini çekmek için tahtaya

	çeşitli sorular yazılır. Örneğin; “Cisimlerin yoğunluklarını doğrudan ölçen bir araç var mıdır?”, “ Kütle ne demektir? Ne ile ölçülür? Yoğunlukla bir ilişkisi var mıdır? Hacim ne ile ölçülür? Yoğunlukla hacmin bir ilişkisi var mıdır? Yüzme-batma durumlarının kütle veya hacimle bir ilişkisi var mıdır?”
Keşfetme:	Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve tahminleri tahtaya yazılır. Öğrenci gruplarının önünde sıralanan hassas terazi ve dereceli silindirlere nasıl kullanacakları hakkında kısa bir bilgi verilerek sırasıyla taşların, toprağın ve bilyelerin kütlelerini ve hacimlerini ölçmeleri istenir. Ölçümleri bir kâğıda kaydedilir.
Açıklama:	Öğrenciler hassas terazi ile kütle ve dereceli silindirle hacmi ölçerken yapılan ölçümler hakkında açıklamalar yapılır. Öğrenciler dereceli silindiri nasıl kullanacaklarını bilmedikleri için dereceli silindir içine atılan cismin sıvıyı yükseltme miktarı ile cismin hacmi arasında ilişkisi kurularak verileri kaydetmeleri istenir. Öğrencilerin buldukları verilerden yola çıkarak kütle/hacim formülünü kullanmaları istenir. Öğrencilere formüller, semboller, birimler hakkında bilgi verilir. Öğrencilerin buldukları sonuçları yorumlamaları ve birbiri ile kıyaslamaları istenir.
Derinleştirme:	Öğrenciler buldukları hesaplamalardan yola çıkarak kütle/hacim ve yoğunluğun birbiri ile ilişkisini daha iyi kavrarlar. Öğrenciler daha karmaşık ondalık sayılarla işlem yaparak problem çözme becerilerini geliştirirler.
Değerlendirme:	Öğrencilerin yaptıkları hesaplamalardan ve gerçekleştirdikleri işlem basamaklarından yola çıkarak ondalık sayılarda çarpma, bölme işlemleri konusundaki becerileri, yoğunluk konusundaki iki değişken arasındaki ilişkinin anlaşılıp anlaşılmaması değerlendirilir. Yoğunluk kavramının hem nitel hem nicel anlamda anlaşılması sağlanır.

5. ETKİNLİK

Ders Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	6
Konu:	Birbirine Karışmayan Sıvıların Yoğunluklarının Kıyaslanması
Süre:	1 ders saati/ 40 dk.
Kazanımlar:	1. Birbirinden farklı cins olan sıvıların yoğunluklarının farklı olduğunu keşfeder.

	<p>2. Birbirinden farklı cins olan sıvıların içine atılan katı cisimlerin farklı konumlarda yer alacağını keşfeder.</p> <p>3. Katılarda olduğu gibi sıvılarda da yoğunluğa göre maddelerin konumlarının değişeceği anlaşılır.</p>
Kavramlar:	Sıvıların Yoğunluğu
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	TGA Yöntemi, Soru Cevap Tekniği
Malzemeler:	Uzun şeffaf bir bardak, bal veya reçel, nar ekşisi, süt, bulaşık deterjanı, zeytinyağı, kolonya, su, gıda boyası, pinpon topu, oyun zarı, madeni para, mısır tanesi
DERSİN İŞLENİŞİ Tahmin:	“Birbirinden farklı sıvıları bir araya getirerek aynı kaba aktarırsak nasıl görünürler?” ve “Birbirinden farklı sıvıların bulunduğu kap içine katı cisimleri atarsak ne olur?” Şeklinde iki soru yöneltilerek öğrencilerin tahminleri bir kâğıda yazmaları istenir.
Gözlem:	Öğrenciler sırasıyla bal veya reçel, nar ekşisi, süt, bulaşık deterjanı, su, kolonya ve zeytinyağını şeffaf bir bardağa boşaltırlar. Ardından sıvıların birbirine karışıp karışmayacağını ya da birbirinden ayrı durup durmayacağını gözlemler ve grup içinde gözlemlerini tartışırlar. Bu tartışmanın sonucunda aynı kabın içine zar, pinpon topu, mısır ve madeni parayı atarak sıvı içinde nerede durdukları gözlemlenir ve sınıf içinde tartışılır.
Açıklama:	Öğrencilerin deney yapmadan önceki tahminlerini ve deney yaptıktan sonraki gözlemlerini kıyaslamaları istenir. Öğrenciler hem sıvıların konumları ile yoğunlukları arasında hem de sıvıların içine atılan katı cisimlerin yoğunlukları arasında ilişki kurarak açıklamalarını not ederler ve genel bir değerlendirme yapılır.

