



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı

DALGALAR KONUSUNUN SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMI
İLE DESTEKLENEN 5E ÖĞRENME MODELİNE GÖRE İŞLENMESİ: BİR EYLEM
ARAŞTIRMASI

Sevim BEZEN

Doktora Tezi

Ankara, 2019

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye ... En İyiyeye ...



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı

DALGALAR KONUSUNUN SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMI
İLE DESTEKLENEN 5E ÖĞRENME MODELİNE GÖRE İŞLENMESİ: BİR EYLEM
ARAŞTIRMASI

TEACHING THE WAVES THROUGH 5E-LEARNING MODEL SUPPORTED BY
INVESTIGATION-BASED LEARNING APPROACH: AN ACTION RESEARCH

Sevim BEZEN

Doktora Tezi

Ankara, 2019

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Sevim BEZEN'in hazırladığı "Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre İşlenmesi: Bir Eylem Araştırması" başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalında Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

| | | |
|-----------------------|-------------------------------|---|
| J¼ri Başkanı | Prof. Dr. Bilal G¼NEŞ |  |
| J¼ri Üyesi (Danışman) | Prof. Dr. Celal BAYRAK |  |
| J¼ri Üyesi | Doç. Dr. Işıl AYKUTLU |  |
| J¼ri Üyesi | Prof. Dr. Mustafa KARADAĞ |  |
| J¼ri Üyesi | Prof. Dr. Şebnem Kandil İNGEÇ |  |

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından 27 / 06 / 2019 tarihinde uygun gör¼lmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali Ekber ŞAHİN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

Öz

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ele alınmıştır. Bir eylem araştırması biçiminde desenlenen araştırma, 2017-2018 öğretim yılının bahar döneminde Ankara il merkezinde bulunan bir Anadolu lisesinin 10. sınıfında öğrenim gören 58 lise öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı ve öğrenci günlüğü, dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği, dalgalar kavramsal anlama formu, yarı yapılandırılmış görüşmeler, video ve fotoğraf kayıtları ve el yapımı ürünlerden yararlanılmıştır. Ayrıca araştırmada eylem planı geliştirilmiş ve etkinlikler yay, su ve ses dalgalarını kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Etkinlikler uzman görüşleri aracılığıyla öğrencilere yönelik araştırmanın amacına hizmet ederek, uygun nitelikte veri sunarak ve alanyazından yararlanılarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Verilerin analizinde ise ilişkili ölçümler t testi, betimsel ve içerik analizden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda nitel verilere göre öğrencilerde genel olarak yay, su ve ses dalgalarında kavramsal anlamalarında değişimin olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin tutum düzeyleri arasında anlamlı ölçüde fark olduğu ve son uygulamada öğrencilerin tutumlarının arttığı belirlenmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik ise öğrencilerin olumlu görüşlerinin olduğu ve konuların öğretiminde yararlanılmasının faydalı olduğunu düşündükleri saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı, 5E öğrenme modeli, eylem araştırması, dalgalar konusu, lise öğrencileri.

Abstract

In the study, waves as a topic and its application were tackled according to 5E learning model which is supported by inquiry-based learning approach. Designed as an action research, it was conducted with the participation of 58 high school students at 10th grade in an Anatolian high school in Ankara during the spring semester of 2017-2018 academic year. In the study, researcher and student diaries, attitude scale on waves, a conceptual comprehension form on waves, semi-constructed interviews, video recordings and photographs, and hand-made materials were used as data gathering tools. Moreover, an action plan was developed, and by taking into consideration expert views and making use of literature, activities were designed by the researcher so that they cover the bow, water, and sound waves; and it was ensured that these activities were in accordance with the aim of the study. In the analysis of data, paired-sample t test, descriptive and content analyses were used. At the end of the study, it was determined that there is a conceptual understanding change for students in general. Moreover, it was also determined that there is a meaningful different in students' attitude levels, and that their attitudes increased in the last application. As far as inquiry-based learning was concerned, it was determined that students have positive views and they think they it should be helpful to use it in teaching topics.

Keywords: inquiry-based learning approach, 5E learning model, action research, waves, high school students.

Teşekkür

Akademik hayatım boyunca örnek aldığım, üzerimde çok emeği olan değerli danışmanım Prof. Dr. Celal BAYRAK'a bana güvendiği, her zaman beni desteklediği ve cesaretlendirdiği için çok teşekkür ederim.

Danışman hocam kadar üzerimde emeği olan Doç. Dr. Işıl AYKUTLU'a bana değerli vaktini ayırdığı, görüş ve önerileriyle ufkumu genişlettiği ve her zaman desteğini hissettirdiği için müteşekkirim.

Ayrıca araştırmamın ortaya çıkmasında büyük katkıları olan, her daim görüş ve önerileriyle bana yol gösteren Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Mustafa KARADAĞ ve Prof. Dr. Şebnem Kandil İNGEÇ'e tezime yapmış oldukları katkılardan dolayı çok teşekkür ederim.

Bu süreçte her türlü sorunuma çözüm bulan ve beni destekleyen tüm arkadaşlarıma başta Dorukan ATAY olmak üzere hepsine sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak beni hayatım boyunca destekleyen, bana benden daha fazla güvenen ve bana her daim güç sağlayan annem Aynur ÇİFTÇİ ve teyzem Nurdan ÇİFTÇİ'ye sonsuz teşekkürlerimi iletiyorum.

İçindekiler

| | |
|--|------|
| Öz..... | ii |
| Abstract..... | iii |
| Teşekkür..... | iv |
| Tablolar Dizini..... | viii |
| Şekiller Dizini..... | x |
| Simgeler ve Kısaltmalar Dizini..... | xiii |
| Bölüm 1 Giriş..... | 1 |
| Problem Durumu..... | 1 |
| Araştırmanın Amacı ve Önemi..... | 3 |
| Araştırmanın Problemi..... | 6 |
| Sayıltılar..... | 6 |
| Sınırlılıklar..... | 7 |
| Tanımlar..... | 7 |
| Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar..... | 8 |
| Fizik Öğretiminde Yapılandırmacılık, Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı Ve 5E Öğrenme Modeli..... | 8 |
| İlgili Araştırmalar..... | 17 |
| Bölüm 3 Yöntem..... | 38 |
| Araştırma Modeli..... | 41 |
| Araştırma Problemini Belirleme..... | 44 |
| Ortam..... | 45 |
| Çalışma Grubu..... | 46 |
| İzlenilen Yol..... | 47 |
| Veri Toplama Araçları..... | 49 |
| Verilerin Analizi ve Yorumlanması..... | 63 |
| Geçerlik ve Güvenirlik..... | 67 |
| Eylem Planı Geliştirme..... | 70 |

| | |
|--|-----|
| Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar..... | 91 |
| Yay Dalgaları | 91 |
| Su Dalgaları | 121 |
| Ses Dalgaları | 155 |
| Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre Uygulanmasının Öğrencilerin Dalgalar Konusuna Yönelik Tutumu Üzerine Etkisi | 173 |
| Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre Uygulanması İle Öğrencilerin Sorgulamaya Dayalı Öğrenmeye Yönelik Görüşleri | 178 |
| Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler | 187 |
| Yay Dalgaları | 187 |
| Su Dalgaları | 198 |
| Ses Dalgaları | 208 |
| Dalgalar Konusuna Yönelik Tutum..... | 218 |
| Sorgulamaya Dayalı Öğrenmeye Yönelik Görüş..... | 221 |
| Kaynaklar | 225 |
| EK-A: Çocuk/Ergen Bilgilendirme Formu | 248 |
| EK-B: Veli İzin Formu | 250 |
| EK-C: Araştırmacı Günlüğü..... | 252 |
| EK-Ç: Öğrenci Günlüğü..... | 253 |
| EK-D: Dalgalar Konusuna Yönelik Tutum Ölçeği | 254 |
| EK-E: Dalgalar Kavramsal Anlama Formu | 255 |
| EK-F: Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Rubriği | 263 |
| EK-G: Dalgalar Kavramsal Anlama Formuna Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları..... | 273 |
| EK-H: Dalgalar Kavramsal Anlama Formuna Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları Rubriği | 275 |

| | |
|---|-----|
| EK-I: Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeli Yarı-Yapılandırılmış Sorular | 280 |
| EK-İ: Etkinlik 1'in Etkinlik Kağıdı | 281 |
| EK-J: Etkinlik 2'nin Etkinlik Kağıdı | 282 |
| EK-K: Etkinlik 2'nin Etkinlik Kağıdı2 | 283 |
| EK-L: Etkinlik 3'ün Etkinlik Kağıdı..... | 284 |
| EK-M: Etkinlik 4'ün "Tahmin Et Bakalım.." Formu | 285 |
| EK-N: Etik Komisyonu Onay Bildirimi | 288 |
| EK-O: Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni..... | 289 |
| EK-Ö: Etik Beyanı | 290 |
| EK-P: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu | 291 |
| EK-R: Dissertation Originality Report | 292 |
| EK-S: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı | 293 |

Tablolar Dizini

| | |
|---|-----|
| Tablo 1 Araştırmanın Gerçekleştirildiği Zaman Aralıkları | 48 |
| Tablo 2 Araştırma Problemleri ile Veri Toplama Matrisi | 52 |
| Tablo 3 Faktörlerin Adları, Ölçek Maddelerine İlişkin Faktör Analizi Sonuçları ve Cronbach Alpha Katsayıları..... | 56 |
| Tablo 4 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Belirtke Tablosu | 58 |
| Tablo 5 Eylem Araştırması Sürecinde Kullanılan Veri Seti..... | 69 |
| Tablo 6 Birinci Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar | 74 |
| Tablo 7 Birinci Etkinlik Planı | 75 |
| Tablo 8 İkinci Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar..... | 78 |
| Tablo 9 İkinci Etkinlik Planı..... | 79 |
| Tablo 10 Üçüncü Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar | 81 |
| Tablo 11 Üçüncü Etkinlik Planı | 81 |
| Tablo 12 Dördüncü Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar | 84 |
| Tablo 13 Dördüncü Etkinlik Planı | 85 |
| Tablo 14 Beşinci Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar | 87 |
| Tablo 15 Beşinci Etkinlik Planı | 88 |
| Tablo 16 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Birinci Soruya İlişkin Bulgular..... | 107 |
| Tablo 17 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu İkinci Soruya İlişkin Bulgular | 109 |
| Tablo 18 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Üçüncü Soruya İlişkin Bulgular ... | 113 |
| Tablo 19 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Dördüncü Soruya İlişkin Bulgular | 116 |
| Tablo 20 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Beşinci Soruya İlişkin Bulgular.... | 118 |
| Tablo 21 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Altıncı Soruya İlişkin Bulgular | 139 |
| Tablo 22 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Yedinci Soruya İlişkin Bulgular.... | 142 |
| Tablo 23 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Sekizinci Soruya İlişkin Bulgular . | 145 |
| Tablo 24 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Dokuzuncu Soruya İlişkin Bulgular..... | 147 |
| Tablo 25 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 10. Soruya İlişkin Bulgular | 148 |
| Tablo 26 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 11.Soruya İlişkin Bulgular | 149 |
| Tablo 27 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 12.Soruya İlişkin Bulgular | 151 |
| Tablo 28 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 13. Soruya İlişkin Bulgular | 164 |
| Tablo 29 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 14.Soruya İlişkin Bulgular | 167 |
| Tablo 30 Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 15.Soruya İlişkin Bulgular | 169 |

| | |
|--|-----|
| Tablo 31 <i>Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 16.Soruya İlişkin Bulgular</i> | 170 |
| Tablo 32 <i>Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 17.Soruya İlişkin Bulgular</i> | 171 |
| Tablo 33 <i>Tutum Ölçeklerine İlişkin t Testi Sonuçları</i> | 174 |
| Tablo 34 <i>Öğrencilerin Ölçekteki Olumlu Maddelere İlişkin Ön ve Son Uygulamadaki Tutumları</i> | 176 |
| Tablo 35 <i>Öğrencilerin Ölçekteki Olumsuz Maddelere İlişkin Ön ve Son Uygulamadaki Tutumları</i> | 177 |
| Tablo 36 <i>Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Yönelik Öğrenci Görüşleri</i> | 180 |

Şekiller Dizini

| | |
|--|-----|
| Şekil 1. Eylem araştırmasının döngüsü (Mills, 2003)..... | 42 |
| Şekil 2. Sınıf oturma düzeni..... | 46 |
| Şekil 3. Araştırma akış şeması. | 48 |
| Şekil 4. Yapılandırıcı sorgulama halkası (Llewellyn, 2002). | 50 |
| Şekil 5. Eylem araştırması veri toplama teknikleri (Mills, 2003)..... | 51 |
| Şekil 6. Faktör özdeğerlerine ait çizgi grafiği. | 55 |
| Şekil 7. Araştırma döngüsü (Llewellyn, 2002). | 72 |
| Şekil 8. Öğrenci etkinlik doldurma görseli..... | 93 |
| Şekil 9. Öğrencinin dalga hareketine yönelik çizimi..... | 95 |
| Şekil 10. Mert'in etkinlik kâğıdı yanıtı..... | 97 |
| Şekil 11. Tuna'nın etkinlik kâğıdı yanıtı. | 98 |
| Şekil 12. Zeynep'in etkinlik kâğıdı yanıtı..... | 99 |
| Şekil 13. Öğretmenin öğrencilere soru yönelttiği görsel. | 100 |
| Şekil 14. Atmaların üst üste binmesine yönelik görseller..... | 101 |
| Şekil 15. Grup sözcüsünün söz almak istemesine yönelik görsel..... | 102 |
| Şekil 16. Atmaların üst üste binmesine yönelik tahtaya yansıtılan görsel..... | 103 |
| Şekil 17. Fatma'nın etkinlik kâğıdı yanıtı. | 105 |
| Şekil 18. İkinci soru a seçeneğine yönelik görsel. | 109 |
| Şekil 19. Gelen atmanın sabit uçtan yansıması..... | 111 |
| Şekil 20. Gelen atmanın serbest uçtan yansıması. | 111 |
| Şekil 21. Atmaların sabit ve serbest uçtan yansıması sonucundaki girişimleri. .. | 112 |
| Şekil 22. Üçüncü soruya yönelik görsel..... | 113 |
| Şekil 23. Üçüncü yarı yapılandırılmış soru görseli..... | 114 |
| Şekil 24. Dördüncü yarı yapılandırılmış soru görseli. | 115 |
| Şekil 25. Dördüncü soruya yönelik görsel. | 116 |
| Şekil 26. Beşinci soruya yönelik görsel. | 118 |
| Şekil 27. Altıncı yarı yapılandırılmış soru görseli. | 119 |
| Şekil 28. Yay dalgaları ile ilgili sorulara ilişkin karşılaştırma grafiği. | 120 |
| Şekil 29. Tsunami görselleri. | 121 |
| Şekil 30. Fısıltı gruplarına ait görsel. | 123 |
| Şekil 31. Grup 2'nin etkinlik kâğıdı..... | 123 |
| Şekil 32. Grup 4'ün etkinlik kâğıdı. | 124 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 33. Grup 7'nin etkinlik kâğıdı..... | 124 |
| Şekil 34. Öğrencilerin simülasyonu izledikleri ana yönelik görsel. | 125 |
| Şekil 35. Çukur bir engelin odak noktasından üretilen dairesel dalgalar görseli. | 125 |
| Şekil 36. Su dalgalarının sığ ve derin bölgelerdeki görseli. | 127 |
| Şekil 37. Stroboskop görseli..... | 129 |
| Şekil 38. Öğrencinin yazdığı formülün görseli. | 130 |
| Şekil 39. Öğretmen'in tahtaya yansıttığı görsel. | 130 |
| Şekil 40. Su dalgasının derin ortamdan sığ ortama geçişte ara kesite paralel gelmediği andaki ortam değişim görseli. | 131 |
| Şekil 41. Su dalgasının sığ ortamdan derin ortama geçişte ara kesite paralel gelmediği andaki ortam değişim görseli. | 131 |
| Şekil 42. Su dalgasının sığ ortamdan derin ortama geçişte geliş ve kırılma açısı görseli..... | 132 |
| Şekil 43. Onur'un tahmin et bakalım formu-1. | 133 |
| Şekil 44. Onur'un tahmin et bakalım formu-2. | 133 |
| Şekil 45. Onur'un tahmin et bakalım formu-3. | 133 |
| Şekil 46. Onur'un tahmin et bakalım formu-4. | 134 |
| Şekil 47. Salih'in tahmin et bakalım formu-1..... | 134 |
| Şekil 48. Salih'in tahmin et bakalım formu-2..... | 134 |
| Şekil 49. Salih'in tahmin et bakalım formu-3..... | 135 |
| Şekil 50. Salih'in tahmin et bakalım formu-4..... | 135 |
| Şekil 51. Cansu'nun kavram haritası. | 136 |
| Şekil 52. Akın'ın kavram haritası. | 137 |
| Şekil 53. Yedinci soruya yönelik görsel. | 142 |
| Şekil 54. Parabolik engelin merkezinden yansıyan dairesel atmalar. | 143 |
| Şekil 55. Sekizinci yarı yapılandırılmış soru görseli..... | 143 |
| Şekil 56. Parabolik engelin odak noktasından gönderilen dairesel dalgalar. | 144 |
| Şekil 57. Sekizinci soruya yönelik görsel..... | 144 |
| Şekil 58. Doğrusal bir atmanın parabolik bir engelden yansıması. | 146 |
| Şekil 59. 12.Soruya yönelik görsel. | 151 |
| Şekil 60. Derin ve sığ bölgelerde dalgaların üstten görünümü. | 152 |
| Şekil 61. 11. Yarı yapılandırılmış soru görseli. | 152 |
| Şekil 62. Su dalgaları ile ilgili sorulara ilişkin karşılaştırma grafiği. | 154 |
| Şekil 63. Örnek olay metni görseli. | 160 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 64. "Ses" kavramına yönelik oluşturulan kavram ağı örneği-1..... | 162 |
| Şekil 65. "Ses" kavramına yönelik oluşturulan kavram ağı örneği-2..... | 163 |
| Şekil 66. Ses dalgaları ile ilgili sorulara ilişkin karşılaştırma grafiği. | 173 |

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

AG: Araştırmacı Günlüğü

Öğrt: Öğretmen

Bölüm 1

Giriş

Problem Durumu

Eğitimin doğuşu yeryüzünde yaşayan ilk insanların öncelikle çevrelerini araştırmaları ile başlamıştır. Daha sonra insanların gereksinimleri doğrultusunda kaynak bulmaları ve yaşamlarını devam ettirebilmek için keşifler yapmaları ile süreç ilerlemiştir. İlk insanlar bu şekilde süreç içerisinde kendilerini ya da birbirlerini eğiterek bilgi, beceri ve tutuma sahip olmaya çalışmışlardır. Bunun zaman içerisinde genişlemesi ile diğer insanlara öğretim gerçekleştirilmiş ve dolayısıyla bilgi alışverişinde gün geçtikçe bir artış gözlemlenmiştir (Çilenti, 1988). Bu şekilde yüzyıllar içerisinde bilim ve teknolojiye de gelişimler olmaya başlamıştır. Özellikle yaşanan ortamlarda enerji ihtiyacı ve doğal kaynakların tükenmesi vs. gibi sorunlara çözüm bulunmasında fen bilimlerine yönelik becerilerin gelişimi söz konusu olmuştur. Fen bilimlerinde sahip olunması gereken becerilerin artışı ile alana olan ilgi de günden güne artmıştır (Soylu, 2004). Son yıllarda da fen bilimlerine artan ilgi, bu alanda bilgili bilinçli bireylerin yetiştirilmesini önemli bir noktaya getirmiştir. Çünkü fen bilimleri, “Gözlenen doğayı ve doğa olaylarını sistemli bir biçimde inceleme, henüz gözlenmemiş olayları kestirme gayretleri” olarak tanımlanabilmektedir (Gürdal, Şahin ve Çağlar, 2001).

Fen bilimlerinin içeriğine bakıldığında olguların, kavramların, ilkelerin, genellemelerin, kuramların ve doğa yasalarının yer aldığı bilinmektedir. Fen bilimlerinin gelişimi için bilimsel bir kuşku oluşması gerektiği de söylenebilir. Bu kuşkunun çözümlenmesinde ise gözlemlere, deneye ve kontrole dayanan bilimsel yöntemlerden yararlanılabileceği ifade edilmektedir (Kaptan, 1998). Bilgi çağının yaşandığı günümüzde eğitim sisteminde öğrencilere mevcut bilgileri aktarmaktan çok bilgiye ulaşma becerilerinin kazandırılması amaçlanmaktadır. Bu da öğrencilerin kavrayarak öğrenmesini, gözlemlere, deneye ve kontrole dayalı olarak karşılaşılan yeni durumları çözümleyebilmelerinin ve bilimsel süreç becerilerini kullanmalarının istendiğini ortaya koymaktadır. Öğrencilere bu özellikler ise fen derslerinde kazandırılabilir. Kısacası fen dersleri ile bireylerin içinde yaşadıkları çevreyi ve evreni bilimsel yönden ele alıp incelemeleri amaçlanmaktadır (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Etkili bir fen eğitimi ile öğrenciler çeşitli araştırmalar

yapmakta, elde edilen bilgiler ile geçmiş deneyimleri arasında bağ kurarak yorumlamakta, öğrenilen bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmekte ve karşılaşılan problemleri çözebilmektedirler. Bunların yanı sıra grup çalışmalarında kendi rollerini tanımlayabilir, sorumluluk duygusu geliştirebilir ve kendilerini ifade etme yeteneği kazanabilmektedirler.

Ülkemizde geliştirilen ve fen bilimleri arasında yer alan fizik öğretim programında da; araştıran, sorgulayan, günlük yaşamla bağlantı kurabilen, yaşamın her alanında karşılaştığı problemleri çözümede bilimsel yöntemleri kullanabilen, dünyaya bir bilim insanının bakış açısıyla bakabilen bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmıştır. Bu düşünceden yola çıkıldığında, fizik öğretim programının yapılandırmacı kuram temel alınarak düzenlendiği söylenebilir. Yapılandırmacı kuramda, bilgiyi araştıran, yorumlayan, analiz eden, geçmişteki yaşantılar ile yeni bilgileri bağdaştırabilen ve bilgisini ve düşünme sürecini geliştirebilen bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir (Şahan, 2002). Bu kuramda yaparak, düşünerek öğrenme ön plandadır. Öğrenciler etkinlikleri yaparken özgürdürler ve özgürce keşfederler. Öğrenme ortamlarında genellikle probleme dayalı öğrenme ya da keşif yoluyla öğrenme yöntemi kullanmakta ve öğrenciler öğretmenin rehberliğinde problemi çözmeye çalışmaktadırlar. Bu şekilde öğrenciler süreç sonunda kendi bilimsel bilgilerini oluşturabilmektedirler (Kılıç, 2001). Aynı zamanda öğretmenlerinde öğrencilerini bilimsel konulara ilişkin kendi anlayışlarını oluşturmaları, bilimsel süreçlerin doğasına ve kullanımına yönelik anlayış geliştirmeleri ve fen derslerinde öğrendiklerini yaşamlarında uygulayabilmeleri konusunda yüreklendirmeleri gerektiği düşünülmektedir (Martin, 2003). Sonuç olarak fen bilimleri ile süreç içerisinde günlük yaşamdaki olayları araştırabilen, sorunlara bilimsel çözümler bulabilen, eleştirel düşünebilen, bilimsel becerileri gelişmiş ve fen okuryazarı bireylerin kazanılması amaçlanmaktadır. Bilimin doğasını anlayan, temel kuramları kavrayan ve bunu uygun biçimde kullanabilen öğrencilerin yetiştirilmesi istenmektedir (Temizyürek, 2003). Ancak bu özelliklerin bireylerde kendiliğinden gelişemeyeceği, bu nedenle öğrenme sürecinin doğru bir şekilde bir takım uygulama eşliğinde gerçekleştirilmesi gerektiği bilinmektedir (Karamustafaoğlu ve Yaman, 2006). Bu bağlamda istenilen vizyonun gerçekleştirilebilmesinde araştırmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile

desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanma gerçekleştirilmesinin öğrenmeye etkili olacağına inanılmaktadır.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ele alınmıştır. Dalgalar konusunun ele alınmasının nedeni, fizik eğitiminde genellikle mekanik, elektrik akımı ya da ısı ve sıcaklık gibi bazı alanlarda çalışmalar üzerine odaklanılmış olduğunun görülmesidir (McDermott ve Redish, 1999; Özdemir ve Kocakulah, 2016). Dalgalar konusu ile ilgili alanyazında yer alan çalışmaların diğer alanlara göre sınırlı sayıda olduğunun fark edilmesi ve bu konuda gerçekleştirilen çalışmaların daha çok üniversite öğrencileriyle ve genellikle kavram yanlışlarının belirlenmesine, giderilmesine yönelik olması araştırmanın gerçekleştirilmesine ışık tutmuştur. Örneğin, Küçüközer (2009) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, fen öğretmeni adaylarının dalgalar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının mekanik dalgaların temel olgu ve kavramlarına ilişkin kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Maurines (1992) ise, mekanik dalgaların yayılması, dalganın oluşturulması ile yayılması arasındaki ilişki, dalganın yayılma hızı ve ortamdaki bir noktanın hareketi, dalgalarda basit matematiksel bağıntıların anlaşılması konularında öğrencilerin kavramsal anlamaları incelenmek amacıyla üniversitede öğrenim gören öğrencilerle araştırmasını gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda dalgaların yay üzerinde yayılmasının betimlenmesinde öğrencilerin temel aldıkları akıl yürütme süreçlerine odaklandıkları ve dalgalar konusunda öğretim alan ve almayan iki öğrenci grubu arasında bir fark olmadığını ortaya çıkarılmıştır. Şengören, Tanel ve Kavcar (2006)'da, yayda oluşturulan dalgaların üst üste binmesi konusunda üniversite öğrencileri ile araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda çeşitli kavram yanlışları ortaya konulmuştur. Son olarak Yalçın (2008) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, su dalgaları konusunun öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin lise öğrencilerinin başarısına etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda deney grubu öğrencilerinin akademik başarı düzeylerinin kontrol grubu öğrencilerinininkine göre daha yüksek olduğu belirlenmiş ve işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu yönde etki ettiği sonucuna varılmıştır.

Alanyazında yer alan çalışmaların incelenmesinin ardından, bu araştırmada bir lisenin 10. sınıfında dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması amaçlanmıştır. Araştırmalardan farklı olarak, bu araştırma bir eylem araştırması kapsamında yürütölmüş ve uygulama lise öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca araştırma, uygulamanın yapıldığı sınıfta sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre ilk kez uygulanıyor olması, öğrencilerin beceri, tutum ve değerlerinin, derse ve uygulanan yaklaşıma ilişkin görüşlerinin süreç içerisindeki değişimini gösterecek nitelikte olması nedeniyle önemli görölmektedir. Çünkü araştırmada öğrencilere mevcut bilgilerin aktarımından, onların bilgiye ulaşma becerileri kazanmaları hedeflenmiştir. Böylece öğrencilere kavrayarak öğrenme, yeni durumlarda karşılaşılan problemleri çözebilme ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilme yetilerinin kazandırılması istenmiştir. Öğrencilere yaşadıkları çevreyi bilimsel yönden ele alıp inceleme, günlük hayatla olayları ilişkilendirme ve olaylar arası neden sonuç ilişkisi kurabilme fırsatı sunulmuştur (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Öğrencilerin yeni öğrendikleri bilgileri ile önceki bilgilerini karşılaştırmaları, grup çalışmalarındaki rollerini görebilmeleri, sorumluluk duygusunu geliştirmeleri, paylaşımda bulunabilmeleri ve kendilerini ifade edebilmeleri süreç içerisinde sağlanmıştır (Tatar, 2006). Aynı zamanda öğrencilerin mantıksal düşünme ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine destek olunmuştur. Öğrencilerde merak duygusunun artması, yeni keşiflerde bulunmaları ve buradan elde edecekleri bilgilerini anlamlı bilgiye dönüştörmeleri, dalgalar konusunun yaşamdaki önemini anlamayı ve fizik derslerinden zevk alarak olumlu tutum geliştirmeleri için gerekli alt yapı oluşturulmuştur. Çünkü bilinmektedir ki, fizik dersi içerisinde yer alan konuların öğretiminin öğrencilerin temel bilgi ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirilebilecek nitelik olması gerekmektedir. Bu şekilde öğrencilerin düşünme alışkanlıklarının geliştirilebileceğine inanılmaktadır (National Research Council [NRC], 2006). Sonuç olarak araştırmada öğrencilerin dalgalar konusu içerisinde yer alan kavramları zihinlerinde yapılandırarak gerekli değerlendirmeleri yapabilmeleri istenmiştir. Ayrıca yaparak, düşünerek, tartışarak kalıcı öğrenme gerçekleşmesi sağlanmıştır. Yani, sorgulama öğretme-öğrenme süreci içerisinde yer almış ve bu şekilde öğrenme sürecine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bunların yanı sıra araştırmanın dalgalar konusunu sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre işlemek

isteyen öğretmenlere yol göstereceğine inanılmaktadır. Çünkü fizik eğitiminde dalgalar konusunda da olduğu gibi kavramların yapılandırılmasında, kavramların anlamlı olarak öğreniminde, alternatif kavramların giderilmesinde ve kavramsal anlamada değişimin sağlanmasında sıkıntılar yaşandığı bilinmektedir. Mevcut sistemin yetersiz kaldığı bu noktada farklı öğretim yöntemlerinin denenmesi gerektiği düşünülmektedir (Harrison ve Treagust, 2001; Hewson, 1992; Hewson ve Hewson, 2003; Tekbıyık, 2010; Westbrook ve Marek, 1991).

Araştırmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeli ile yapılandırmacı öğrenme kuramından yararlanılmıştır. Bu kapsamda yapılandırmacı kuramın öğretim uygulamalarından biri olan sorgulamaya dayalı öğrenme ile öğrenci merkezli, soru sormaya, eleştirel düşünmeye, problem çözmeye odaklanmış etkin bir öğrenme yaklaşımı ile öğrencilerin tüm yaşamları boyunca gereksinim duyabilecekleri becerileri geliştirmeleri hedeflenmiştir. Ayrıca alanyazındaki araştırmalarda incelendiği üzere, sorgulamaya dayalı öğrenmenin dalgalar konusunda nasıl kullanılacağını gösteren uygulamalı çalışmalara sık rastlanılmaması, bu konuda gerçekleştirilen araştırmaların daha çok deneysel olması ve bu araştırmaların sürecin işleyişini göstermekten çok çalışmalardan elde edilen sonuçları göstermesinden kaynaklı araştırmanın sonraki çalışmalara ve öğretmenlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, araştırmanın dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre nasıl hazırlanacağını ve sınıflarda nasıl uygulanabileceğini göstermesi, aynı zamanda uygulamaların öğrencilerin sorgulama becerilerini ortaya koymasından önemli olduğu söylenebilir.

Araştırmanın Problemi

Eylem araştırması kapsamında dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre öğretimi nasıl ele alınmıştır?

Araştırmanın ana problem cümlesi çerçevesinde aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- ❖ Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir?
- ❖ Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir?
- ❖ Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişim nasıldır?
- ❖ Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması öğrencilerin tutumlarında bir değişiklik oluşturmakta mıdır?
- ❖ Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşleri nasıl gelişim göstermektedir?

Sayıtlar

- Araştırmada öğrencilerin ilgili veri toplama araçlarına yönelik doğru, samimi ve dikkatli bir şekilde yanıtlar verdikleri varsayılmaktadır. Bu kapsamda uygulama başında gönüllülük ilkesine uygun seçimler yapılmış ve öğrencilere araştırma ile ilgili derinlemesine bilgi verilmiştir. Bu şekilde öğrencilerin uygulamaya adaptasyonlarının sağlandığı düşünülmektedir.

Sınırlılıklar

- Bu araştırma 2017-2018 öğretim yılı bahar döneminde Ankara il merkezinde bulunan bir Anadolu lisesinin 10. sınıfında öğrenim gören 58 öğrenciden elde edilen verilerle sınırlıdır.
- Bu araştırma yay, su ve ses dalgaları konuları ile sınırlıdır.
- Bu araştırma 10. sınıf fizik öğretim programında yer alan kazanımlarla sınırlıdır.
- Sunulan içerik açısından araştırma dalgalar konusuna yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre hazırlanan ders etkinlikleri ile sınırlıdır.

Tanımlar

- **Yapılandırmacılık:** Öğrenenin bilgiyi yapılandırması ve uygulamaya koyması, yaparak ve düşünerek öğrenme (Perkins, 1999).
- **Sorgulamaya Dayalı Öğrenme:** Araştırarak, sorgulayarak, sorular sorarak ve bilgilerin analizi ile var olan bilgilerin yararlı bilgilere dönüşmesi ile gerçekleşen öğrenme (Perry ve Richardson, 2001).
- **5E Öğrenme Modeli:** İlgi uyandırma, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarından oluşan ve yapılandırmacı kuram içerisinde yer alarak sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrenme ortamlarında da kullanılan bir model (Wilder ve Shuttlesworth, 2005).

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Fizik Öğretiminde Yapılandırmacılık, Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı Ve 5E Öğrenme Modeli

Yapılandırmacılık, Piaget'in bilişsel gelişime ve bilginin var oluşuna yönelik çalışmalarla ortaya çıkan bir öğrenme kuramıdır (Yaşar, 1998b). Yapılandırmacılığın özünde kişinin bilgisini yapılandırması, bilginin transfer edilmesi ve bilginin uygulamaya konulması yer almaktadır (Perkins, 1999). Fox (2001) ise yapılandırmacılığın süreç içerisinde Immanuel Kant, John Dewey, William James, Jean Piaget, L. S. Vygotsky ve Thomas Kuhn'un fikirleri ile ortaya çıktığını belirtmektedir. Yapılandırmacılığın süreç içerisinde geliştiği ve batı düşüncesindeki hareketlerle postmodernizm, nesnellik ve metafizik ile birlikte filozofların, psikologların ve eğitimcilerin çalışmalarına dayandırılarak ortaya çıkarılan bir bilgi kuramı olduğu ifade edilmektedir (Glickman, Hayes ve Hensley, 1992). 18. yüzyılda "Bir şeyi bilen, onu açıklayabilendir." ifadesi ile yola çıkıldığı ve günümüzde bilginin doğası ve öğrenme anlayışı çerçevesinde yapılandırmacı kuramın temel dayanağının oluşturulduğu bilinmektedir (Yager, 1991). Yani yapılandırmacı kuramın öğretimin aksine bilgi ve öğrenme ile ilgili olarak doğduğu, bu süreçte öğrenen kişinin bilgiyi yapılandırması ile ilgilenildiği söylenebilir (Brooks ve Brooks, 1993). Bu bakımdan yapılandırmacılığın öğrenme ortamlarında bilgilerin sorgulanarak, tartışarak, düşünceleri savunarak, hipotez kurarak, düşünceleri paylaşarak ve derse aktif katılım sağlayarak gerçekleştirildiği ifade edilebilir. Aynı zamanda yapılandırmacı kuram bilginin öğreniminin öncelikle bireylerin zihinlerinde gerçekleşen iç süreçte gerçekleştiğini savunmaktadır (Fidan, 1986). Çünkü bireylerin süreç içerisinde toplumsal deneyimlerle birlikte anlamlı bilgilerden oluşan bir zihinsel yapıya sahip oldukları bilinmektedir. Öğrenciler öğrenimleri sırasında yeni bilgileri ile var olan zihinsel yapılarını karşılaştırarak yeni bilgilerini bu yapı içerisinde yerleştirmektedirler (Deryakulu, 2000). Öğrencilerin yeni edindikleri bilgiler önceki deneyimleri ile çelişmiyorsa bilgi rahatlıkla belleğe kaydedilirken, uyuşmama olduğu durumda birey zihinde bir takım yeni düzenlemeler yapmaktadır. Öğrencilerin kendi inandıkları bilgiden yeni bilgiyi özümsemeleri kolay bir süreç olmamaktadır. Öğrenciler yeni bilgiye direnç göstermekte ve önceki bilgilerine yeni

bilgileri uyarlamaya çalışmaktadırlar (Colburn, 1998). Öğrencilerde var olan bu direncin kırılmasında ise öğretmenler önemli bir rol oynamaktadır. Öğretmenler öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkararak, yeni bilgileri yapılandırmalarına, yorumlamalarına ve analiz etmelerine yardımcı olmaktadır (Şahan, 2002). Burada öğrenmenin kalıcı olması, kavramsal anlamada değişimin sağlanması ve üst düzey bilişsel becerilerin gelişmesi istenmektedir (Saban, 2002). Çünkü öğrenme bireyler tarafından sembollerin, metaforların, modellerin, imgelerin ve grafiklerin içselleştirilmesi yoluyla gerçekleşmektedir. Aynı zamanda öğrenme süreklilik gerektiren, öğrencilerin bilgilerini paylaşmaları ve işbirliği ile problemlere çözüm bulmaları ile gerçekleşen sosyal bir süreçtir.

Günümüzde fizik konularının öğreniminde ise öğrencilerin doğada gerçekleşen olayları fizikle bağdaştırmakta zorluk çektikleri bilinmektedir. Öğrencilere çevresinde gördükleri olayların fizik konuları ile örtüştüğünün gösterilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bunun da deneyle ya da farklı uygulamalarla derslerin canlandırılması sonucunda gerçekleştirilebileceği bilinmektedir (Soylu, 2004). Yapılandırmacı anlayışta olduğu üzere, yaparak ve düşünerek fizik öğretimi gerçekleştirilmelidir. Öğrenciler özgürce keşif yapmalı ve probleme dayalı öğrenme yöntemini kullanabilmelilerdir. Bu şekilde gözlem, deney ve araştırma yapabileceklerdir. Ayrıca öğrencilerin hipotezler kurarak bilgilerini sınyabileceklerine, kuramlar geliştirebileceklerine ve ispatlarını bilimsel kuramlarla karşılaştırabileceklerine inanılmaktadır. Öğretmenlerin bu noktada öğrencileri cesaretlendirmeleri beklenmektedir (Martin, 2003). Kısacası fizik öğretiminde kullanılacak etkinliklerle öğrencilerin meraklarının uyandırılması ve olayların öğrenciler tarafından sorgulanması hedeflenmektedir (Kaptan ve Korkmaz, 2000). Bu doğrultuda fizik öğretiminde yararlanılması gereken yapılandırmacı kuramın, sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin öğrenmesini sağlayan en güçlü yollardan biri olduğunu ifade ettiği ortaya çıkmaktadır. Çünkü yapılandırmacılık öğretmeye değil, insanın nasıl öğrendiği üzerine temellenmiş bir kuramdır. Sorgulamaya dayalı öğrenme ile becerilerin içselleştirildiği ve bu becerilerin öğrencinin bilgi yapısının bir parçası haline geldiği bilinmektedir (Thier ve Daviss, 2001). Aynı zamanda sorgulamaya dayalı öğrenmenin yapılandırmacı kuram kapsamındaki farklı öğrenme yöntemleriyle uygulanabilmesinin avantaj olduğu söylenebilir. Farklı öğrenme yöntemlerine örnek olarak; örnek olaya dayalı

öğrenme, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme verilebilir. Tüm bu yöntemler değişik biçimlerde sorgulamayı kendi içlerinde barındırmaktadırlar. Çünkü sorgulamaya dayalı öğrenmede amaç, öğrencilerin bilgi edinme sürecine ilişkin beceriler geliştirmesi ve düşünme becerilerini kullanarak yeni durumlara bunları transfer edebilmesidir.

Sorgulamaya dayalı öğrenme; ortaya bir ürün çıkarmak ya da duruma uygun çözüm üretmekten çok, öğrencilerin bilgiyi toplama sürecine odaklanmıştır (Lim, 2001). Aynı zamanda soru sormaya, eleştirel düşünmeye ve problem çözmeye odaklı öğrenci merkezli bir öğrenme yaklaşımı olduğu için öğrencilerin tüm yaşamları boyunca gereksinim duyabilecekleri becerileri geliştirmelerine olanak sağlamaktadır (Branch ve Solowan, 2003). Sorgulamaya dayalı öğrenme sayesinde fizik öğretiminin odağı farklılaşmıştır. Bu değişim, olguların ve kavramların ezberlenmesi yerine, hem bilimsel süreç becerilerinin hem de eleştirel düşünme becerilerinin etkin olarak kullanılmasıyla öğrenmenin gerçekleşmesi biçiminde olduğu vurgulanmaktadır (Zacharia, 2003). Öğrencilerin soru sorarak, araştırarak ve bilgilerin analizi ile yararlı bilgilerin edinimini sağlamaktadır (Perry ve Richardson, 2001). Öğrenciler sorgulamaya dayalı öğrenme ile sorularına yanıt ararken, problem cümlelerini oluşturabildikleri ve problem çözmeyi başarabilecekleri bir sürece girmektedirler (Wood, 2003). Bilim insanı gibi gözlemlediklerini açıklamaya çalışmakta ve kuramlara ulaşabilmek için olayları sorgulamaktadırlar (Wenk, 2000). Bu esnada eleştirel ve mantıklı biçimde düşüncelerini dile getirerek fiziğe olan anlayışlarını geliştirebilir ve bilimsel okuryazarlığın temelini oluşturabilirler (Harlen, 2004; Laipply, 2004). Bilimsel okuryazarlık öğretim programlarının en önemli ögesi olup, sorgulayıcı öğrenme ortamları ile kazanılabilmektedir. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile üst düzey düşünme becerileri geliştirilebilmektedir, çünkü bu öğrenme yaklaşımı farklı öğretim yöntem ve modelleri kapsamaktadır (Lim, 2001). Ayrıca yaparak ve düşünerek öğrenmeyi ön plana çıkaran ve gerçek yaşamla ilişki kurarak öğrencilerin ilgi ve meraklarını uyandıran sorgulamaya dayalı öğrenme fizik öğretiminde genelde "5E Öğrenme Halkası Modeli"nden yararlanılarak gerçekleştirilmektedir (Jorgenson, Cleveland ve Vanosdall, 2004). 5E öğrenme halkası modeli öğrencilerin bir konudan beklentilerini karşılamakta ve bilgi beceri kullanımı ile aktif bir şekilde öğrenimi sağlayan etkinliklerin oluşumunu sağlamaktadır (Özsevgeç, 2006). Öğrencilerin bu şekilde yeni bir kavram

öğrenimleri ya da var olan kavramın derinlemesine öğrenimi amaçlanmaktadır (Smerdam ve Burkam, 1999). 5E öğrenme halkası Roger Bybee tarafından geliştirilmiş olup, 1970'li yıllarda Biyoloji Bilimi Program Çalışmaları uygulamasında kullanılmıştır (Bybee, 1993). Öğrenme halkası yapılandırmacı kurama uygun, bilimsel süreç becerilerine odaklanılarak ve problem çözme boyutu göz önüne alınarak öğretimin düzenlenmesine destek sağlayan bir yol haritası olarak tasarlanmıştır. Bu noktada öğrencilerin konulara odaklanması, bilgilerini keşfetmesi, organize etmesi, yeni durumlara uygulaması ve anlamlandırması hedeflenmiştir (Bybee, 1997). Aynı zamanda 5E öğrenme halkasının Türk eğitim sistemine uygun bir yapıya sahip olduğu ve içerisinde ağırlıklı olarak deneysel etkinliklere yer verilerek öğrenciler üzerinde olumlu etkilerinin olduğu da ortaya konulmuştur (Keser, 2003). Kısacası 5E öğrenme halkası öğretmenlere eğitim ortamında bulunması gerekenlerle ilgili bilgi veren ve öğrencileri öğrenmenin merkezine koyan bir modeldir (Tinker, 1997). 5E öğrenme halkası adını kendini oluşturan beş aşamadan alırken, bu aşamalar ilgi uyandırma, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme olarak ifade edilmektedir (Wilder ve Shuttleworth, 2005). Bu aşamalara kısaca göz atıldığında;

İlgi uyandırma: Kısa etkinlik ya da tartışma durumu oluşturularak öğrencilerin dikkatlerinin konuya çekildiği, önceki bilgileri yardımıyla konunun içine dâhil edildikleri ve düşüncelerinin harekete geçtiği bölüm olarak ifade edilmektedir.

Keşfetme: Öğrencilerin gözlem yaptığı, verileri kaydettiği, hipotezler geliştirdiği bölüm olarak ifade edilmektedir.

Açıklama: Öğretmen rehberliğinde öğrencilerin keşfettikleri kavramların açıklanması ve sonuçların genellenmesini kapsayan bölüm olarak ifade edilmektedir.

Derinleştirme: Öğrencilerin bilgilerini genişlettiği ve öğrendiklerini yeni durumlara uyarladıkları bölüm olarak ifade edilmektedir.

Değerlendirme: Öğretmen ve öğrenciler tarafından öğrenilen kavramların ne derecede öğrenildiğinin belirlendiği bölüm olarak ifade edilmektedir.

Sınıf ortamında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanan etkinlikler ve öğrenci-öğretmen davranışları ile

aşamalı bir şekilde ayrıntılı olarak aşağıda ele alınmıştır (Abell ve Volkman, 2006; Llewellyn, 2002):

1E: İlgı uyandırma

- Öğrencilerin önceki bilgilerini ortaya çıkarma,
- Öğrencilerin merakını uyandırma,
- Farklı türde etkinlik gerçekleştirme,
- Kavramlara yönelik öğrenci yanıtlarını ortaya çıkarma,
- Önceki bilgilerle öğrenilen bilgiler arasında ilişki kurma,
- Öğrencilerin derse güdülenmesi sağlama amaçlanmaktadır.

2E: Keşfetme

- Öğrencilerin kavramlara ve düşüncelere yönelik deneyim kazanmalarını sağlama
- Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlama
- Öğrencilerin önceden öğretmen tarafından kendilerine yönlendirilen soruları araştırmalarını sağlama
- Öğrencilerin araştırma yapmasını sağlama
- Öğrencilerin doğal ortamda gözlem yaparak veri toplamasını destekleme
- Öğrencilerin problemlerin çözümüne yönelik seçenekleri derlemelerine yardımcı olma
- Öğrencilerin yeni deneceler geliştirmelerine destek olma
- Öğrencilerin gözlem yapmalarını ve bu esnada verileri kaydetmelerini sağlama
- Öğretmen tarafından öğrencilere yöneltilen soruların yanıtlarını bulmaları için zaman tanıma
- Öğrencilerin bu aşama sonunda neler öğrendiklerini tartışma ortamında ya da yazılı metinde yansıtması amaçlanmaktadır.

3E: Açıklama

- Öğrencilerin keşfetmiş oldukları kavramları öğretmen rehberliğinde açıklamalarını sağlama
- Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirerek netleştirmelerini sağlama

- Öğrencilerin arkadaşlarının düşüncelerine eleştirel bakış açısıyla bakmalarını sağlama
- Öğrencilerin öğretmen açıklamalarını dinlemelerini ve kendi bilgilerin ile karşılaştırma yapmalarını sağlama
- Öğrencilerin düşüncelerini kanıtlamalarını sağlama amaçlanmaktadır.

4E: Derinleştirme

- Öğrencilerin bilgilerinin derinleştirilmesini sağlama
- Öğrencilerin yeni durumlara bilgilerinin transfer edilmesine destek olma
- Öğrencilerin bilgi ve becerilerini daha da geliştirmelerini sağlama
- Öğrencilerin sahip oldukları becerilerinin yeni durumlara uygulanması sağlama amaçlanmaktadır.

5E: Değerlendirme

- Öğrencilerin kendi öğrenmelerini değerlendirmelerini sağlama
- Öğrencilerinin birbirlerini değerlendirmelerini sağlama
- Öğretmenin düşüncelerini paylaşması
- Alternatif ve klasik ölçme-değerlendirme tekniklerinden yararlanma amaçlanmaktadır.

Bu durumda sorgulamaya dayalı öğrenmenin uzun zamanda gerçekleştirebildiği söylenebilir. Ancak üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesinde, öğrencilerin derse katılımının sağlanmasında ve problemlere yönelik çözümlerin oluşturulmasında zamanın önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Llewellyn, 2002). Aynı zamanda öğrencilere sık sık soru yöneltmesi ile sorgulamaya dayalı öğrenmenin özünün oluşturulması ve öğrencilerin hayal gücünün geliştirilmesi ile yeni kapıların açılması gerektiği söylenebilir. Kısacası sorgulamaya dayalı öğrenmenin amacı, öğrencilerin bilgi edinme ve problem çözme sürecini kullanarak yeni bilgileri araştırması ve öğrendikleri ile genelleme yaparak beceri ve tutumlarını geliştirebilmesidir (Wilder ve Shuttleworth, 2005). Sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrenciler birbirleriyle tartışma ortamına girerler ve birtakım sorunları sorular sorarak etkinliklerle çözmeye çalışırlar. Özellikle açık uçlu sorulara yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar kavram yanılgılarının ortaya çıkarılmasını sağlar. Tüm sınıftan elde edilen verilerin karşılaştırılarak verilerin birbiriyle uyumunun ya da farklılıklarının sorgulanması sağlanır. Öğrencilerin önceki

bilgilerini yeni edindikleri bilgileri ile bağdaştırarak bilgi yapılandırılmalarına destek olunur (Abell ve Volkmann, 2006; Llewellyn, 2002). Süreç içerisinde öğretmenin sorduğu sorular, öğrencilerin sorular sorduğu öğrenme ortamına dönüşerek öğretim devam eder. Çünkü sorgulamaya dayalı öğrenmenin gerçekleştirildiği derslerde öğretmen ve öğrenciler tarafından sorular sorulurken sınıf ortamında tartışmaları yapılır ve sorunlara çözüm ilk başta birlikte aranır. Bu esnada öğrencilerin bağımsız düşünceleri ve problem çözmeleri için onlara fırsatlar tanınır. Öğrencilerin süreç içerisinde deneyim yaşamaları istenir, böylece süreç içerisinde sorular öğrenciler tarafından gelmeye başlar. Ancak mevcut sistemde öğrencilerin bilgiye ulaşması yerine kitaplarla vs. aracılığıyla öğrencilere istenilen bilginin aktarıldığı düşünülmektedir. Öğrencilerin bu şekilde bilgiyi içselleştiremedikleri söylenebilir (National Academy of Sciences [NAS], 1997). Bu nedenle öğrencilerin konuyu içselleştirebilmeleri için, kendilerinin deneyim kazanmaları ve dolayısıyla araştırma yapmayı öğrenmeleri gerektiği düşünülmektedir. Öğrencilerin olayları bilimsel bir yolla incelerken 'süreç becerileri' altında yer alan; gözlem yapma, soru sorma, hipotez oluşturma, varsayımda bulunma, açıklama, yorum yapma, başkaları ile paylaşımda bulunma yetilerine sahip olmaları ve bu yolla bilimsel düşünceler geliştirmeleri beklenmektedir (Ash, 2000). Çünkü sorgulama süreci bir olayı gözlemle başlayıp merakla devam ederken, öğrenciler düşünme alışkanlığı kazanmaktadırlar. Bu noktada öğrenciler tutarlı açıklamalar yapabilmekte, gelecekte yaşanabilecek bir durum önerebilmekte, araştırmayı yürütebilmekte, ölçüm ve sentez yapabilmekte, sonuç çıkarabilmekte ve insanları bilgilendirebilmektedirler. Öğrenciler süreç becerilerini kullanarak önceki bilgileri ile yeni bilgilerini rahatlıkla birleştirebilirler. Çünkü sorgulama sürecinde öğrenme süreci ilerlemekte ve yapılandırmacı kuram ışığında öğrenme gerçekleşmektedir (Chiappetta ve Adams, 2004). Aynı zamanda bu öğrenme ortamının öğrencilerin yeni bilgiler üretebilecekleri, bilgilerini derinleştirebilecekleri ve eleştirel düşünebilecekleri söylenebilir. O halde merkeze alınan temel öğelerin öğrenci, bilgi, değerlendirme ve topluluk olması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Öğrenci merkezli ortam öğrencilerin bilgi, beceri ve tutumlarını ön plana koymaktadır. Bilgi merkezli ortam öğrencilerin bilgilerini geliştirmeye ve stratejik plan yapmaya imkân sağlamaktadır. Değerlendirme merkezli ortam öğrencilerin öğrenimini takip etmeyi ve düzenlemeler yapmayı amaçlamaktadır. Topluluk merkezli ortam ise öğrencilerin düşüncelerini rahatlıkla ifade edebilecekleri bir ortam sunmaktadır (NRC, 2000).

Öğrencilere bu şekilde etkin bir şekilde bilimsel araştırma sürecinin içinde olabilecekleri ortam yaratılabileceği düşünülmektedir. Öğrenme ortamında herkesin bir şeyler öğrenmesi istenilmekte ve öğretmen bu noktada danışman rolünü almaktadır. Öğretmen ortamı öğrenci ve kendisi için uygun hale getiren sorumlu bir lider olarak adlandırılmaktadır (Battista, 1999). Aynı zamanda öğretmenler rol model, rehber, öğretici, işbirliği sağlayıcı olarak ifade edilebilmektedir (Lechtanski, 2000). Öğretmenler öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmakta, kavram yanlışlarını belirlemekte, öğrenme ortamını oluşturmakta, zaman kullanımını sağlamakta ve öğrencileri araştırma yapma konusunda yüreklendirmektedir. Öğrencilerin ezberle bilim anlayışından uzaklaşmaları ve araştırarak sorgulayarak öğrenmenin gerçekleşmesini desteklemektedirler (Harlen, 2004). Öğrenciler bu esnada düşüncelerini paylaşarak iş birliği içinde çalışmakta, bilgilerini yapılandırmakta, gözlemler sonucu açıklamalar yapmakta, önerilerde bulunmakta, sorular arasında ilişkilendirme yapmakta ve her şeyden önemlisi eğlenerek öğrenmektedirler. Öğrencilerin yaşamı algılamalarının kolaylaşması sağlanmaktadır. Kısacası sorgulamaya dayalı öğrenmede ortam, öğrencinin rolü, öğretmenin rolü, tutum, sorgulama döngüsü, beceriler ve öğretim programı önemli rol oynamaktadır. Ortamın öğrenci merkezli, öğretmenin rehber, öğrencinin araştırmacı, tutumun artış gösterdiği, bir denenceden sonuç çıkarılabilecek sorgulama döngüsünün kullanıldığı, bilimsel süreç, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişim gösterdiği, anlamlı öğrenmeye odaklanılmış 5E öğrenme halkasından yararlanılarak hazırlanmış olan programdan oluşan bir araştırma planının kullanılması gerektiği düşünülmektedir (Llewellyn, 2002). Bu şekilde öğrencilerin bilimsel sorularla iç içe, deneysel kanıtlara dayanarak, bilimsel açıklamalar yaparak, fikir tartışması yaparak ve ispatlarını sunarak süreç içerisinde yer alacaklarına inanılmaktadır (Thier ve Daviss, 2001). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımında son olarak değerlendirme ise zengin öğrenmelere odaklanılmış bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Öğrencilere süreç içerisinde ne bildikleri, ne anladıkları, nelerin belirsiz ya da eksik olduğu ve var olan bilgileri ile ne yapabilecekleri sorularak değerlendirme yapılabilmektedir. Değerlendirme biçimlendirici ve toplam değerlendirme olarak iki farklı şekilde ele alınmaktadır. Biçimlendirici herhangi bir zaman aralığında öğrenci gereksinimlerini karşılamak amaçlı yapılabilirken, toplam değerlendirme yapılan etkinliklerin öğrenci öğrenimine etkisini görebilmek amaçlı yapılmaktadır. Ancak biçimlendirici değerlendirme mesleki gelişim planlarını

destekleyici bir niteliğe sahip olmadığından, araştırmalarda kanıt sağlamak amaçlı sonuç değerlendirme kullanılmaktadır. Böylece sonuç değerlendirme ile öğrenci başarısı değerlendirilebilmekte, öğrenci başarıları arasında karşılaştırma yapılabilmekte ya da gelişimler izlenebilmektedir. Bu değerlendirmelerde süreç içerisinde öğrenci ürün dosyalarından, rubriklerden, değerlendirme formlarından, testlerden ve kavram haritalarından yararlanılabilmektedir (Alvarado ve Herr, 2003).

Yapılandırmacı kuramın öğretim uygulamaları arasında yer alan sorgulamaya dayalı öğrenme ile öğrenci merkezli bir öğrenme gerçekleştirilebilmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin becerilerinin gelişmesine ve sorunlarla başa çıkabilmelerine katkı sağlanması istenmiştir. Öğrencilerin doğal meraklarının desteklenmesi, becerilerinin, tutumlarının ve öz güvenlerinin gelişimi de araştırmada amaçlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin fen okur-yazar bireyler olarak yetişmeleri ile birlikte problem çözme, eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimi hedeflenmiştir. Bu kapsamda derslerin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline uygun düzenlenmesi ve derslerin oluşturulan etkinlikler çerçevesinde yürütülmesi gerektiği düşünülmektedir. Araştırmada da böyle bir gereksinimden yola çıkılmış ve alana katkı sağlanması amaçlanmıştır.

İlgili Araştırmalar

Bu bölümde alanyazın iki bölüme ayrılarak ele alınmıştır. İlk bölümde fen eğitimini içerisinde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve 5E öğrenme modelinden yararlanılan araştırmalara yer verilirken, ikinci bölümde yay, su ve ses dalgalarına yönelik alanyazında yer alan araştırmalara değinilmiştir.

Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve 5E öğrenme modeli ile ilgili araştırmalar. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve 5E öğrenme modeli son zamanlarda yapılandırmacı kuramın benimsendiği birçok araştırmada yer almaktadır. Yurt içi ve yurt dışında yapılmış olan ve fen eğitimi içerisinde bulunan sorgulamaya dayalı yaklaşım ve 5E öğrenme modeli çalışmalarına ise ayrıntılı olarak aşağıda yer verilmiştir.

Damnjanovic (1999) öğretmen adayları ve öğretmenler arasındaki sorgulamaya dayalı fen öğretimine yönelik tutum farkını incelemiştir. Araştırmada 73 öğretmen adayı ve 90 öğretmenle çalışmıştır. Katılımcılara 25 maddelik bir tutum ölçeği uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adayları ve öğretmenlerin tutumları arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacı öğretmenlerin öğretmen adaylarına göre sorgulamaya dayalı fen öğretimine ve sorgulama sürecine daha olumlu yaklaştığını belirlenmiştir.

Marlow ve Stevens (1999) fen bilgisi öğretmenlerinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına yönelik tutumlarını incelemiştir. Araştırmaya 45 öğretmen katılmış ve alan taraması yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak öğretmenlerin kendi hazırladığı programlardan, gözlemden ve görüşmelerden yararlanılmıştır. Öğretmenlere üç açık uçlu soru yöneltilmiş ve bireysel görüşmeler yapılmıştır. Aynı zamanda öğretmenlere tutumları belirlemek amaçlı anket uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğretmenlerin kendilerinin etkinlik hazırlamada sıkıntı çektikleri, ancak araştırmacı tarafından sunulan hazır etkinlikleri uygulamada başarılı oldukları saptanmıştır. Ayrıca uygulama sonunda öğretmenlerin tutumlarında bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Staver ve Shroyer (2002) öğrenme döngüsü modelinin kullanılabilirliğini ve etkisini arttırılabilmek amaçlı araştırma yapmışlardır. Öğrencilere öncelikle öğretim modelini tanıtmış ve 5E modelini bataryalar ve ampul konusunun öğretiminde kullanmışlardır. Öğrencilerin 5E modeli ile deneyim kazanmaları sağlanarak,

gerçekleştirilen mülakatlarla öğrencilerin modele yönelik tutum ve düşünceleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin 5E modeline karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve modelin uygulanabilir olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Demircioğlu (2003) öğrencilerle 5E öğrenme döngüsü kapsamında asit ve bazlar konusunda rehber materyaller geliştirip, bu materyallerin etkisini değerlendirmiştir. Araştırmada 10. sınıf öğrencilerine kavramsal başarı testi, bilimsel işlem beceri testi, anket ve görüşmeler uygulanmıştır. Araştırmaya dört öğretmen, 190 öğrenci katılırken, araştırmada yarı deneysel desen benimsenmiştir. Araştırma sonucunda 5E öğrenme döngüsünün öğrencilere yararlı olduğu ve öğrencilerin başarılarının arttığı tespit edilmiştir.

Keser (2003) 5E modeline uygun öğrenme ortamı oluşturmayı ve bu ortamlarda yürütülen etkinlikleri değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırma elektromanyetik indüksiyon konusuna yönelik 36 öğretmen ve 206 lise öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiş ve araştırmada üç farklı ölçekten yararlanılmıştır. Araştırma özel durum yaklaşımı kullanılarak dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Araştırma verileri anket, mülakat ve gözlem aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonucunda veri toplama araçlarının 5E modeline uygun olduğu ve eğitim ortamlarında uygulanabilir bir yapıya sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Evans (2004) öğrencilerin motivasyonlarının ve ilgilerinin artırılabilmesi için neler yapılabileceğini araştırmıştır. Bu amaca yönelik 5E modeline uygun gazlar konusunda öğretim gerçekleştirilmiştir. Öğretim sonucunda sınıfta bulunan 24 öğrencinin derse aktif olarak katıldıkları, uygulamalardan zevk aldıkları ve süreç içerisinde sorumluluk aldıkları belirlenmiştir. Araştırmada 5E modelinin öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Karagöl (2004) 10. sınıf öğrencilerinin hız ve ivme konusundaki kavram yanlışlarını 5E modeline uygun geliştirilen çalışma yaprakları ile gidermeyi amaçlamıştır. Araştırmaya 40 öğrenci katılmış ve yarı deneysel desen kullanılarak araştırma gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak test, anketlerden, gözlemden ve mülakatlardan yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda 5E modeli ile öğrencilerin kavram yanlışlarının giderildiği tespit edilmiştir.

Balcı (2005) ilköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum kavramlarının öğreniminde 5E öğrenme modelinin ve kavramsal değişim metninin etkisini

belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada 101 öğrenci deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve deneysel grubun kavramsal başarısının 5E modeli ile arttığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda kavramsal değişim metinlerinin ve 5E öğrenme modelinin kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğunu ortaya çıkarılmıştır.

Erdoğan (2005) ilköğretim öğrencilerinin atom konusundaki kavramsal anlamadaki değişimlerini, bilimsel süreç becerilerini ve tutumlarını araştırmıştır. Sorgulamaya dayalı yaklaşımdan yararlanan araştırmacı 65 öğrenci ile uygulamayı gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin atom hakkındaki düşünceleri ile ilgili bilgilerin edinilmesi ve bilinen yanlış kavramların belirlenmesi istenmiştir. Araştırmada öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmış ve tüm öğrencilere başarı testi, kavram testi, bilimsel süreç beceri testi, tutum ölçeği ve algılama testi uygulanmıştır. Ön ve son test şeklinde gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda; kavramsal anlamada değişim, başarı ve bilimsel süreç becerilerinin deney grubu lehine kontrol grubundan anlamlı olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Ancak tutum ve algılamada her iki grubun arasında bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır.

Sağlam (2005) ses ve ışık konusunda 5E öğretim modeline uygun geliştirilen materyalin etkililiğini araştırmıştır. Araştırma 5. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiş ve deneysel desen kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak başarı testinden, tutum ölçeğinden, anketlerden, gözlem formundan, gözlem kayıtlarından ve mülakatlardan yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin başarı ve tutumlarının gelişim gösterdiği ve kavram yanılgılarının giderildiği ortaya çıkarılmıştır.

Tuan vd. (2005) araştırmasında yedi öğretmen ve dört araştırmacının hazırladığı sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerinin ısı, sıcaklık, kuvvet, kaldırma kuvveti, karışımlar ve bileşikler konuları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Öğrenciler yarı deneysel yöntem ile deney ve kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak tutum ölçeği, öğrenme stilleri testi ve mülakatlardan yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubu öğrencilerinin tutumunun, istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin öğrenme stilleri ile birlikte öz güvenlerinin ve başarılarının da arttığı araştırmada tespit edilmiştir.

Campbell (2006) 5. sınıf öğrencilerin kuvvet ve hareket kavramlarının öğretiminde 5E modelinin kullanımının etkililiğini araştırmıştır. Öğrencilere bu kapsamda ön-son test uygulanırken, 14 hafta boyunca 5E modeline uygun ders işlenmiştir. Araştırma eylem araştırması çerçevesinde gerçekleştirilirken, araştırmaya 22 öğrencinin katılımı sağlanmıştır. Veri toplama araçları laboratuvar aktivite kâğıtları, mülakatlar ve farklı değerlendirme türleri ile çeşitlendirilmiştir. Araştırma sonucunda ise öğrencilerin kavram anlayışlarının ve bilgilerini genelleme yeteneklerinin ve başarılarının arttığı belirlenmiştir.

Ergin (2006) iki boyutta atış hareketi konusunda 5E öğretim modelinin öğrencilerin akademik başarılarına, tutumuna ve hatırlama düzeyine etkililiğini araştırmıştır. Araştırma üniversite 1. sınıf öğrencileri ile yürütülmüş ve 84 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak ayrılmış ve ön-son test uygulamaları yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak başarı testi, mantıksal düşünme yeteneği testi, tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubu öğrencilerinin başarılarının, tutumlarının ve hatırlama düzeylerinin arttığı belirlenmiştir.

Gürses (2006) durgun elektrik konusunda 5E öğretim modeline uygun geliştirilen çalışma yapraklarının öğrenci başarısına etkisini araştırmıştır. Araştırma 40 ilköğretim öğrencisi ile gerçekleştirilmiş ve deneysel yöntem aracılığıyla araştırmada başarı testinden, çalışma yapraklarından, gözlemlerden, değerlendirme anketlerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda çalışma yapraklarının öğrenci başarısını arttığı, kavramsal öğrenimi geliştirdiği ve bilişsel-sosyal gelişimi desteklediği belirlenmiştir.

Hançer (2006) 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde 5E öğretim modeline göre geliştirilen bilgisayar destekli etkinliklerin etkisini incelemiştir. Araştırma 58 öğrenci ile yürütülmüş ve yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada kavram testinden yararlanılmış ve deney grubu öğrencilerinin öğretim sonucunda kavram yanlışlarının azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmada 5E öğrenme modelinin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu ortaya konmuştur.

Kör (2006) ilköğretim 5. sınıf öğrencilerin elektrik kavramına yönelik kavram yanlışlarının giderilmesinde 5E öğrenme modelinin etkisini araştırmıştır.

Araştırmada 5E öğrenme modeline uygun materyaller geliştirilmiş ve bu öğretim geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Araştırmaya 60 öğrenci katılmış ve araştırmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak ayrılmış ve deney grubunun kavram yanlışlarının giderilebildiği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda 5E modelinin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı yargısına varılmıştır.

McPhedran (2006) sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrenci motivasyonuna etkisini araştırmıştır. Araştırmada 11. sınıf öğrencileriyle çalışılmış ve nitel, nicel araştırma yöntemlerinden yararlanılmıştır. Öğrencilere derslerinde sorgulamaya dayalı öğrenimle öğrencilerin öğrenme stratejileri, öz yeterlikleri, değerleri ön ve son uygulama ile belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin derse karşı değerleri, başarılarını ve öz yeterliklerini arttırdığı belirlenmiştir.

Mecit (2006) tarafından sorgulamaya dayalı 7E öğrenme modeli ilköğretim 5. sınıf öğrencilerine eleştirel düşünme yeteneğinin geliştirilmesi amacıyla uygulanmıştır. Araştırma fen ve teknoloji dersi içerisinde yer alan su döngüsü konusunda gerçekleştirilmiştir. Örnekleme 46 öğrenciden oluşan grup yarı deneysel yöntemine uygun deney ve kontrol grupları olarak bölünmüş ve deney grubuna sorgulamaya dayalı yaklaşımın 7E modeline göre dersler işlenmiştir. Veri toplama aracı olarak eleştirel düşünme beceri testi kullanılmış ve ön-son test uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunun kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır.

Tatar (2006) ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin başarılarını, tutumlarını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirebilmek için araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımından yararlanmıştır. Araştırmada yarı deneysel desen kullanılmış ve 104 öğrenciden deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Daha sonra "Tüm canlılarda ortak yuvamız mavi gezegenimizi yanıtalım ve koruyalım" ünitesinde deney grubuna araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak ölçek, testler ve görüşmeler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının uygulandığı öğrencilerin dersteki başarısının, bilimsel süreç becerilerinin ve tutumunun arttığı ve kontrol grubundaki öğrencilerle deney grubu arasında anlamlı bir fark oluştuğu belirlenmiştir.

Wise (2006) ilköğretim öğrencileri ile radyo dalgaları üzerine çalışmıştır. Öğrencilere konunun öğretimi 5E öğrenme halkasından yararlanarak gerçekleştirilmiş ve radyo dalgalarının gücü, mesafesi gün boyunca öğrencilere dinletilmiştir. Araştırmada öğrenciler radyo dalgalarını iyonosfer tabakası ile ilişkilendirmiş ve yayılmasına etki eden etmenleri ifade etmeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin sorgulama becerilerinin, bilimsel araştırma yapma becerilerinin, teknolojiyi kullanma yetilerinin ve işbirlikli çalışma isteklerinin geliştiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin kazandıkları bu yetilerini sadece fen dersinde değil, günlük hayatta da kullanabilecek seviyede oldukları belirtilmiştir.

Wu ve Krajcik (2006) araştırmasında 7. sınıf öğrencilerinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile tablo ve grafik kullanımlarını incelemeyi amaçlamıştır. Durum çalışması kapsamında yürütülen çalışma 75 öğrenciyle sekiz ay sürmüştür. Araştırmada çoklu veri kaynaklarından yararlanılmış olup, öğrencilerden tablo ve grafik çizip yorumlamaları istenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin tablo ve grafik oluşturmada yeterli seviyeye gelebildikleri ve bunları yorumlayabildikleri saptanmıştır. Ayrıca sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve yeteneklerini geliştirdiği ifade edilmiştir.

Wu ve Hsieh (2006) 6. sınıf öğrencilerinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile sorgulama becerilerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Araştırmacı sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun etkinlikler oluşturmuş ve 58 öğrencinin ilişki kurma, karşılaştırma yapma, kanıt olarak veri kullanma ve açıklamaları değerlendirme becerilerini izlemiştir. Veri toplama aracı olarak video kayıtlardan, görüşmelerden, el yapımı ürünlerden ve başarı testinden yararlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin tüm becerilerinde başarı kaydettikleri tespit edilmiştir. Araştırmacı sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile öğrencilere farklı öğrenme fırsatlarının sunulduğunu ve sorgulama becerilerinin geliştirilebildiğini ifade etmiştir.

Akkuş vd. (2007) geleneksel öğretimle sorgulamaya dayalı yaklaşımı karşılaştırmayı amaçlamıştır. Araştırma doğa bilimleri dersinin öğretimini görmüş 592 ilköğretim öğrencileri ile gerçekleştirilmiş olup, araştırma sonucunda öğrencilerin son test puanları, başarıları ve öğretmenin dersi uygulama şekli birbiriyle ilişkilendirilmiştir. Bu esnada veri toplama aracı olarak test ve gözlem

deney-kontrol gruplarında kullanılmıştır. Araştırma sonucunda da sorgulamaya dayalı yaklaşım ile öğrencilerin başarılarının arttığı tespit edilmiştir.

Ergin vd. (2007) Gata sağlık astsubat hazırlama okulu 1. sınıf öğrencilerine yatay ve dikey atış konusunun öğreniminde 5E modelinin etkisini geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak ele almıştır. Araştırma 84 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilirken, öğrenciler kontrol ve deney grupları olarak ayrılmış ve aralarındaki farka bakılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunun kavramsal başarılarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Özsevgeç (2007) 5. sınıf öğrencilerine yönelik kuvvet ve hareket ünitesinde 5E öğrenme modeline göre rehber materyal geliştirmiş ve bu materyalin etkililiğini araştırmıştır. Araştırmada yarı deneysel desen kullanılmış ve toplamda 74 öğrenci araştırmaya dâhil edilmiştir. Veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testinden, başarı testinden, tutum anketinden, bütünleştirici öğrenme ortamı anketinden, gözlemlerden ve mülakatlardan yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda rehber materyallerin öğrenci akademik başarılarını arttırdığı, öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği ve kalıcı öğrenmenin sağlandığı tespit edilmiştir.

Keskin (2008) lise öğrencilerinin basit sarkaç kavramlarını öğrenmelerine ve tutumlarına 5E modelinin etkisini incelemiştir. Araştırma yarı deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiş ve 36 öğrenci deney-kontrol grubu olarak ikiye bölünmüştür. Araştırmada veri toplama aracı olarak çoktan seçmeli test ve kavram haritası kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin başarısının ve tutumunun 5E modeli etkisiyle arttığı belirlenmiştir.

Akerson vd. (2009) 5E öğrenme döngüsü yaklaşımı kullanarak öğretmenlerin bilimin doğasına, bilimsel modellere ve araştırmaya dayalı öğretime yönelik anlayışlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada bir dönem boyunca dört öğretmen 5E öğrenme modelinden yararlanarak öğretim gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca uygulama başında ve sonunda öğretmenlerle görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmenlerin bilimin doğasına, bilimsel modellere ve bilimsel sorgulamaya yönelik anlayışlarında olumlu gelişmeler olduğu saptanmıştır.

Canlı (2009) fen bilgisi öğretiminde canlılarda üreme ve gelişme ünitesinde yapılandırmacı yaklaşım içerisinde yer alan 5E modelinin öğrenci başarı ve tutumuna etkisini araştırmıştır. Araştırmada 8. sınıf öğrencileri ile araştırma

yürütülmüş ve iki şubede bulunan 50 öğrenciye ön-son test uygulaması yapılmıştır. Veri toplama sürecinin 9 hafta sürmesi ile birlikte 5E öğrenme modelinin öğrenci başarısını arttırdığı araştırma sonucunda tespit edilmiştir.

Dinçer (2009) kütle çekim, serbest düşme hareketi ve ağırlık konularında 5E öğretim modeline uygun geliştirilen materyallerin öğretmen adaylarının öğrenimi üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada özel durum yaklaşımı kullanılmış ve dokuz öğretmen adayının bilgi eksikliklerine, yanlış anlamalarına yönelik dört uygulama gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak tanılayıcı testlerden, mülakatlardan ve gözlemlerden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının giderilebildiği ve onların öğrenim düzeylerinin artış gösterdiği belirlenmiştir.

Tiryaki (2009) 8. sınıf öğrencilerinin 5E öğrenme modeli ile ses ünitesinin işlenmesinin onların başarısına ve tutumuna etkisini araştırmıştır. Araştırmada yarı deneysel desen aracılığıyla 95 öğrenci deney ve kontrol grubu olarak ayrılmış ve deney grubuna 5E öğrenme döngüsü modeline uygun ders işlenmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak başarı testi ve tutum ölçeği ön-son test olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda ise deney grubu öğrencilerinin başarılarının ve tutumlarının arttığı belirlenmiştir.

Akben ve Köseoğlu (2010) 5. sınıf öğrencilerine yönelik sorgulamaya dayalı öğretim yöntemini destekleyen 5E modeline uygun bir etkinlik geliştirmişlerdir. Maddenin ayırt edici özelliği-yoğunluk konusunda geliştirilen etkinlik 29 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilere aynı zamanda ön ve son test şeklinde tutum ölçeği uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda sorgulamaya dayalı hazırlanan etkinlikte öğrencilerin konuyu daha iyi kavradıkları ve olumlu yönde tutumlarının geliştiği tespit edilmiştir.

Bozkurt (2012) araştırmaya dayalı öğrenme yönteminin laboratuvar dersinde kullanılması ile öğretmen adaylarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerindeki değişimi incelemiştir. Araştırmada 50 öğretmen adayı ile çalışılmış olup, öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak ele alınmıştır. Ön ve son test şeklinde gerçekleşen başarı ve bilimsel süreç testleri ile iki grup arasındaki fark tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunun araştırmaya dayalı

öğrenme yöntemi ile akademik başarılarının ve bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubundan olumlu yönde farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

Şahin ve Çepni (2012) zenginleştirilmiş 5E öğrenme modeline yönelik geliştirilen materyalin gaz basıncı öğrenimine etkisini incelemişlerdir. Araştırma yarı deneysel desen aracılığıyla 8. sınıf olan 48 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak iki aşamalı kavram testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ise materyalin kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğu, kavramsal anlamayı sağladığı ve kalıcı öğrenmeye yol açtığı belirlenmiştir.

Toprak ve Çelikler (2012) öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada genel kimya laboratuvar ortamında 3E, 5E öğrenme halkası ve geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak dersler yürütülmüştür. Araştırmada yarı deneysel yöntemden yararlanılmış ve 74 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak bilimsel süreç beceri testinden yararlanılmıştır. Araştırma 10 haftalık bir süreç içerisinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda ise laboratuvar uygulama süresinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

Sarı ve Güven (2013) öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile etkileşimli tahta destekli işlenen modern fizik konusunda başarı ve motivasyonlarını incelemiştir. Araştırmada 106 öğretmen adayı ikiye bölünerek yarı deneysel desen aracılığıyla deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Veri toplama aracı olarak akademik başarı testi ve motivasyon ölçeğinden yararlanılmış, ön-son test şeklinde uygulama gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda modern fizik konusu simülasyon, video gösterimi ve animasyon destekli işlenmiştir. Araştırma sonucunda deney grubunda kullanılan öğretim materyalleri ile öğrencilerin motivasyonlarının ve akademik başarılarının önemli derecede arttığı tespit edilmiştir.

Arslan, Bekiroğlu, Süzük ve Gürel (2014) fizik öğretmen adaylarının fizik laboratuvarlarında araştırma-sorgulama kapsamlı gerçekleştirilen öğretime yönelik görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırma 68 fizik öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veriler gözlem formu ve anket aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının laboratuvarlarda araştırma-sorgulamanın az yapıldığını, laboratuvar şartlarının yetersiz olduğunu,

ancak araştırma-sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının yapılması gerektiğini düşündükleri belirlenmiştir.

Bayram (2015) rehberli sorgulamaya dayalı fen etkinliklerinin tasarlanma aşamasında karşılaşılan zorlukları araştırmıştır. Araştırmada sorgulama temelli etkinlikler 14 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Süreç içerisinde öğretmen adaylarına bu etkinliklerin videoları izletilmiş ve videolardan yola çıkılarak sorgulamaya dayalı etkinlikler tasarımları istenmiştir. Araştırmada 14 öğretmen adayı ile çalışılmış ve ikili gruplar halinde öğretmen adayları ile süreç içerisinde görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adayları, öğrencilerin hazırbulunuşlukları ile sıkıntılar çektiklerini dile getirmişlerdir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının etkinlikler hazırlanırken malzeme ve zaman yönünden de sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir.

Karamustafaoğlu ve Havuz (2016) fen laboratuvar uygulamalarında kullanılan sorgulamaya dayalı öğrenme destekli etkinliklerin öğretmen adaylarının araştırma ve sorgulama becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yarı deneysel desen ile deney ve kontrol grubu olarak ele alınan ve 58 öğretmen adayı ile yürütülen çalışmada, sorgulamaya dayalı fen öğretimi ve fen'e yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme becerileri algısı ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunun sorgulamaya dayalı fen öğretimine yönelik olumlu yönde farklılıkları olduğu tespit edilmiştir.

Kaya ve Yılmaz (2016) açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin 7. sınıf öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisini araştırmışlardır. Araştırma yarı deneysel desen aracılığıyla 33 deney, 32 kontrol grubunda olan öğrencilerin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak kuvvet ve hareket ünitesine yönelik başarı testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin açık sorgulamaya dayalı öğrenme ile başarılarının arttığı ve süreç içerisinde bilimsel süreç becerilerinin geliştiği ifade edilmiştir.

Yay, su ve ses dalgaları ile ilgili araştırmalar. Alanyazında yer alan yay, su ve ses dalgalarına yönelik gerçekleştirilmiş yurt içi ve yurt dışı çalışmalar incelenmiş ve aşağıda ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

Linder ve Erickson (1989) ğretmen adaylarının ses konusundaki kavramsal anlamalarını fenomenografik araştırma kapsamında çalışılmıştır. 10 ğretmen adayı ile altı farklı durum üzerine görüşmeler yapmış ve ses hakkındaki düşünceleri makroskobik ve mikroskobik düzeylerde belirlemiştir. Araştırma sonucunda mikroskobik düzeyde ses moleküller tarafından taşınan ya da aktarılan bir varlık olarak nitelendirilmiştir. Makroskobik düzeyde ses ise, maddesel formda bir kuvvete sahip hava akımı şeklinde ilerleyen bir yapı olarak grldğ ortaya çıkmıştır.

Linder (1992)'de ortaöğretim ğrencilerinin ses konusundaki kavramsal zorluklarını belirlemek amacıyla nitel araştırmasını gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda konunun kavramsallaştırılması ile daha iyi anlaşıldığı, öğretmenlerin benzetmelerinin bazen uygun olmadığı, sesle ilgili terminolojinin iyi anlaşılmadığı ve tanımlanmadığı, anlatım esnasında bazı basite indirgemelerin kavram yanılığına sebep olduğu ve ders kitaplarında yer alan basite indirgeme amaçlı kullanılan ifadelerin yanlış düşüncelere neden olduğu ğrenci görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir.

Maurines (1992) ise, yay dalgasının yayılmasını, dalganın oluşumu ile yayılması arasındaki ilişkiyi, dalganın yayılma hızı ile bir noktanın ortamdaki hareketini ve dalgalardaki basit matematiksel bağıntılarının anlaşılması üzerine kavramsal anlamaların incelendiği bir araştırma yapmıştır. Araştırma niversitede bulunan öğrencilerin sadece 600'ünün dalgalardan konusunun öğrenimini gördüğü toplamda 1300 ğrenci ile gerçekleştirilmiş ve öğrencilere sekiz soruluk bir anket uygulanmıştır. Araştırmada dalgalardan yay üzerindeki yayılımının betimlenmesi amaçlanmıştır ve deneysel araştırma ile iki grup arasında fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin bir atmanın ortamdaki hareketini tanımlamaya çalıştıkları ve atmanın oluşması için daha fazla kuvvet kullanıldığında atmanın daha hızlı gideceğinin dşnldğ belirlenmiştir. Ayrıca dalganın yayılma hızının başlangıç koşullarına, dalganın şekline bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Atmanın genişliği, yayılma hızı ve zaman arasında olan ilişkiyi bir değişkene bağladıkları ve diğer değişkenlerden bahsedilmediği de belirlenmiştir. Son olarak dalgalardan maddesel bir nesne olarak dşnldğ tespit edilmiştir.