6. ETKİNLİK

Ders Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	6
Konu:	Su ve buzun yoğunluklarının kıyaslanması
Süre:	1 ders saati/ 40 dk.
Kazanımlar:	<p>1. Suyun ve buzun yoğunluklarının birbirinden farklı olduğunu keşfeder.</p> <p>2. Suyun diğer sıvılardan farklı bir özellik gösterdiğini keşfeder.</p> <p>3. Maddeler hal değiştirdiğinde tanecikli yapılar arasındaki boşlukların ve hacmin</p>

	değiştiğini keşfeder.
Kavramlar:	Suyun Yoğunluğu, Buzun Yoğunluğu
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sorgulamaya Dayalı Öğretim Modeli, 5E Modeli, Soru-Cevap Tekniği
Malzemeler:	Su, buz, kap
DERSİN İŞLENİŞİ Dikkat Çekme:	Öğrenciler için tahtaya “Buz suda yüzer mi? Neden? şeklinde dikkat çekici bir soru yazılarak ve tahtaya şekil çizilerek öğrencilerden gelen farklı fikirler yazılır.
Keşfetme:	Öğrencilerin verdikleri cevaplarla birlikte malzemeleri kullanarak önceki bilgileri ile sorunun cevabını keşfetmeleri sağlanır.
Açıklama:	Yaptıkları deneyden yola çıkarak öğrencilerin buzun suya göre davranışı hakkında açıklamalar yapmaları istenir. İlk baştaki fikirleri ile deney sonrası fikirleri arasında bağlantı kurmaya çalışırlar. Öğretmen gerektiği yerde teorik bilgi verebilir. Örneğin; su moleküllerinin donarken birbirinden uzaklaştığı yönündeki bir bilgi ışığında öğrenciler tanecikli yapı arasındaki boşluğun artışının hacmin artması ile ilişkili olduğu bağlantısına ulaşabilirler. Hacim bilgisine ulaşan öğrenciler yoğunluk konusunda da yorum yapabilirler.
Derinleştirme:	Öğrencilerin su ve buzun davranışı hakkında öğrendikleri bilgilerin günlük hayatta ne iş yaradığı ile ilgili olarak bağlantı kurmaları sağlanabilir. Örneğin; Buzun yoğunluğunun suyun yoğunluğundan küçük olması nedeniyle kışın buz tutan göllerde buz suyun yüzeyinde yer alır. Bu da su içinde yaşayan canlı türlerinin buzun altında belirli sıcaklıklarda hayatta kalmasını sağlar.
Değerlendirme:	Öğrencilerin maddelerin hal değiştirdiklerinde yoğunluklarının da değişip değişmediği konusundaki çıkarımları her basamakta değerlendirilir. Öğrencilerin yoğunluk konusunu derinlemesine öğrenip öğrenmediği genel bir değerlendirme sonucunda ortaya çıkarılır.

7. ETKİNLİK:

Ders Adı:	Fen Bilimleri
Sınıf:	6
Konu:	Yoğunluğun Tanecikli Yapısı
Süre:	1 ders saati/ 40 dk.