Linder (1993) sesin yayılması üzerine öğretmen adayları ile fenomenografik araştırma kapsamında çalışma yapmıştır. 14 öğretmen adayının görüşü mülakatlar aracılığıyla alınarak, araştırma sonucunda sesin yayılma hızının ortamdaki moleküllerin meydana getirdiği fiziksel engellerin, moleküller arası uzaklığın ve ortamın sıkıştırılabilirliğinin bir fonksiyonu olarak görüldüğü belirlenmiştir.

Maurines (1993) ses konusuna yönelik düşünceleri belirlemek amacıyla 600 lise öğrencisi ile görüşmeler yaparak nitel bir araştırma gerçekleştirmiş, kavramsal bir test kullanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin ses dalgaları ile ilgili yanlış bilgilere sahip oldukları belirlenmiştir. Sesin hızının, kaynağın oluşturduğu sinyallerin genliğine bağlı olduğu ve zamanla genliğin azalması ile hızında azaldığının düşünüldüğü belirlenmiştir. Aynı zamanda sesin yayılmasında ortama gerek olmadığı, sesin boşlukta yayılabildiği, ortam yoğunluğu arttıkça sesin yayılmasının zorlaştığı ve kuvvetin ses kaynağı ortama hız ve enerji sağladığı böylece ses parçacığının meydana gelerek iletişimin sağlandığı araştırmada elde edilen diğer sonuçlar arasında yer almaktadır.

Barman ve Miller (1996) ses kavramına yönelik uygulanan geleneksel öğretim ile öğrenme döngüsü öğretim yaklaşımlarını karşılaştırmalı kavramsal değişimlere etkilerini incelemiştir. Araştırmada 34 öğrenci ile çalışılmış ve deneysel desen aracılığıyla öğrenciler ikiye bölünmüştür. Her grupta farklı öğretim yaklaşımı uygulanmış ve aralarındaki fark ders öncesi ve sonrası gerçekleştirilen görüşmelerle belirlenmiştir. Her iki grupta da ders öncesi gerçekleştirilen görüşmelerde; sesin bir nesne olduğunun, sesin nesnelere üzerinden çarptıktan sonra sıçrayarak hareket ettiğinin, sesin katı içerisinde hareket edebildiği ancak havada edemediğinin ve sesle titreşiminin bağlantılı olmadığı düşünülmesi tespit edilmiştir. Uygulamaların ardından her iki grupta da olumlu yönde değişim olduğu, ancak öğrenme döngüsü öğretim yaklaşımının uygulandığı sınıftaki öğrencilerin daha başarılı oldukları belirlenmiştir.

Hapkiewicz ve Hapkiewicz (1998) araştırmasında öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarını belirlemiştir. Öğrencilerle gerçekleşen araştırma sonucunda; sesin herhangi bir materyal obje olmadan da üretilebileceğinin, ses dalgalarının su dalgaları gibi enlemesine hareket ettiğinin ve dalgaların katı bir yüzeye çarptığında yok olacağı düşünülmesi belirlenmiştir.

Hrepic (1998) ses kavramı ile ilgili alternatif kavramları belirlemiştir. İlköğretim, lise ve üniversite son sınıf olan 287 öğrenciye tarama modeli aracılığıyla 44 açık uçlu soru yönelmiştir. Araştırma sonucunda aşağıda yer alan alternatif kavramları belirlemiştir:

- Ses bir nesnedir.
- Materyaller sesin yayılmasını yavaşlatır.
- Yüksek ses daha hızlı yayılır.
- Ses hızı ses kaynağına bağlıdır.
- Ses uzak bir yerde bulunan obje olarak algılanmaktadır.
- Tüm materyaller sesi yaymaz.
- Ses enerjisi başka enerji türlerine dönüştürülemez.
- Ses frekansını rüzgâr etkiler.

Merino (1998a; 1998b) ardışık olarak yaptığı çalışmalarını üniversite öğrencileriyle nitel olarak gerçekleştirmiş ve öğrencilerin ses konusundaki kavram yanılgılarını incelemiştir. İlk araştırmasında sesin yüksekliğinin, sesin şiddeti ve tınısı ile olan ilişkisini ele almıştır. Öğrencilerin; sesin şiddeti ile yüksekliğini birbirinden ayırt edemedikleri, sesin enerjisiyle sesin frekansının birbiri ile doğru orantılı olduğunu düşündükleri, sesin tınısının yüksek olması ile ses dalgalarının üst üste binmesini bağdaştıramadıkları, sesin tınısının tanımını bilmedikleri ve sesin yüksekliği ile şiddetini birbirinden bağımsız düşünemedikleri belirlenmiştir. İkinci araştırmada da ses tınısı kavramını incelenmiştir. Araştırma sonucunda sesin yüksekliği ile tınısının birbirine karıştırıldığı, dalga genliğinin gürültü ile ortaya çıktığının ve ses tınısının iki yüksek parsiyelerin birleşmesi sonucu oluştuğunun düşünüldüğü tespit edilmiştir.

Wittmann, Steinberg ve Redish (1999) ve Withmann (2002) bilgisayar destekli bir öğretim ile öğrencilerin yay dalgasına yönelik görüşlerini nitel olarak belirlemişlerdir. Üniversitede öğrenim gören 137 öğrenci ile gerçekleştirilen araştırmada öğretim öncesi ve sonrası uygulanan anketler kullanılmış ve 30 öğrenci ile de görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda dalgaların bir nesne olarak görüldüğü, yay dalgasının çıkarımında parçacık-atma modelini düşündükleri ve öğretim sonrasında da var olan bu düşüncelerin değişmediği saptanmıştır. Ayrıca dalgaların üst üste binmesinde dalga üzerindeki tepe noktalarına odaklanıldığı ve

diğer noktaların göz ardı edildiği belirlenmiştir. İki atmanın karşılaşma durumunda ise, büyük olanın küçük olanı söndüreceğinin ve kalan atmanın daha yavaş ilerleyeceğinin düşünöldüğü ortaya çıkmıştır. Öğrenciler tarafından aynı boyutlu iki atmanın da karşılaşması sonucu birbirleriyle çarpışarak geri döndükleri ifade edilmiştir.

Beaty (2000) öğrencilerin fen konusundaki kavram yanlışlarını derleme çalışması yapmıştır. Araştırma sonucunda ses konusunda aşağıdaki yanlışlara rastlanmıştır;

- Sesin yüksekliği ve sesin tınısı aynı kavramlardır.
- Uzakta gerçekleşen bir olayı aynı anda görürüz ve aynı anda sesini duyarız.
- Ses tınısı bir cisme daha sert vurarak değiştirilebilir.
- İnsan sesi çok sayıda bulunan ses telleri tarafından oluşur.
- Ses hızı havada katılara göre daha fazladır.
- Ses madde parçacıkları arasındaki boşlukta ilerler.

Hrepic (2002) sesin yayılması ile ilgili öğrencilerin zihinsel modellerini fenomenografik araştırma kapsamında belirlemiştir. Araştırmada 164 öğrenciden veri toplanmış ve 22 öğrenciyle de bireysel görüşmeler yapmıştır. Araştırma sonucunda araştırmacı elde edilen modellerin alanyazındaki benzer modellerle karşılaştırmasını yapmış ve ders içeriklerinin öğrencilerin model oluşumuna etkisini ve gerçekleştirilen öğretim sonrası modellerdeki değişimi irdelemiştir. Sonuçta üç farklı model elde edilmiştir. Modeller “Varlık modeli, Dalga modeli ve Hibrit modeli” olarak ele alınmıştır.

Wittman, Steinberg ve Redish (2003) sesin yayılmasını üniversitede mühendislik eğitimi alan öğrencilerin görüşleri kapsamında ele almıştır. 200 öğrenciye anket uygulamış ve 25 öğrenciyle görüşme yaparak nitel bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada ses çıkaran bir hoparlör önündeki toz parçacığı ve mum alevini nitel olarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda dalgaların maddesel bir nesne olarak göröldüğü belirlenmiştir. Aynı zamanda ses dalgasının ortamda hareket yönünde önüne gelen şeylere çarpan, kuvvet uygulayan, iten bir nesne olarak düşünöldüğü tespit edilmiştir.

Hrepic (2004) öğrencilerin sesin yayılması konusunda zihinsel modellerini fenomenografik araştırma kapsamında ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Bu kapsamda çoktan seçmeli bir test geliştirmiş, Amerika ve Hırvatistan'da öğrenim gören 2000'den fazla öğrenciye uygulamıştır. Ayrıca 30 öğrenciyle de bireysel görüşmeler yapmışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin kendi kendilerine oluşturdukları birçok zihinsel modellerinin olduğu belirlenmiştir. Ancak bu modellerin oluşumuna neden olan faktörlere önce model belirlendiğinden dolayı ulaşamadıklarını ve bu yönde etkili öğretim yaklaşımlarının geliştirilmesi gerektiği düşündüğünü ifade etmiştir.

Eshach ve Schwartz (2006) tarafından ses konusunda ilköğretim öğrencileri ile görüşmeler yapılmıştır. 10 öğrenciye 11 soru yöneltilmiş olup, durum çalışması kapsamında öğrenciler tarafından sesin maddesel temelli bir nesne olduğunun düşünüldüğü ortaya konulmuştur. Aynı zamanda sesin yayılması, dıştan bir kuvvet etkisi olmadan gerçekleşen dinamik bir olay olarak betimlenmiştir. Son olarak sesin farklı ortamlarda farklı şekilde yayıldığına düşünülmesi tespit edilmiştir.

Şengören, Tanel ve Kavcar (2006) tarafından yay dalgasında üst üste binme konusu durum çalışması aracılığıyla araştırılmıştır. 147 fizik öğretmen adayına bir test uygulanmış ve 21 öğrenciyle görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarının birçok kavram yanılgısına sahip oldukları araştırma kapsamında ortaya çıkarılmıştır. Araştırma sonucunda yayın aynı tarafında oluşan iki atma karşılaştığında, genişliği ve genliği büyük olan atmanın örtük bir değişiklik meydana gelmediği ya da büyük atmadan küçük atmanın çıkarılarak büyük atmanın elde edilen sonuç doğrultusunda ilerlediği belirlenmiştir. Aynı zamanda yayın farklı yerlerinde oluşan ve maksimum genlikleri örtüşmeyen atmalara üst üste binme ilkesinin uygulanmadığının ve yay üzerinde yer alan atmalarının birbirlerini geçtikten sonra ilk hallerine geri dönmediklerinin düşünüldüğü tespit edilmiştir.

Demirci ve Efe (2007) ilköğretim öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanılgılarını tarama modeli ile belirlemeyi amaçlamışlardır. İlköğretim beşinci sınıf öğrencisi olan 1420 öğrenciye 38 sorudan oluşan üç aşamalı kavram testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin ses ve sesle ilintili kavramlara yönelik birçok eksik bilgiye ya da kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir:

- Ses tellerinin çarpışması sonucu ses oluşur.

- Ses molekülleri bir yüzeyden yansır ve ses oluşur.
- Ses havasız ortamda yayılır.
- Ses bir materyale çarpınca durur.
- Ses havada engelle karşılaşmadığı sürece daha hızlı ilerler.
- Katı maddelerde yoğunluk azdır ve bu nedenle ses hızlı yayılır.
- Kapalı kaptaki suyun hacmi fazla ise ses kalın çıkar.
- Müzik aletlerinden çıkan seslerin şiddetine bağlı olarak enstrüman ayrımı yapılır.
- Sesin şiddeti, sesin ince ya da kalın olması ile ilgilidir.
- Sesin yayılma hızı; sesin şiddetine, tınısına ve yüksekliğine bağlıdır.
- Ses çok yükselirse camlar kırılır.
- Ses yüksekliği azalınca ses inceler.
- Kumandayla televizyondaki ses yüksekliğini değiştiririz.
- Şimşek çaktığında ses yansıması olur, bu nedenle ses daha geç duyulur.
- Ses dalgalar halinde yayılırken yıpranır ve zamanla yok olur.
- Çift camda iki cam olmasından kaynaklı ses duyulmaz.

Zeybek (2007) öğretmen adaylarının ses konusunda yer alan temel kavramları nasıl algıladıklarını ve kavram yanılgılarını tarama modeli ile incelemiştir. Araştırmanın çalışma grubunda bulunan 154 öğretmen adayına 27 adet çoktan seçmeli sorunun içerisinde yer aldığı kavram testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda sesin boşlukta yayıldığı, sesin en hızlı gaz maddede ilerlediğinin ve sesin şiddetinin sesin inceliğini ya da kalınlığını belirlediğinin düşünüldüğü ortaya çıkmıştır.

Yalçın (2008) tarafından su dalgasının öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci başarısına olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma deneysel gerçekleştirilmiş ve 22'si deney, 18'i kontrol grubu olmak üzere toplamda 40 lise son sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Deney grubunda su dalgasının öğretimi işbirlikli öğrenme yöntemine uygun işlenirken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Öğrencilere öğretim öncesi ve sonrasında başarı ölçeği uygulanmıştır. Araştırma sonucunda deney grubu öğrencilerinin daha başarılı olduğu ve işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarısına olumlu katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

Değermenci (2009), 9. sınıfta yer alan dalgalar ünitesine yönelik bağlam temelli yaklaşım temel alınarak öğretmen ve öğrenciler için materyallerin geliştirilmesini amaçlamıştır. Geliştirilen materyaller Trabzon'da yer alan bir Anadolu Lisesi'nde uygulanmıştır. Araştırma özel durum yöntemi kapsamında gerçekleştirilmiş ve uygulamalar 10 ders saati içerisinde gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve kamera destekli gözlemler yapılmıştır. Araştırma sonucunda bağlam temelli yaklaşımın henüz öğretmen, öğrenci ve veliler tarafından tam olarak algılanmadığı ve yeni materyale kolayca uyum sağlanmadığı belirlenmiştir. Öğretmenlerde etkinlikler için gerekli araç-gereç okulda bulamadıklarını ve bundan dolayı etkinlikleri yapamadıklarını ileri sürmüşlerdir.

Küçüközer (2009) tarafından ses dalgasına yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanılgıları nitel araştırma kapsamında incelenmiştir. Çalışma grubunda 56 öğretmen adayı bulunmaktadır ve altı adet açık uçlu sorunun yer aldığı anket öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının sesin doğası, yayılması ve sesin özelliklerine ilişkin kavram yanılgılarının olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının sahip oldukları yanılgılar aşağıda bulunmaktadır:

- Sesin yayılması için maddesel ortam gerekli değildir, hatta ses boşlukta en hızlı yayılmaktadır.
- Ses molekülleri ve sesi taşıyan moleküller ortam içinde hareket ederken ortam parçacıklarına çarpmakta ve onları ötelemektedirler.
- Ses varlığı bir kaynaktan çıkmakta ve ortam parçacıkları arasında ilerlemektedir. Ayrıca ilerlemek için ortama ve ortam parçacıklarının hareketine ihtiyaç duymamaktadır.
- Ses varlığı sürekli bir yapıda olabildiği gibi ses molekülleri şeklinde kesikli bir yapıda da olabilir.
- Ses bir varlıktır.
- Sesin şiddeti arttıkça toz molekülleri daha hızlı hareket eder ve daha fazla yer değiştirir.
- Ses kaynağı ne kadar yüksek şiddette ses yayarsa, ses o kadar kuvvetli, şiddetli olur ve hızlı gider.

Küçüközer (2010) tarafından gerçekleştirilen nitel çalışmada fen öğretmeni adaylarının dalgalar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada yay dalgasına yönelik hazırlanmış olan beş açık uçlu soru 53 fen bilgisi öğretmen adaylarına yönlendirilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Yay dalgası ile ilgili olan bu kavram yanlışları aşağıda yer almaktadır:

- Dalganın yayılma hızı ve başlangıç koşulları arasında ilişki bulunmaktadır.
- Dalganın yayılma hızı ve şekli arasında bir ilişki vardır.
- Dalganın dalga boyu sadece kaynağa bağlıdır ve ortamın özellikleri ile dalga boyu arasında ilişki yoktur. Aynı kaynak her ortamda aynı dalga boyunda dalgalar meydana getirmektedir.
- Dalga boyu arttıkça dalganın yayılma hızı artar; dalga boyu azaldıkça dalganın yayılma hızı azalır.
- Frekans arttıkça dalganın yayılma hızı artar; frekans azaldıkça dalganın yayılma hızı azalır.
- Genlik arttıkça dalganın yayılma hızı artar; genlik azaldıkça dalganın yayılma hızı azalır.
- Genlik ortamın özelliklerine bağlıdır, aynı kaynak farklı ortamlarda farklı genlikte dalga yaymaktadır.
- İki atma karşılaştığında atmaların sadece tepe noktaları toplamak ya da şekle yoğunlaşarak toplama yapmak yeterlidir.

Risch (2010) fen konusunda karşılaşılan kavram yanlışlarını ele almıştır. Araştırmacı, mühendislik bölümündeki 941 öğrenciye üniversitenin birinci dönemi ve birinci haftasında fen kavramları ile ilgili ne bildiklerini öğrenebilmek amacıyla bir test uygulamıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin birçok kavram yanlışına sahip olduğunu belirlemiştir. Araştırmanın bir bölümünde de su dalgalarını ele almış ve günlük yaşamla ilintili olan su dalgalarını irdlemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin kıyıda derine doğru ilerleyen dalgaların şiddetinin azaldığını, derinlerde dalga boyunun ve hızının azaldığını ve bu nedenle de uçaktan ya da uçurumdan bakan birinin gözlem yapmasının zorlaştığının düşünüldüğü belirlenmiştir.

Öztürk ve Atalay (2012) öğretmen adaylarının ses dalgalarının hızına yönelik kavram yanlışlarını durum çalışmasıyla belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma 100 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiş ve öğrencilere anket uygulanmış, açık uçlu sorular sorulmuştur. Sesin yayılması, sesin özellikleri ile ilgili olan soruların sorulmasıyla, öğretmen adaylarının sesle ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir:

- Ses boşluklardan geçer ve yayılır.
- Sesin iletilmesi duvarın kalınlığına bağlı değişir.
- Sesin iletilmesinde ses kaynağı etkilidir.
- Ses dalgasının genliğinin ve frekansının sesin şiddeti, inceliği ve kalınlığı ile ilgisi yoktur.
- Sesin yayılma hızı sesin şiddetine bağlıdır.
- Sesin şiddeti sesin inceliğini değiştirir, ses dalgası ile ilgisi yoktur.
- Sesin yayılma hızı ses kaynağına bağlıdır.

Bolat ve Sözen (2014) ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin ses hızı ile ilgili kavram yanlışlarını durum çalışmasıyla belirlemişlerdir. Araştırmada toplamda 558 öğrenci örneklem olarak seçilmiştir. Veri toplama aracı olarak yedi çoktan seçmeli soru kullanılmıştır. Bu soruların ilk üçünde öğrencilerden verdikleri yanıtın nedenini açıklamaları istenmiştir. Araştırma sonucunda ortaöğretim ve ilköğretim öğrencilerinin benzer kavram yanlışlarına sahip oldukları ve sesin katı içerisinde yayılamayacağını, sesin havasız ortamda üretilebileceğini ve sesin en hızlı gazlarda yayıldığını düşündükleri belirlenmiştir.

Öztürk (2014) tarafından modsal betimlemelerin tanıyıp kullanılmasının, envanter hazırlanmasının ve mektup yazılmasının 9. sınıf dalgalar konusundaki akademik başarıya olan etkisi incelenmiştir. Araştırma 515 öğrenci katılımı ile gerçekleştirilmiş ve deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubuna modsal betimleme, envanter hazırlama ve mektup yazma etkinlikleri kullanılarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Ön ve son test uygulamaları sonucunda iki grup arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubunun daha olumlu tutuma sahip oldukları tespit edilmiştir.

Özdemir (2015) 10. sınıf dalgalar konusunun sosyal yapılandırmacı kurama uygun öğretimi ile öğrencilerdeki kavramsal anlamadaki değişimleri, tutumu ve

motivasyonu deneysel araştırma kapsamında incelemiştir. 55 lise öğrenci ile gerçekleştirilen araştırmada ders etkinlikleri oluşturulmuş ve iki deney, bir kontrol grubuna uygulanmıştır. Araştırma sonucunda deney gruplarından her derste farklı sıra ile uygulamalar yapılan ikinci deney grubunun gelişiminin üst seviyede olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin tutumlarının her üç grupta da arttığı, ancak değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ortaya çıkmıştır. Son olarak motivasyonlardaki değişimin ise istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Özdemir ve Kocakulah (2016) tarafından gerçekleştirilen araştırmada 10. sınıf dalgalar konusunun yapılandırmacı kurama dayalı öğretimi ile öğrencilerdeki kavramsal anlamadaki değişim incelenmiştir. Araştırma yarı deneysel desen şeklinde tasarlanmış ve 55 lise öğrencisi ile çalışılmıştır. Araştırmada yay dalgasına yönelik ders etkinlikleri tasarlanmış ve aynı ders etkinlikleri farklı sıralama ile iki deney grubuna uygulanmıştır. Birinci deney grubuna sabit sıralı etkinlikler, ikinci deney grubuna ise farklı sıralama ile etkinlikler yapılmıştır. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemlerine uygun dalgalar konusunun öğretimi gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda öğretim öncesi ve sonrası öğrencilere kavramsal anlama testi uygulanmış ve öğrencilerle yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda kontrol grubunda yer alan öğrencilerin kavramsal anlamadaki değişiminin deney grubunda yer alan öğrencilere göre daha az olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deney grupları karşılaştırıldığında, ikinci deney grubunda yer alan öğrencilerin öğrenimlerdeki gelişimin daha üst düzeyde olduğu saptanmıştır.

Ayvacı ve Bakırcı (2018) farklı kademelerde öğrenim gören öğrencilerin ses konusundaki kavramsal gelişimlerini incelemiştir. Araştırmada enlemesine gelişimsel araştırma tekniği kullanılarak 160 öğrenci ile çalışılmıştır. Veri toplama aracı olarak dokuz açık uçlu soru kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrenim kademelerine göre ses kavramıyla ilgili zihinsel gelişimlerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin zihinsel gelişimi birbirine yakinken, lise ile üniversite öğrencilerinin de birbirine daha yakın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yedinci sınıf öğrencilerinin kavram yanılgılarına sahip olduğu ve yedinci sınıf öğretim programına ses kavramı ile ilgili kazanımlara yer verilmesi gerektiği önerilmiştir.

Dilşeker ve Serin (2018) fen ve teknoloji dersinde ses dalgaları üzerine proje tabanlı öğrenmenin başarıya, tutuma ve kavram yanılgılarının giderilmesine etkisi

incelemişlerdir. Araştırmada 5. sınıf öğrencisi olan 42 kişiyle çalışılmış ve gerçek deneme modeli olan ön-son test gruplu modelden yararlanılmıştır. Veri toplama aracı olarak başarı testi, tutum ölçeği ve açık uçlu olarak hazırlanmış olan 10 soru öğrencilere uygulanmıştır. Araştırma sonucunda sesin titreşimlerle yayıldığı, sesin yayılma hızını arttırmak için şiddetinin artırılması gerektiğinin düşünöldüğü ortaya çıkmıştır. Ayrıca yankı olayını da sesin tekrar etmesi ya da bağırma olarak düşöndükleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin kavram yanılgılarının tamamen giderilemediğı ancak azalma olduğı, başarılarının ve tutumlarının da arttığı tespit edilmiştir.

Bölüm 3

Yöntem

Bilim “Evrenin çalışması hakkında derin anlayışı götüren gözlemler ve düşünme yolu” olarak ifade edilmektedir (Stanovich, 1992). Paradigma ise bir ya da birden fazla kurama dayalı olarak paylaşılmış dünya görüşü olarak açıklanmaktadır. Paradigmalar bir grup inanç veya varsayım içermektedir. Aynı zamanda belli bir alandaki sınırları ve ilkeleri temellendirmekte, algıya rehberlik etmekte ve gerçeği betimlemektedir. Paradigmalar yeni öğrenmeye ve anlamaya rehberlik ederken, bilişsel destekte sağlamaktadır. Ancak oluşturulan paradigmalar çok katı olursa büyümeyi engellemektedir. Yani, kendimizin belli paradigmaları dışında kalan verilere ve olaylara aldırış etmezsek dar görüşlü hale gelebilir, eski usulde ilerlettiğimiz şekle kitlenebilir, gelişim ve yeniliği engelleyebilir. Bunun olmaması için bilimsel araştırmalardan yararlanılarak dünyayı anlamaya ya da dünyaya yeniden bakmaya çalışmak gerekir. Bilimsel araştırmalar aslında soruları yanıtlamak için veri toplama evresinde kullanılan bir süreçtir. Farklı araştırma yöntemleri ile gerçekliğin farklı görünüşleri sergilenebilmektedir. Ayrıca bilimsel temelli araştırmaların belirli ilkeleri bulunmaktadır (NRC, 2000):

- Görgül olarak araştırılabilecek önemli soruların sorulması,
- Araştırmanın bir kuramla ilişkilendirilmesi,
- Soruları doğrudan araştırmaya olanak kılan yöntemlerin seçilmesi,
- Tutarlı ve açık bir muhakeme zincirinin oluşturulması,
- Gerçekleştirilen çalışmalar doğrultusunda araştırmanın tekrarlanması ve genellemenin yapılması,
- Profesyonel bir inceleme ve eleştiri için araştırmanın yayınlanması şeklindedir.

Bu ilkeler kapsamında yer alan bilimsel temelli araştırma yöntemleri nicel ve nitel araştırma olarak ikiye ayrılmaktadır. Nicel araştırmalarda belirli bir yaklaşım veya değişkenin etkisinin ne olduğu hesaplanmaktadır. Doğru bir tahmin yapabilmek ya da nedensel ilişkiyi gösterebilmek için araştırmacı diğer tüm değişkenleri kontrol ederek belli değişkeni ayırt ettiği bir ortam yaratmaktadır. Bu kapsamda araştırmada bağımsız değişken, bağımlı değişken, deney grubu, kontrol grubu yer almaktadır. Aynı zamanda araştırma sorusu, araştırmacının yanıtını bulmayı umduğu soru olarak ele alınmaktadır. Nitel araştırmalarda ise belirli bir

anlama ulaşmada nicel araştırma sayıları kullanılabilir, ancak gerçeğin belirli bir yönünü ayırt edebilmek için kontrollü çevreler yaratılmaktadır. Sorular önceden belirtilmekte, sadece araştırma sorularına yönelik veriler gözlemlenmekte ve kayıt edilmektedir. Dünyayı anlamak için neden-sonuç ilişkisi paradigması kullanılmaktadır. Nitel araştırma anlayışa ulaşmak için sistematik gözlemler kullanılmakta ve açık uçlu sorulara araştırmada yer verilmektedir. Eylem araştırmaları nicel ve nitel araştırmalar sınıfında ele alındığında nitel araştırmalar sınırında kalmaktadır. Çünkü eylem araştırmaları belirli olguları keşfettikçe ilerlemektedir (Uzuner ve Anay, 2015). Ancak eylem araştırmasında araştırmanın amacına uygun olarak ve araştırma sonuçlarını desteklemek amaçlı, yoğunlukla nitel araştırma yöntemlerinden olmak üzere uygun nicel araştırma yöntemlerinden de yararlanılabilmektedir (Balcı, 2013). Bilimsel araştırma yöntemleri daha ayrıntılı irdelendiğinde ise; betimsel, ilişkişel desenler, deneysel ve yarı deneysel grup, tek denekli, betimsel nitel araştırma desenleri ve uygulamalı nitel araştırmalar olarak ele alındığı bilinmektedir. Nitel araştırmaların sonuç olarak betimsel nitel araştırmalar ve uygulamalı nitel araştırmalar olarak ikiye ayrıldığı görülmektedir. Betimsel nitel araştırmalarda kendi içerisinde; vaka çalışması, etnografi, etnometadoloji, sembolik etkileşim vb., uygulamalı nitel araştırmalar ise; değerlendirme araştırmaları, politik araştırmalar, pedagojik araştırmalar ve eylem araştırmaları olarak sınıflandırılmaktadır. Araştırmada ele alınan eylem araştırması irdelendiğinde de, uygulamalı nitel araştırmalar içerisinde yer alan eylem araştırmalarının aşağıdaki şekillerde gerçekleştirildiğı söylenebilir:

- Politik araştırmalar
- Katılımlı eylem araştırmaları
- İşbirlikli eylem araştırmaları
- Öğretmen araştırmaları
- Uygulayıcı sorgulaması
- Mesleki gelişim araştırmaları
- Araştırmacının kendini değerlendirmesi
- Öğretmen araştırmaları
- Okul, kurum çapında araştırmalar
- Bölge, ülke çapında araştırmalar vb.

Eylem araştırmaları eylemlerin ve uygulamaların kalitesini arttırmak ve anlamak için gerçek ortamlarda araştırma sureci olarak ifade edilebilmektedir (McTaggard, 1997; Schumuck, 1997). Araştırmacılar kendi uygulamalarını gozlemlemekte, bir problemi ya da eylemi sistematik bir şekilde sıralı olarak incelemekte ve eylem planları oluşturarak araştırmanın problem cumlesini yanıtlamaya çalışmaktadır (Dinkelman, 1997). Eylem araştırmaları önceden planlanan, duzenlenen ve başkalarıyla paylaşılan bir sorgulama turdur. Eylem araştırması ile araştırmaya katılan öğrencileri gulendirme, katılım yoluyla işbirliği yapma, bilgi edinilme ve sosyal değişimin sağlanması amaçlanmaktadır (Ferrance, 2000). Eylem araştırmalarında araştırmacı ve ğretmen birlikte çalıştığında birbirlerine yardım ettikleri varsayılmaktadır. Eylem araştırmalarının en önemli özelliği de kuram ve uygulama arasındaki boşluğu doldurması olduğu duşnlmektedir. nkn araştırmacı ve ğretmen uyumlu olarak işbirliğine olanak sağlar, ortamdaki öğrenciler sürekli aktiftir, araştırmanın bulguları ortamdaki problemlere etkili çözüm sağlamaktadır. Eylem araştırmalarının önemi içerisinde yer alan diğer maddeler ise aşağıda bulunmaktadır:

- ğretmeni yetkili ve kuvvetli kılar
- Ortamla ilgili öğretmenin yeni bilgiler edinmesine yardımcı olur.
- Yansıtıcı duşnme ve uygulamayı teşvik eder.
- Öğretmenin ve araştırmacının kuramsal bilgisini arttırır.
- ğretmeni ve araştırmacıyı kendi eserinden sorumlu kılar.
- Öğretmen ve araştırmacının başarısı ile uygulama arasındaki bağı pekiştirir.
- Yeni bilgiler öğrenme ve yeni fikirlere açık olmayı destekler.
- Profesyonel büyüme ve gelişmeye olanak kılar.

Eğitim alanında eylem araştırmalarının tarihi John Dewey (1900), Kurt Lewin (1946) ve Stephen Corey (1953)'e dayanmaktadır. 1950'li yıllarda eylem araştırmalarının bilimsel olmadığı yönünde görüşler varken, 1970'li yılların başında yeniden ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak eylem araştırmalarının kuramsal temelinin eleştirel kuram olduğu bilinmektedir. Eleştirel kuramda öğrencilerin sadece geliştirdikleri anlamları ve davranışları anlamak değil, aynı zamanda davranışların değişimi ele alınmaktadır. Kısacası eylem araştırmasında problem durumundaki

sorunu anlamak ve eylem planları ile bunu değiştirmeye, geliştirmeye çalışılmaktadır (Ekiz, 2003).

Araştırma Modeli

Araştırma bir eylem araştırması biçiminde desenlenmiştir. Eylem araştırması ile gerçek bir sınıf veya okul ortamında öğretimin niteliği anlaşılabilmekte ve geliştirilebilmektedir (Johnson, 2005). Eylem araştırmaları sayesinde sistematik ve bilimsel olarak bilgi edinilebilmekte ve uygulamalarının geliştirilmesine yardımcı olmaya çalışılmaktadır. Çünkü eylem araştırmaları önceden planlanan, düzenlenen ve başkalarıyla rahatlıkla paylaşılabilen araştırma türü olarak adlandırılmaktadır (Bogdan ve Biklen, 2003). Eylem araştırmaları son dönemlerde çok tercih edilmektedir. Bu yaklaşım eğitim dünyasında var olan gerçekleri sistematik bir şekilde benimsemeyi ve onu geliştirmeyi, değiştirmeyi amaçlamaktadır (Ekiz, 2003). Genel olarak nitel araştırmalar arasında yer alan eylem araştırmaları, ifade edilen amaçlar doğrultusunda nicel ve nitel veri toplama yöntem ve tekniklerinden yararlanılarak gerçekleştirilebilmektedir (Kuzu, 2005). Bu esnada araştırmacılara odaklanılması ve zen gösterilmesi gereken konularda da yol gösterici olmaktadır. Eylem araştırmalarının temel özellikleri incelendiğinde, ilk başta sistematik olması gelmektedir (Fraenkel ve Wallen, 2003). Eylem araştırmalarının verilerinin toplanmasında, analizinde ve sunumunda özgünlük olmasına rağmen araştırmalar sistematik bir bakış açısı ile ilerlemektedir. Eylem araştırması başıboş bir yöntem olarak anımsanmamalıdır. Çünkü eylem araştırmalarında sonucu bildiğimiz bir problem cümlesi ile araştırmaya başlanamamaktadır. Sürecin başında araştırmacıların tamamen tarafsız olması gerekmektedir. Ancak veri toplamadan öncede plan yapılması gerekmekte ve veri toplama sürecinde bir takvime ihtiyaç duyulmaktadır (Johnson, 2002; Gay ve Airasian, 2003). Eylem araştırmalarının takvim süresi ise aşılabilmektedir. Çünkü araştırma süreci içerisinde araştırma çerçevesinde, veri toplamada ve araştırmanın doğasında değişkenlikler olabilmektedir. Araştırma sürecinde düzenli gözlem yapılmakta, ancak süre belirlenememektedir. Uzun süreli gözlemleri eylem araştırması içerisinde barındırmaktadır. Aslında eylem araştırmaları ayrıntılı çalışmalar olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle eylem araştırmaları bir kuram ortaya konularak gerçekleştirilebilmektedir (Schoen ve Nolen, 2004). Araştırma problemleri, yöntem,

bulgular ve sonuçlar arasında ilişki kurulmakta ve alanyazın taranarak araştırma desteklenmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerle aynı konuda daha farklı biçimlerde gerçekleştirilmiş araştırmalar ve farklı yöntemlerle hazırlanmış çalışmalar arasında ilişkiler kurularak sunum gerçekleştirilebilmektedir. Bunları yaparken eylem araştırmalarında ispat yapmak, yani karşılaştırmalar söz konusu olmamaktadır. Çünkü eylem araştırmalarında araştırmacının yapıldığı ortama yönelik farklı biçimlerde resimler yaratılmakta ve okuyucular tarafından o ortamda neler olduğunun anlaşılması beklenmektedir. Bu kapsamda eylem araştırmalarında nicel ve nitel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Nicel yöntemler kullanılırken dikkat edilen bir nokta, elde edilen sonuçlarla geniş bir kitleye genelleştirme yapılmamasıdır. Çünkü genellikle küçük gruplarla gerçekleştirilen eylem araştırmalarında bazı değişkenlerin kontrolünün sağlanamaması mümkün olabilmektedir (Johnson, 2005). Eylem araştırmalarının özelliklerinden bahsedilmesinin ardından nasıl yapılması gerektiği de akla gelmektedir. Bu konuda birçok model öne sürülmektedir ve bu modellerde izlenen süreçler dört başlık altında bulunmaktadır. Başlıklar; araştırma probleminin belirlenmesi, verilerin toplanması, verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması ve bir eylem planının geliştirilmesi şeklinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu başlıkların her biri birbiri ile bağlantılı ve sürekli bir döngü içerisinde ele alınmaktadır (Mills, 2003).



Şekil 1. Eylem araştırmasının döngüsü (Mills, 2003).

Mills (2003) bunu bir öğretim ortamında öğretmenlerin öğrencilerinin daha nasıl iyi öğrenebileceği ve konuların daha farklı nasıl işlenebileceği ile ilgili bilgi veren sistematik bir döngü olarak tanımlamaktadır. Aynı zamanda okul ve sınıf gibi ortamlarda gelişimin oluşturulabilmesinde yararlanılabilecek en güçlü araştırma türünün eylem araştırması olduğunu belirtmektedir. Johnson (2005) ise eylem araştırmasını dokuz aşamayla açıklamaktadır:

- 1 • Araştırma problemlerinin belirlenmesi
- 2 • Araştırma problemlerinin kavramsal bir bağlamda ele alınması
- 3 • Veri toplama sürecinin planlanması
- 4 • Verilerin toplanması ve analize başlanması
- 5 • Gerekliyse veri toplama sürecinde araştırma probleminin değiştirilmesi
- 6 • Verilerin analizi ve düzenlenmesi
- 7 • Verilerin raporlaştırılması
- 8 • Sonuçların ve önerilerin ortaya çıkarılması
- 9 • Eylem planının oluşturulması

Birinci aşamada araştırma problemine araştırmacı karar vermektedir. Araştırmacı merak ettiği konuya yönelik bir problem tanımlamakta ve irdelenmek istediği problemi derinlemesine incelemektedir.

İkinci aşamada araştırmacı tarafından alanyazın taraması gerçekleştirilerek, araştırmaya kuramsal bir temel oluşturulması amaçlanmaktadır.

Üçüncü aşamada verilerin nasıl ve ne sıklıkla toplanacağı planlanmaktadır.

Dördüncü aşamada toplanan verilerin analiz edilmesi gerçekleşmektedir. Bu esnada verilere yönelik temalar ve kategoriler belirlenebilmektedir.

Beşinci aşamada elde edilen verilerin analizi sonucunda ulaşılan bulguların araştırma problemine uygunluğu gözden geçirilmektedir. Eylem araştırmasının dinamik bir çalışma olduğu düşünüldüğünde, süreç içerisinde öğretim stratejisinde, veri kaynaklarında ve araştırmacının odağında değişikliklere rastlanılmaktadır.

Altıncı aşamada analiz edilen veriler düzenlenmekte ve tümevarımsal bir bakış açısıyla veriler tekrar gözden geçirilmektedir.

Yedinci aşamada araştırmmanın raporlaştırılması yapılmaktadır. Araştırmacı süreci, etkinlikleri, önemli bulguları betimlemekte ve gerekli örneklerle durumu açıklamaktadır.

Sekizinci aşamada veriler yorumlanarak okuyucuya sunulmaktadır. Araştırmacı elde edilen sonuçları ve sonuçlara ilişkin önerilerini belirtmektedir. Bu esnada alanyazınla elde edilen sonuçlarda desteklenmektedir.

Dokuzuncu aşamada eylem planı oluşturulmaktadır. Eylem planında araştırma sonucuna ve önerilere dayalı olarak ileride yapılacaklara ilişkin ifadeler yer almaktadır. Eylem planı uygulanırken neler olduğu ve ne kadar etkili olduğuna dair değerlendirmeler yapılmaktadır.

Sonuç olarak eylem araştırmaları son yıllarda bilimsel araştırmalar arasında yer alan popüler bir yaklaşım olduğundan akademisyenler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Uzuner, 2005). Eylem araştırmaları ile eğitimin çeşitli konularında bilimsel ve sistematik olarak bilgi edinilebilmekte ve uygulamaların gelişimine katkı sağlanabilmektedir. Eğitimdeki en büyük amacında öğretimin geliştirilmesi olduğu düşünüldüğünde, nitel araştırma şemsiyesi altında görülen eylem araştırmalarıyla hem nitel hem de nicel veriler toplanarak değişim sağlanabilmektedir (Kuzu, 2005). Altrichter, Posch ve Somekh (1993) eylem araştırmalarının eğitimin kalitesini arttığını savunmaktadır.

Araştırma Problemini Belirleme

Araştırmalar bir problem durumunun bir boyutunun belirlenmesi ile başlamaktadır. Bu problem durumları rahatsızlık duyulan bir konunun çözümlenmesi ya da geliştirilmesi istenilen bir süreçten yola çıkılarak belirlenmektedir. Bahsedilen bu durumlar eylem araştırmalarının konu kaynakları olarak geçmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Ayrıca eylem araştırmasında problem cümlesinin belirlenebilmesi için üç olası yol bulunmaktadır (Johnson, 2005);

- Bir öğretim yöntem ya da tekniğini çalışmak ve değerlendirmek,
- Bir sorun belirlemek ve bu probleme ilişkin araştırmalar yapmak,

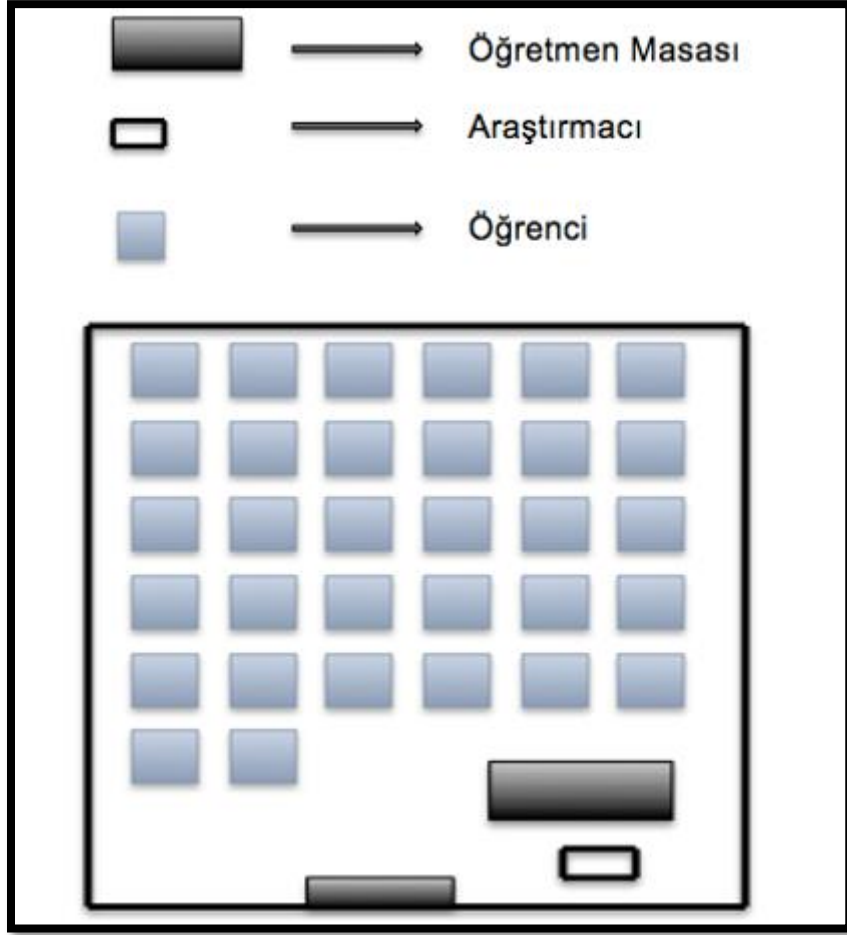
- Bir ilgi alanı belirlemek ve bunu incelemek

Bu araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması amaçlandığından yeni bir öğrenme yaklaşımının denemesi söz konusu olmaktadır. Bu kapsamda “Bir öğretim yöntem ya da tekniğini çalışma ve değerlendirme” maddesi altında problem cümlesinin belirlendiği söylenebilir.

Günlük hayatla ilişkili olan fizik konularının etkili ve verimli bir şekilde işlenmesinin ve gerekli bilgi, becerinin öğrencilere kazandırılması gerektiği düşünülmektedir. Bu şekilde fen okuryazarı bireyler yetiştirilerek, toplumun gereksinimlerinin de karşılanması istenmektedir. Bunların sağlanabilmesi için konuların öğretiminin farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile uygulanması gerekmektedir. Bu bağlamda araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına odaklanılmış ve alanyazın taranarak araştırma derinleştirilmiştir.

Ortam

Araştırma 2017-2018 öğretim yılının bahar döneminde Ankara il merkezinde bulunan bir Anadolu lisesinin 10-B ve 10-C sınıflarında, fizik dersinde gerçekleştirilmiştir. Ortaöğretim fizik dersi 2013 öğretim programında yer alan dalgalar konusu, araştırmacı tarafından sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre düzenlenmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Bu bağlamda araştırmacı alanyazın taraması ile birlikte gerekli kaynakları, öğretim materyallerini ve akış şemasını belirlemiştir. Dersler sınıf ortamında ve sınıf öğretmeni tarafından gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin sınıftaki oturma düzeni ise *Şekil 2*'de yer almaktadır.



Şekil 2. Sınıf oturma düzeni.

Sınıf ortamında 32 adet sıra, öğretmen masası ve sandalyesi bulunmaktadır. Araştırma sürecinde, araştırmacı öğretmen sandalyesinde oturarak verileri toplamıştır. Öğretmen ise genellikle sınıf içerisinde hareketli olup, belirli bir yerde oturmamıştır. Araştırmacı sınıftaki yerini belirlerken öğrencilerin düzenini bozmamaya özen göstermiştir.

Çalışma Grubu

Araştırmanın Ankara ilinde yer alan ve dalgalar konusunun öğretiminin gerçekleştirildiği 10. sınıf düzeyinde yer alan 58 lise öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada örnekleme evrene genelleme kaygısı bulunmadığından, öğrenciler çalışma grubu ifadesi altında tanımlanmıştır. Öğrencilerin çalışma kapsamında katılımcı olarak belirlenmesindeki önkoşul; orta sosyo-ekonomik bir lisede öğrenim görme ve 10. sınıf düzeyinde olma olarak belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu olan tüm öğrenciler ile gönüllülük esasına dayalı olarak çalışılmıştır. Bu kapsamda

öğrencilere çocuk/ergen bilgilendirme formu dağıtılmış ve öğrencilerin ailelerinden imzalı veli onay formu alınmıştır (EK-A, EK-B). Öğrencilerin çalışmaya gönüllü katılımı, çalışmanın sürekliliği ve öğrencilerin çalışmada aktif olması açısından önemli görülmektedir. Araştırmada çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinde ölçüt örnekleme uygun olarak belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme ile zengin durumların derinlemesine incelenmesi hedeflenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu kapsamda Ankara ilinde yer alan orta sosyo-ekonomik düzeyde olan bir lisenin 10. sınıf öğrencilerinin araştırmaya dâhil edilmesi planlanmıştır. Araştırma yapılacak okulun seçiminde Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınmış ve liselerin sosyo-ekonomik düzey durumlarının belirtildiği listeden yararlanılmıştır. Ayrıca araştırmanın gerçekleştirileceği sınıf mevcudu fazla olacağından öğrencilere uygulanacak dalgalı konusuna yönelik tutum ölçeği ile temsili öğrencilerin belirlenmesi sağlanmıştır. Belirlenen odak öğrencilerin tutum ölçeği puanlarının düşük, orta ve yüksek olması istenmektedir. Aynı zamanda odak öğrenci grubu seçiminde öğrencilerin başarı ve derse katılım durumları öğretmenlere sorulmuştur. Kısacası sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline ilişkin uygulamalar tüm öğrencilere yönelik gerçekleştirilmiş, ancak yarı yapılandırılmış görüşmeler sadece odak öğrencilerle yapılmıştır.

İzlenen Yol

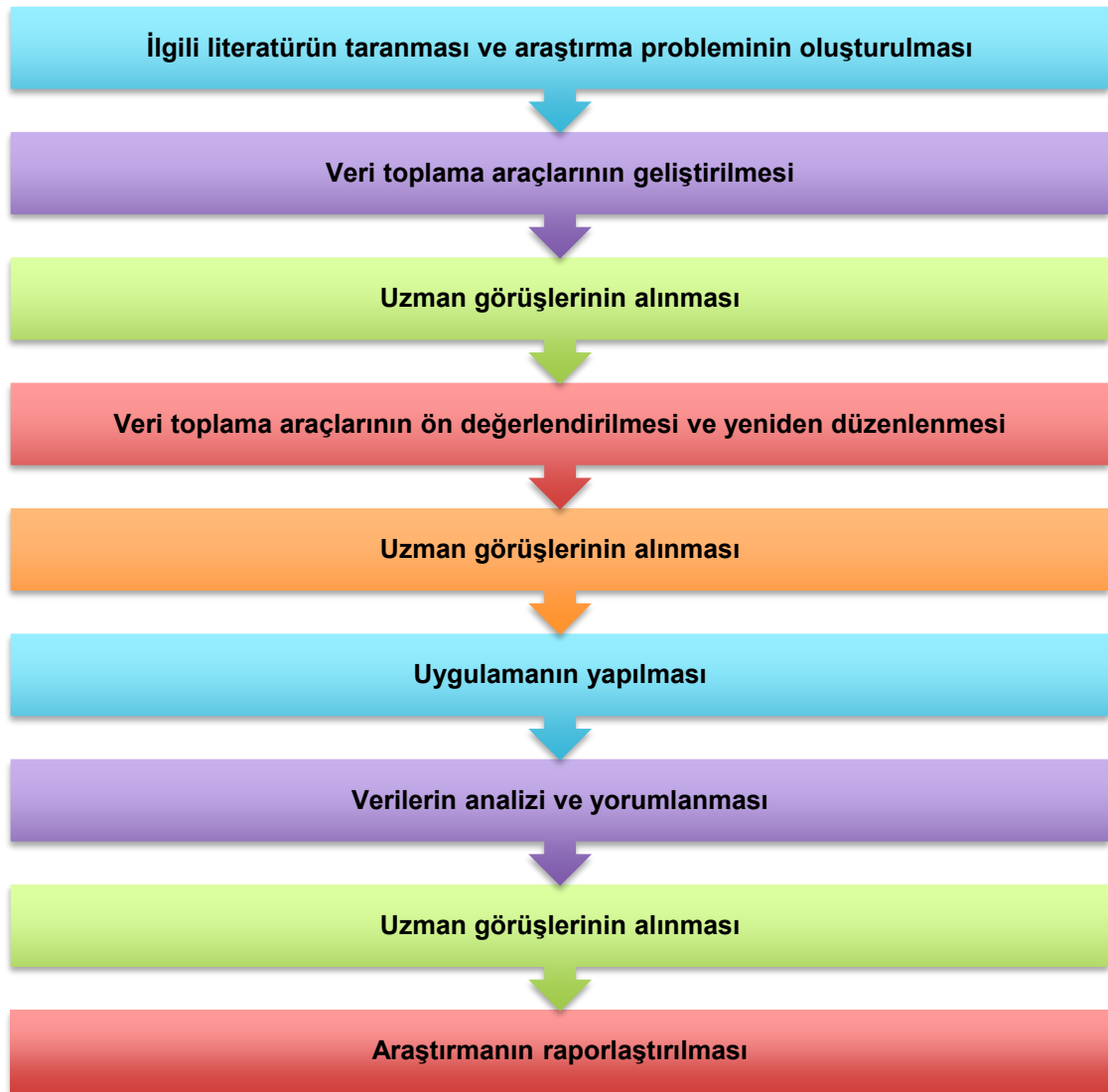
Araştırmada benimsenen eylem araştırması kapsamında veri toplamaya başlamadan önce araştırma planının belirlenmesi gerektiği bilinmektedir. Sistemik bir araştırma için veri toplanmadan önce bir takvime sahip olunması gerekmektedir. Bu kapsamda araştırma sürecinde tüm yapılan işlemler, tarih aralıkları ile birlikte Tablo 1'de bulunmaktadır.

Tablo 1

Araştırmanın Gerçekleştirildiği Zaman Aralıkları

| | |
|--|----------------------------|
| <i>Literatür taraması</i> | Haziran 2016 – Mart 2019 |
| <i>Araştırma planının yapılması</i> | Temmuz 2016 – Ocak 2017 |
| <i>Veri toplama araçlarının belirlenmesi</i> | Şubat 2017 – Haziran 2017 |
| <i>Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyon izninin alınması</i> | Haziran 2017 |
| <i>Araştırmanın gerçekleştirileceği okulun belirlenmesi</i> | Temmuz 2017 |
| <i>Araştırmanın okullarda gerçekleştirilebilmesi için Ankara Valiliği Milli Eğitim Müdürlüğü'nden resmi iznin alınması</i> | Eylül 2017 – Aralık 2017 |
| <i>Veri toplama araçlarının geçerliliğinin sağlanması</i> | Aralık 2017 – Şubat 2018 |
| <i>Verilerin toplanması</i> | Şubat 2018 – Mayıs 2018 |
| <i>Verilerin analizi</i> | Haziran 2018 – Aralık 2018 |
| <i>Araştırmanın raporlaştırılması</i> | Ekim 2018 – Haziran 2019 |

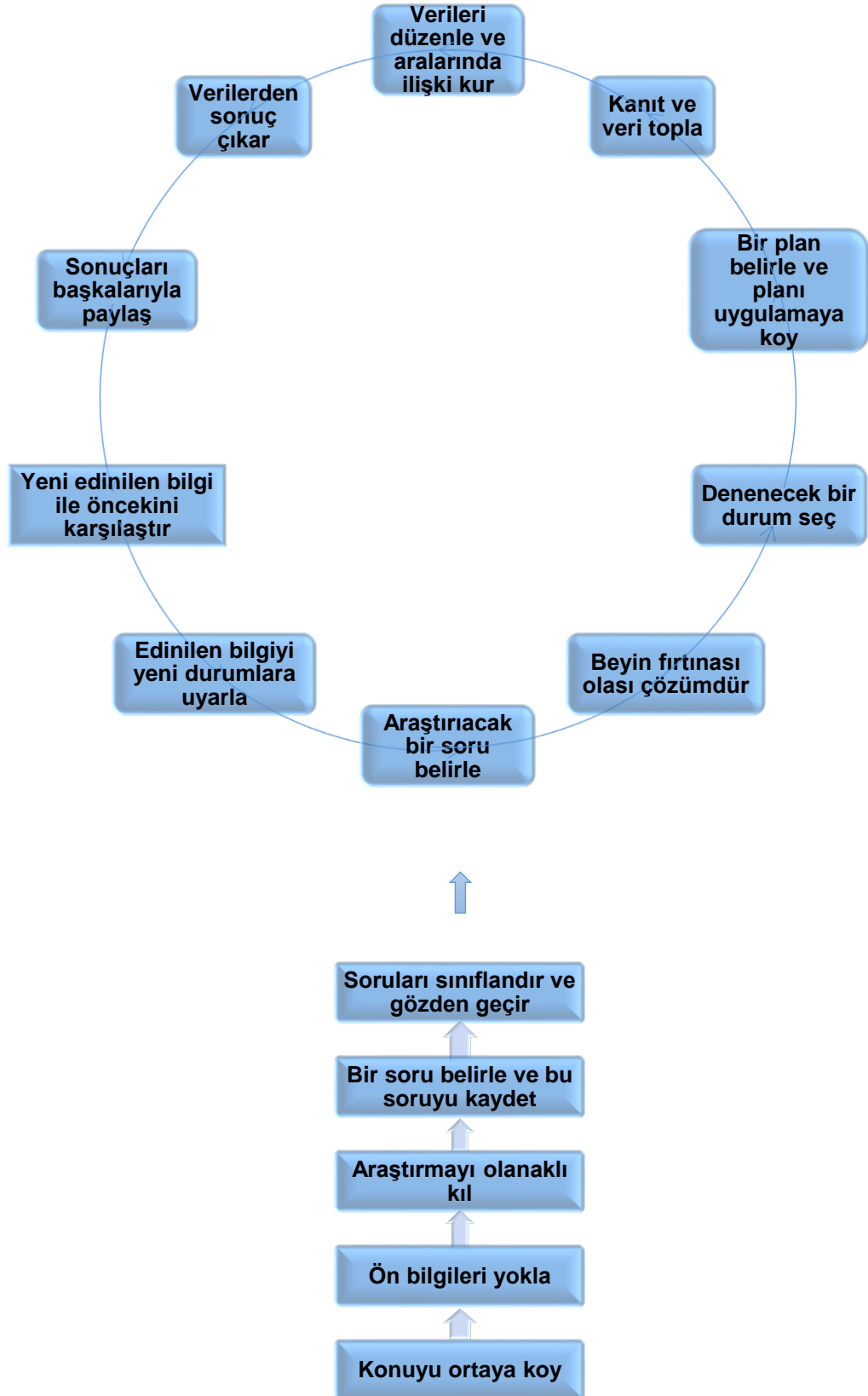
Araştırmanın yürütülmesi ve tasarımı yer alan adımlarda Şekil 3'de bulunmaktadır.



Şekil 3. Araştırma akış şeması.

Veri Toplama Araçları

Eylem araştırmalarında kullanılan veri toplama yöntemi problemin doğasına uygun olarak belirlenebilmektedir (Mills, 2003). İstenilen veri çeşidine göre nitel ve nicel veri toplama tekniklerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca toplanan verilerin niteliğinin artırılması için çeşitli kaynaklardan veriler toplanarak veri çeşitlemesi yapılmaktadır. Böylece veriler arasında karşılaştırma yapma imkânı da sunulmaktadır. Toplanan verilerin araştırmada gerçeği yansıtması ve anlaşılır olması istenmektedir. Verileri toplamadan önce hangi veri tekniğinin kullanılacağına da tekniklerin güçlü ve zayıf yönleri ortaya konarak karar verebilmektedir. Kısacası eylem araştırmalarında veri çeşitlemesi yapılması tercih edilmekte ve bu sayede verilerin geçerliğı artırılırken sonuçların anlamlılığının zenginleştirilmesi hedeflenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu araştırmada da dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması karar verilmiştir. Alanyazından yararlanılarak araştırmacı tarafından öğretim materyalleri hazırlanmış ve konunun akış şeması belirlenmiştir. Aynı zamanda verilerin niteliğini arttırmak, veri çeşitlemesi yapmak ve bunlar arasında karşılaştırmalar yapabilmek amacıyla gözlem, görüşme ve dokümanlardan yararlanılmıştır. Bu şekilde verilerin geçerliğı ve güvenilirliğinin doğrulanması istenmiştir. Bunların yanında araştırmada öğrencilerin yapılandırmacı kuram kapsamında sorgulama becerilerinin ve anlayışlarının geliştirilmesi hedeflendiğinden, öğrencilerin kendilerinin bilgiye ulaşmalarının sağlandığı *Şekil 4* de yer alan yapılandırmacı sorgulama halkasına uygun öğretimin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 4. Yapılandırıcı sorgulama halkası (Llewellyn, 2002).

Araştırma süreci içerisinde dalgalar konusu öğretim programında yer alan kazanımlara uygun olacak biçimde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline ve yapılandırmacı öğrenme halkasına uygun düzenlenmiştir. Eylem araştırması kapsamında da yararlanılabilecek eylem veri toplama teknikleri Şekil 5'de yer almaktadır (Mills,2003).



Şekil 5. Eylem araştırması veri toplama teknikleri (Mills, 2003).

Eylem araştırması veri toplama teknikleri göz önüne alındığında, araştırmacı yapılan öğretime ilişkin yaşantı geçirme bölümünde bulunan “katılımcı gözlemci” olarak araştırmada rol aldığı söylenebilir. Çünkü araştırmacı katılımcı gözlemci rolüyle araştırmaya ilişkin etkinlikleri, öğrencileri ve fiziksel görünüşleri incelerken, araştırma problemine yarar sağlayacak etkinliklerle de iç içe olmuştur (Mills, 2003). Bunun yanında araştırmada sorgulama ve inceleme amaçlı aşağıda yer alan veri toplama araçlarından yararlanılmıştır:

- Araştırmacı ve öğrenci günlüğü
- Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği
- Dalgalar kavramsal anlama formu
- Yarı yapılandırılmış görüşmeler
- Video ve fotoğraf kayıtları
- El yapımı ürünler

Bu kapsamda araştırmada yukarıda ifade edilen veri toplama araçlarının hangilerinin araştırmanın hangi problem cümlesini yanıtladığı da Tablo 2'de bulunan matriste sunulmuştur.

Tablo 2

Araştırma Problemleri ile Veri Toplama Matrisi

| Araştırma problemleri | Araştırmacı ve öğrenci günlüğü | Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği | Dalgalar kavramsal anlama formu | Yarı yapılandırılmış görüşmeler | Video ve fotoğraf kayıtları | El yapımı ürünler |
|--|--------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir? | ✓ | | | | ✓ | ✓ |
| Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşleri nasıl gelişim göstermektedir? | | | | ✓ | | |
| Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması öğrencilerin tutumlarında bir değişiklik oluşturmakta mıdır? | | ✓ | | | | |
| Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir? | | | ✓ | ✓ | | |

| Araştırma problemleri | Araştırmacı ve öğrenci günlüğü | Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği | Dalgalar kavramsal anlama formu | Yarı yapılandırılmış görüşmeler | Video ve fotoğraf kayıtları | Ei yapımı ürünler |
|---|--------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişim nasıldır? | | | ✓ | ✓ | | |

Araştırmacı ve öğrenci günlüğü. Araştırmacı günlüğü ile araştırmacının gözlemlerinin, duygularının, tepkilerinin ve yorumlarının değerlendirilebilmesi amaçlanmaktadır. Öğrenci günlüğü aracılığıyla da öğrencilerin o derse ilişkin düşüncelerinin, algılarının ve deneyimlerinin ortaya çıkarılması istenmektedir. Bu şekilde araştırmadaki sorgulama becerilerinin gelişimi ve öğretmenin sorgulamaya dayalı öğrenmeyi uygulama şekli ile ilgili bilgi edinilmesi beklenmektedir (Elliott, 1991). Bu araştırmada öğrencilerden her ders sonunda sürece ilişkin günlük tutmaları istenmiştir. Öğrenciler günlüklerde düşüncelerini, karşılaşılan sorunları, etkinliklerin sevdikleri yönlerini vb. çoğu ifade de bulunmuşlardır. Ancak eylem araştırmalarında öğrencilerle birlikte araştırmacılarında günlük tutmaları gerektiği bilinmektedir. Çünkü bu şekilde araştırmacıların her derse yönelik belirlenen deneyimleri ve düşünceleri ile öğrenci günlükleri arasında karşılaştırmalar yapılabilmektedir (Mertler, 2006). Aynı zamanda araştırmacı ve öğrenciler tarafından tutulan günlükler araştırma sürecinin her adımını görmede önemli bir kaynak olmaktadır (Fleming, 2000). Araştırmada her dersin son beş dakikasında araştırmacı ve öğrencilere o derste yaşananlarla ve öğrendikleriyle duygularını ifade edebilmeleri için zaman tanınmıştır. Günlükler sayesinde araştırmada “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir?” sorusunun yanıtı aranabilecektir (EK-C, EK-Ç).

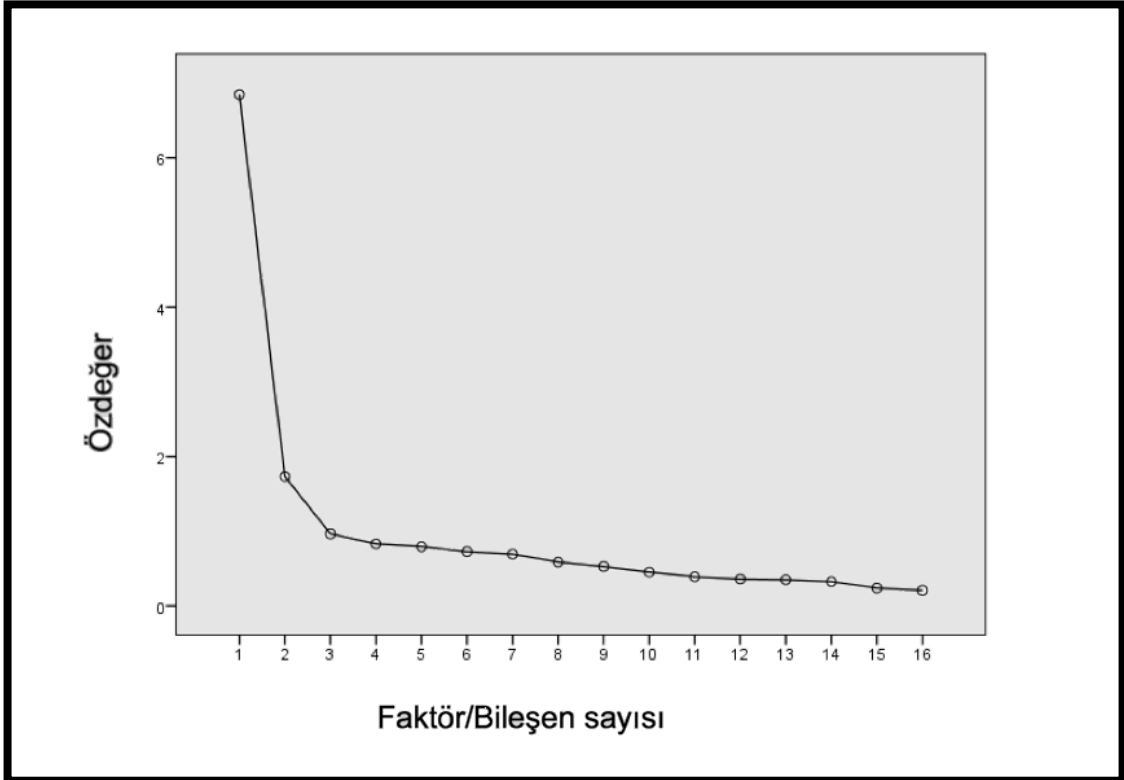
Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği. Araştırmada tutum ölçeği odak öğrencilerin belirlenmesini sağlamış ve uygulama başı ve sonu uygulanarak öğrenci tutumlarındaki değişimi göstermiştir. Bu kapsamda araştırmada Tekbiyık (2010) tarafından geliştirilen fizik tutum ölçeğinden yararlanılmıştır. Ölçeğin kullanılabilmesine ilişkin gerekli izin araştırmacıdan alınmıştır. Araştırmada bu ölçek aracılığıyla “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile

desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması öğrencilerin tutumlarında bir değişiklik oluşturmakta mıdır?” araştırma sorusuna yanıt bulunabilmiştir.

Araştırma kapsamında ölçek öncelikle araştırma konusuna uygun yeniden düzenlenmiş ve uzman görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda madde çıkarımları ve düzenlemeleri yapılmıştır. Ölçeğin orijinal halinde yer alan 30 madde 26 maddeye düşürülmüş ve madde ifadelerinde değişime gidilmiştir. Nihai olarak belirlenen 26 maddelik tutum ölçeği madde derecelendirmeleri “Hiç katılmıyorum, Katılmıyorum, Çok az katılıyorum, Katılıyorum, Tamamen katılıyorum” olacak şekilde hazırlanmıştır. Uzman görüşleri ile ölçeğin kapsam geçerliği fizik eğitiminde doktora derecesi sahip olan 12 fizik eğitimcisi tarafından sağlanmıştır. Çünkü uzmanların her biri ölçeği ayrı ayrı değerlendirmiş ve birbirleriyle çelişmeyen görüşleri dikkate alınarak ölçek üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu aşamanın ardından Türkçe dil uzmanı tarafından ölçek maddeleri irdelenmiştir. Ölçeğin son hali pilot çalışma kapsamında 11. sınıfta öğrenim gören 346 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmacının 11. sınıf öğrencileri ile pilot çalışma yapmasının nedeni, bu öğrencilerin dalgalar konusunun öğrenimini yakın zamanda gerçekleştirmiş olmalarıdır. Ayrıca ölçekte önemli anlamda değişiklikler yapıldığından açımlayıcı faktör analizi ile sonuçların değerlendirilmesine karar verilmiş ve SPSS programı kullanılmıştır.

Ölçek maddelerinin öğrencilerde belirlenmesinin istendiği tutumla ilişkili olup olmadığı incelenerek ölçekte yer alacak maddeler belirlenebilmektedir (Tezbaşaran, 2008). Bu kapsamda araştırmada gerçekleştirilen analizde öncelikle maddelerin çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılmıştır. Tüm maddelerin -1, +1 arasında değer gösterdiği tespit edilmiştir. Ardından maddelerin Z değerleri incelenmiştir. Maddelerin Z değerleri -3, +3 aralığında çıkmıştır. Çarpıklık, basıklık ve Z değerlerinde elde edilen veriler sonucunda ölçekten madde çıkarılmamıştır. Madde toplam test korelasyonu incelendiğinde ise, 3. sorunun korelasyonu düşük olduğu için (0.161) ölçekten çıkarılmıştır. Çünkü madde toplam korelasyonu değeri 0,30 ve üzeri olan maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiği, 0,30-0,20 arası olan maddelerin zorunlu hallerde kullanılabileceği ve 0,20'den düşük çıkan maddelerin ise kullanılamayacağı bilinmektedir (Büyüköztürk, 2007). Son olarak çok değişkenli uç değerlere bakılmıştır. Madde sayısına uygun olarak 52.620 değerinin üstünde çıkan 15 öğrencinin verileri ölçekten çıkarılmıştır.

Ölçek uyarlama olduğu için açımlayıcı faktör analizi gerçekleştirilen ölçeğin yapı geçerliliğini ortaya koyabilmek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett testi uygulanmıştır. Araştırmada KMO katsayısının en az 0,60 ve Barlett testinin de anlamlı düzeyde çıkması beklenmektedir. Bu şekilde verilerin faktör analizine uygun olup olmadığı anlaşılacaktır (Büyüköztürk, 2007; Kalaycı, 2005). Araştırmada KMO katsayısı 0,902 ve Barlett testi değeri 2534,363 olarak ($p=0,000$ anlamlılık düzeyinde) hesaplanmıştır. Bu durumda verilerin faktör analizine uygun olduğu belirlenmiştir. Ölçeğin faktör analizine uygunluğu ile birlikte varimax döndürme yöntemi ile birlikte maddelerin ortak faktör varyansının 0,386-0,897 arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca döndürme işlemi sonucunda ölçekteki dokuz bitişik maddenin ölçekten çıkarılması ile maddelerin iki faktör altında toplandığı ortaya çıkmıştır (öz değerler sırasıyla: 6,845, 1,730). Ölçeğin son hali ile toplam varyansın %54'ünü açıkladığı gözlemlenmiştir. Şekil 6'da ise ölçeğin öz değer çizgi grafiğine yer verilmiş, birinci faktörden ikinci faktöre hızlı bir düşüş olduğu dikkat çekmiştir. Bu görüntü aslında ölçeğin iki boyutlu olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 6. Faktör özdeğerlerine ait çizgi grafiği.

16 maddelik 331 öğrencinin verileri ile son halini alan ölçeğin iki faktör altında toplanan 11'i olumlu, 5'i olumsuz olan maddelerin birbirleriyle uyum içinde olduğu

görülmektedir. Bu durum, faktörlerin madde içerikleri göz önüne alınarak adlandırılmasına imkân tanımaktadır. Buna göre her iki faktör uygun bir şekilde adlandırılmıştır. Son aşamada ölçeğin iç tutarlılığı belirlenmiştir. Ölçeğin ve her boyutun Cronbach Alpha katsayısı hesaplanmıştır. Ölçeğin iç tutarlık katsayısı 0.909 ve faktörler bazında güvenilirlik; birinci faktöre yönelik 0,891, ikinci faktöre yönelik 0,844 elde edilmiştir. Ölçekte belirlenen faktörlerin adları, faktörler altında bulunan ölçek maddeleri, maddelerin faktör yükleri ve faktörlerin Cronbach Alpha katsayıları Tablo 3’de detaylı bir şekilde yer almaktadır (Tablo 3).

Tablo 3

Faktörlerin Adları, Ölçek Maddelerine İlişkin Faktör Analizi Sonuçları ve Cronbach Alpha Katsayıları

| Faktör Adı | Cronbach Alpha | Maddeler | Faktör Yükleri | |
|--------------|----------------|----------|----------------|----------|
| | | | Faktör 1 | Faktör 2 |
| Öğrenim | 0,891 | M1 | 0,841 | |
| | | M2 | 0,897 | |
| | | M3 | 0,798 | |
| | | M4 | 0,605 | |
| | | M5 | 0,788 | |
| | | M6 | 0,575 | |
| | | M7 | 0,684 | |
| | | M8 | 0,668 | |
| Günlük Yaşam | 0,844 | M9 | | 0,837 |
| | | M10 | | 0,671 |
| | | M11 | | 0,773 |
| | | M12 | | 0,832 |
| | | M13 | | 0,386 |
| | | M14 | | 0,563 |
| | | M15 | | 0,661 |
| | | M16 | | 0,476 |

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda araştırmada kullanılan 5’li likert tipli “Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği”nin öğrencilerin tutumlarını belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğuna karar verilmiştir (EK-D).

Dalgalar kavramsal anlama formu. Dalgalar kavramsal anlama formu dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması öncesinde öğrencilerin ön bilgilerinin ve kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması sonrasında ise öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişimlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Dalgalar konusuna yönelik kavramsal anlama formu araştırmacının, alanyazının, ders kitaplarının ve üniversiteye giriş

sınavında yer alan soruların katkıları ile oluşturulmuştur (Caleon ve Subramaiam, 2010a; Caleon ve Subramaiam, 2010b; Değermenci, 2009; Küçüközer, 2009; Özdemir, 2015; Tanır ve Koç, 2016; Witmann, Steinberg ve Redish, 1999; Yalçın, 2008). Ayrıca kavramsal anlama formuna yönelik belirtke tablosu oluşturulmuş ve 12 uzman fizik eğitimsi tarafından sorular kontrol edilmiş, soruların son hali belirlenmiştir. Hazırlanan belirtke tablosu ise aşağıda yer almaktadır (Tablo 4).

Tablo 4

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Belirtke Tablosu

| KAZANIMLAR | KAZANIM DÜZEYİ | | | | | |
|--|----------------|---------|----------|--------|--------|---------------|
| | BİLGİ | KAVRAMA | UYGULAMA | ANALİZ | SENTEZ | DEĞERLENDİRME |
| 10.3.1.4. Atma ve periyodik dalga oluşturarak aralarındaki farkı açıklar. a. Öğrencilerin atmanın temel fizik kavramı olmadığını sadece dalgaların özelliklerini incelemek için oluşturulduğunu anlamaları sağlanır. | | 1 | | | | |
| 10.3.1.4. Atma ve periyodik dalga oluşturarak aralarındaki farkı açıklar. b. Öğrencilerin deney yaparak ve simülasyonlar kullanarak atmaların sabit ve serbest uçtan yansımalarını incelemeleri sağlanır. | | | 2 | | | |
| 10.3.1.4. Atma ve periyodik dalga oluşturarak aralarındaki farkı açıklar. c. Öğrencilerin gergin bir yayda oluşturulan atmanın ilerleme hızının bağlı olduğu değişkenleri analiz etmeleri sağlanır. ç. Atmanın ilerleme hızı ile ilgili matematiksel işlemlere girilmez. | | | | 3 | | |
| 10.3.1.4. Atma ve periyodik dalga oluşturarak aralarındaki farkı açıklar. d. Öğrencilerin bir ortamdan başka bir ortama geçerken yansıyan ve iletilen atmaların özelliklerini karşılaştırmaları sağlanır. | | | 4 | | | |
| 10.3.1.4. Atma ve periyodik dalga oluşturarak aralarındaki farkı açıklar. e. Öğrenciler iki atmanın karşılaşması durumunda meydana gelebilecek olayları analiz eder. | | | 5 | | | |
| 10.3.2.1. Doğrusal ve dairesel su dalgaları için dalgaların ilerleme yönü, dalga tepesi ve dalga çukuru kavramlarını açıklar. | | | | 6 | | |
| 10.3.2.2. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının düzlem ve parabolik engelden yansımalarını çizer ve açıklar. | | | 7 | | | |
| 10.3.2.2. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının düzlem ve parabolik engelden yansımalarını çizer ve açıklar. | | 8 | | | | |
| 10.3.2.3. Su dalgalarında dalga hızının bağlı olduğu değişkenleri analiz eder. b. Öğrencilerin stroboskop kullanarak su dalgalarının hızı ile ilgili çıkarımlar yapmaları sağlanır. | | | | 9 | | |
| 10.3.2.3. Su dalgalarında dalga hızının bağlı olduğu değişkenleri analiz eder. a. Öğrencilerin deney yaparak değişkenlerin dalganın hızına etkisini incelemeleri sağlanır. | | | 10 | | | |

| | |
|---|----|
| 10.3.2.3. Su dalgalarında dalga hızının bağlı olduğu değişkenleri analiz eder. | |
| c. Öğrencilerin su dalgalarının bir ortamdan farklı bir ortama geçerken davranışını analiz etmeleri sağlanır. | 11 |
| ç. Öğrencilerin ortamın derinliği ve hızı arasındaki ilişkiyi kullanarak çıkarım yapmaları sağlanır. | |
| 10.3.2.3. Su dalgalarında dalga hızının bağlı olduğu değişkenleri analiz eder. | |
| c. Öğrencilerin su dalgalarının bir ortamdan farklı bir ortama geçerken davranışını analiz etmeleri sağlanır. | 12 |
| ç. Öğrencilerin ortamın derinliği ve hızı arasındaki ilişkiyi kullanarak çıkarım yapmaları sağlanır. | |
| d. Ortam değiştiren su dalgalarının dalga boyu ve hız değişimi ile ilgili matematiksel işlemlere girilmez. | |
| 10.3.3.1. Sesin oluşumu ve yayılması için gerekli olan şartları analiz eder. | 13 |
| a. Öğrencilerin sesin farklı ortamlardaki yayılma hızlarını karşılaştırmaları sağlanır. | |
| 10.3.3.1. Sesin oluşumu ve yayılması için gerekli olan şartları analiz eder. | |
| a. Öğrencilerin sesin farklı ortamlardaki yayılma hızlarını karşılaştırmaları sağlanır. | 14 |
| 10.3.3.2. Rezonans olayını açıklayarak rezonansın oluşturabileceği problemleri ve sağlayabileceği avantajları tartışır. | 15 |
| 10.3.3.2. Rezonans olayını açıklayarak rezonansın oluşturabileceği problemleri ve sağlayabileceği avantajları tartışır. | 16 |
| 10.3.3.3. Yankıyı azaltmak ve ses yalıtımı sağlamak için tasarımlar geliştirir. | 17 |

Son durumda kavramsal anlama formunda yay, su ve ses dalgalarına yönelik olacak şekilde toplamda 17 soru yer almaktadır (EK-E). Soruların tamamı açık uçlu olup, öğrencilerin soruları yanıtlamaları istenmiştir. Ayrıca bu araştırmada “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir?” ve “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişim nasıldır?” sorularının yanıtı kavramsal anlama formu desteğiyle alınabilecektir.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler. Bu araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinden yararlanılmıştır. Görüşme soruları önceden hazırlanmış ve görüşme esnasında görüşmeciye esneklik sağlayan sorularda görüşme akışında öğrenciye ilave sorular kapsamında yöneltilmiştir (Ekiz, 2003). Öğrencilere soruları istedikleri genişlikte yanıtlama olanağı sağlanmış ve sorularda araştırmacı yönlendirici ifadelerde bulunmamıştır. Araştırmada dalgalar kavramsal anlama formunu destekleyici nitelikte hazırlanan yarı yapılandırılmış sorular odak öğrencilere yöneltilmiştir. Bu görüşmelerde “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir?” ve “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişim nasıldır?” sorularının yanıtı aranmıştır (EK-G). Yarı yapılandırılmış görüşmeler uygulama öncesi ve sonrası olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları araştırmacının, alanyazının, ders kitaplarının ve üniversiteye giriş sınavında yer alan soruların katkıları ile hazırlanmıştır. Son durumda uzman görüşleri ile formda 18 soruya yer verilmiştir (Aydoğdu ve Dedeoğlu, 2015; Bakırcı, Çepni ve Yıldız, 2015; Caleon ve Subramaiam, 2010a; Caleon ve Subramaiam, 2010b; Değermenci, 2009; Küçüközer, 2009; Maurines, 1992; Özdemir, 2015; Öztürk, 2014; Tanır ve Koç, 2016; Yalçın, 2008). Bu sorular dalgalar kavramsal anlama formunda olduğu gibi yay, su ve ses dalgalarına yönelik oluşturulmuştur. Görüşmeler ses kayıt cihazıyla da kayda alınmış ve her bir görüşme yaklaşık 30-35 dakika sürmüştür.

Araştırmada yararlanılan diğer yarı yapılandırılmış görüşme soruları sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulamalarına yönelik gerçekleştirilmiştir. Bu yarı yapılandırılmış görüşmeler odak öğrencilerle uygulama başlamadan önce ve uygulama bittikten sonra yapılmıştır. Uygulamada öğrencilere araştırmanın amacına yönelik doğrudan sorular yöneltmek yerine derslerin işlenişi ile ilgili genel sorular sorularak genelden özele doğru ilerlenilmiştir. Bu esnada öğrenciler yönlendirilmemiş ve öğrenci yanıtlarından araştırmanın amacına uygun çıkarımlar yapılarak öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşleri yansıtılmıştır. Yıldırım (1999)'ın belirttiği üzere, araştırmada öğrencilerden toplanan veriler araştırma problemine ilişkin ana temaları ortaya çıkaracak şekilde düzenlenmeli ve anlamlı bir yapıya ulaşılmalıdır. Kısacası araştırmada da yarı yapılandırılmış görüşmeler genelden özele bir bakış açısı ile gerçekleştirilmiş ve bu şekilde katılımcıların dalgalar konusuna yönelik görüşleri, inançları ve araştırma yaparken kullandıkları sorgulama becerileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda ilk görüşmede bugüne kadar sahip oldukları kazanımlarına yönelik görüşlerinin ortaya çıkarılması, uygulama sonrası dalgalar konusunda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile birlikte bilgi, beceri, tutum, davranış ve değerlerindeki değişimlerin ortaya çıkarılması istenmiştir. Bu nedenle katılımcılara uygulama öncesi ve sonrası aynı soruların sorulması tercih edilmiştir. Araştırmanın “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşleri nasıl gelişim göstermektedir?” sorusuna da yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla yanıt aranmıştır (EK-I). Araştırmacılar tarafından geliştirilen görüşme sorularının öğrencilere yöneltmesi yaklaşık 20-25 dakika sürmüştür ve görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Ayrıca araştırmada yararlanılan yarı yapılandırılmış sorular fizik eğitimde uzman 12 kişinin görüşüyle son halini almış ve bu uzmanlarla soruların kapsam ve yordama geçerliği sağlanmıştır.