Kazanımlar:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maddenin tanecikli yapısı ile yoğunluk arasında ilişki kurar. 2. Tanecikli yapılar arasındaki boşluk ile hacim arasında bağlantı kurar. 3. Maddelerin yoğunluklarının madde miktarı ve maddenin kapladığı alanla ilişkili olduğunu keşfeder.
Kavramlar:	Kütle, Hacim, Yoğunluk, Tanecikli Yapı, Tanecikler Arası Boşluk
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Soru Cevap Tekniği
DERSİN İŞLENİŞİ Soru- Cevap:	<p>Öğrenciler için tahtaya farklı büyüklüklerde farklı şekillerde geometrik şekiller çizilerek içlerine noktalar yerleştirilir. Örneğin; iki tane aynı büyüklükte kare modeller çizilir ve içlerine farklı sayılarda noktalar yerleştirilir. Öğrencilerin bu noktalarla maddenin tanecikleri arasında ilişki kurmaları istenir. Örneğin; “Hangi küpün yoğunluğu daha fazladır?” ya da “Hangi üçgenin kütlesi daha fazladır?” şeklindeki sorularla öğrencilerin fikirleri tartışılır. Verilen bilgilerden yola çıkılarak öğrencilerin kütle-hacim veya yoğunluk-hacim veya kütle-yoğunluk gibi iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlandırılması istenir. Öğrenciler şekilleri birbiri ile kıyaslayarak kütle ve hacmin doğru orantılı, kütle ve yoğunluğun doğru orantılı, hacim ve yoğunluğun ters orantılı olduğunu kavrarlar. Aynı zamanda maddeleri parçacık boyutunda daha iyi bir şekilde keşfederler.</p>



Ek 6. Çalışma Kağıdı

YOĞUNLUK KONUSU ÇALIŞMA KAĞIDI

ADI/SOYADI:

SINIFI:

SORU 1.

	
3 bardak portakal suyu 2 bardak su	3 bardak portakal suyu 3 bardak su

- İçeceklerdeki portakal tadını nasıl ölçebiliriz?
- Hangi içecek daha fazla portakal tadı verir?
- Sürâhilerden birinde diğerinden daha fazla su olması önemli mi? Niçin?
- 6 bardak portakal suyu ve 4 bardak su kullanarak bir portakal suyu hazırlasaydık bu yeni sürâhideki portakal suyu ile yukarıdaki sürâhilerdeki portakal suyunun tadını kıyaslayın.
- Soldaki sürâhide ile aynı tatta portakal suyu elde etmek için yeni bir tarif veriniz.
- Sağdaki sürâhide ile aynı tatta portakal suyu elde etmek için yeni bir tarif veriniz.
- Aşağıdaki tabloda sürâhilerin içinde kaç bardak portakal suyu ve kaç bardak su olduğu görülmektedir. Sürâhileri en fazla portakal tadı verenden en az portakal tadı verene doğru sıralayınız.

Sürâhi	Portakal suyu	Su
1	3 bardak	4 bardak
2	3 bardak	5 bardak
3	3 bardak	2 bardak

SORU 2: Ayşe'nin annesi kızının doğum günü için limonata yapmak istemektedir. İnternette bir tarif bulmuştur. Tarife göre bir limon ve üç litre su gereklidir. Ayşe'nin annesi ise iki limon ve 4 litre su kullanmıştır. Ayşe'nin annesinin limonatası tarifte belirtilen limonata ile aynı tatta olur mu?

SORU 3: İki arkadaş kendilerine küçük kilim dokuma tahtası yapmak istemektedirler ve bu nedenle farklı büyüklükteki tahtalara çiviler çakmışlardır. Ali Ahmet'ten daha fazla çivi çakmıştır ve Ali'nin tahtası Ahmet'in tahtasından daha kısadır. Hangisinin tahtasında çiviler birbirine daha yakındır?

SORU 4:

- Bir cismin kütleini sabit tutup hacmini arttırsak yoğunluğu
- Bir cismin kütleini sabit tutup hacmini azaltırsak yoğunluğu
- Bir cismin hacmini sabit tutup kütleini arttırsak yoğunluğu
- Bir cismin hacmini sabit tutup kütleini azaltırsak yoğunluğu

SORU 5: A, B, C ve D dört farklı katı maddedir. A katısı B katısından yoğundur. B katısı C katısından yoğundur. C katısı D katısından yoğundur. B katısı suya bırakıldığında suda yüzmektedir.

(a) Başka hangi katılar kesin olarak suda yüzerler? Açıklayınız.

(b) A katısı suda yüzer mi batar mı? Açıklayınız.

SORU 6: Hangi küpler suda batar? Seçtiğiniz kutuyu işaretleyiniz.



Su dolu küp 16g	1g <input type="checkbox"/>	13g <input type="checkbox"/>	43g <input type="checkbox"/>	18g <input type="checkbox"/>
--------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

SORU 7: Bir cismin kütleisi 6 g'dır. 3 cm³ yer kaplayan bu cismin yoğunluğu ne kadardır?

SORU 8: Suyun yoğunluğu 1 g/ cm³'tir. Bir cismin kütleisi 58 gramdır. Bu cismin suda yüzmesi için hacmi kaç cm³ olmalıdır?

- a. 45 cm³ b. 50 cm³ c. 55 cm³ d. 60 cm³

Çünkü:

SORU 9:

Yoğunlukları 2,5 ve 3,5 olan sıvıları birbirine karıştırdığımızda oluşan karışımın yoğunluğu aşağıdakilerden hangisi olamaz?

- A) 54/20 B) 96/33 C) 10/4 D) 71/22

Çünkü:

SORU 10.

Madde	Kütle(g)	Hacim(cm ³)	Yoğunluk (g/cm ³)
X	180	0,5
Y	90	4,5
Z	675	150
T	50	100

a) Tabloda verilen boşlukları tamamlayarak X, Y, Z ve T maddelerinden hangilerinin aynı cins madde olduğunu açıklayınız.

b) Tabloya göre aşağıdaki yorumlardan hangileri doğrudur?

-Y maddesinin kütlesi, Z maddesinin kütlesinden büyüktür.
-Y ve Z maddelerinin hacimleri eşittir.
-X ve Y aynı kütlelere sahiptir.
-X ve Y aynı cins madde olabilirler.
-X ve T maddeleri farklı cins maddelerdir.

SORU 11.

Madde	Hacim	Kütle
K	V	2m
L	5V	2m
M	8V	4m

K, L ve M maddelerinin kütle ve hacimleri verilmiştir. Buna göre, aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

-Birim hacimde en fazla tanecik K maddesinde bulunur.
-Eşit kütlede en çok yer kaplayan M'dir.
-En az yoğun madde L'dir.
-M maddesinin kütlesi fazla olduğu için en yoğun maddedir.

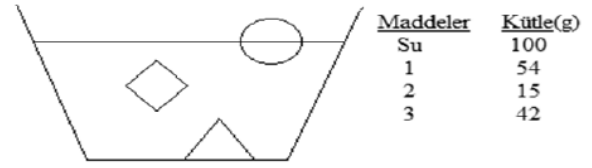
SORU 12.

Madde	Yoğunluk (g/cm ³)
K	0,50
L	0,05
M	0,005

K, L ve M maddelerinin yoğunluk değerleri tabloda verilmiştir. Buna göre aşağıda verilen cümlelerden doğru olanları işaretleyiniz.

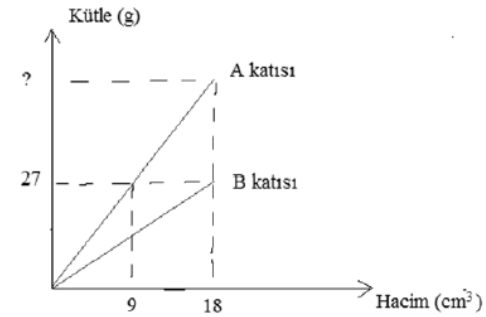
- K'nın 10 gramının yoğunluğu 0,50'dir.
- L'nin 10 cm³ hacminin kütlesi 0,005'tir.
- K, L ve M hepsi de aynı cins maddelerdir.
- Tanecikler arası mesafe en az K maddesindedir.
- L maddesinin sıvı madde, K maddesini katı madde olarak düşünersek K katısı, L sıvısının içinde yüzer.
- L ve M birbirine karışmayan sıvı madde olarak düşünlürse, L sıvısı M sıvının altında kalır.

SORU 13.



Yukarıdaki maddeler tek tek ölçülerek tabloya kaydedilmiştir. Buna göre, maddelerin şekillerini numaralarla eşleştiriniz.

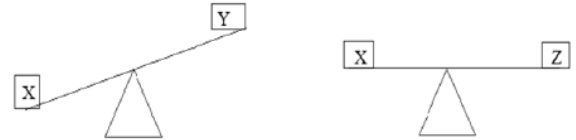
SORU 14.