Video ve fotoğraf kayıtları. Eylem araştırmalarında eylem ve araştırma aynı anda ilerlemektedir. Bu süreçte araştırmacının sistematik olarak süreci izlemesi zor olduğundan video ve fotoğraf kayıtlarından yararlanılmıştır (Ekiz, 2003). Araştırmada yararlanılan video ve fotoğraf kayıtları öğretmenin dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasını göstermektedir. Çünkü kayıtlar doğal ortamda yaşanılanları sistematik ve amaçlı bir şekilde araştırmacılara sunmaktadır (Erden, 1998). Bu kapsamda sınıfa bir kamera sabitlenmiştir ve aralıksız etkinlikler süreç içerisinde kayda alınmıştır. Bu kayıtlar her çekim sonrasında tarihi yazılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Toplamda 10 ders saatinde yapılan etkinliklerin aralıksız çekimi gerçekleştirilmiştir. Araştırma içerisinde sınıftaki video ve fotoğraf kayıtlarının kesitleri gerçekleşen etkinlikleri görsel olarak destekleyici nitelikte kullanılmıştır. Aynı zamanda araştırmacının video kayıtları her etkinlik sonrasında izleyerek kaçırdığı diyaloglar, öğretim etkinliği ya da sözel olmayan ifadeler olup olmadığını kontrol etmesine destek sağlamıştır (Johnson, 2005). Video ve fotoğraf kayıtları öğretim sürecinde sınıfta yaşanan olaylarla birlikte gerçekleşen etkileşimlere yönelik önemli bilgiler vermektedir (Alrichter, Posch ve Somekh, 1993). Araştırmada “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir?” sorusunun yanıtı bu sayede alınabilmiştir.

El yapımı ürünler. El yapımı ürünler öğretmen ve öğrenme süreci içerisinde ya da süreç sonunda ortaya çıkan nesnelere olarak adlandırılmaktadır. Eğitsel bir ortamda el yapım ürünleri okulda etkinlikler içerisinde öğrenciler tarafından doldurulmuş ya da oluşturulmuş nesnelere olarak değerlendirilmektedir (Lodico vd. 2006). Bunlar yazılı ve görsel veri kaynakları olarak ele alınmaktadır (Gay, Mills ve Airasian, 2006). Bu bağlamda el yapım ürünleri öğrencilerin öğrencilik görevleri kapsamında ders içerisinde yaptıkları işlerin bir parçasıyken, eylem araştırmalarında bunlar birer veri kaynağı olarak kullanılmaktadır (Mertler, 2006). Araştırmada el yapımı ürünler çalışma yaprakları, kavram haritaları ve bir takım notların alındığı yazılı formlardır. El yapımı ürünler araştırmada “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir?” sorusunun yanıtını vermektedir.

Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Eylem araştırmalarında analiz süreklilik gerektirmektedir. Veri toplama süreci ile veri analizi eş zamanlı ilerlemektedir. Çünkü veri analizi toplanacak verilerin niteliğine ışık tutmaktadır. Eylem araştırmalarında verilerin analizi ile süreç içerisinde neler olduğu anlaşılabilir. Bu kapsamda araştırmacı alanyazın incelemesi ile birlikte araştırmaya yönelik önerileri sunabilmektedir. Süreç içerisinde yararlanılan nitel araştırma verilerinin betimsel ve içerik analizleri, nicel araştırma verilerinin de betimsel ve t testi analizleri ile araştırmaya yönelik temalar, kategoriler ve sonuçlar arası ilişkiler ortaya konulabilmektedir. Veriler sunulurken araştırma problemleri, gözlem ve görüşmeler dikkate alınmaktadır. Özellikle bu tarz araştırmalarda gözlem ve görüşmelerden doğrudan alıntılara sıklıkla yer verilmekte ve araştırma bulguları desteklenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Sonuç olarak bu araştırmada nicel ve nitel veri analizlerinden verilerin toplama sürecinde ve verilerin toplanılmasının ardından yararlanılmıştır. Bu şekilde veriler makro ve mikro düzeyde irdelenmiş ve veriler veri toplama sürecinde analiz edilirken makro düzeyde, ancak veri toplama süreci sonunda mikro düzeyde çözümlenmiştir.

Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği. Araştırmada tutum ölçeğinin verilerinin analizinde SPSS paket programından yararlanılmıştır. Elde edilen sonucu yordamsal olarak ifade edebilmek için ilişkili ölçümler testi kullanılmıştır. Parametrik bir sınaama olan t testinde bir örneklemeden çıkan sonuçların evrenle karşılaştırılması yerine, ölçüm sonuçlarının birbirleriyle karşılaştırılması esas alınmıştır (Çepni, 2014). İlişkili ölçümler t testinde genel anlamda aynı ya da eşleştirilmiş örneklem gruplarına ait ilişkili iki ölçüm karşılaştırılmaktadır. Bu araştırmada da iki sınıfta öğrenim gören birbiri ile eşleştirilmiş olarak gruplarda bulunan toplam 58 öğrencinin ön ve son test şeklinde uygulanan tutum ölçeğine yönelik yanıtları analiz edilmiştir. Söz konusu öğrencilere farklı zamanlarda ön ve son test olarak uygulanmış olan dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği yanıtlarının veri girişleri yapılmış ve yanıtlar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına bakılmıştır (Ural ve Kılıç, 2005). Bu bağlamda uygulama öncesi ve sonrası dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasının öğrencilerin tutumlarında bir değişiklik oluşturup oluşturmadığı “t testi” aracılığıyla belirlenmiştir. Bu esnada pratik anlamlılığın bir göstergesi olan etki büyüklüğünde araştırmada hesaplanmıştır (Cohen, 1994). Aynı zamanda tutum ölçeğinden elde

edilen veriler betimsel istatistik yöntemleri (ortalama, yüzde, frekans ve standart sapma) yardımıyla çözümlenmiştir. Öğrencilerin tutumlarının incelenmesi için ölçekteki tüm maddelerin ortalaması hesaplanmış ve hesaplanan ortalamalar öğrencilerin tutum düzeyleri olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeğine verdikleri yanıtlarla, dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrenci tutumları değerlendirilmiştir.

Dalgalar kavramsal anlama formu. Dalgalar kavramsal anlama formunda yer alan açık uçlu soruların analizinde elde edilen tüm kategoriler öğrenci yanıtları yardımıyla oluşturulmuştur. Araştırmada dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik rubrik hazırlanmış ve betimsel analizle öncelikle öğrencilerin verdikleri yanıtlar bilimsel olarak kabul edilebilir, bilimsel olarak kabul edilemez, kodlanamaz ve yanıtız kategorileri altında toplanmıştır (EK-F). Daha sonra bilimsel olarak kabul edilebilir kategorisinde bulunan yanıtlar kendi içerisinde tam doğru yanıt ve kısmen doğru yanıt olarak irdelenmiştir. Öğrencilerin verdiği yanıtlardan doğru olan ancak açıklaması eksik ya da eksik doğru açıklama olan yanıtlar kısmen doğru yanıt kategorisi altında gruplandırılmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilir kategorisinin dışında kalan yanıtlarda diğer kategorilere yerleştirilmiştir. Örneğin, yanıt veren ancak yanıtta yazdığı açık olmayan ya da ilgisiz olan öğrenci yanıtları kodlanamaz yanıtlar kategorisi altına konulmuştur. Soruya herhangi bir yanıt vermeyen öğrencilerin frekansı da yanıtız kategorisi altında yer almaktadır. Sonuç olarak dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik öğrenci yanıtları dört ana kategori altında gruplandırılmıştır. Öğrencilerin her bir soruya yönelik yanıtları bu kategoriler altında açıklama, frekans ve yüzde belirtilerek tablolar aracılığıyla bulgular bölümünde sunulmuştur. Ayrıca araştırmanın iç geçerliğine yönelik uygulamalar araştırmacı eşliğinde sınıflarda öğrencilere uygulanmış ve bu formda yer alan soruları desteklemek amaçlı öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Kavramsal anlama formunun dış geçerliği ise soruların alanyazından yararlanılarak oluşturulması ile sağlanmıştır. Elde edilen veriler doğrudan alıntılarda yorumsuz olarak aktarılmış ve elde edilen sonuçlar alanyazınla ilişkilendirilmiştir. Güvenirlik bağlamında, görüşmelerden elde edilen verilerle dalgalar kavramsal anlama formundan elde edilen veriler desteklenmiş ve elde edilen verilerin analizi alanda doktora derecesine sahip iki uzman tarafından

gerçekleştirilerek aralarındaki tutarlılık belirlenmiştir. Araştırmacılar arasındaki tutarlılığın kavramsal anlama formunda %85 çıkması ile araştırmanın güvenilir olduğu söylenebilir.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler. Araştırmada öğrencilerle iki farklı yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Öncelikle dalgalar kavramsal anlama formu sonucunda elde edilen bulguları destekleyici nitelikte olan yarı yapılandırılmış görüşmelerin analizi betimsel analiz yönteminden yararlanılarak çözümlenmiştir. Betimsel analiz ile verilerin, araştırma sorularının ortaya koyduğu kategoriler çerçevesinde oluşturulabilmesine ve yarı yapılandırılmış görüşmede sorulan soruların dikkate alınarak sunulmasına imkân verilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu kapsamda öncelikle öğrencilerle gerçekleştirilen ön ve son görüşmeler ses kaydına alınmış ve elektronik ortama aktarılmıştır. Her bir kayıt dinlenerek verilerin dökümü yapılmıştır. Bu esnada dalgalar kavramsal anlama formunu destekleyici nitelikte olan yarı yapılandırılmış görüşme sorularına yönelik hazırlanmış olan rubrik çerçevesinde yanıtlar değerlendirilmiştir (EK-H). Yani, öğrencilerin her bir soruya verdikleri yanıtlar kendi içerisinde bilimsel olarak kabul edilebilir ve bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde irdelenmiştir. Verilerin sunumu ise bu iki kategori altında bulunan öğrenci açıklamaları ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Bu analizler esnasında öğrencilerin kavram yanılgıları, kavramsal anlamaları ve kavramsal anlamalarındaki değişim belirlenebilmiştir. Her soruya yönelik öğrencilerin verdikleri yanıtların analizi bulgular bölümünde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulamalarına yönelik alınan görüşleri içerik analiziyle çözümlenmiştir. İçerik analizinde birbirine benzeyen kavramlar belirli temalar ve kategoriler etrafında toplanarak, okuyucuların anlayabileceği şekilde yorumlanmaktadır (Creswell, 2014). Ayrıca belirli kurallar çerçevesinde yapılan kodlamalarla, metnin içerisinde yer alan sözcüklerin kategoriler altında özetlenmesini sağlayan sistematik ve yinelenebilir bir teknik olarak ele alınmaktadır (Krippendorff, 2004; Neuendorf, 2002). Bu kapsamda analiz aşamalarında öncelikle öğrencilerle yapılan görüşmelerin dökümü word dosyasında aktarılmıştır. Her bir öğrencinin yanıtları soruların altında toplanmıştır. Sorulara yönelik yanıtlar tek tek

irdelenmiş, araştırma problemine yanıt aranmış ve birbiri ile benzer olan yanıtlar belirli kategoriler altında araştırmacı tarafından bir araya getirilmiştir. Belirlenen kategorilerin altında da öğrenci yanıtlarına kod başlığı altında yer verilmiştir. Daha sonra kategoriler bir arada incelenmiş ve yine araştırmacı tarafından belirlenen temalar altına kategoriler yerleştirilmiştir. Yapılan bu analiz tablolar aracılığıyla bulgular kısmında görselleştirilmiş ve ön-son görüşme arasında ortaya çıkan farklılıklar net bir şekilde görülebilecek şekilde sunulmuştur. Bunların yanı sıra kategorilerin ve temaların oluşturulmasında uzman görüşünden yararlanılmıştır. Fizik eğitiminde uzman iki kişi görüşme dökümlerini ayrı ayrı okumuş ve belirli tema ve kategoriler altına yer alan kodların uygunluğunu incelemiştir. Bu esnada iki uzman arasındaki görüş birlikleri ve görüş ayrılıkları belirlenmiştir. Daha sonra uzmanların bir araya gelmesi ile görüş ayrılıkları üzerinde düzenlemeler yapılmış ve güvenilirlik hesaplaması yapıldığında görüşmelerin güvenilirliği %90 olarak belirlenmiştir. Miles ve Huberman (1994)'da güvenilirlik hesaplamalarında %70 ve üzeri olan sonucun araştırmanın güvenilir olduğunu ifade ettiğini belirtmektedir. Araştırmanın geçerliğine yönelik ise, uygulamalar araştırmacı tarafından öğrencilerle yüz yüze gerçekleştirilmiş, öğrenci yanıtları yorumsuz aktarılmış ve elde edilen sonuçlar alanyazınla ilişkilendirilmiştir. Yin (1994) yarı yapılandırılmış görüşmelerde bireyin düşüncesinin yansız ve Merriam (1988)'da araştırma konusu ile ilgili yanıtların doğrudan ilişkili olacak şekilde parantez içerisinde okuyuculara aktarılması gerektiğini savunmaktadır.

Video ve fotoğraf kayıtları. Araştırmada video kayıtlar betimsel analizle çözümlenmiştir. Bu kapsamda öncelikle video kayıtlarının içerikler sayfası oluşturulmuştur. Sınıfta gerçekleşen olaylar, öğrenci performansı ve sınıf içi etkileşim göz önüne alınarak nesnel bir şekilde çözümlenmiştir. Video kayıtların analizde nesnelliğin arttığı ve sınıf içi etkileşimlerin doğrudan yansıtılabildiği bilindiğinden video kayıtlar tekrar tekrar izlenmiştir. Ayrıca alanyazında video kayıtlar araştırmacılara farklı yöntemlerle analiz edilebilme olanağı sağladığından araştırmalarda daha çok tercih edildiği görülmektedir (Ratcliff, 2004). Araştırmada araştırmacı, videoları ayrıntılı bir şekilde izlemiş ve tarih, yer, saat, etkinlik adını göz önüne alınarak verileri transkript etmiştir. İlk başta dökümü makro düzeyde yapılan video kayıtlar, uzmanlar tarafından da izlenmiş ve etkinliklerin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme

modeline göre ilerlediği belirlenmiştir. Uzmanların onayının ardından video kayıtlar mikro düzeyde ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Mikro düzeyde öğrencilerin sözel olmayan ifadelerine de dikkat edilmiştir. Mikro düzeyde gerçekleşen betimsel analizin ardından transkriptler tekrar uzmanlara sunulmuştur. Alanda doktora derecesine sahip uzmanların araştırmacı tarafından yapılan analizleri karşılaştırmalı olarak gerçekleştirdiği incelemeler sonucunda talep ettikleri düzeltmeler ile araştırmacıya destek sağlamışlardır. Video ve fotoğraf kayıtlarının transkriptinde görüş birliği ve ayrılığı olan yerler üzerine tartışılmış ve uzlaşılarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu esnada dökümler oluşturulurken öğrenci davranışları etkinlikler çerçevesinde kodlanmıştır. Son olarak sözcük hataları üzerine araştırmacı ve uzman birlikte çalışmış, düzenlenmeler yapılmış ve bu şekilde dökümler son halini almıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Eylem araştırmalarında araştırmacının geçerli ve güvenilirliği nicel araştırmalarda olduğundan farklı bir şekilde ele alınmaktadır. Genel olarak araştırmalarda geçerlik gerçekleştirilebilir derecesi ve güvenilirlik tekrar edilebilirlik olarak ifade edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Ancak nicel araştırmalarda bulunan geçerlik, güvenilirlik ve nesnellik eylem araştırmalarında doğrudan uygulanamamaktadır. Çünkü eylem araştırmaları kendine özgü olarak gerçekleşmektedir. Eylem araştırmalarında geçerlik yapılan gözlemlerle ve en ince noktaya kadar verilerin toplanması ile sağlanmaktadır. Güvenirlikte inandırıcı bir veri toplama ve analiz süreci sonunda olabilmektedir (Johnson, 2002). Eylem araştırmalarında geçerlik ve güvenilirlikte araştırmada olduğu gibi gözlemler dikkatli bir biçimde yapılmıştır. Verilerin toplanma ve analiz süreci ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Önemli noktalar raporlaştırılmış, verilerin tanımlanması ve yorumlanmasında yansız davranılmış, yeterli veri kaynağına ulaşılmış, doğru veri kaynaklarından yararlanılarak veriler derinlemesine ele alınmıştır. Tüm bu bahsedilenlerin yapılabilmesi için etkinlikler video kaydına alınmış, araştırmacı ve öğrenci günlüğü tutulmuştur. Verilerin yorumlanmasında öğrenci görüşlerinden doğrudan alıntılara yer verilmiş ve veri çeşitlemesinin yapılmasına özen gösterilmiştir. Veri çeşitlemesi farklı veri kaynakları ve veri toplama araçlarının kullanılması ile sağlanmıştır. Sonuç olarak eylem araştırmalarında geçerlik

inandırıcılık, transfer edilebilirlik, tutarlılık ve onaylanabilirlik kriterleri ile söz konusu olmaktadır (Mills, 2003). Geçerlik kriterlerinden ilki inandırıcılık ele alındığında, araştırmada;

- Veri doyumu sağlanıncaya yani ilgili konunun öğretiminin en başından sonuna kadar araştırma ortamında kalınmış,
- Israrlı bir şekilde gözlem yapılmış,
- Uzman görüşüne başvurulmuş,
- Farklı veri kaynakları ve veri toplama araçlarının kullanılması ile veri çeşitlemesi yapılmış,
- Video ve ses kayıtlarına yer verilmiş,
- İlgili alanyazın sürekli taranarak konuya yönelik kaynakçada yeterlilik sağlanmıştır.

Diğer geçerlik ölçütü ise transfer edilebilirlikte araştırma bağlama dayalı olarak raporlaştırılmıştır. Bunu yapabilmek için ayrıntılı betimsel veriler toplanmış ve araştırma raporu ayrıntılı bir şekilde yazılmıştır.

Geçerlik ölçütü arasında araştırmanın tutarlı olması da yer almaktadır. Tutarlılık kapsamında araştırmada okuyucuya benzer bağlamların, benzer katılımcıların yer aldığı ve benzer bulguların elde edildiği gösterilmiştir. Aynı zamanda tutarlılığa yönelik veri çeşitlemesi yapılmış ve verilerin uzmanlar tarafından kontrolü sağlanmıştır.

Onaylanabilirlik kapsamında veriler yansız ve objektif olarak yansıtılmıştır. Aynı zamanda onaylanabilirlikle verilerin elde edilebilmesi için veri çeşitlemesi yapılmış ve elde edilen verilerin karşılaştırılmalı olarak incelemesi yapılmıştır.

Eylem araştırmalarında güvenilirlik kapsamında araştırmanın kendi içinde tutarlılığı ve okuyucular için araştırmanın anlamlı olması sağlanmıştır. Çünkü nicel anlamda sözü edilen genellenebilirlik ve tekrar edilebilirlik eylem araştırmasının doğasına uymamaktadır.

Bu araştırmada geçerlik güvenilirlik kriterleri içerisinde sözü edilen veri kaynaklarının ve veri toplama araçlarının içerisinde yer aldığı ve uygulamasının yapıldığı eylemlere, ayrıca bu eylemlerin gerçekleştirildiği tarihlere Tablo 5'de yer

verilmiştir. Bu veri kaynaklarının ve veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenilirliği kapsamında pilot çalışmalar gerçekleştirilmiş ve sonuçlar uzmanlarla paylaşılmıştır. Uzmanların önerileri doğrultusunda veri kaynakları ve veri toplama araçları düzenlenmiş, son halini almış ve daha sonra asıl uygulamaya geçilmiştir.

Tablo 5

Eylem Araştırması Sürecinde Kullanılan Veri Seti

| Veri seti | Eylem tarihi | Uygulanan eylem | Kullanılan veri toplama teknikleri |
|-----------|--|---|--|
| 1 | 7 Şubat 2018 8 Şubat 2018 | Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulama öncesi tüm öğrencilere tutum ölçeği uygulandı. | Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği |
| 2 | 7 Şubat 2018 8 Şubat 2018 | Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulama öncesi tüm öğrencilere dalgalar kavramsal anlama formu uygulandı. | Dalgalar kavramsal anlama formu |
| 3 | 9 Şubat 2018 12 Şubat 2018 13 Şubat 2018 | Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulama öncesi odak öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapıldı. | Yarı yapılandırılmış görüşmeler |
| 4 | 14 Şubat 2018 15 Şubat 2018 | "İp atlayalım" etkinliği yapıldı. | Video ve fotoğraf kayıtları El yapımı ürünler Araştırmacı ve öğrenci günlüğü |
| 5 | 20 Şubat 2018 21 Şubat 2018 | "Üst üste binme" etkinliği yapıldı. | Video ve fotoğraf kayıtları El yapımı ürünler Araştırmacı ve öğrenci günlüğü |
| 6 | 27 Şubat 2018 28 Şubat 2018 | "Tsunami" etkinliği yapıldı. | Video ve fotoğraf kayıtları El yapımı ürünler Araştırmacı ve öğrenci günlüğü |
| 7 | 6 Mart 2018 14 Mart 2018 | "Stroboskop" etkinliği yapıldı. | Video ve fotoğraf kayıtları El yapımı ürünler Araştırmacı ve öğrenci günlüğü |
| 8 | 30 Mart 2018 3 Nisan 2018 | "Boğaziçi köprüsü yıkılır mı?" etkinliği yapıldı. | Video ve fotoğraf kayıtları El yapımı ürünler Araştırmacı ve öğrenci günlüğü |
| 9 | 10 Nisan 2018 11 Nisan 2018 | Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulama sonrası tüm öğrencilere tutum ölçeği uygulandı. | Dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği |
| 10 | 10 Nisan 2018 11 Nisan 2018 | Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulama sonrası tüm | Dalgalar kavramsal anlama formu |

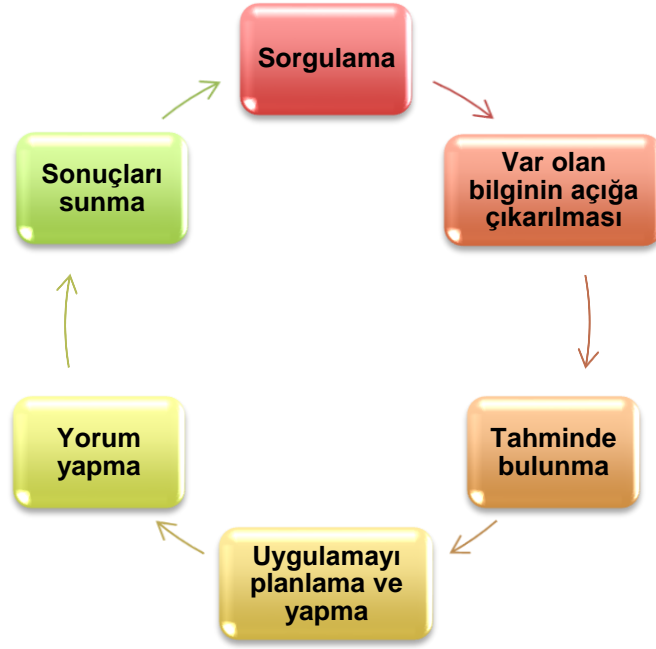
| Veri seti | Eylem tarihi | Uygulanan eylem | Kullanılan veri toplama teknikleri |
|-----------|---|--|------------------------------------|
| 11 | 16 Nisan 2018 17 Nisan 2018 18 Nisan 2018 19 Nisan 2018 20 Nisan 2018 | öğrencilere dalgalar kavramsal anlama formu uygulandı. Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulama sonrası odak öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapıldı. | Yarı yapılandırılmış görüşmeler |

Eylem Planı Geliştirme

Bu araştırmada, ortaöğretim 10. sınıf fizik dersi dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik eylem planı geliştirilmiştir. Eylem planı bak, düşün ve eylemi gerçekleştir sarmalı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bak kısmında, veriler toplanmış, kaydedilmiş ve analiz yapılmıştır. Yapılan bu işlemler uzman görüşüne sunulmuştur. Düşün kısmında, raporlaştırılan veriler derinlemesine yorumlanmış ve eylemler için öncelikler belirtilmiştir. Bu esnada araştırmacı, araştırma problemlerinin çözümüne yönelik uygulamalar gerçekleştirmiş, makro düzeyde yaptığı analizleri uzman görüşleri ile düzenlemiş ve daha sonra mikro düzeyde analizlerini yapmıştır (Creswell, 2005). Uzman görüşleri ile uygulamada karşılaşılan sorunlar, sorulara yönelik çözüm önerileri ve çözüm önerilerinin başarıya ulaşip ulaşmadığı vs. irdelenmiştir. Sonuç olarak eylemi gerçekleştir kısmıyla etkinlikler yay, su ve ses dalgalarını kapsayacak şekilde uzman görüşleri aracılığıyla öğrencilere yönelik araştırmacının amacına hizmet edecek, uygun nitelikte veri sunacak etkinlikler alanyazından yararlanılarak araştırmacı tarafından oluşturulmuş ve öğretmen tarafından uygulanmıştır (Aydoğdu ve Dedeoğlu, 2015; Bakırcı, Çepni ve Yıldız, 2015; Bingham, 2014; Caleon ve Subramaiam, 2010a; Caleon ve Subramaiam, 2010b; Çoruhlu, Nas ve Keleş, 2016; Değermenci, 2009; Geren ve Dökme, 2015; Küçüközer, 2009; Küçüközer, 2010; Linder, 1992; Linder ve Erickson, 1989; Maurines, 1992; Öztürk, 2014; Özdemir, 2015; Özdemir ve Kocakülah, 2016; Şengören, Tanel ve Kavcar, 2006; Tanır ve Koç, 2016; Witmann, Steinberg ve Redish, 1999; Wittmann, 2002; Yalçın, 2008; Yücel, 2015). Verilerin sunumu da video ve fotoğraf kayıtları, el yapımı ürünler, araştırmacı ve öğrenci günlüğü ile desteklenmiştir. Bu sayede geçerliğin artırılması hedeflenmiştir. Güvenirliğini arttırmak amacıyla uygulamanın öncesinde benzer bir çalışma grubu ile uygulamayı yürütecek öğretmen tarafından pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışma kapsamında

öğrencilere etkinlikler uygulanmış, uygulanabilirliği değerlendirilmiş, aksayan yerler belirlenmiş ve öğretmen tarafından da düzenlemeye yönelik öneriler alınmıştır. Bu süreç sonunda asıl uygulama için gerekli olan toplam süre ve veri toplama araçları son halini almıştır.

Araştırmada etkinlikler hazırlanmadan önce ise ilgili alanyazın ve ortaöğretim fizik dersi 2013 öğretim programı incelenmiş, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modelinin temel alındığı etkinliklerde ne tür özellikler olması gerektiği irdelenmiştir. Bu sırada Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan ve Milli Eğitim Bakanlığı'ndan tezin uygulanabilmesi için gerekli izinler alınmıştır (EK-N, EK-O). İzinlerin alınımının ardından hazırlanan etkinliklerin uygulaması ilgili okulda yapılabilmektedir. Alanyazın taraması sonucunda da sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modelinin temel alındığı çalışmaların yapılandırmacı yaklaşım üzerinde durduğu görülmüştür (Kılıç, 2001; Spencer vd., 1999; Tekbıyık, 2010). 5E öğrenme modeli ele alındığında, bunun ilgi uyandırma, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarından meydana geldiği bilinmektedir (Çepni vd., 2004; Ergin, 2006). Bu kapsamda etkinlikler yapılandırmacı sorgulamaya dayalı öğrenmeye, sorgulamaya dayalı öğrenmenin temel bileşenlerine ve 5E öğrenme modeline entegre edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda hazırlanan ders etkinlikleri, video kayıtları ve fotoğraflarla araştırmanın ilk sorusu olan "Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir?" sorusunun yanıtı bulunabilmiştir. Etkinlikler yapılandırmacı sorgulama halkası aşamaları, sorgulamaya dayalı öğrenmenin temel bileşenleri ve 5E öğrenme halkası modeli göz önünde bulundurularak hazırlandığında, yapılandırmacı sorgulama halkası aşamalarında Llewellyn (2002) tarafından geliştirilen özetlenmiş araştırma döngüsü basamaklarından yararlanılmasına karar verilmiştir (*Şekil 7*).



Şekil 7. Araştırma döngüsü (Llewellyn, 2002).

Araştırmada ifade edilen araştırma döngüsü incelenmiş ve araştırma basamakları aşağıda yer alan açıklamalar dâhilinde oluşturulmuştur:

Sorgulama: Öğretmen “Eğer” veya “acaba” soruları ile etkinliğe başlamıştır. Günlük hayattan alınan şaşırtıcı olaylar, açık uçlu sorular, gösteri deneyleri veya ilgi çekici etkinliklerle öğrencilerin dikkati çekilmiş ve öğretmen tarafından sorgulamanın başlatılması gerçekleştirilmiştir.

Var olan bilginin açığa çıkarılması: Var olan bilginin açığa çıkarılması amacıyla öğrencilerin grup içinde veya dışında beyin fırtınası yapmalarını sağlayacak etkinliklere yer verilmiştir. Öğretmen bu esnada ön bilgileri açığa çıkaracak ve zihinde oluşabilecek sorulara yönelik paralel sorular sormuştur.

Tahminde bulunma: Sınama yapabilmek için “bence” ifadesi kullanılmış ve öğrenciler çözüm aradıkları probleme ilişkin tahminlerini ortaya koymuşlardır.

Uygulamayı planlama ve yapma: Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunmuşlardır.

Yorum yapma: Öğrenciler grup içinde veya gruplar arası elde edilen verileri düzenlemiş, veriler arasında ilişki kurmaya çalışmış, verileri yorumlamış ve verilere yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

Sonuçları sunma: Öğrenciler elde ettikleri verilerin sonuçlarını öğretmenleri ve arkadaşları ile bireysel veya grup olarak sunmuş ve bunları birbirleri ile paylaşmışlardır.

Kısacası dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasının ele alındığı süreç içerisinde yapılandırmacı sorgulama halkası aşamalarından, sorgulamaya dayalı öğrenmenin temel bileşenlerinden ve 5E öğrenme halkası modelinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda eylem planları dalgalar konusu sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre oluşturulmuştur. Süreç içerisinde öğrencilerin gözlem yapmaları, işbirliği ile çalışmaları, edindikleri bilgileri farklı yöntemlerle sunmaları, kanıtlara dayalı sonuç çıkarmaları istenmiştir. Öğretmenin, öğrenmeye yardımcı bir çevre oluşturması, öğrenme sürecini kolaylaştırması, olumlu pekiştireç vermesi istenmiştir. Öğrencilerin tutumlarının belirlenmesi ile de ilgilerinin, farkındalıklarının, özgüvenlerinin, merak duygularının artması beklenmiştir. Son olarak sorgulama döngüsü kapsamında etkinlik planları oluşturulmasıyla beyin fırtınasının yapılması, araştırma sorularının verilmesi, uygulama yapılması, sonuç çıkarılması ve sonuçların başkalarıyla paylaşılması istenmiştir. Bu kapsamda yay, su ve ses dalgalarına yönelik hazırlanan beş etkinliğe ve bu etkinliklerin açıklamasına, etkinliğin içerdiği kazanımlara Tablo 6, Tablo 8, Tablo 10, Tablo 12, Tablo 14 içerisinde yer verilmiştir. Birinci ve ikinci etkinlik yay dalgalarına (Tablo 7, Tablo 9), üçüncü ve dördüncü etkinlik su dalgalarına (Tablo 11, Tablo 13) ve beşinci etkinlik ses dalgalarına yönelik (Tablo 15) etkinlikler aşağıda yer almaktadır.

Öncelikle Tablo 6'da birinci etkinlik açıklamasına ve etkinliğin içerdiği kazanımlara yer verilmiştir.

Tablo 6

Birinci Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar

| Etkinlik 1. | İp Atlayalım |
|---|---|
| Öğretim Yaklaşımı: | Yapılandırmacı öğrenme |
| Öğretim Yöntemi: | Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeli |
| Kullanılan Öğretim Teknikleri: | Gösteri deneyi, Simülasyon, Soru-cevap, Video gösterisi, Animasyon, Tartışma, Etkinlik kâğıdı |
| Konu: | Yay Dalgası |
| Tahmini Süre: | 80 Dakika |
| Etkinlikle amaçlanan kazanımlar: | 10.3.1.4. Atma ve periyodik dalga oluşturarak aralarındaki farkı açıklar. a. Öğrencilerin atmanın temel fizik kavramı olmadığını sadece dalgaların özelliklerini incelemek için oluşturulduğunu anlamaları sağlanır. b. Öğrencilerin deney yaparak ve simülasyonlar kullanarak atmaların sabit ve serbest uçtan yansımalarını incelemeleri sağlanır. c. Öğrencilerin gergin bir yayda oluşturulan atmanın ilerleme hızının bağlı olduğu değişkenleri analiz etmeleri sağlanır. ç. Atmanın ilerleme hızı ile ilgili matematiksel işlemlere girilmez. |

Tablo 6'da yer alan ifadeler kapsamında hazırlanan etkinliğin içeriği Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7

Birinci Etkinlik Planı

| Yapılandırıcı Sorgulama Halkası Aşamaları* | 5E Öğrenme Halkası Modeli | Etkinlikler |
|---|---------------------------------|---|
| <p>Sorgulama:</p> <p>“Eğer” veya “acaba” soruları ile başlama olur. Günlük hayattan alınan şaşırtıcı olaylar, açık uçlu sorular, gösteri deneyleri veya ilgi çekici etkinliklerle öğrencilerin dikkatinin çekilmesi ve öğretmen tarafından sorgulamanın başlatılması gerçekleştirilmektedir.</p> | İlgi uyandırma | <p>Öğretmen dersin başında öğrencilere etkinlik kağıdı dağıtır. Etkinlik kağıdında yer alan cümlelerin okunması istenir anlaşılmayan kısımlar ifade edilir. Daha sonra sınıfa getirilen ip ile üç öğrencinin tahtaya çıkması istenir. İki öğrencinin ipi sallaması ve birinin ise ip üzerinden atlaması istenir. Daha sonra ip atlayan kişiyi okul müdürünün çağırdığı düşünülür ve iki kişinin kendi arasında ipi oynatmaya devam etmesi istenir. İlk başta bir öğrenci sabit tutar ve diğer öğrencinin bir kez ipi aşağı yukarı salınım yaparak atma oluşturması istenir. Daha sonra öğrencilerin periyodik dalga oluşturmaları sağlanır. Gösteri deneyi aracılığıyla sergilenen bu durumlarda ipin yaptığı harekete öğrencilerin yorum getirmeleri beklenir. Öğrencilere dağıtılan etkinlik kağıdına görüşlerini not almaları istenir. Bunun için öğrencilere üç-beş dakika süre verilir. Bu süreçte öğrencilerin sergilediği ip hareketinin görsel hali videodan da öğrencilere izlettirilir.</p> <p>https://www.edumedia-sciences.com/tr/media/542-yay-dalgalar</p> |
| <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması:</p> <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması amacıyla öğrencilerin grup içinde veya dışında beyin fırtınası yapmalarını sağlayacak etkinliklere yer verilir. Öğretmen bu esnada önbilgileri açığa çıkaracak ve zihinde oluşabilecek sorulara yönelik paralel sorular sorar.</p> <p>Tahminde bulunma:</p> <p>Sınama yapabilmek için “bence” ifadesi kullanılır. Öğrenciler çözüm aradıkları probleme ilişkin tahminlerini ortaya koymaktadırlar.</p> <p>Uygulamayı planlama ve yapma:</p> <p>Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler</p> | Keşfetme | <p>Daha sonra öğrencilere bir animasyon izlettirilir. Animasyondan sonra öğrencilerin gördüklerini etkinlik kağıdına ifade etmeleri istenir. Burada öğrencilere önceki çizim ve açıklamalarında herhangi bir değişiklik yapmamaları gerektiği uyarısı yapılır. Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yola çıkılarak tartışmalar yapılır ve öğrencilerin periyodik dalga ve atmanın sabit, serbest uçtan yansıma olayının nasıl gerçekleştiğini keşfetmeleri sağlanır.</p> <p>http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasyonlar/48-mekanik/127-yay-dalgalarinda-yansima-ve-girisim</p> <p>https://www.edumedia-sciences.com/tr/media/520-yay-dalgalar-2</p> <p>http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_odraz_na_konci&l=tr&zoo_m=0</p> <p>Öğretmene rehber link: https://www.youtube.com/watch?v=8GzyAsq7oa4</p> <p>Daha sonra öğrencilere atmanın enine ve boyuna olacak şekilde ikiye ayrıldığı söylenir. Öğrencilere “Enine ve boyuna atma arasındaki fark ne olabilir?” sorusu yöneltilerek düşünceleri sağlanır. Hemen arkasına atmanın özelliklerine yönelik video izlettirilir. Öğrencilere “Hangi tip dalgada, dalganın hareket doğrultusuna dik salınım vardır?, Hareket doğrultusuna paralel salınım hangi tip dalgada görülür?, Hangi tip dalga sıkışma ve gevşeme içerir?, Yatay bir yayı ucundan aşağı-yukarı</p> |

birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.

Uygulamayı planlama ve yapma:

Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.

Açıklama

hareket ettirseniz hangi tip dalga üretilir?, Hangi tip dalga dalgaboyuna sahiptir?” soruları sorularak bilgiyi keşfetmeleri amaçlanır.

Alternatif linkler:

https://phet.colorado.edu/sims/normal-modes/normal-modes_en.html

<https://www.youtube.com/watch?v=yG2LNDlw9rg>

http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_pruzina&l=tr&zoom=0

http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_vlnostojate&l=tr&zoom=0

Öğretmen öğrenci açıklamalarını dikkate alarak konuyu toparlar. Öğretmen öncelikle atma, periyodik dalga, genlik ve genişlik kavramlarını ifade eder ve simülasyon üzerinde kavramları tekrar eder.

<http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasyonlar/48-mekanik/125-temel-dalga-kavramlari>

Ardından öğrencilere iki link izlettirilir. Bu linklere yönelik;

<https://www.edumedia-sciences.com/tr/media/604-enine-dalga>

<https://www.edumedia-sciences.com/tr/media/572-boyuna-dalga>

“Ardarda iki dalganın tepeleri ya da çukurları arasındaki mesafenin neyi ifade ettiğini biliyor musunuz?” sorusu yöneltilir. Öğrencilerin dalga boyu cevabını bulmaları sağlanır ve öğrencilerin bilgilerinin netleşmesine yardımcı olunur. Frekans ve periyot kavramlarının verilmesiyle de $x=v.t$ formülünden çıkarım yapılarak öğrencilerin dalgaboyu, dalganın hızı ve periyot arasındaki ilişkiyi öğrenmeleri sağlanır. Ardından simülasyonda izlettirilen dalgaların nelerinin farklı ve ortak olduğu üzerine konuşulur. Öğrencilere konuya yönelik izlettirilen simülasyonlar üzerinden sınıfta tartışma ortamı sağlanır. Daha sonra aşağıda yer alan simülasyonda izlettirilir.

<https://www.edumedia-sciences.com/tr/media/654-yay-dalgalar-2>

Öğrencilere son olarak bir fotoğraf gösterilir ve video izlettirilir. Öğrencilere video ve fotoğrafa yönelik sorulara yanıt vermeleri beklenir.

Soru:

<https://www.youtube.com/watch?v=4EIz0Nj55c0>



“Ritmik jimnastik yapan bir sporcu kurdelesini fotoğraftaki gibi hareket ettirmektedir. Sporcunun yaptığı dalga hareketini inceleyiniz ve dalga hareketinde oluşan dalganın frekansının, dalga

| | | |
|--|----------------------|---|
| <p>Yorum yapma:</p> <p>Öğrenciler grup içinde veya gruplar arası elde edilen verileri düzenlerler, veriler arasında ilişki kurmaya çalışırlar, verileri yorumlarlar ve verilere yönelik çözüm önerileri sunarlar.</p> | <p>Derinleştirme</p> | <p>boyunun ve genliğinin zamanla değişimine yönelik yorum yapınız.”</p> <p>Öğrencilere “Atmanın hızı sizce başka nelere bağlı olabilir?” sorusu sorulur ve öğretmen sınıfa getirdiği yaylar ile gösteri deneyi yapar. Bu sırada öğrencilerin bazılarının yardımını ister.</p> <p>Öğretmene rehber link: (https://www.youtube.com/watch?v=pODdUYx1D7w).</p> <p>Öğretmen farklı kalınlıklarda yayları sırasıyla bir ucunu dinamometreye takar diğer ucunu da bir öğrenciye tutturur. Öğrencinin yayı germesini ve uzunluğu dinamometre üzerinden okumasını ister. Daha sonra yayda atma oluşturarak atmanın varış süresini kronometre ile ölçtürür. Yayın germe kuvvetinin şiddeti değiştirilerek ölçüm tekrar yapılır. Aynı yay üzerinde kuvvetin şiddeti değiştiğinde atmanın hızının formül üzerinden hesap yapılarak ($x=v.t$) değiştiği ortaya çıkarılır. Ardından aynı kuvvet etkisinde olan farklı yaylarda oluşan atmanın hızının farklı olduğu ölçümlerle tespit edilir. Bunun da nedeninin ne olabileceği öğrencilere sorulur. Gösteri deneyi sonucunda öğrencilerin atmanın hızının yayı geren kuvvete ve yayın kütlesine bağlı olduğunu anlamalarına yardımcı olunur.</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=jgAesrs9fiU</p> <p>Son olarak öğrencilerden konuya yönelik günlük yaşamdan örnekler vermeleri istenir. Verilen örnekler tahtaya yazılarak tartışılır.</p> |
| <p>Sonuçları sunma:</p> <p>Öğrenciler elde ettikleri verilerin sonuçlarını öğretmenleri ve arkadaşları ile bireysel veya grup olarak sunarlar, birbirleri ile paylaşırlar.</p> | <p>Değerlendirme</p> | <p>Öğrencilerden bütün etkinliklerin sonunda son çizimlerini ve açıklamalarını etkinlik kağıdına yapmaları istenir. Böylelikle öğrencilerin deneyin, animasyonun ve etkinliğin sonunda olmak üzere toplam üç kez çizim ve açıklama yapmış olurlar. Daha sonra öğrencilerden kâğıtları toplanır ve sınıfa karışık bir şekilde kâğıtlar tekrardan dağıtılır. Öğrencilerden arkadaşının kağıdını değerlendirmesi ve yanlış veya eksik gördüğü yerleri etkinlik kağıdı üzerine yazarak ifade etmesi istenir. En son etkinlik kâğıtları öğretmen tarafından değerlendirilmek üzere toplanır. Öğrencilere bir sonraki etkinlik öncesi kazanımlara yönelik araştırma yapmaları ve kaynakları incelemeleri ifade edilir.</p> |

*Bu aşama Llewellyn (2002) tarafından yazılan “Inquire within implementing inquiry-based science standarts” adlı kitaptan yararlanılarak hazırlanmıştır (Sayfa 24-28).

Tablo 8’de ikinci etkinlik açıklamasına ve etkinliğin içerdiği kazanımlara yer verilmiştir.

Tablo 8

İkinci Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar

| Etkinlik 2. | Üst üste Binme |
|---|--|
| Öğretim Yaklaşımı: | Yapılandırmacı öğrenme |
| Öğretim Yöntemi: | Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeli |
| Kullanılan Öğretim Teknikleri: | Tartışma, Çalışma yaprakları, Simülasyon, Soru-cevap, Fısıltı grupları, Eğitici oyun |
| Konu: | Yay Dalgası |
| Tahmini Süre: | 80 Dakika |
| Etkinlikle amaçlanan kazanımlar: | 10.3.1.4. Atma ve periyodik dalga oluşturarak aralarındaki farkı açıklar. d. Öğrencilerin bir ortamdan başka bir ortama geçerken yansıyan ve iletilen atmaların özelliklerini karşılaştırmaları sağlanır. e. Öğrenciler iki atmanın karşılaşması durumunda meydana gelebilecek olayları analiz eder. |

Tablo 8’de yer alan ifadeler kapsamında hazırlanan etkinliğin içeriği Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9

İkinci Etkinlik Planı

| Yapılandırıcı Sorgulama Halkası Aşamaları | 5E Öğrenme Halkası Modeli | Etkinlikler |
|--|---------------------------------|--|
| <p>Sorgulama:</p> <p>“Eğer” veya “acaba” soruları ile başlama olur. Günlük hayattan alınan şaşırtıcı olaylar, açık uçlu sorular, gösteri deneyleri veya ilgi çekici etkinliklerle öğrencilerin dikkatinin çekilmesi ve öğretmenin tarafından sorgulamanın başlatılması gerçekleştirilmektedir.</p> | İlgi uyandırma | <p>Bu aşamada öğretmen, öğrencilerin günlük hayatta yay ile oynayıp oynamadıkları, yayın ucundan tutup aşağı yukarı hareket edip etmedikleri, eğer yayı hareket etmiş birileri varsa sınıfta ne gördüğünü sorarak derse giriş yapar. Daha sonra öğretmen öğrencilere aşağıdaki soruları yöneltir ve sorular öğrencilerle birlikte tartışılır.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Üst üste binme nedir biliyor musunuz? • Üst üste binme atma üzerinde sizce nasıl gerçekleşir? Açıklayınız. • Atmalar birbirlerinin içinden geçer mi? Geçebiliyorlarsa birbirlerini etkilerler mi? Açıklayınız. |
| <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması:</p> <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması amacıyla öğrencilerin grup içinde veya dışında beyin fırtınası yapmalarını sağlayacak etkinliklere yer verilir. Öğretmen bu esnada önbilgileri açığa çıkaracak ve zihinde oluşabilecek sorulara yönelik paralel sorular sorar.</p> | Keşfetme | <p>Öğrencilerin yanıtlarının ardından tahtaya belirli görüntüler yansıtılır ve öğrencilerden bu görüntüleri incelemeleri ve açıklamaları istenir. Öğrencilerin bunların sırasıyla; ters yönlerde hareket eden genlikleri aynı yönlü faklı iki atmanın birbiri içinden geçişi, ters yönlerde hareket eden genlikleri zıt yönlü farklı iki atmanın birbiri içinden geçişi ve simetrik atmaların birbirini söndürmesi olduğunu keşfetmeleri sağlanır. Daha sonra öğrencilere simülasyon açılarak uygulama üzerinde gerçekleştirilen olayları yorumlamaları istenir.</p> <p>http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kvskladani_kmitani_3&l=tr&zoom=0</p> <p>Öğrenci yorumları alındıktan sonra öğretmen öğrencilere “Kalın bir yaydan ince bir yaya ya da ince bir yaydan kalın bir yaya gönderilen atmanın yansımaları ve iletilmesi sizce nasıl olur?” sorusu yöneltilir. Öğrencilerin görüşleri alınır ve sonra öğrenciler gruplara bölünür her bir gruba etkinlik kâğıtları dağıtılır. Öğrencilere beş dakika süre verilir ve fısıltı gruplarının yanıtları grup sözcülerinden alınarak tartışılır.</p> |
| <p>Tahminde bulunma:</p> <p>Sınama yapabilmek için “bence” ifadesi kullanılır. Öğrenciler çözüm aradıkları probleme ilişkin tahminlerini ortaya koymaktadırlar.</p> <p>Uygulamayı planlama ve yapma:</p> <p>Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.</p> | | |

| | | |
|--|----------------------|---|
| <p>Uygulamayı planlama ve yapma:</p> <p>Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.</p> | <p>Açıklama</p> | <p>Öğretmen öncelikle atmaların karşılaştıklarında üst üste binme ilkesine nasıl uydukları sorusunu öğrencilere yöneltir ve daha sonra öğretmen tarafından soruya açıklık getirilir. Öğrencilere örnek olarak simülasyon üzerinde gösterim yapar. Daha sonra görsel üzerinden anlatıma öğrenci katılımı ile devam edilir.</p> <p>http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animationslar/48-mekanik/119-ses</p> <p>http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_julius&l=tr&zoom=0</p> <p>Ardından kalın bir yaydan ince bir yaya ya da ince bir yaydan kalın bir yaya gönderilen atmanın yansıması ve iletilmesi tartışılır. Gelen, yansıyan ve iletilen atmaların hız, genlik ve genişlik ilişkileri yorumlanarak öğrencilerle birlikte sonuca varılır. Konuya ilişkin simülasyon izlettirilir.</p> <p>http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/waves_superposition_reflection.htm#densities</p> |
| <p>Yorum yapma:</p> <p>Öğrenciler grup içinde veya gruplar arası elde edilen verileri düzenlerler, veriler arasında ilişki kurmaya çalışırlar, verileri yorumlarlar ve verilere yönelik çözüm önerileri sunarlar.</p> | <p>Derinleştirme</p> | <p>Öğretmen üzerinde aşağıdaki kavramların yazılı olduğu kartlar hazırlar ve sınıfı 7'ye böler. Kartlar katlanarak torba içerisine atılır. Daha sonra her bir grup kendi içinden bir temsilci seçer ve temsilci torbadan bir kartı çeker. Temsilci çektiği kartta yazan kavramı kullanmadan ne olduğunu sözel bir şekilde kendi grup arkadaşlarına anlatmaya çalışır. Grup arkadaşları eğer kendilerine verilen süre içerisinde anlatılmaya çalışılan ifadeyi bilemezse, kart tekrar torba içerisine atılır ve sıra diğer gruba geçer. Bu şekilde konudaki kavram kargaşasının giderilmesi amaçlanır.</p> |
| <p>Sonuçları sunma:</p> <p>Öğrenciler elde ettikleri verilerin sonuçlarını öğretmenleri ve arkadaşları ile bireysel veya grup olarak sunarlar, birbirleri ile paylaşırlar.</p> | <p>Değerlendirme</p> | <p>Öğrencilere sınıf içi değerlendirme etkinliği sunulur. Etkinlik kapsamında hazırlanmış olan etkinlik kağıdı2 öğrencilere dağıtılır. Öğrencilere etkinlik kağıdı2'de yer alan soruları doğru ya da yanlış olarak işaretlemeleri için 5 dakika süre verilir. Etkinlik kağıdı2 daha sonra öğretmen tarafından toplanır ve soruların yanıtları etkinlik bitirilmeden öğrencilere açıklanır. Ayrıca öğrencilere bir sonraki etkinlik öncesi su dalgalarına yönelik araştırma yapmaları ve kaynakları incelemeleri ifade edilir.</p> |

*Bu aşama Llewellyn (2002) tarafından yazılan "Inquire within implementing inquiry-based science standarts" adlı kitaptan yararlanılarak hazırlanmıştır (Sayfa 24-28).

Tablo 10'da üçüncü etkinlik açıklamasına ve etkinliğin içerdiği kazanımlara yer verilmiştir.

Tablo 10

Üçüncü Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar

| Etkinlik 3. | Tsunami |
|---|---|
| Öğretim Yaklaşımı: | Yapılandırmacı öğrenme |
| Öğretim Yöntemi: | Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeli |
| Kullanılan Öğretim Teknikleri: | Video gösterisi, Simülasyon, Soru-cevap, Tartışma, Fısıltı grupları, Çalışma yaprağı, Anlatım, Problem çözme, Eğitici oyun |
| Konu: | Su Dalgası |
| Tahmini Süre: | 80 Dakika |
| Etkinlikle amaçlanan kazanımlar: | 10.3.2.1. Doğrusal ve dairesel su dalgaları için dalgaların ilerleme yönü, dalga tepesi ve dalga çukuru kavramlarını açıklar. a. Öğrencilerin kavramları açıklamaları için deney ve simülasyonlardan faydalanmaları sağlanır. 10.3.2.2. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının düzlem ve parabolik engelden yansımalarını çizer ve açıklar. a. Öğrencilerin deney yaparak veya simülasyonlar kullanarak su dalgalarının yansımalarını çizmeleri için fırsat verilir. |

Tablo 10'da yer alan ifadeler kapsamında hazırlanan etkinliğin içeriği Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11

Üçüncü Etkinlik Planı

| Yapılandırmacı Sorgulama Halkası Aşamaları | 5E Öğrenme Halkası Modeli | Etkinlikler |
|---|----------------------------------|---|
| Sorgulama: | İlgi uyandırma | Öğrencilere "Tsunami olayını biliyor musunuz?" şeklinde bir giriş yapılır. Öğrencilerin tsunami olayını düşünmeleri istenir ve olayla ilgili bir kaç fotoğraf gösterilir. Tsunami olması için neler olması gerekir? sorusu da yine öğrencilere yöneltilir. Ardından video gösterimi altında tsunami ile ilgili simülasyon gösterisi öğrencilere izletilir. Burada dalga hareketinin nasıl olduğu ve dalganın ilerleme yönü ile ilgili sorular sorularak tartışma ortamı yaratılır. http://www.milliyet.com.tr/content/interaktif/tsunami.html https://www.youtube.com/watch?v=ZLFtDiGV1Ao Daha sonra öğrencilere bir hikaye anlatılır. "Şimdi hayal edin havalar ısınmış ve hep birlikte mogan gölüne geziye gidiyoruz. Gezide iki arkadaşınız şakalaşırken bir talihsizlik oluyor ve iki arkadaştan birinin telefonu göle düşüyor. Şimdi telefon göle düştüğünde suda nasıl bir dalga hareketi olacaktır?" sorusu öğrencilere yönlendiriliyor. Bu konuda öğrencilerin görüşleri alınır ve bu olaya yönelik soru sorulduktan hemen sonra öğrencilere bir video izlettirilir. https://www.youtube.com/watch?v=Yi3LW5riHfc&fe |
| "Eğer" veya "acaba" soruları ile başlama olur. Günlük hayattan alınan şaşırtıcı olaylar, açık uçlu sorular, gösteri deneyleri veya ilgi çekici etkinliklerle öğrencilerin dikkatinin çekilmesi ve öğretmen tarafından sorgulamanın başlatılması gerçekleştirilmektedir. | | |

| | | |
|---|-----------------|---|
| | | <p>ature=related Sonuç olarak öğrencilerin su dalgalarının doğrusal ve dairesel bir şekilde hareket edebileceği yönünde farkındalıkları oluşturulur.</p> |
| <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması:</p> <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması amacıyla öğrencilerin grup içinde veya dışında beyin fırtınası yapmalarını sağlayacak etkinliklere yer verilir. Öğretmen bu esnada önbilgileri açığa çıkaracak ve zihinde oluşabilecek sorulara yönelik paralel sorular sorar.</p> <p>Tahminde bulunma:</p> <p>Sınama yapabilmek için “bence” ifadesi kullanılır. Öğrenciler çözüm aradıkları probleme ilişkin tahminlerini ortaya koymaktadırlar.</p> <p>Uygulamayı planlama ve yapma:</p> <p>Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.</p> | <p>Keşfetme</p> | <p>Öğretmen tarafından fısıltı grupları oluşturulur. Her bir gruba etkinlik kâğıtları dağıtılır. Etkinlik kağıdında yer alan sorulara grupların yanıt bulunması beklenir. Öğrencilerin kendi aralarında tartışmaları için onlara belirli bir süre tanınır. Daha sonra grupların sözcüleri sırayla yanıtlarını arkadaşlarıyla paylaşır. Bu tartışmalar ile öğrencilerin su dalgalarının hareketini, ilerleme yönünü, dalga tepesi ve çukurunu, düzlem ve parabolik engellerden yansımalarını keşfetmelerine öğretmen tarafından rehberlik edilir.</p> |
| <p>Uygulamayı planlama ve yapma:</p> <p>Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.</p> | <p>Açıklama</p> | <p>Öğrencilerin vermiş oldukları yanıtlar doğrultusunda doğrusal ve dairesel su dalgalarının ilerleme yönü dalga tepesi, dalga çukuru, düzlem ve parabolik engellerden yansımalar öğretmen tarafından netleştirilir. Öncelikle su dalgalarının yandan görünüşü üç boyutlu olarak öğrencilere gösterilir ve dalga tepesi ve çukuru ile ilgili açıklamalar yapılır. Öğrencilere uçaktan denize baktığımızda belirli yerlerin koyu belirli yerlerin açık renk olduğunu fark edip etmedikleri sorulur ve koyu renklerin dalga çukuru, açık renklerinde dalga tepesi olduğu açıklanır.</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_tr.html https://www.youtube.com/watch?v=kfU_7j3f1HU Daha sonra su dalgalarının düzlem ve parabolik engelden yansımaları ile ilgili teorik bilgiler öğrencilere verilir.</p> <p>http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasyonlar/48-mekanik/141-dairesel-su-dalgalarinin-duz-engelden-yansimasi</p> |

<http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasyonlar/48-mekanik/128-dogrusal-su-dalgalarda-yansima>

<https://www.youtube.com/watch?v=Py137j9OfeU>

<https://www.youtube.com/watch?v=IGXZIFJJ3M>

<https://www.youtube.com/watch?v=xPHoikH2Gjs>

<https://www.youtube.com/watch?v=C4nRMHsELzg>

Yorum yapma:

Derinleştirme

Öğrencilerin bilgilerini derinleştirmek amaçlı öğrencilere sorular sorulmuştur.

Öğrenciler grup içinde veya gruplar arası elde edilen verileri düzenlerler, veriler arasında ilişki kurmaya çalışırlar, verileri yorumlarlar ve verilere yönelik çözüm önerileri sunarlar.

- Şimdi su dalgalarını incelemek amaçlı kullanılan bir dalga leğeni düşünün. Derinliğin sabit olduğu su dolu bir dalga leğeninde çukur bir engelin odak noktasından dairesel dalgalar üretiliyor. Bu dalgalar öncelikle çukur sonra tümsek engelden yansıdıktan sonra nasıl yayılır?
- Aynı soru üzerinde düşünersek, dairesel dalgaların bu sefer tümsek aynanın odak noktasından üretildiği varsayılıyor. Bu durumda önce tümsek sonra çukur aynadan yansıdıktan sonra dalgalar nasıl yayılır?

Öğrencilerle soruların yanıtları tartışılır ve ortak bir karar varılır.

Sonuçları sunma:

Değerlendirme

Çalışma sonucunda konuya yönelik hazırlanmış olan oyun kartları çıkartılır. Öğretmen masası üzerine kartlar sıralanır. Öğrenciler gruplara ayrılır. Gruplar kendi arasında yarışacaklardır. Oyun kartlarının yarısı yaratıcı bir şekilde hazırlanmış olan görselleri yarısı yazılı ifadeleri içermektedir. Öğrencilerden yazılı kartlarla görsel kartları doğru eşleştirmeleri beklenmektedir. Kura çekilerek ilk başlayacak grup belirlenir. Grupların bildikleri her doğru yanıt puan olarak değerlendirileceği hatırlatılır. Etkinlik sonrası da öğrencilere konuya yönelik kalan kazanımları inceleyerek derse gelmeleri ifade edilir.

Öğrenciler elde ettikleri verilerin sonuçlarını öğretmenleri ve arkadaşları ile bireysel veya grup olarak sunarlar, birbirleri ile paylaşırlar.

*Bu aşama Llewellyn (2002) tarafından yazılan "Inquire within implementing inquiry-based science standarts" adlı kitaptan yararlanılarak hazırlanmıştır (Sayfa 24-28).

Tablo 12’de dördüncü etkinlik açıklamasına ve etkinliğin içerdiği kazanımlara yer verilmiştir.

Tablo 12

Dördüncü Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar

| Etkinlik 4. | Stroboskop |
|---|--|
| Öğretim Yaklaşımı: | Yapılandırmacı öğrenme |
| Öğretim Yöntemi: | Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeli |
| Kullanılan Öğretim Teknikleri: | Tartışma, Simülasyon, Soru-cevap, Video gösterisi, Tahmin et-gözle-açıkla, Kavram haritası |
| Konu: | Su Dalgası |
| Tahmini Süre: | 80 Dakika |
| Etkinlikle amaçlanan kazanımlar: | 10.3.2.3. Su dalgalarında dalga hızının bağlı olduğu değişkenleri analiz eder. a. Öğrencilerin deney yaparak değişkenlerin dalğanın hızına etkisini incelemeleri sağlanır. b. Öğrencilerin stroboskop kullanarak su dalgalarının hızı ile ilgili çıkarımlar yapmaları sağlanır. c. Öğrencilerin su dalgalarının bir ortamdan farklı bir ortama geçerken davranışını analiz etmeleri sağlanır. ç. Öğrencilerin ortamın derinliği ve hızı arasındaki ilişkiyi kullanarak çıkarım yapmaları sağlanır. d. Ortam değiştiren su dalgalarının dalga boyu ve hız değişimi ile ilgili matematiksel işlemlere girilmez. |

Tablo 12’de yer alan ifadeler kapsamında hazırlanan etkinliğin içeriği Tablo 13’de sunulmuştur.

Tablo 13

Dördüncü Etkinlik Planı

| Yapılandırıcı Sorgulama Halkası Aşamaları | 5E Öğrenme Halkası Modeli | Etkinlikler |
|--|---------------------------------|---|
| <p>Sorgulama:</p> <p>“Eğer” veya “acaba” soruları ile başlama olur. Günlük hayattan alınan şaşırtıcı olaylar, açık uçlu sorular, gösteri deneyleri veya ilgi çekici etkinliklerle öğrencilerin dikkatinin çekilmesi ve öğretmen tarafından sorgulamanın başlatılması gerçekleştirilmektedir.</p> | İlgi uyandırma | <p>Öğrencilere yazın geldiğini ve denize gittiğinizi düşünün şeklinde konuya giriş yapılır. Öğretmen tarafından öğrencilere denize girerken ilk dalgaların bizi zorladığı sığ bölgelerde suratımıza dalgaların sürekli çarptığını ama derinlere gittikçe bunun olmadığı hatta dalga üzerinden zıplanarak eğlenilebildiği hatırlatılır. Bu noktada öğrencilere “Sığ bölgede dalgaların suratımıza sık çarpmasının ancak derinlerde bu durumla karşılaşılmasının sebebinin dalganın hangi özelliği ile ilgili olabileceğini düşündünüz mü?” sorusu yöneltilir. Öğrencilere bir görsel gösterilir. Bu esnada öğrencilere beyin fırtınası yaptırılır ve sınıfta bir tartışma ortamı yaratılır. Tartışma sonucunda bu olayın dalganın hızı, dalga boyu, dalganın frekansı ya da periyodu ile ilgili olduğuna yönelik yanıtlar alınmasında öğrencilere rehberlik edilir. Öğrencilere konuya ilişkin bir simülasyonda izlettirilir.</p> <p>http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasyonlar/48-mekanik/125-temel-dalga-kavramlari</p> |
| <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması:</p> <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması amacıyla öğrencilerin grup içinde veya dışında beyin fırtınası yapmalarını sağlayacak etkinliklere yer verilir. Öğretmen bu esnada ön bilgileri açığa çıkaracak ve zihinde oluşabilecek sorulara yönelik paralel sorular sorar.</p> <p>Tahminde bulunma:</p> <p>Sınama yapabilmek için “bence” ifadesi kullanılır. Öğrenciler çözüm aradıkları probleme ilişkin tahminlerini ortaya koymaktadırlar.</p> <p>Uygulamayı planlama ve yapma:</p> <p>Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.</p> | Keşfetme | <p>Öğretmen tarafından “Stroboskop” kelimesini hiç duyduunuz mu? sorusu sorulur. Stroboskopun fotoğrafı gösterilir ve çalışma prensibine ilişkin öğrencilere hemen bir simülasyon izletilir.</p> <p>http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasyonlar/48-mekanik/126-stroboskop</p> <p>Daha sonra öğrencilere “Stroskobun ne olduğunu açıklayabilecek misiniz?”, “Stroboskop yardımıyla su dalgalarının hangi özelliklerinin belirlenebileceğini düşünüyorsunuz?” soruları yönlendirilir. Bu şekilde öğrencilerin tartışmaya katılımları ile derste aktif olmaları sağlanır.</p> |

| | | |
|--|----------------------|--|
| <p>Uygulamayı planlama ve yapma:</p> | <p>Açıklama</p> | <p>Bütün yorumlar ve açıklamalardan sonra öğretmen öğrencilerden derse girişte sormuş olduğu soruları tekrar düşünmelerini ve yorumlamalarını ister. Karşılıklı olarak konu ile ilgili açıklamalar yapılır. Daha sonra soru-cevap tekniğinden yararlanılarak derse devam edilir. Öğrencilere derin bölgelerde dalganın hızının sığ bölgelere göre fazla olduğu, dalga boyu ile hızın doğru orantılı olduğu ve dalga boyunun dolayısıyla derin bölgelerde daha fazla olacağı ifade edilir. Bu açıklamalar görsellerden yararlanılarak gerçekleştirilir. Öğrencilere formül ifade edilerek dalga boyu, hız, periyot ve frekans arasındaki ilişki açıklanır. Ayrıca derin ortamdaki sığ ortama geçen bir dalganın ara kesite paralel gelmediği durumlarda dalganın ikinci ortamdaki ilerleme doğrultusunun değişeceği ifade edilir. Derin ortamdaki sığ ortama ve sığ ortamdaki derin ortama geçen dalga görselleri üzerinde ilgili açıklamalar gerçekleştirilir. Ardından öğrencilere stroskoba yönelik bir video izlettirilir ve stroskopa ilgili gerekli açıklamalar yapılır. https://www.youtube.com/watch?v=aofefWbDNAw Son olarak konuya ilişkin tahtaya bir soru yazılır ve çözümü öğrencilerle birlikte gerçekleştirilir.</p> |
| <p>Yorum yapma:</p> <p>Öğrenciler grup içinde veya gruplar arası elde edilen verileri düzenlerler, veriler arasında ilişki kurmaya çalışırlar, verileri yorumlarlar ve verilere yönelik çözüm önerileri sunarlar.</p> | <p>Derinleştirme</p> | <p>Öğrencilere tahmin et-gözle-açıkla tekniği kullanılarak ilk başta problemler sunulur. Öğrencilerin problemlerin sonucuna ilişkin tahminlerde bulunmaları ve onlara dağıtılan kâğıt üzerine tahminlerini yazmaları istenir. Gözlem aşamasında öğrencilere verilen problemlere ilişkin görseller gösterilir. Öğrencilerden bu esnada tahminleri ile gözlemlerini kıyaslayan notlar almaları beklenmektedir. Açıklama aşamasında ise öğrencilerin tahminlerini ve gözlemlerini karşılaştırarak problem sonucuna ilişkin açıklamalar yapmaları istenir. Açıklamalar öğretmen rehberliğinde tartışılır ve süreç sonunda ortak sonuçlara varılır.</p> |
| <p>Sonuçları sunma:</p> <p>Öğrenciler elde ettikleri verilerin sonuçlarını öğretmenleri ve arkadaşları ile bireysel veya grup olarak sunarlar, birbirleri ile paylaşırlar.</p> | <p>Değerlendirme</p> | <p>Öğrencilere değerlendirme aşamasında birkaç kavram verilir ve öğrencilerin bu kavramları kullanarak kavram haritası yapmaları istenir. Öğrencilere kâğıtlar dağıtılmadan önce kavram haritasının oluşumu ile ilgili kısa bir bilgilendirme yapılır. Kavram haritasının ardından öğrencilere bir sonraki derse gelmeden önce ses dalgalarına yönelik araştırma yapmaları ve kaynakları incelemeleri ifade edilir.</p> |

*Bu aşama Llewellyn (2002) tarafından yazılan "Inquire within implementing inquiry-based science standarts" adlı kitaptan yararlanılarak hazırlanmıştır (Sayfa 24-28).

Tablo 14'de beşinci etkinlik açıklamasına ve etkinliğin içerdiği kazanımlara yer verilmiştir.

Tablo 14

Beşinci Etkinlik Ön Bilgi ve Etkinliğin İçerdiği Kazanımlar

| Etkinlik 5. | Boğaziçi Köprüsü yıkılır mı? |
|---|---|
| Öğretim Yaklaşımı: | Yapılandırmacı öğrenme |
| Öğretim Yöntemi: | Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeli |
| Kullanılan Öğretim Teknikleri: | Gösteri deneyleri, Tartışma, Simülasyon, Video gösterisi, Örnek olay, Kavram ağı |
| Konu: | Ses Dalgası |
| Tahmini Süre: | 80 Dakika |
| Etkinlikle amaçlanan kazanımlar: | 10.3.3.1. Sesin oluşumu ve yayılması için gerekli olan şartları analiz eder. a. Öğrencilerin sesin farklı ortamlardaki yayılma hızlarını karşılaştırmaları sağlanır. 10.3.3.2. Rezonans olayını açıklayarak rezonansın oluşturabileceği problemleri ve sağlayabileceği avantajları tartışır. a. Öğrencilerin deney ve simülasyonlardan yararlanarak rezonansın etkilerini gözlemlenmeleri sağlanır. 10.3.3.3. Yankıyı azaltmak ve ses yalıtımı sağlamak için tasarımlar geliştirir. a. Proje tasarımında gruplar oluşturulmasına, ortak kararlar alınmasına, görevlerin paylaşılmasına, sürecin ve ürünün değerlendirilmesine imkân verilir. |

Tablo 14'de yer alan ifadeler kapsamında hazırlanan etkinliğin içeriği Tablo 15'de sunulmuştur.

Tablo 15

Beşinci Etkinlik Planı

| Yapılandırmacı Sorgulama Halkası Aşamaları | 5E Öğrenme Halkası Modeli | Etkinlikler |
|---|---------------------------------|--|
| <p>Sorgulama:</p> <p>“Eğer” veya “acaba” soruları ile başlama olur. Günlük hayattan alınan şaşırtıcı olaylar, açık uçlu sorular, gösteri deneyleri veya ilgi çekici etkinliklerle öğrencilerin dikkatinin çekilmesi ve öğretmenin tarafından sorgulamanın başlatılması gerçekleştirilmektedir.</p> | İlgi uyandırma | <p>Öğretmen öğrencilere iki gösteri deneyi yapacağını ve deneyleri dikkatlice takip ettiklerinde onlara yöneltilen sorulara cevap bulabileceklerini söyler. Bu esnada öğrencilerin deneylere yönelik not almaları istenir. Öğrencilere deneylerle ilgili sorular yöneltilir ve öğrenciler düşündürülür. Öğrencilerin deneylerin ardından sesin titreşimler sonucu oluştuğunu ve dalgalar halinde yayıldığını ifade etmeleri beklenir. İşittiğimiz sesin de hava ortamında yani gazlarda yayıldığı sonucuna ulaşmaları istenir. Öğrencilere daha sonra köpeğin, insanın ve balinanın çıkardığı sesler dinletilir ve bunların çıkardığı seslerin hangi ortamda yayıldığı sorulur. “Sizce ses hangi ortamlarda yayılır?” sorusu yöneltilir.</p> <p>http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasy-onlar/48-mekanik/123-ses-kaynaklarinin-karakteristik-ozellikleri</p> <p>Öğrencilerde katı, sıvı ve gaz yanıtlarının alınmasının ardından “Peki ses boşlukta yayılır mı?” sorusu sorulur ve tartışılır. Öğrencilere konuya ilişkin simülasyonlar izlettirilir.</p> <p>http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasy-onlar/48-mekanik/121-ses-dalgalarinda-yayilma-ortami</p> <p>Öğrencilerin sesin mekanik bir dalga olduğunu ve maddesel ortamda iletildiği ifade etmelerine rehberlik edilir.</p> |
| <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması:</p> <p>Var olan bilginin açığa çıkarılması amacıyla öğrencilerin grup içinde veya dışında beyin fırtınası yapmalarını sağlayacak etkinliklere yer verilir. Öğretmen bu esnada önbilgileri açığa çıkaracak ve zihinde oluşabilecek sorulara yönelik paralel sorular sorar.</p> <p>Tahminde bulunma:</p> <p>Sinama yapabilmek için “bence” ifadesi kullanılır. Öğrenciler çözüm aradıkları probleme ilişkin tahminlerini ortaya koymaktadırlar.</p> | Keşfetme | <p>Öğrenci yanıtlarının ardından öğretmenin aşağıdaki soru ile tekrar tartışma başlatır.</p> <p>“Yıldırım düştüğünde ışığı görünce mi korkarız yoksa sesi duyduğumuzda mı?”</p> <p>Öğrencilere aşağıdaki simülasyon izlettirilir.</p> <p>http://www.vascak.cz/data/android/physicsatscho ol/template.php?s=kv_rychlost_zvuku&l=tr&zoom=0</p> <p>Öğrencilere ardından “Ses hızını etkileyen faktörler neler olabilir?” sorusu yönlendirilir. Öğrencilerin sıcaklık ve ortam yanıtlarını keşfetmeleri sağlanır. Daha sonra öğrencilere “Sesin yüksekliği” denildiğinde ne anladıkları sorulur?” ve hemen bir simülasyon izlettirilir.</p> <p>http://www.vascak.cz/data/android/physicsatscho ol/template.php?s=kv_zvuk&l=tr&zoom=0</p> <p>Öğrenciler simülasyonun ardından sesin yüksekliğinin frekans ile ilişkili olduğunu keşfedeceklerdir. Buna yönelik öğretmen bir gösteri deneyi yapar.</p> <p>Öğrencilerle gösteri deneyi üzerine konuşulur ve “Dışarda biri ıslık çaldığında mı yoksa davul çaldığında mı daha iyi duyuyoruz?” sorusu yöneltilir. Öğrencilerden alınacak yanıtı uygun tartışma</p> |

Uygulamayı planlama ve yapma:

Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.

Uygulamayı planlama ve yapma:

Planın tasarlanması ve uygulaması gerçekleştirilir. Öğrenciler birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunurlar.

Yorum yapma:

Öğrenciler grup içinde veya gruplar arası elde edilen verileri düzenlerler, veriler arasında ilişki kurmaya çalışırlar, verileri yorumlarlar ve verilere yönelik çözüm önerileri sunarlar.

Açıklama

ortamı yaratılır, sesin şiddeti üzerine konuşulur ve konuya ilişkin simülasyon izletilir.

<http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/sond-pitch-loudness-timbre.htm>

Son olarak frekansla şiddet arasındaki farkın netleşmesi için aşağıdaki simülasyondan yararlanılır.

<http://www.fizikpenceresi.com/index.php/animasyonlar/48-mekanik/122-ses-dalgalarinin-frekansi-ve-siddeti>

Böylece öğrencilerin gözlemlerinden ve tartışma ortamında yola çıkıldığında sesin farklı ortamlardaki yayılma hızlarının, sesin oluşumunun, sesin yayılmasında etkili olan faktörlerin, sesin yüksekliğinin ve şiddetinin fark edilmesi sağlanır.

Öğretmen öğrencilere dersin başında sormuş olduğu soru “Ses nedir?” sorusunu tekrar yöneltir ve sesin tınısına yönelik bir video ve müzik aletlerinin ses tınılarını duyabilecekleri simülasyon izlettirir

<https://www.youtube.com/watch?v=SFxRbY9E3oI>
<http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/sond-pitch-loudness-timbre.htm>

Daha sonra “Opera sanatçılarının sesiyle bardağı nasıl parçaladıklarını düşündünüz mü?” sorusu yöneltir. Öğrencilerin etkinliği başından itibaren var olan bilgilerini kullanarak açıklama yapmaları beklenir. Daha sonra öğrencilerin görüşlerinin alınmasıyla öğrencilere rezonans olayı açıklanır. Öğrencilere “Boğaziçi köprüsünde köşu organizasyonları yapıldığı zaman uzmanlar sizce neden bunun tehlikeli olduğu ile ilgili açıklamalar yapıyor?” sorusu yöneltir. Konuya ilişkin video izlettirilir.

<https://www.youtube.com/watch?v=kikZdENuj10>

Son olarak rezonans olayının dezavantajlarının olabileceği belirtildiği üzere melodinin farklı iki kaynaktan çıktığını anlamamıza yardımcı olması ile avantajının da olduğu söylenir.

Derinleştirme

Bu basamakta öğrencilere örnek olay metni dağıtılır. Öğrencilerin örnek olay metnini okumaları ve metin içerisinde yer alan sorulara tartışarak yanıt bulmalarının istendiği belirtilir. Öğrenci yanıtları tartışılırken sonrasında öğrencilere;

- Ev içerisinde eşya yokken sesimiz daha çok, eşya varken daha az işitiliyor neden?
- Sesimiz sınıfta o kadar duyulmazken okulun koridorunda ve spor salonunda neden bu kadar çok duyuluyor?
- Tiyatrocuların sesi en arka koltukta oturan kişiye kadar nasıl net bir şekilde gidebiliyor?
- Komşunuzun gürültüsünü hergün dinlemekten bıktınız. Komşunun gürültüsünü duymamak için binaya ne gibi bir yapılandırma yapılabilir?

soruları sorulur ve bu sorular sınıfta tartışılır.

Sonuçları sunma:

Öğrenciler elde ettikleri verilerin sonuçlarını öğretmenleri ve arkadaşları ile bireysel veya grup olarak sunarlar, birbirleri ile paylaşırlar.

Değerlendirme

Öğrencilere değerlendirme basamağında sınıf içi değerlendirme etkinliği uygulanır. Sınıf içi değerlendirme etkinliğinde öğrencilere merkezi bir kavram "Ses" verilerek bu kavrama yönelik kavram ağı oluşturmaları istenir. Sınıf içi değerlendirme etkinliği içi tahtaya merkezi kavramı "Ses" olan bir kavram ağı çizilir. Öğrencilerden merkezi kavrama yönelik sözcükler bulmaları istenir. Bulunan sözcükler tahtanın kenarına sırasıyla yazılır. Daha sonra ifade edilen bütün sözcüklerin ilişkilendirilerek kendi arasında gruplandırılmaları istenir.

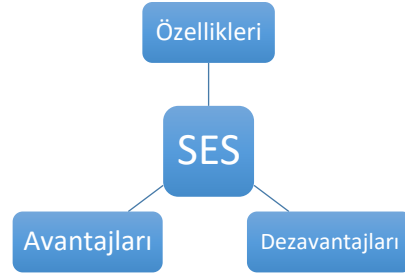
Örneğin;

Ses Özellikleri: Şiddeti, yüksekliği

Ses Avantajları: Ses yalıtımı

Ses Dezavantajları: Rezonans

Öğrencilerle birlikte sözcük grupları belirlenir. Sözcük grupları bir araya getirildikten sonra her bir gruba ad bulunması istenir (Ör: Özellikleri, Avantajları vs.).



*Bu aşama Llewellyn (2002) tarafından yazılan "Inquire within implementing inquiry-based science standarts" adlı kitaptan yararlanılarak hazırlanmıştır (Sayfa 24-28).

Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ele alınmıştır. Bu kapsamda bulgular bölümünde dalgalar konusu öncelikle yay, su ve ses dalgaları olacak şekilde üç başlık altında irdelenmiştir. Bu başlıklar altında her bölüme ait olan eylem planlarına ve ders etkinliklerine, video kayıtların betimsel analizine, araştırmacı günlüklerine, öğrenci günlüklerine, ilgili fotoğraflara ve öğrencilerin el yapımı ürünlerine yer verilmiştir. Bunların yanı sıra öğrencilerin yay, ses ve su dalgalarına yönelik kavramsal anlamalarının hangi düzeyde olduğunun belirlenmesi ve kavramsal anlamalarındaki değişiklerin tespiti amacıyla kavramsal anlama formunun ve yarı yapılandırılmış görüşmelerin analizi yay, su ve ses dalgaları bölümleri içerisinde sunulmuştur. Öğrencilere yönelik gerçekleştirilen sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modelinin öğrencilerin tutumundaki etkisini görmek amacıyla dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeğinin sonuçları ise ayrı bir başlık altında araştırmada yer almaktadır. Ayrıca öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşleri de araştırmada bir diğer başlık altında bulunmaktadır. Araştırmanın bulguları toplamda beş başlık altında okuyuculara sunulmuştur. Yay, su ve ses dalgaları başlıkları ise kendi içerisinde iki ara başlığa ayrılmaktadır. Sonuç olarak bulgular kısmında araştırmanın beş problem cümlesine yanıt aranmıştır.

Yay Dalgaları

Araştırmanın “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir?”, “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir?” ve “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişim nasıldır?” problem cümleleri bu bölümde sadece yay dalgaları ile kısım analizlerine yer verilecek şekilde ele alınmıştır. Yay dalgalarına ilişkin bulgular aşağıda yer almaktadır.

Dalgalar konusu içerisinde yer alan yay dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına ilişkin bulgular. Araştırmacı, yay dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline yönelik alanyazından yararlanarak hazırlamış olduğu uygulama etkinliklerini komite üyeleri ile paylaşmış ve komitenin incelemesi sonucu eylem planlarına ve ders etkinliklerine son şekli verilerek uygulamasına geçilmiştir. Araştırmacı komite üyeleriyle ortam ve katılımcılar ile ilgili bilgilerini paylaşmıştır. Yay dalgalarına yönelik ise toplamda iki uygulama etkinliği bulunmaktadır. Tüm etkinlikler Ankara ilinde yer alan bir anadolu lisesinin 10-B ve 10-C olacak şekilde toplamda 58 öğrencinin öğrenim gördüğü sınıflarda gerçekleştirilmiştir.