Şekilde A ve B katısının kütle-hacim grafiği verilmiştir. A ve B aynı madde midir? Açıklayınız. Aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- ? ile gösterilen değer.....
- A katısının 1 cm³'ünün kütlesi.....
- A katısının yoğunluğu.....
- A katısının 10 cm³'ünün kütlesi.....
- B katısının 1 cm³'ünün kütlesi.....
- B katısının yoğunluğu, A katısının yoğunluğundan
- 1 cm³ X ve 1 cm³ Y alındığında X'in kütlesi daha

SORU 15.



Hacimleri eşit olan ve suda çözünmeyen X, Y ve Z cisimlerinin eşit kollu terazilere konulduktan sonraki durumu verilmiştir. Y cismi suda battığına göre boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

- Z cismi suda
- X cismi suda
- Eşit kütlelerdeki Y ve Z cisimlerindenhacmi daha büyüktür.

Ek 7. Ölçek izinleri

908 ileti dizisinden 125. < > ⚙

Motivasyon ölçeği Gelen Kutusu x ⌵ 🖨 📧

Emine Doğan 17 Şubat Paz 16:45 ☆ ↶ ⋮
Alıcı: ydede ▾
Sayın hocam merhaba,
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi ABD'nda yüksek lisans yapmaktayım. Yüksek lisans tezim için geliştirmiş olduğunuz "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği"ni sizlerin izni ile kullanmak istiyorum.
İlginiz için teşekkür ederek, iyi çalışmalar diliyorum.
Saygılarımla,
Emine Doğan Akdeniz
Fen Bilgisi Öğretmeni/Yüksek lisans öğrencisi

Yüksel DEDE 17 Şubat Paz 23:37 ☆
Merhaba Emine ilgili ölçeği çalışmada kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar Yüksel DEDE ----- Orijinal Mesaj ----- Kimden: Emine Doğan Kime: ydede@gazi.edu.tr Gönder

Emine Doğan 18 Şubat Paz 23:10 ☆ ↶ ⋮
Alıcı: Yüksel ▾
Sayın hocam çok teşekkür ederim. İyi çalışmalar diliyorum.
Yüksel DEDE 17 Şub 2019 Paz, 23:37 tarihinde şunu yazdı:

↶ Yanıtla ➡ Yönlendir

908 ileti dizisinden 122. < > ⚙

Tutum ölçeği Gelen Kutusu x ⌵ 🖨 📧

Emine Doğan 17 Şub 2019 16:46 ☆ ↶ ⋮
Alıcı: petek.askar, ▾
Sayın hocam merhaba,
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi ABD'nda yüksek lisans yapmaktayım. Ortaokul öğrencilerinin yoğunluk konusunda matematik destekli etkinlik ve öğretimin öğrencilerin başarı, tutum ve motivasyonları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçladığım yüksek lisans tezim için geliştirmiş olduğunuz "Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği"ni sizlerin izni ile kullanmak istiyorum.
İlginiz için teşekkür ederek, iyi çalışmalar diliyorum.
Saygılarımla,
Emine Doğan Akdeniz
Fen Bilgisi Öğretmeni/Yüksek lisans öğrencisi

Petek Askar 18 Şub 2019 06:25 ☆ ↶ ⋮
Alıcı: ben ▾
Sayın Doğan,
Ölçeği araştırmanızda kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar
Petek Aşkar
17 Şub 2019 Paz, saat 05 4:48 tarihinde Emine Doğan şunu yazdı:

Emine Doğan 18 Şub 2019 23:09 ☆ ↶ ⋮
Alıcı: Petek ▾

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Emine DOĞAN AKDENİZ
Doğum Yeri	Konya
Doğum Tarihi	16.04.1988
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	05078642308
E-Posta Adresi	eminedogan88e.d@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte	Eğitim Fakültesi
Bölümü	Fen Bilgisi Öğretmenliği
Mezuniyet Yılı	2011

Yüksek Lisans	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Programı	
Mezuniyet Tarihi	

Doktora	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Programı	
Mezuniyet Tarihi	

Makale ve Bildiriler
Doğan, E., 2012, Sunuş Yoluyla Öğretim Stratejisine Göre Hazırlanmış “Elektrik Enerjisi” Olgusu Etkinliği, 3. Ulusal İlköğretim Bölümleri Öğrenci Kongresi, 22-23 Kasım 2012 Kırşehir, Ahi Evran Üniversitesi.