Birinci etkinlik öğrencilere 14-15 Şubat 2018 tarihlerinde uygulanmıştır. Bu etkinlik toplamda 2 ders saati yani 80' sürmüştür. Etkinlikler yapılandırmacı sorgulama halkasının sorgulama aşaması, 5E öğrenme halkası modeli içerisinde yer alan ilgi uyandırma basamağını içermektedir. Var olan bilginin açığa çıkarılması, tahminde bulunma aşamaları ve uygulamayı planlama ve yapma keşfetme basamağını; uygulamayı planlama ve yapma aşaması, açıklama basamağını; yorum yapma aşaması, derinleştirme basamağını; sonuçları sunma aşaması ise değerlendirme basamağını kapsamaktadır. Bu şekilde ele alınan birinci etkinliğin ilgi uyandırma basamağında öğretmen öğrencilere bir etkinlik kâğıdı dağıtmıştır (EK-İ). Etkinlik kâğıdı içerisinde birinci etkinlik içerisinde öğretimi gerçekleştirilecek konulara ait sorular yer almaktadır. Ancak etkinlik kâğıdının birinci etkinlik süresi içerisinde öğrencilerin önünde kalması istenmiştir. Çünkü etkinlik kâğıdında yer alan soruların deney sonrası, animasyon sonrası ve etkinlik sonrası olacak şekilde üç farklı aşamada da yanıtlandırılması istenmiştir. Deney basamağı için sınıfa bir ip getirilmiştir. Gönüllü üç öğrenci tahtaya kalkmıştır ve iki öğrenci ipi sallarken bir öğrencinin ip üzerinden atlaması istenmiştir. Daha sonra ip atlayan kişi ip üzerinden çıkarılmış ve diğer iki öğrenci sallamaya devam etmiştir. Ardından bir öğrencinin ipi sabit tutması, diğerinin ipi aşağı yukarı sallayarak atma oluşturması ve ilerleyen aşamada periyodik dalga oluşturmaları izlenmiştir. Bu şekilde gerçekleştirilmiş olan gösteri deneyi ardından öğrencilere etkinlik kâğıdında yer alan soruları yanıtlamaları için zaman verilmiştir. Öğrencilerin gösteri deneyi şeklinde sergiledikleri hareket akıllı tahta aracılığıyla tahtada bir video açılıp sınıfta öğrencilere izlettirilmiştir.

Öğrencilerin bu aşamaya yönelik görüşleri öğrenci günlüğünden aşağıdaki şekilde yansıtılmıştır.

“Sevgili günlüğüm,

Dersin başında arkadaşlarımız ip kullanarak tahtada gösteri şeklinde deney yaptılar. Hem çok eğlendim hem de konuyu daha iyi anladım.” (Aynur)

“Sevgili günlüğüm,

Yay dalgaları ile kavramsal karmaşa yaşıyordum. Ancak yaylarda yaptığımız gösteri şeklindeki deney ile kavramlar kafamda iyice oturdu. Artık bu deneyi düşüneneğim.” (Canan)

“Sevgili günlüğüm,

Pek sevmediğim fizik dersini görsel anlatımla sevdim, konu dikkatimi çekti.” (Salih)

Öğrenciler gördüklerini kâğıda aktardıktan sonra keşfetme basamağı içerisinde ele alınan bir animasyon gösterisi akıllı tahtada açılmıştır. Öğrenciler animasyonu izledikten sonra düşünceleri dile getirmek istemişlerdir, ancak öğretmen etkinlik kâğıdını diğer kişilerin görüşlerinin değişmesine sebep olmadan doldurmalarını rica etmiştir (*Şekil 8*).



Şekil 8. Öğrenci etkinlik doldurma görseli.

Daha sonra öğrencilerle birlikte çizimleri ve açıklamaları ile ilgili sınıfta tartışma ortamı yaratılmıştır. Öğretmen “Atmaların sabit ve serbest uçtan yansıması nasıl olurdu?” sorusunu öğrencilere yönlendirerek fikirlerini almıştır ve çeşitli animasyonlara ders içerisinde yer verilmiştir. Öğrenciler animasyonları izledikten

sonra ortak görüşe sahip olmuşlardır. Öğretmen enine ve boyuna dalgalardan bahsederek derse devam etmiştir. Hemen ardından bu kavramlara yönelik video izlettirmiştir. Video gösteriminden sonra öğretmen sınıfa çeşitli sorular yöneltmiştir.

Öğrt: Enine ve boyuna atma arasındaki fark ne olabilir?

Ayşe: Dalgalar enerjilerine, titreşim doğrultularına göre enine ve boyuna olarak ikiye ayrılır.

Öğrt: Hangi tip dalgada, dalganın hareket doğrultusuna dik salınım vardır?

Ali: Titreşim ve yayılma doğrultusu birbirine dik olan enine dalgalardır.

Öğrt: Bu tam olarak ne demektir?

Ali: Örneğin az önce ipte oluşturduğumuz atmayı elimizi yukarı aşağı sallayarak yaptık, ancak atmanın yayılma doğrultusu bize doğruydu. İkisi birbirine dik olursa enine dalgalar oluşur.

Öğrt: Hareket doğrultusuna paralel salınım hangi tip dalgada görülür?

Sarp: Bu da o zaman boyuna dalgalardır.

Öğrt: Boyuna dalga nerede gözlemlenir?

Sarp: Ben bilmiyorum.

Necla: Hocam ben biliyorum. Ses dalgaları olarak hatırlıyorum.

Öğrt: Yay dalgalarında boyuna dalga gözlenmez mi?

Sarp: Böyle sorduğunuza göre gözlemlenir.

Öğrt: Peki şöyle sorayım, hangi tip dalga sıkışma ve gevşeme içerir?

Necla: Mekanik dalgalar. Hocam çünkü iki tip dalga var demiştik. Elektromanyetik ve mekanik olarak ikiye ayrılıyordu. Sıkışma ve gevşeme yaşayan mekanik dalgalar içerisinde bulunan yay dalgalarıdır.

Korhan: Hocam yaylarla yaptığımız deneyde boyuna dalgaları sıkışıp gevşeme olarak ifade etmiştik.

Öğrt: Evet arkadaşlar Necla ve Korhan doğru ifadelerde bulundular. Yay dalgaları enine ve boyuna dalgaları içerir.

Öğrt: Tekrar edersek, yatay bir yayı ucundan aşağı-yukarı hareket ettirseniz hangi tip dalga üretilir?

Korhan: Hocam Ali söylemişti bunu sanki. Enine dalga oluşur.

Öğrt: Son olarak hangi tip dalga boyuna sahiptir?

Ayşe: Dalga boyu iki tepe ya da iki çukur nokta arasındaki uzaklıksa, enine dalgalar dalga boyuna sahiptir. Aslında boyuna dalgalarda da olur ama neresi dalga boyu onu ifade edemiyorum.

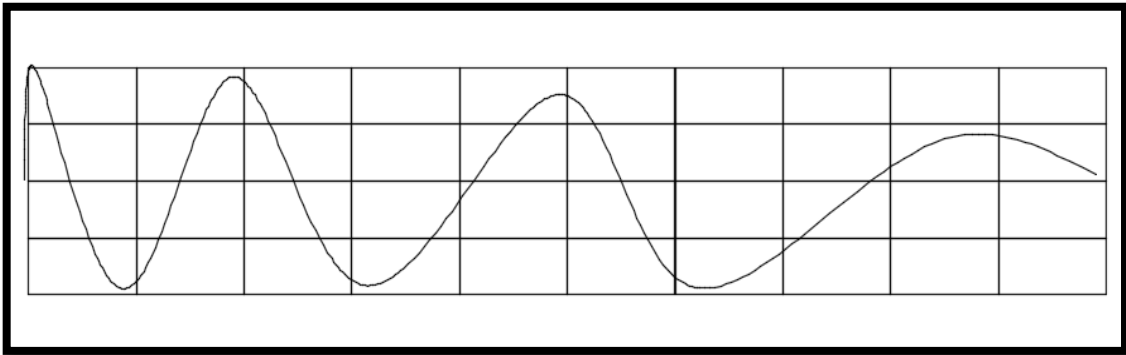
Öğrt: Arkadaşlar iyice düşünün açıklamak isteyen var mı?

Sınıf: (Sessizlik)

Açıklama basamağında öğretmen, öğrenci görüşleri ile birlikte konuyu toparlamıştır. Akıllı tahtada bir animasyon üzerinde atma, periyodik dalga, genlik ve genişlik kavramları üzerinden geçilmiştir. Sonra başka bir animasyon açılmış, ancak burada öğrencilerin aynı kavramları animasyon üzerinde göstermeleri ve dalga boyu kavramını keşfetmeleri beklenmiştir. Öğrencilerin kendileri dalga boyu ifadesini keşfetmişlerdir. Öğretmede periyot frekans kavramlarından bahsetmiştir. Bu noktada $x=v.t$ formülünden yararlanılmıştır. Ardından simülasyon aracılığıyla dalganın hızı, dalga boyu kavramlarının öğrenimi gerçekleştirilmiştir. Konuya yönelik öğrencilere bir fotoğraf gösterilmiştir. Fotoğraftaki dalga hareketi, dalganın frekansı, dalga boyu ve genliği üzerine konuşulmuştur.

Öğrt: Buradaki dalga hareketini açıklayabilir misiniz?

Mert: Hocam ben tahtaya çizmek istiyorum (Şekil 9).



Şekil 9. Öğrencinin dalga hareketine yönelik çizimi.

Mert: Burada görüldüğü üzere dalganın frekansı değişmez, kaynak değişmemiştir. Ancak dalganın dalga boyu ve genişliği artmaktadır, genliği de azalmaktadır.

Öğrt: Başka bir şey eklemek isteyen var mı?

Sevgi: Bende Mert'e katılıyorum hocam. Genlik enerji ile ilgilidir. Enerji azaldığı için genlikte azalmaktadır

Yukarıdaki ifadelerde görüldüğü üzere, öğrenciler açıklamalarını sözel ifadelerden ziyade tahtaya çizim yaparak açıklamayı tercih etmişlerdir.

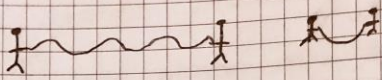
Derinleştirme basamağında sınıfa gösteri deneyi amacıyla yay getirilmiştir. Farklı kalınlıklardaki yaylar gerilmiş ve dinamometre aracılığıyla ilgili ölçümler yapılmıştır. Daha sonra yaylar üzerinde atma oluşturulmuş ve atmanın varış süreleri kronometre ile ölçülmüştür. Buradan öğrencilere atmanın hızının neye bağlı olduğunu keşfetmeleri istenmiştir. Uygulanan kuvvetin şiddeti değiştirilmiş ve aynı kuvvetin farklı yaylar üzerindeki etkisi incelenmiştir, sonuçta öğrenciler atmanın hızının yayı geren kuvvete ve yayın kütlesine bağlı olarak atmanın hızının değiştiğini vurgulamışlardır. Son olarak öğrencilerin konuya ilişkin günlük hayattan örnekler vermeleri istenmiş ve bu örnekler üzerine tartışılmıştır. Bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir:

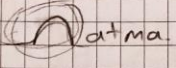
Örnek 1: Örneğin bir ipi ağaca bağlarsak diğer ucunda biz tutarsak yayı germe kuvvetimize bağlı gönderdiğimiz atmaların hızı değişecek.

Örnek 2: Küçükken hocam biz parmağımıza yayları geçirirdik. Sonra yayları aynı hizaya kadar gerip bırakırdık, hepimizin yayları farklı yerlere düşerdi. En uzağa gönderen kazanırdı. Herkes evinden bulduğu yayı getiriyordu. Şimdi anladım, aynı kuvvetle geriyorsak, örneğin en ince yay kimdeyse, onun yayı en uzağa gidermiş.

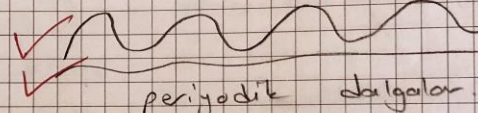
Değerlendirme basamağında öğrencilerden tekrar etkinlik kâğıdındaki soruları yanıtlamaları istenmiştir. Örnek etkinlik kâğıdı yanıtları Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12'de yer almaktadır.

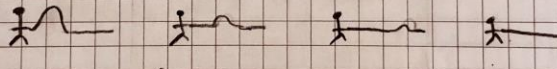
Deney sonrası

1-a  ip atlayan
 çanaklar örnek olabilir
 spor yapan kişilerin
 halatı dalgalar dırması.

1-b ~~atmalar~~ periyodik dalgayı oluşturur.
 atma.

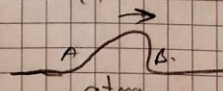
1-c ~~atmaların~~ tamamının oluşturduğu devamlılık
 periyodik dalgalar dır.


 periyodik dalgalar.

1-d 

1-e

Animasyon sonrası ~~a, b, c~~ aynı

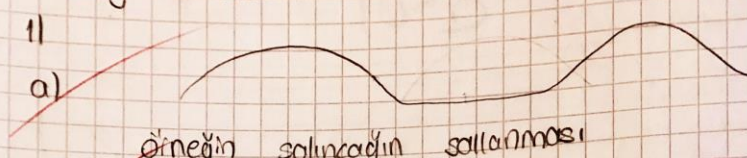
1-d ~~sabit~~ sabit vatan ~~terse~~ terser dörnek ger.
 atma.

1-e  atma.

Şekil 10. Mert'in etkinlik kâğıdı yanıtı.

Deney Sonrası:

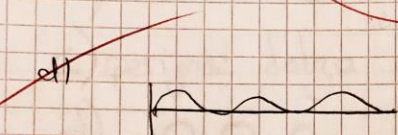
1)

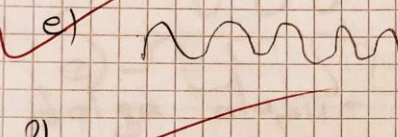
a) 

örneğin solunacağın sallanması

b) Atma ip üzerinde oluşan enlik sarsıntıdır.

c) Periyodik dalgalar → Atma sonucu oluşan dalgalardır.

d) 

e) 

2)

a) Önce sabit gitmiş sonra ufer ufer yükselip dalganın boyu artmış. ? Yarım bilgi

b) Atmayı yapan kişinin kuvvetine ve atmanın yapıldığı mesafeye göre değişebilir.

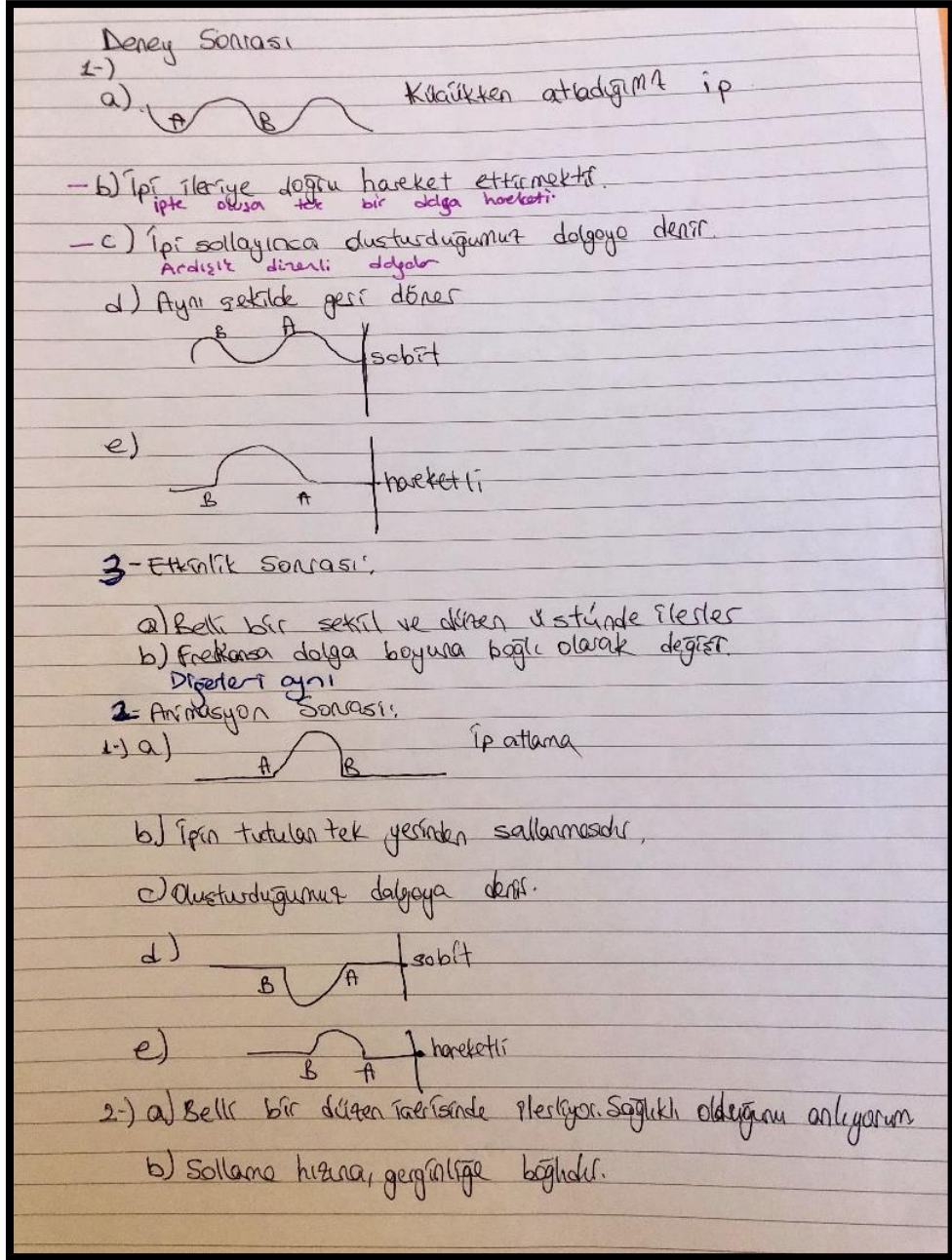
Animasyon Sonrası:

✓ Enine ve boyuna dalgaları çok iyi gözlemledim.

✓ Periyodik dalgayı öğrendim.

✓ Genlik arttıkça ya da azaldıkça dalganın nasıl değiştiğini ve frekans arttıkça dalganın değiştiğini öğrendim.

Şekil 11. Tuna'nın etkinlik kâğıdı yanıtı.



Şekil 12. Zeynep'in etkinlik kâğıdı yanıtı.

Etkinlik sonunda öğrencilerin kâğıtları kendi aralarında karıştırılarak dağıtılmıştır ve öğrencilerden birbirlerini değerlendirmeleri, yanlış ifadelerin üzerini çizmeleri ya da doğru yanıtlara tik atmaları istenmiştir. Değerlendirilmesi yapılmış kâğıtlar öğretmen tarafından toplanmıştır. Araştırmanın birinci etkinliğine yönelik araştırmacı günlüğünde yer alan ifadeler ve birkaç öğrencinin günlükteki ifadeleri aşağıda bulunmaktadır (AG: Araştırmacı günlüğü):

AG: “Öğrenciler sınıfa getirilen deney malzemelerine çok şaşırdılar. Deney yapmaya heyecanlılardı. Deney esnasında çok eğlendiler. Ardından animasyon ve simülasyon gösterimlerinde heyecanları daha da arttı ve konunun onlar için anlaşılır olduğuna dair ifadelerde bulundular. Bu tarz etkinliklerle öğrencilerin derse olan ilgisinin ve motivasyonunun arttığı söylenebilir. Ayrıca öğrenciler istekli bir şekilde derslere katılım gösterdiler ve merak ettikleri soruları öğretmene yönelttiler.”

“Sevgili günlüğüm,

Bugün derslerde yaptığım deneyler ve izlediğimiz animasyonlar, simülasyonlar konuyu anlamama çok faydalı oldu.” (Vedat)

“Sevgili günlüğüm,

Ders çok zevkliydi, öğrenmek keyifli hale geldi. Ders boyunca yapılan deney, animasyon, simülasyon ve etkinlikler öğrenmemi kolaylaştırdı. Öğretmenimizle ilk defa böyle anlaşılır ve eğlenceli bir ders geçirdim.” (Zeki)

İkinci etkinlik öğrencilere 20-21 Şubat 2018 tarihlerinde uygulanmıştır. Etkinlik toplamda 2 ders saati yani 80' sürmüştür. Kazanımlar doğrultusunda hazırlanan etkinliğin ilgi uyandırma basamağında öğretmen öğrencilere günlük hayatta yay ile oyun oynayıp oynamadıklarını sormuştur. Ancak öğrencilerden çok fazla ses çıkmamıştır. Bunun üzerine öğretmen öğrencilere birkaç soru yöneltmiştir (Şekil 13):



Şekil 13. Öğretmenin öğrencilere soru yönelttiği görsel.

Öğrt: Üst üste binme nedir biliyor musunuz?

Ali: Hocam yayları düşünerek mi cevap vereceğiz?

Öğrt: Evet çocuklar yayları düşünerek cevap verin lütfen.

Serpil: Atmaların üst üste binmesi olabilir.

Öğrt: Peki üst üste binme atma üzerinde sizce nasıl gerçekleşir?

Hakan: Daha da büyük bir atma oluşur.

Öğrt: Atmalar birbirlerinin içinden geçer mi? Geçebiliyorlarsa birbirlerini etkilerler mi?

Aslı: Üst üste binerler sonra diğer yönlere giderler. Bence geçerler.

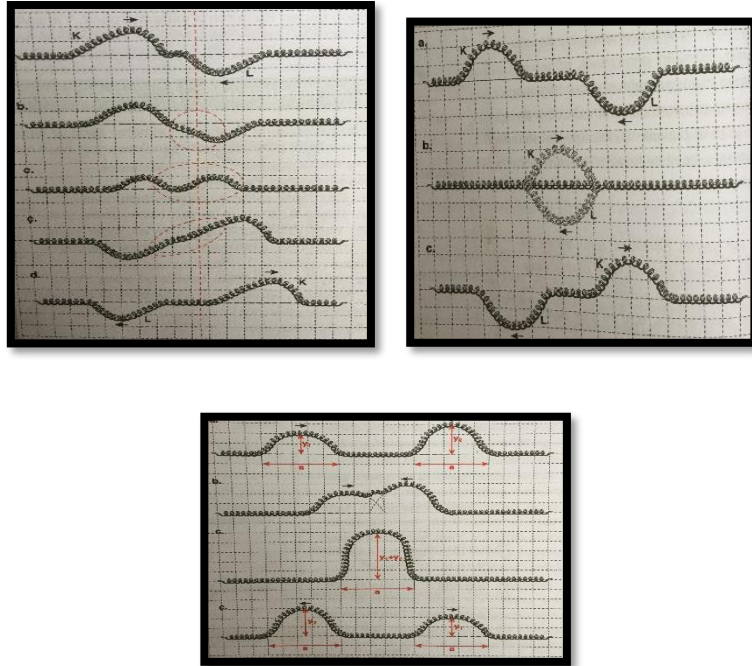
Öğrt: Üst üste binmede hep birbirini kuvvetlendiren atmalar mı olur?

Aslı: Hocam anlamadım biraz daha açar mısınız?

Öğrt: Atmaların biri baş yukarı biri baş aşağı gelirse karşılaştıklarında ne olur?

Aslı: Hımm. Bence yok olurlar.

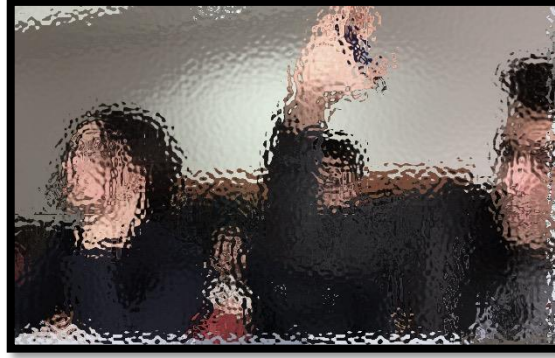
Öğrencilerden gelen yanıtların ardından keşfetme basamağında tahtaya üç farklı görüntü yansıtılmıştır (Şekil 14).



Şekil 14. Atmaların üst üste binmesine yönelik görseller.

Öğrencilerin bu görüntüleri incelemeleri için zaman verilmiştir. Öğrenciler bir önceki etkinlikte öğrenmiş olduğu genlik kavramıyla bu görüntüleri açıklamaya çalışmışlardır. Atmaların üst üste binmesini ve birbirlerini söndürdüklerini dile getirmişlerdir. Öğretmen öğrencilerin çoğundan istediği yanıtları almıştır ve hızlıca bir simülasyon açmıştır. Simülasyonu izleyen öğrenciler durumu daha iyi

anladıklarına dair tepkiler vermişlerdir. Bir sonraki aşamada öğretmen “Kalın bir yaydan ince bir yaya ya da ince bir yaydan kalın bir yaya gönderilen atmanın yansıması ve iletilmesi sizce nasıl olur?” sorusunu öğrencilere yöneltmiştir. Öğrencilerin görüşleri alınmıştır ve öğrenciler gruplara bölünmüştür. Her bir gruba etkinlik kâğıtları verilmiştir ve öğrencilere kendi aralarında çalışma yapacağı üzerinde bulunan soruları tartışmaları için süre tanınmıştır (EK-J) Öğrencilerden oluşturulan fısıltı gruplarının yanıtları grup sözcülerinden sırayla alınmış (Şekil 15) ve sınıfta bir tartışma ortamı yaratılmıştır.



Şekil 15. Grup sözcüsünün söz almak istemesine yönelik görsel.

Fısıltı grupları arasında geçen diyaloglar aşağıda yer almaktadır:

Grup1: Genlik iletilen ve yansıyan atmalarda, gelen atmaya göre azalır. Çünkü enerji aynı kalmayacaktır.

Grup2: Evet grup 1'e katılıyoruz. Bizde kalın yaydan ince yaya iletilen bir atmanın hızının artacağını söyleyebiliriz. Kalın için olan kuvvet ince yaya fazla gelir ve hız artar.

Grup3: Bizde atmanın genişliğini konuşmuştuk. $x=v.t$ formülünden x genişlik, v hız olduğunda doğru orantılı değişirler. Ama hızın inceden kalına mı yoksa kalından inceye mi doğru arttığı konusunda uzlaşamadık. Ama grup 2'nin söylediği mantıklı geldi.

Öğrencilerin grup çalışmasına yönelik öğrenci günlüklerinden yansıtılan ifadeler aşağıdadır:

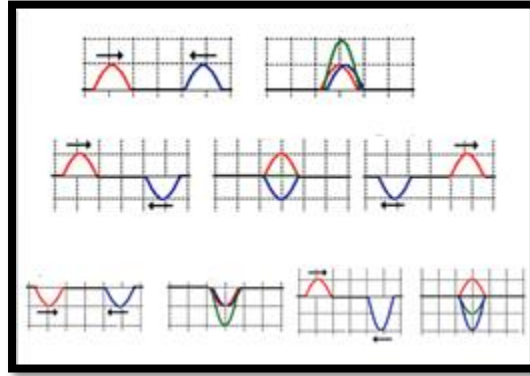
“Sevgili günlüğüm,

Grup çalışmasıyla aklıma gelmeyecek fikirler grup arkadaşlarımdan geldi. Hep birlikte bir görüş ortaya çıkarabildik. Grup çalışmalarını seviyorum. Birbirimize bilgi aktarabiliyoruz.” (Tarkan)

“Sevgili günlüğüm,

Simülasyondan sonra gelen grup çalışması derse olan ilgimi arttırdı. Benim için bugünkü en mükemmel dersti.” (Gözde)

Açıklama basamağında, keşfetme basamağındaki öğrencilere sorulan soruların yanıtları vermek amacıyla öğretmen simülasyon programından yararlanmıştır. Daha sonra tahtaya görüntüler yansıtılmıştır ve görüntüler üzerinde öğrencilerin katılımıyla birlikte kavramlara açıklık getirilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Atmaların üst üste binmesine yönelik tahtaya yansıtılan görsel.

Daha sonra akıllı tahta üzerinde öğrenci ifadeleri ile çizimlerin altları doldurulmuştur. Gelen, yansıyan ve iletilen atmaların hız, genlik ve genişlik ilişkileri yorumlanarak öğrencilerle birlikte sonuca varılmıştır. Konunun pekişmesi amaçlı kalın bir yaydan ince bir yaya ve ince bir yaydan kalın bir yaya gönderilen atmanın yansıması ve iletilmesine ilişkin simülasyon izlettirilmiştir.

Derinleştirme basamağında öğretmen sınıfı 7'ye bölmüştür. Üzerlerinde birer kavram yazılı olan kartları katlayıp torbanın içerisine atmıştır. Kavramlar; yansıyan atma, iletilen atma, birbirini söndüren atmalar, birbirini kuvvetlendiren atmalar, ince yaydan kalın yaya gönderilen atma, kalın yaydan ince yaya gönderilen atma, atmanın genliği, atmanın genişliği ve atmanın hızı olarak belirlenmiştir. Öğrencilerden kendi grupları içerisinde birini seçmelerini ve o kişinin torbadan bir kart seçmesini istemiştir. Kartı seçen öğrenciye kartın üzerinde yazan ifadenin

kullanımının yasak olduğu belirtilmiş ve o ifadeyi başka kavramlar aracılıyla grup arkadaşlarına anlatacağı söylenmiştir. Bu şekilde gruplar arası yarış yapılmıştır. Her bir kavram anlatımı için öğrenciler 45 saniye belirlemiştir. Bu süreler içerisinde en çok kavramı bilen grup yarışmayı kazanmıştır. Bu etkinliğe yönelik öğrenci günlüğünden ifadeler aşağıdadır:

“Sevgili günlüğüm,

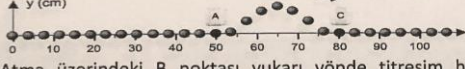

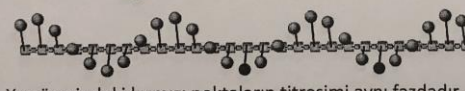
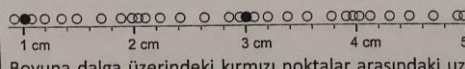
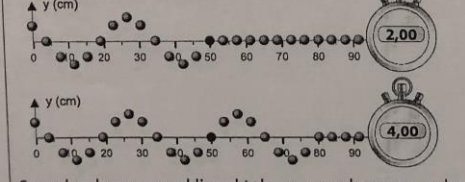
Bu etkinliklerde bazı arkadaşarımla önce ortak çalıştık, sonra aynı arkadaşarımla rakip olduk. Çok eğlenceliydi. Özellikle atmaların yansıması ve iletilmesine yönelik hiç bilgim yoktu. şimdi bu konuyu anladığımı düşünüyorum. Etkinlikler çok verimli oldu.” (Kaan)

“Sevgili günlüğüm,

Dersin akışı çok keyifliydi. Özellikle son etkinlikte ‘Tabu’ oyununda yani öğrendiklerimi pekiştirdim.” (Nihat)

Son olarak ikinci etkinliğin değerlendirme basamağında öğrencilere etkinlik kâğıdı 2 dağıtılmıştır (EK-K). Etkinlik kâğıdı 2 üzerinde yer alan soruları doğru yanlış olarak öğrencilerin yanıtlaması istenmiştir. Sonra öğretmen doğru yanıtları öğrencilere açıklamış ve sınıf ortamında sorular üzerine tartışılmıştır. Öğretmen kâğıtları toplamış ve ders sona ermiştir. Öğrencilerin yanıtladığı etkinlik kâğıdı 2’nin bir örneği aşağıda yer almaktadır (*şekil 17*).

Aşağıdaki tabloda yer alan ifadeleri doğru ya da yanlış olarak işaretleyiniz.

| Maddeler; | Doğru | Yanlış |
|--|-------|--------|
| Mekanik bir dalga yay boyunca iletiildiğinde enerji taşır. | X | |
|  <p>Atma üzerindeki B noktası yukarı yönde titreşim hareketi yapar.</p> | X | |
| Enine dalgaların yayılma doğrultusu ile titreşim doğrultusu birbirine paraleldir. | | X |
|  <p>Şekilde gösterilen iki dalgada eninedir.</p> | X | |
|  <p>Yay üzerindeki kırmızı noktaların titreşimi aynı fazdadır.</p> | X | |
|  <p>Boyuna dalga üzerindeki kırmızı noktalar arasındaki uzaklık bir dalga boyu kadardır.</p> | X | |
|  <p>Sayaçlar kırmızı renkli noktaların aynı konuma gelene kadar geçen süreyi göstermektedir. Buna göre zamanlar arasındaki fark frekansı göstermektedir.</p> | | X |
| Periyodik dalganın dalga boyu, frekansı ve hızı arasındaki ilişki $\lambda = c.f$ dir. | | X |

Şekil 17. Fatma'nın etkinlik kâğıdı yanıtı.

Araştırmacının ise bu etkinliğe yönelik görüşü araştırmacı günlüğünden aşağıdaki şekilde yansıtılmıştır:

AG: "Öğrenciler bugün öğrendikleri bilgileri sürekli not ettiler. Grup çalışması sonucunda fikirlerini rahatlıkla iletiler. Ayrıca grup çalışmaları esnasında bilmedikleri yerleri birbirleri ile paylaşıp fikir edinmeye çalıştılar. Öğrenciler derse etkin bir şekilde katılım gösterdi. Hatta dikkatimi çeken bir şey oldu. Önceki etkinlikte arka sıralarda oturan öğrenciler ön sıralarda yerlerini almışlardı. Oyun oynarken özellikle öğrenciler çok mutluymuş ve zil çalmasına rağmen öğrenciler oyunu bırakmadı, devam ettiler."

Dalgalar konusu içerisinde yer alan yay dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasında öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve kavramsal anlamalarındaki değişimine ilişkin bulgular. Bu bölümde öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini ve kavramsal anlamalarındaki değişimi belirleyebilmek amacıyla, dalgalar kavramsal anlama formu ve bu forma yönelik düzenlenmiş olan yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır. Yay dalgaları ile ilgili dalgalar kavramsal anlama formunda yer alan 1., 2., 3., 4. ve 5. soruların; dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik yarı yapılandırılmış görüşme sorularından da 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. soruların hazırlanan rubrikler çerçevesindeki analizine aşağıda yer verilmiştir. Ayrıca dalgalar kavramsal anlama formu öğrencilerin hepsine uygulanmış, dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik yarı yapılandırılmış görüşme soruları sadece odak öğrenci grubu içerisinde yer alan 13 öğrenciye uygulanmıştır. Ön ve son uygulama olarak gerçekleştirilen formlara ait veriler ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Dalgalar kavramsal anlama formunda öğrencilere birinci soru olarak, “Sizce her titreşim bir dalga hareketi midir? Açıklayınız.” ifadesi yöneltilmiştir. Bu sorunun devamında öğrencilere “Rüzgârlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenme sizce bir dalga hareketi midir?” sorusu a seçeneği olarak sorulmuştur. Öğrencilerin yanıtları Tablo 16’da yer almaktadır.

Tablo 16

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Birinci Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | Hayır, değildir. Her atom birbiriyle titreşir, ancak kaynaktan çevreye titreşimlerle bir enerji aktarımı olursa bunun dalga hareketi olduğu söylenebilir. | 6 | 10,34 | 23 | 39,65 |
| | a seçeneği Evet, rüzgar dalga etkisi yaratır. | 20 | 34,48 | 48 | 82,75 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | Hayır, değildir. | 9 | 15,51 | - | - |
| | Evet. Titreşimler dalgalar halinde yayılır. | 43 | 74,13 | 35 | 60,34 |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | a seçeneği Hayır. Bunun nedeni rüzgardır. Rüzgarda tam dalga halinde yayılmayı sağlamaz. | 38 | 65,51 | 10 | 17,24 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | | - | |
| d. Yanıtsız | | - | | - | |
| Toplam | a seçeneği | 58 | 100 | 58 | 100 |

Öğrencilerin yanıtları incelendiğinde çoğunlukla her titreşimin bir dalga hareketi olduğunu düşündükleri ortaya çıkmaktadır (%67,24). Hatta titreşimlerinde dalgalar halinde yayıldığını savunmaktadırlar. Öğrencilerin bu soruya yanıtları son uygulamada da değişmemiştir. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde bulunan öğrenci sayısının fazla olduğu dikkat çekmektedir. Sonuç olarak her dalga hareketinin kaynağının bir titreşim hareketi olduğu, ancak her titreşim hareketinin dalga hareketi olmadığı ve titreşimin sadece dalga hareketine neden olduğu bilinmektedir. Bir titreşim hareketinin dalga olarak adlandırılabilmesi için titreşimin üretildiği kaynaktan çevreye bir enerji aktarımı olması gerekmektedir. Buna en belirgin örnekler yay ve basit sarkacın hareketi, aynı zamanda salıncağın hareketidir. Sorunun a seçeneğinin ön uygulamasında ise öğrencilerin çoğunluğunun bu soruya yanlış yanıt verdiği görülmektedir (%65,51). Ancak

etkinliklerin sonucunda öğrencilerden beklenen doğru yanıtlar gelmiştir (%82,75). Öğrencilerinde düşündüğü üzere, rüzgârlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenme birer dalga hareketidir. Buna cetveli suya uzunlamasına değdirip çektiğimizde oluşan titreşim örnek verilebilir. Yani bu titreşim hareketi yayda ve yay boyunca ilerleyen bir sarsıntı ile bağdaştırılabilmektedir.

Bu sorunun ardından dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları içerisinde bulunan “Atma ve dalga arasındaki farkı açıklayınız.” sorusu öğrencilere sorulmuştur. Öğrencileri çoğunluğu ön uygulamada (%53,84) ve tamamı da son uygulamada doğru yanıtı vermişlerdir. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt kategorisinde yer alan öğrenci görüşleri;

Fatma: Dalga sonsuza kadar devam eden atmaların birleşimidir. Yani atma bir tanedir ve dalga sonsuza kadar uzanmaktadır.

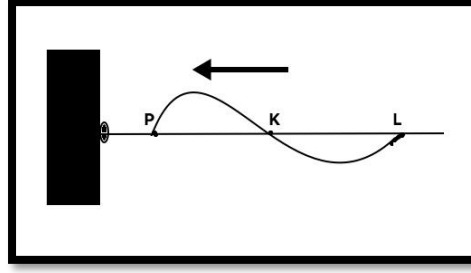
Hasan: Dalga hareketi periyodik olarak ilerlerken, atma sadece bir dalga hareketini temsil etmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde yer alan öğrenci görüşleri ise;

Can: Atma ve dalga aynı şeylerdir.

Öğrenci yanıtları doğrultusunda, dalga hareketinde bir süreklilik olduğu ve atmanında sonlu bir dalga olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin durgun bir su yüzeyine bir taş atılırsa, taşın düştüğü yer merkez kabul edilir ve merkezden dışa doğru oluşan iç içe halkalar gözlemlenir. Burada oluşan şekil bozulması taşın değdiği yerden başlamakta ve molekülden moleküle aktarılarak ilerlemektedir. Bu ilerlemeye sarsıntı denilir. Sonuç olarak oluşan sarsıntılar aslında dalga hareketini ve sarsıntılardan bir tanesi ise atmayı temsil etmektedir.

Öğrencilere dalgalar kavramsal anlama formunda yer alan ikinci sorunun a seçeneğinde “Şekilde duvara sabitlenmiş bir yayda ilerleyen atma görülmektedir. Bu atmanın duvardan tamamen yansdıktan sonra P, K ve L noktalarında yansıması nasıl olacaktır? Çiziniz ve açıklayınız.” sorusu sorulmuştur (Şekil 18).



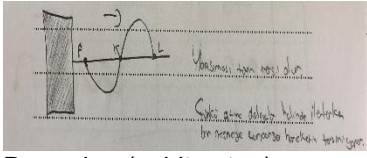
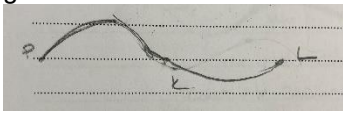
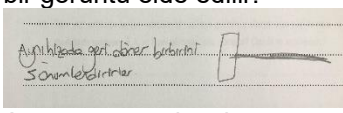
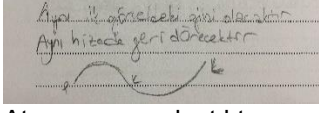
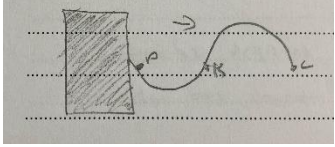
Şekil 18. İkinci soru a seçeneğine yönelik görsel.

Öğrencilere b seçeneğinde ise; “Eğer yay serbestçe hareket edebilen bir halkaya geçirilmiş olsaydı aynı şekilde atma en uca ulaştığında yansıması P, K ve L noktalarında nasıl olacaktır? Çiziniz ve açıklayınız.” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin ikinci sorunun a ve b seçeneğine yönelik yanıtları aşağıda yer almaktadır (Tablo 17).

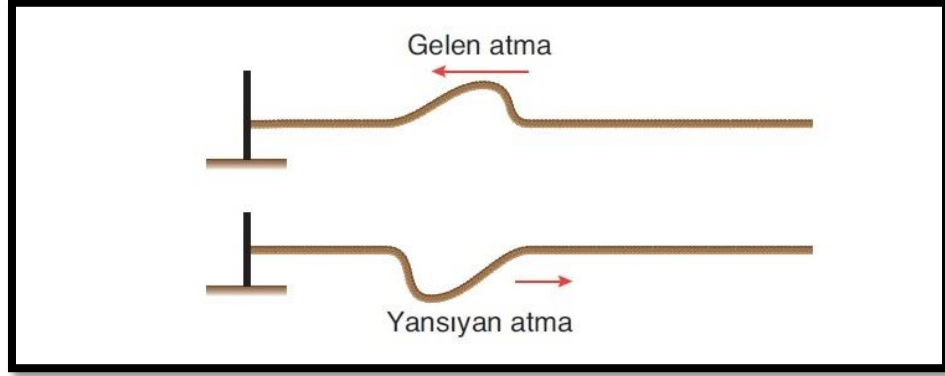
Tablo 17

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu İkinci Soruya İlişkin Bulgular

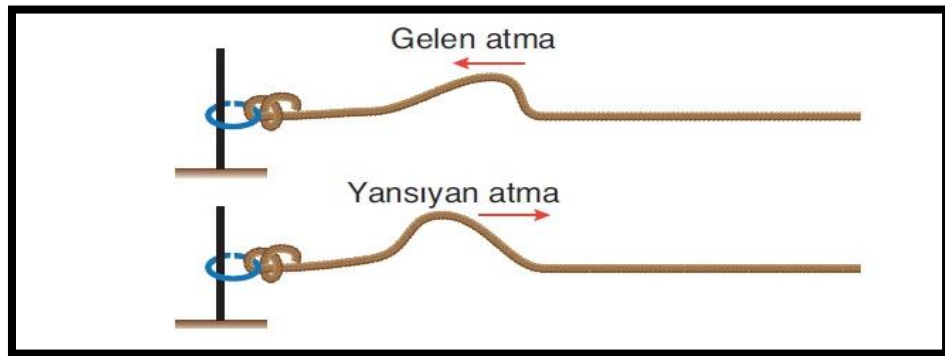
| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | Gelen atma duvardan ters dönerek yansıdıktan sonra gelen atma ile karşılaşarak birbirlerini kuvvetlendirirler. | - | - | 34 | 58,62 |
| a1. Tam doğru yanıt | <p>a seçeneği</p> <p>Atmalar en uca ulaştıktan sonra aynı yönde geldiği gibi hareketlerine devam ederler, ancak gelen atma ile karşılaştığında bu iki atma birbirini söndürür.</p> <p>b seçeneği</p> | - | - | 34 | 58,62 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|---|------------|--|----|-------|----|-------|
| | | Duvardan tamamen yansıdıktan sonra atma ters dönerek hareket eder. | 36 | 62,06 | 16 | 27,58 |
| | |  | | | | |
| | | Duvardan (sabit uçtan) tamamen yansıdıktan sonra atma aynı hızda geldiği gibi geri döner. | 18 | 31,03 | 4 | 6,89 |
| | |  | | | | |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | a seçeneği | Sabit uçtan yansıyan atmalar zamanla yok olur, enerjileri biter, gittikçe yayılırlar ve düz bir görüntü elde edilir. | 4 | 6,89 | - | - |
| | |  | | | | |
| | | Atma en uca ulaştıktan sonra aynı yönde geldiği gibi yansıyarak geri döner. | 31 | 53,44 | 19 | 32,75 |
| | |  | | | | |
| | b seçeneği | Atma en uca ulaştıktan sonra ters dönerek hareket edecektir. | 22 | 37,93 | 3 | 5,17 |
| | |  | | | | |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | | - | - | - | - |
| | a seçeneği | | - | - | 4 | 6,89 |
| d. Yanıtsız | b seçeneği | | 5 | 8,62 | 2 | 3,44 |
| | a seçeneği | | 58 | 100 | 58 | 100 |
| Toplam | b seçeneği | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Öğrencilerin atmanın sabit ve serbest uçtan yansıması ile ilgili bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorisinde atmanın aynı yönde geldiği gibi ve ters dönerek geri döner ifadelerinde buldukları görülmektedir (%57,75). Normalde doğru bir ifade gibi gözükse de, öğrenciler bu yanıtı verirken P-K arasındaki atma ile K-L arasında atmayı periyodik dalga şeklinde ele almış ve atmaların uca ilerlerken bir baş aşağı bir baş yukarı hizada olacak şekilde ilerleme katettiğini düşünmüşlerdir. Bu nedenle özellikle ön uygulamada atmaların birbirini kuvvetlendirdiğini ya da söndürdüğüne öğrenciler hiç düşünmemişlerdir. Hâlbuki baş yukarı gelen atmanın uca gelene kadar hep baş yukarı hareket ettiği, baş aşağı olan atmanında baş aşağı ilerlediği bilinmektedir. Ayrıca yay dalgalarında atmalar sabit uçtan ters dönerek, serbest uçtan ise aynı hizada geldiği gibi yansımaktadır (Şekil 19, Şekil 20).



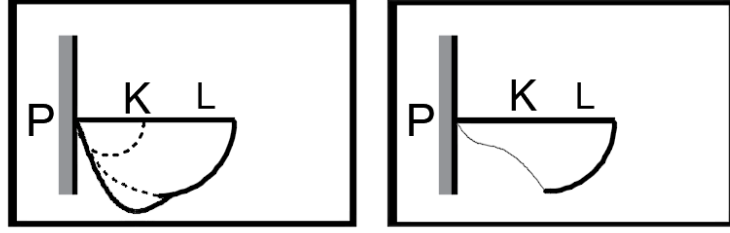
Şekil 19. Gelen atmanın sabit uçtan yansıması.



Şekil 20. Gelen atmanın serbest uçtan yansıması.

Bu teorik bilgi ile birlikte öğrencilerden yansıyan atmaların ilk etapta baş aşağı gelen atma ile karşılaştığını ve girişim yaparak baş yukarı gelen atma ile birbirlerini kuvvetlendirdikleri ya da söndürdüklerini ifade etmeleri beklenmektedir (Şekil

21). Bu doğru yanıtın ise sadece son uygulamada öğrencilerden geldiği görülmektedir (%58,62).



Şekil 21. Atmaların sabit ve serbest uçtan yansıması sonucundaki girişimleri.

Son olarak öğrencilerin çoğunluğunun ön uygulamada olduğu belirtilerek toplamda %43,96'sının sabit ve serbest uçtan yansımaların nasıl olacağına dair doğru bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir. Buradan yola çıkıldığında aynı tarz soru yarı yapılandırılmış görüşmelerde de odak öğrenci grubuna yöneltilmiştir. Soru “Bir atmanın sabit ve serbest yansıması arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.” olarak sorulmuştur. Odak öğrenci grubunun ön uygulamada %53,84'ü, son uygulamada ise %100'ü doğru yanıt vermiştir. Öncelikle doğru yanıt veren öğrenci ifadesine bakılırsa;

Kaan: Serbest uca gelen atma aynı hızda geldiği gibi yansırken, sabit uca gelen atma tersine dönerek yansımaktadır.

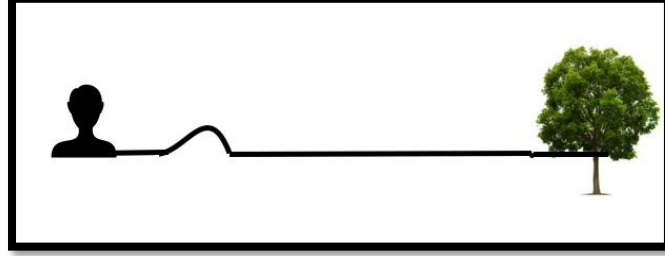
Öğrencinin bilimsel olarak doğru yanıt verdiği söylenebilir. Ancak dalgalar kavramsal anlama formunda rastlanıldığı üzere öğrencilerin %46,15'i ön uygulamada aşağıdaki şekilde yanlış yanıt vermişlerdir:

Aslı: Sabit uca belirli bir kuvvetle gelen atma aynı kuvvetle aynı yönde geri döner. Ancak serbest uca gönderilen atmanın kuvveti geri dönmez ve hızı azalarak hareket gittikçe sönümlenir.

Bu noktada öğrenciler dalganın yok olduğunu ve hızının da azaldığını ifade etmektedirler. Hâlbuki hızın sadece ortama bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Öğrenciler bu bilgiyi göz ardı ederek hızı dalganın sahip olduğu kuvvet ya da enerji kavramları bağdaştırdıkları dikkat çekmektedir.

Dalgalar kavramsal anlama formunda “Bir öğrenci elinde tuttuğu ipin ucunu sıkıca ağaca bağlamıştır ve daha sonra geriye giderek ipi germiştir. Öğrenci oyun oynamak amacıyla ipi düşey doğrultuda yukarı ve aşağı yönde hareket ettirerek

sallamıştır. Bu esnada ipin boyunun ve gerginliğinin değişmediği düşünülürken, sizce öğrenci ne yaparsa oluşturduğu atma en kısa sürede ağaca çarpar?" sorusu üçüncü sırada öğrencilere yöneltilmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. Üçüncü soruya yönelik görsel.

Öğrencilerin bu soruya yanıtları aşağıdadır (Tablo 18):

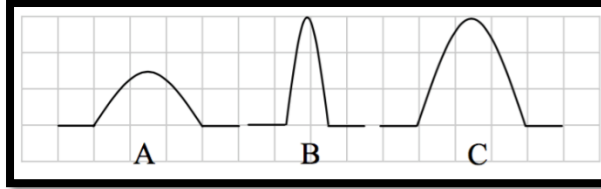
Tablo 18

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Üçüncü Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | Atmanın hızı eylemsizlik ve ortamın esnekliğine bağlıdır. Bu nedenle daha ince ip kullanmalıdır. | - | - | 20 | 34,48 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | Kuvvet arttırılmalı | 38 | 65,51 | - | - |
| | Kuvvet arttırılmalı dolayısıyla hız artmalı | - | - | 38 | 65,51 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | - | 20 | 34,48 | - | - |
| d. Yanıtsız | | - | - | - | - |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Tabloda görüldüğü üzere ön uygulamada soruya doğru yanıt veren öğrenci olmamıştır. Öğrenciler genellikle atmanın en kısa sürede ulaşmasının kuvvet artışıyla ilgili olduğunu düşünmektedirler (%65,51). Son uygulamada ise atmanın hızının yaydaki gerilme kuvvetinin (F) ve yayın birim uzunluk başına düşen kütlelerin μ sabit olduğunu bilen öğrenciler atmanın hızını, eylemsizlik ve ortamın esnekliği ile bağdaştırmışlardır. Bu nedenle öğrenciler daha ince ip kullanılması gerektiği yanıtını vermişlerdir (%34,48).

Bu soruya benzer bir şekilde yarı yapılandırılmış görüşme soruları içerisinde bulunan “Şekilde görülen üç özdeş yayda ilerleyen A, B ve C atmalarının ilerleme hızları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Açıklayınız.” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir (Şekil 23).



Şekil 23. Üçüncü yarı yapılandırılmış soru görseli.

Bu soruya ön uygulamada doğru yanıt gelmezken, son uygulamada sadece altı öğrenci tarafından doğru yanıt alınmıştır (%46,15). Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez kategorinde ele alınan ifadeleri aşağıdadır:

Sevgi: B'nin ilerleme hızı en büyüktür. B'nin genişliği en az ve genliği en fazladır. Bu nedenle sıralama B>C>A şeklindedir.

Ali: En hızlı A ve C'dir. Çünkü genişliği büyük olanın ilerleme hızı büyüktür.

Merve: A ve B eşit hızdadır. Çünkü birinin genişliği, birinin genliği fazladır ve bu nedenle bence ikisine de aynı kuvvet uygulanmıştır.

Ayşe: A en hızlıdır çünkü genliği en az olandır.

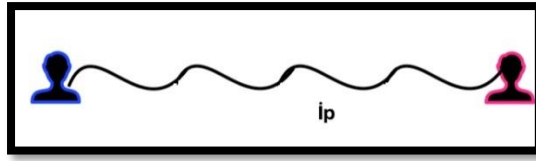
Mutlu: A ve C'nin genişliği aynıdır ve B'den genişlikleri büyüktür. Sıralama A>C>B şeklindedir. Çünkü atma hızlandıkça genliği azalır ve A'da C'ye göre daha hızlı olur.

Selen: $v=\lambda.f$ formülünden yola çıkıldığında, $C>A>B$ 'dir. Burada C ve A'nın genişliği aynıdır, ancak genlikleri farklıdır. C'nin genliği ve enerjisi daha fazla olduğu için A'ya göre hızının daha büyük olduğunu düşünüyorum.

Öğrencilerin ifadelerinden atmaların şekillerine bakılarak hızı atmaların sivri uçlu olması ya da genliğinin az olması ile çoğunlukla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ancak aynı ortamda bulunan atmaların yayılma hızlarının atmanın genişliği ile ilgili olduğu söylenebilir. Atmaların hızları kaynağın frekansına ve atmaların genliğine bağlı olarak değişmediği açıklanmıştır. Bu soruda da kaynak aynı olduğuna göre, atmaların hızlı ilerlemesi genişlikle doğru orantılı değişir ve doğru yanıt A=C>B şeklinde olmaktadır. Bu yanıtı veren öğrenci ifadesi ise aşağıda bulunmaktadır:

Kerem: Hız, kaynağın frekansından ve genlikten bağımsızdır. Dalganın hızı dalganın genişliğine bağlı olarak değişir. Bu nedenle $A=C>B$ 'dir.

Öğrencilere bu kazanıma yönelik farklı bir soru yine görüşmelerde sorulmuştur. “İki öğrenciden biri ipin ucunu tutarken diğeri ipi yukarı aşağı sallamaktadır. Halat gerginliği sabit kalırken, sallama hareketi ile dalgaların frekansı artırılıyor. Bu durumda oluşturulan dalganın dalga boyu ve hızındaki değişim nasıldır? Açıklayınız.” sorusunu ön uygulamada doğru yanıtlayan öğrenci bulunmamaktadır. Son uygulamada öğrencilerin %53,84’ü bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt vermişlerdir (Şekil 24).



Şekil 24. Dördüncü yarı yapılandırılmış soru görseli.

Öğrencilere bu soruda dalganın frekans artışı ile birlikte hız ve dalga boyundaki değişim sorulmuştur. Öğrenciler bilimsel olarak doğru olmayan ifadelerine aşağıda yer verilmiştir:

Sude: Frekans artarsa, hız artar ve dalga boyu azalır.

Aslı: Frekans artarsa, hız artar ve dalga boyu artar.

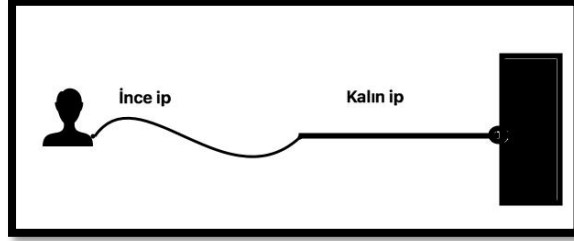
Can: Frekans artarsa, hız artar ve dalga boyu değişmez.

Mutlu: İkiside karşılıklı uçlardan sallıyor ve aynı kuvveti uyguluyorsa, karşılıklı atmalar birbirini söndürür ve hız ile dalga boyu sıfırlanır.

Öğrencilerin çoğunluğunun hız artar cevabı göze çarpmaktadır. Hızdaki artışın, frekans artışı ile ortamdaki taneciklere daha fazla enerji aktarılması sonucu ifade edildiği düşünülmektedir. Ayrıca hızın arttığını ve dalga boyunun azaldığını ifade eden öğrencilerin “ $v=\lambda.f$ ” formülünü de düşündükleri akla gelmektedir. Bu yanlış ifadelerle rağmen son uygulamada halatın kütle ve gerginliği değişmediğinden hızın değişmeyeceğini ve frekans artışının sadece dalga boyunun azalmasına neden olabileceğini düşünen öğrencilere rastlanılmıştır.

“Şekilde görüldüğü gibi birbirine tutturulan ince ve kalın ip sistemi bir duvara sabitlenmiştir. İnce ipten sabit frekanslı baş yukarı atmalar oluşturuluyor.

Oluşturulan atmaların ince ipten kalın ipe geçişinde ne gibi değişiklikler olur belirtiniz?” sorusu dalgalar kavramsal anlama formunda dördüncü sırada öğrencilere yöneltilmiştir (Şekil 25).



Şekil 25. Dördüncü soruya yönelik görsel.

Öğrencilerin bu soruya ait yanıtları Tablo 19’da bulunmaktadır.

Tablo 19

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Dördüncü Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | İletilen ve yansıyan atmanın genliği, gelen atmanın genliğinden küçüktür. Kalın ip üzerinde iletilen atmanın hızı azalır, genişliği azalır. Yansıyan atmanın hızı ve genişliği gelen atma ile aynıdır. | - | - | 56 | 96,55 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | Kalın ipten atmanın genliği, genişliği ve hızı azalır. Bir değişiklik gözlenmez. Atmanın hız artar, genişliği artar. | 41 | 70,68 | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | Atmanın hız artar, genişliği azalır. Atmanın hız azalır, genişliği artar. | 6 | 10,34 | 1 | 1,72 |
| | | 5 | 8,62 | - | - |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | 3 | 5,17 | 1 | 1,72 |
| d. Yanıtsız | | 3 | 5,17 | - | - |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Araştırmada öğrencilerin bu soruya genellikle doğru yanıtlar verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin özellikle son uygulamada belirttiği gibi (%96,55), ince yaya kalın yaya baş yukarı gönderilen bir atmanın bir kısmı baş yukarı iletilmiş ve bir kısmı baş aşağı yansımaktadır. Atmanın hızı ortam değişmediğinden sabit kalacağı bilindiğinden, gelen ve yansıyan atmaların hızlarının ve genişliklerinin

birbirine eşit olduğu söylenebilir. İletilen atmanın ise hızı azalmaktadır. Hız ve genişlik doğru orantılı olduğundan iletilen atmanın genişliğide azalmaktadır. Ayrıca gelen atmanın genliğinin yansıyan ve iletilen atmanın genliğinden büyük olduğu açıklanabilir.

Öğrencilere dalgalar kavramsal anlama formunda sorulan sorunun tam tersi “Birbirine eklenmiş kalın yaydan ince yaya gönderilen bir atmanın birleşme noktasına geldiğinde dalga hızında, genişliğinde ve genliğinde görülen değişiklikler nelerdir? Açıklayınız.” yarı yapılandırılmış görüşmede sorulmuştur. Ön uygulamada öğrencilerden doğru yanıtlar alınamazken, son uygulamada öğrencilerin %92’si, 30’u soruyu doğru yanıtlamışlardır. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtları öğrencilerin aşağıda bulunmaktadır.

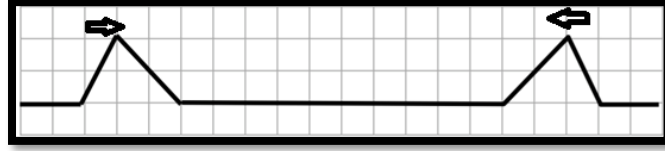
Can: Kalından inceye geçen atmanın hızı ve genişliği azalır.

Ayşe: Kalından inceye geçen atmanın hız artar ve genişliği azalır. Çünkü kalın yayı hareket ettirmek için daha fazla kuvvet uygularız ve aynı kuvvet ince yayda hızlanmaya sebep olur. İnce yayda aynı zamanda atmalar sıklaşmış olacağından genişliği azalır.

Sude: Kalın bir yaydan ince bir yaya iletilen bir atmanın hızı artar ve genişliği değişmez.

Bilimsel olarak doğru yanıtlayan öğrenciler ise “İletilen ve yansıyan atmanın genliği, gelen atmanın genliğinden küçüktür. Kalın bir yaydan ince bir yaya iletilen bir atmanın hızı ve genişliği artar. Yansıyan atmanın hızı ve genişliği gelen atma ile aynıdır.” ifadesini kullanmışlardır. Sonuç olarak gelen atmanın genliğinin yansıyan ve iletilen atmadan büyük olduğu ifadesinin eklenmesi ile tam bir doğru yanıt elde edilmiş olmaktadır.

Dalgalar kavramsal anlama forumda beşinci sırada “Saniyede birer birim karşılıklı ilerleyen atmaların altıncı saniyedeki ve birbirlerini geçtikten sonraki şekillerini çizebilir misiniz? (Her bir kare bir birime denk gelmektedir.)” sorusu sorulmuştur (Şekil 26).



Şekil 26. Beşinci soruya yönelik görsel.

Öğrencilerin yanıtlarına ve çizimlerine aşağıda Tablo 20'de yer verilmiştir.

Tablo 20

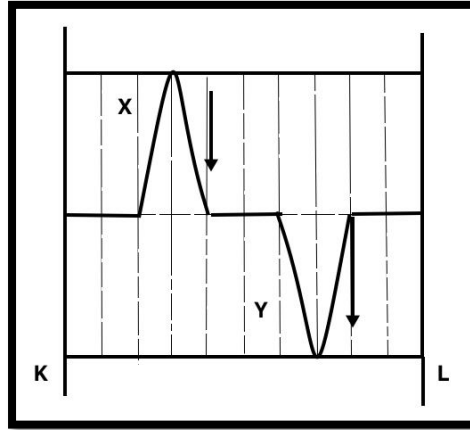
Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Beşinci Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | <p>Bir saniyede bir birim artıyorsa birbirleri arasında öncelikle 2 birim fark olur. Daha sonra birbirlerini kuvvetlendirirler.</p> | - | - | 53 | 91,37 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | <p>Bir saniyede bir birim artıyorsa birbirleri arasında 2 birim fark olur.</p> | 40 | 68,96 | 5 | 8,62 |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | <p>Birbirlerini kuvvetlendirirler.</p> | 13 | 22,41 | - | - |
| | <p>Birbirini sönlendirirler.</p> | 5 | 8,62 | - | - |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | - | - | - |
| d. Yanıtsız | | - | - | - | - |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Kısmen doğru yanıtı veren öğrencilerin bu soruda sadece altıncı saniyede atmaların arasında olan farkı belirttikleri ve atmaların birbirlerini geçtikleri zamanı göz ardı ettikleri saptanmıştır. Dolayısıyla atmaların birbirlerini kuvvetlendirdiklerinden de öğrenciler bahsetmemişlerdir. Ancak çizimlerinde

kuvvetlendirmeyi göstermişlerdir. Bu nedenle çizimlerini tam açıklayamadıkları söylenebilir. Son uygulamada çizimlerini aynı şekilde doğru yapan öğrenciler tam açıklamada bulunmuşlardır (%91,37). Bilimsel olarak doğru kabul edilemez kategorisinde öğrenciler iki atmayı maksimum genlikli olarak toplamış ve çizimlendirmişlerdir. Buradan öğrencilerin (%22,41) atmayı tepe noktalarına indirgeyerek, üst üste gelmeyi sadece maksimum bölgelerin toplamı olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Son olarak bazı öğrencilerin (%8,62) birbirlerinin simetriği olan iki atmanın birbirini söndürdüğünü düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bu öğrenciler, iki atma birbirinin simetriği ise aynı veya farklı tarafta ilerlemelerine bakılmaksızın birbirlerini söndürebileceğini düşünmektedirler. Bu nedenle bu yanıtta bilimsel olarak doğru kabul edilemez kategorisine yerleştirilmiştir.

Öğrencilere bu soruyu desteklemek amaçlı “Sabit K ve L noktaları arasında gerilmiş olan yay üzerinde X ve Y atmaları oluşturuluyor. Şekildeki oklar atmaların $t=0$ anında buldukları noktadaki titreşim yönünü belirtmektedir. Atmaların t saniyede bir bölme hareket ettikleri bilindiğinde, 6t’lik süre sonunda atmaların durumu nasıl olur? Açıklayınız.” sorusu yarı yapılandırılmış sorular içerisinde yöneltilmiştir (Şekil 27).



Şekil 27. Altıncı yarı yapılandırılmış soru görseli.

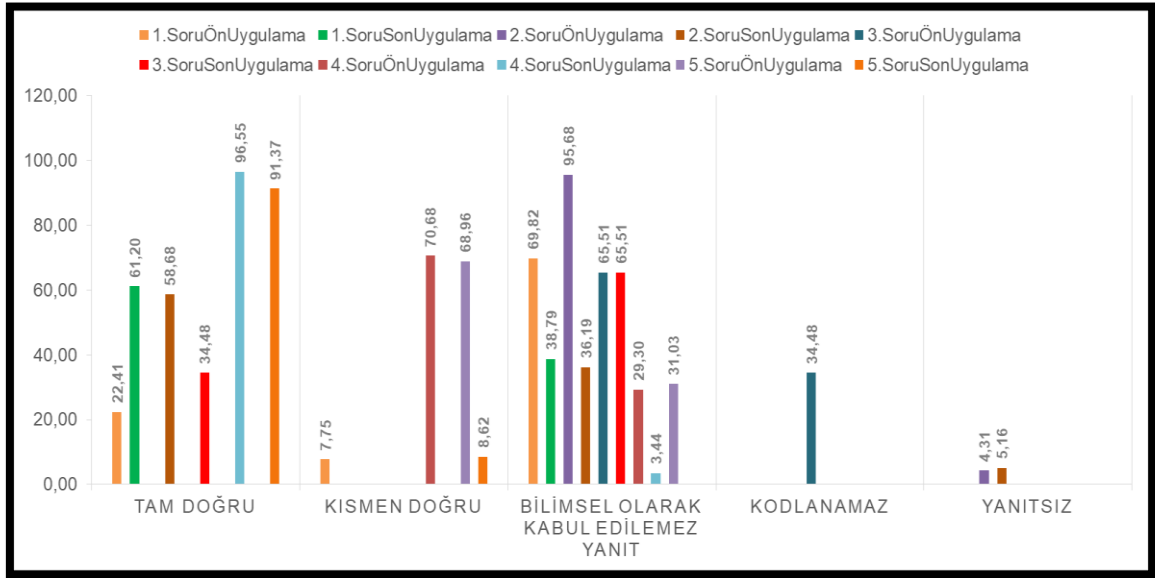
Öğrencilerin ön uygulamada %30,76’sı ve son uygulamada %84,61’i soruyu doğru yanıtlamışlardır. Öğrenciler “Son durumda Y baş yukarı, X baş aşağı halde aynı hizalarında oluyorlar. Atmaların sadece yönleri değişmiş oluyor ve aralarında yine dört birim mesafe kalıyor.” ifadesini kullanmışlardır.

Bu soruya yanlış yanıt veren öğrenciler ise aşağıdaki ifadeleri kullanmışlardır:

Kaan: X ve Y atmaları ilerlerken bir baş aşağı bir baş yukarı dalga hareketi yaparlar. Sonuçta sabit uca geldiklerinde hangi yöndeyseler ters dönerek yansırar ama bu şekilde sürekli bu hareketi yapacaklarından enerjileri gittikçe azalır ve en son sönümlenerek ikisi de düz çizgi haline gelir.

Merve: Son durumda Y baş yukarı, X baş aşağı halde olurlar ve bu iki atma birbirini sönümlendirirler.

Araştırmada dalgalar kavramsal anlama formundaki yay dalgaları ile ilgili olan soruların genel bir karşılaştırması yapılmıştır. Burada öğrencilerin yanıtları her bir sorunun ön ve son uygulaması ile birlikte ele alınmış ve bunların kategorilerdeki değişimleri incelenmiştir. Aynı zamanda bunun gösterimi Şekil 28'de yer alan karşılaştırma grafiği aracılığıyla sunulmuştur.



Şekil 28. Yay dalgaları ile ilgili sorulara ilişkin karşılaştırma grafiği.

Grafik incelendiğinde, öğrencilerin son uygulamada daha başarılı olduğu görülmektedir. Öğrenciler son uygulamada en fazla üçüncü soruda sorun yaşamıştır. Ayrıca üçüncü soruyu da birinci ve ikinci soru takip etmiştir. Ancak genel olarak öğrencilerin ön uygulamalardaki yanıtları ile son uygulamalardaki yanıtları arasında olumlu yönde bir fark olduğu söylenebilir.

Su Dalgaları

Araştırmanın “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir?”, “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir?” ve “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişim nasıldır?” problem cümleleri bu bölümde sadece su dalgaları analizlerine yer verilecek şekilde ele alınmıştır. Su dalgalarına ilişkin bulgular aşağıda yer almaktadır.

Dalgalar konusu içerisinde yer alan su dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına ilişkin bulgular. Araştırmacı, su dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline yönelik alanyazından yararlanarak hazırlanmış olduğu uygulama etkinliklerini komite üyeleri ile paylaşmıştır ve komitenin incelemesi sonucu eylem planlarına ve ders etkinliklerine son şekil verilerek uygulamasına geçilmiştir. Su dalgalarına yönelik ise toplamda iki uygulama etkinliği bulunmaktadır.

Üçüncü etkinlik öğrencilere 27-28 Şubat 2018 tarihlerinde uygulanmıştır. Üçüncü etkinlik toplamda 2 ders saati yani 80’ sürmüştür. Üçüncü etkinliğin ilgi uyandırma basamağına öğretmen, dikkat çekici bir soru “Tsunami olayını biliyor musunuz?” ile başlamıştır. Bu esnada tsunami olayına yönelik birkaç görsel akıllı tahtaya yansıtılmıştır (Şekil 29).



Şekil 29. Tsunami görselleri.

Öğrenciler tsunami ile depremin bağlantısından bahsederken, öğretmen “Tsunami olması için neler gerekir?” sorusunu yöneltmiştir. Öğrenciler suyun

altındaki olan olaylar sonucunda su dalgalarının büyüdüğünü ve şehirleri su basabilecek duruma kadar gelebildiğini ifade etmişlerdir. Bunun üzerine sınıfta tsunami ile ilgili bir simülasyon gösterisi izlenmiştir. Öğretmen bu simülasyonun ardından dalga hareketleri ve dalganın ilerleme yönü ile ilgili öğrencilerle diyalog kurmuştur:

Öğrt: Sizce dalganın ilerleme yönü nasıldır?

Sarp: Hocam dalgalar kıyıya doğru ilerliyor.

Tamer: Hocam doğrusal ilerliyor.

Öğrt: Evet, Tamer'in dediğine yoğunlaşırsak dalga boyu ne oluyor peki?

Can: Dalgalar sıklaşıyor, küçülür mü?

Arzu: Hayır Can, baksana dalgalar büyüyerek geliyor yani dalga boyu artar.

Öğrt: Dalga hızı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

Doruk: Dalga boyu ile hatırladığım fomülden doğru orantılı olarak çıkıyor.

Arzu: Bencede o zaman dalga boyu artıyor ve dalganın hızıda artıyor.

Bu diyalogların ardına öğretmen sınıfta bir hikâye anlatmıştır ve “Şimdi hayal edin havalar ısınmış ve hep birlikte Mogan gölüne geziye gidiyoruz. Gezide iki arkadaşınız şakalaşırken bir talihsizlik oluyor ve iki arkadaştan birinin telefonu göle düşüyor. Şimdi telefon göle düştüğünde suda nasıl bir dalga hareketi olacaktır?” sorusunu öğrencilere yönlendirmiştir. Öğrenciler bu konuyla ilgili aşağıdaki şekilde görüşlerini ifade etmişlerdir:

Ali: Hocam taş atmakla aynı yukarı doğru su fışkırır, telefon dibe çöker.

Fatma: Hocam telefonun düştüğü yerden itibaren dairesel dalgalar oluşur.

Ceylan: Fatma'ya katılıyorum hocam birde telefonun düştüğü yerden itibaren oluşan dairesel dalgalar büyüyerek dışa doğru yayılır.

Öğretmen yine konuya yönelik bir video izlettirmiştir ve öğrencilerin su dalgalarının doğrusal ve dairesel bir şekilde hareket edebileceği yönünde farkındalıklarının oluşmasını istemiştir.

Keşfetme basamağında öğrenciler gruplara ayrılmış ve öğretmen tarafından fısıltı grupları oluşturulmuştur (Şekil 30).



Şekil 30. Fısıltı gruplarına ait görsel.

Her gruba etkinlik kağıdı dağıtılmıştır (EK-L). Öğrencilerden etkinlik kağıdında bulunan sorulara grupça yanıt bulmaları istenmiş ve öğrencilere belirli süre tanınmıştır. Süre sonunda grup sözcüleri grubunun yanıtını sınıftaki diğer arkadaşları ile paylaşmışlardır. Bazı grupların ifadelerine aşağıda yer verilmiştir.

Grup 2: Doğrusal dalgaların yandan görünüşü çizgi şeklinde görülür iken, dairesel dalgalar yuvarlak halkalar şeklinde görülür.

Grup 4: Doğrusal dalgalar düz engele çarptığında aynen geri yansır, ancak dairesel dalgalar çukur dalga halinde giderken tümsek dalga halinde geri döner.

Grup 7: Doğrusal su dalgaları parabolik engele çarparsa parabolik engelin şeklini alarak yansır. Dairesel su dalgaları parabolik engele çarpıp ve aynı şekilde parabolik yansır.

Bir gruba ait örnek etkinlik kâğıdının yanıtlanmış hali aşağıda bulunmaktadır (Şekil 31, Şekil 32, Şekil 33).

1. Az önce tsunami ve telefonun göle düşürülmesi olayında su dalgalarının hareketini gözlemlediniz. Peki doğrusal ve dairesel su dalgalarının ilerlemesi esnasında dalgaların yandan görünüşü sizce nasıl olur?

tsunami dairesel su dalgasında yandan görünüşü düz yatırıktır. doğrusal su dalgasında yandan görünüşü dalgalar halinde dir.

2. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının **düzlem** bir engele çarpması sonucunda sizce nasıl bir görüntü ortaya çıkar? Çizerek açıklayınız.

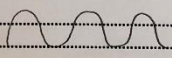

Gelis açısına göre dik gelirse gömde-ildiği gibi gelir. Eger yatırıktır giderilirse ters yönde giderilir. Paravate pınarlarınca dairesel gelir.

3. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının **parabolik (tümsek ve çukur engel)** bir engele çarpması sonucunda sizce nasıl bir görüntü ortaya çıkar? Çizerek açıklayınız.

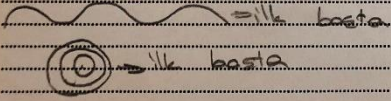
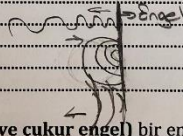
(Hand-drawn diagram showing a parabolic wave reflecting off a curved surface, with the reflected wave forming a parabolic shape.)

Şekil 31. Grup 2'nin etkinlik kâğıdı.

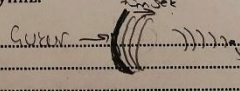
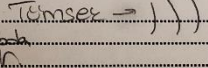
1. Az önce tsunami ve telefonun göle düşürülmesi olayında su dalgalarının hareketini gözlemlediniz. Peki doğrusal ve dairesel su dalgalarının ilerlemesi esnasında dalgaların yandan görünüşü sizce nasıl olur?

Tsunami →  Telfon → 

2. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının **düzlem** bir engele çarpması sonucunda sizce nasıl bir görüntü ortaya çıkar? Çizerek açıklayınız.

3. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının **parabolik (tümsek ve çukur engel)** bir engele çarpması sonucunda sizce nasıl bir görüntü ortaya çıkar? Çizerek açıklayınız.

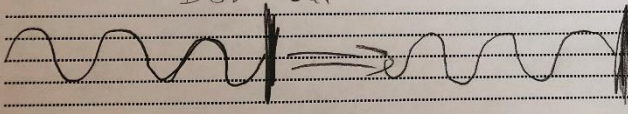
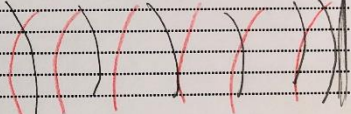
 

Şekil 32. Grup 4'ün etkinlik kâğıdı.

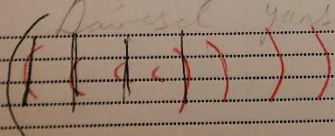
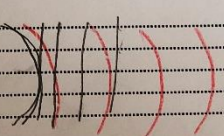
1. Az önce tsunami ve telefonun göle düşürülmesi olayında su dalgalarının hareketini gözlemlediniz. Peki doğrusal ve dairesel su dalgalarının ilerlemesi esnasında dalgaların yandan görünüşü sizce nasıl olur?

Dairesel dalgalar ağız şeklinde gözükür. Doğrusalında dalga şekilleri görürüz.

2. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının **düzlem** bir engele çarpması sonucunda sizce nasıl bir görüntü ortaya çıkar? Çizerek açıklayınız.

Doğrusal  Dairesel 

3. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının **parabolik (tümsek ve çukur engel)** bir engele çarpması sonucunda sizce nasıl bir görüntü ortaya çıkar? Çizerek açıklayınız.

Şekil 33. Grup 7'nin etkinlik kâğıdı.

Bu etkinlik ile öğrenciler su dalgalarının hareketini, ilerleme yönünü, dalga tepesi ve çukurunu, düzlem ve parabolik engellerden yansımaları keşfetmeye başlamışlardır.

Açıklama basamağında öncelikle öğretmen keşfetme basamağında öğrencilerin görüş belirttiği kavramları sözel olarak açıklamıştır. Sonra su dalgalarına yönelik üç boyutlu görseller tahtaya yansıtılmış ve üzerinden

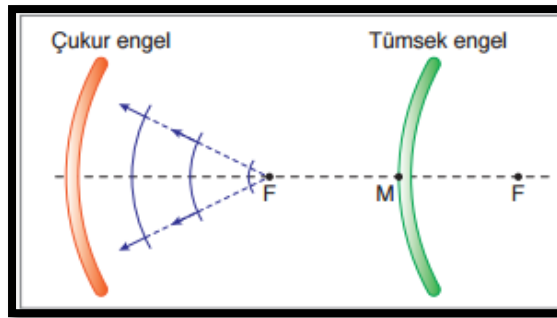
açıklamalar devam etmiştir. Günlük hayattan ise, uçaktan denize baktığımızda belirli yerlerin koyu, belirli yerlerin açık renk olduğunu ve koyu renklerin dalga çukuru, açık renklerinde dalga tepesi olduğu gibi örneklere ders içerisinde yer verilmiştir. Bu anlatımların desteklemesi amacıyla simülasyonlar akıllı tahtada açılmıştır. Öğrencilerin simülasyonları dikkatlice izlediği bir görsele Şekil 34'de yer verilmiştir.



Şekil 34. Öğrencilerin simülasyonu izledikleri ana yönelik görsel.

Son olarak öğretmen diğer bir kazanım olan su dalgalarının düzlem ve parabolik engelden yansımalarını ise simülasyonlar, videolar üzerinde görsellikle açıklamıştır.

Derinleştirme basamağında öğrencilere iki soru sorulmuştur; “Şimdi su dalgalarını incelemek amaçlı kullanılan bir dalga leğeni düşünün. Derinliğin sabit olduğu su dolu bir dalga leğeninde çukur bir engelin odak noktasından dairesel dalgalar üretiliyor. Bu dalgalar öncelikle çukur sonra tümsek engelden yansıdıktan sonra nasıl yayılır?” (Şekil 35) ve “Aynı soru üzerinde düşünersek, dairesel dalgaların bu kez tümsek aynanın odak noktasından üretildiği varsayılıyor. Bu durumda önce tümsek sonra çukur aynadan yansıdıktan sonra dalgalar nasıl yayılır?”



Şekil 35. Çukur bir engelin odak noktasından üretilen dairesel dalgalar görseli.

Öğrenciler soruları yanıtlamak için parmak kaldırmış ve tahtaya çıkarak çizim yaparak soruyu yanıtlamışlardır. Soruları yanıtlamak için gönüllü olan öğrenciler arasından beş kişiye sırayla öğretmen tarafından söz verilmiştir. Bu öğrenciler birbirlerinin eksiklerini ve birbirlerinin fikirlerine katılıp, katılmadıkları noktaları da belirtmişlerdir. Kendinden emin olmayarak tahtaya çıkmak istemeyen öğrenciler ise arkadaşlarını dinlemeyi tercih etmişlerdir.

Değerlendirme basamağında tüm öğrencileri sürece katmak isteyen öğretmen bir oyun oynayacaklarını belirtmiştir. Öğretmen hazırlamış olduğu oyun kartlarını çıkarmıştır. Öğrencileri gruplara ayırmış ve oyun kartlarının yarısı üzerinde görsellerin ve diğer yarısında yazılı ifadelerin olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerden yazılı ve görsel ifadeleri eşleştirmeleri gerektiğini söylemiş ve her gruba aynı şekilde hazırlanmış olan kartları dağıtmıştır. Yanlış eşleştirme yapan öğrencilerin sırasını yanındaki arkadaşına vereceği ve doğru eşleştirme yapan öğrencinin ise eş bulma şansının devam edeceği hatırlatılmıştır. Kartlarda yer alan yazılı ifadeler aşağıda yer almaktadır.

- Doğrusal su dalgası
- Dairesel su dalgası
- Dalga tepesi
- Dalga çukuru
- Doğrusal bir su dalgasının düzlem bir engele çarpması
- Doğrusal bir su dalgasının tümsek bir engele çarpması
- Doğrusal bir su dalgasının çukur bir engele çarpması
- Dairesel bir su dalgasının düzlem bir engele çarpması
- Dairesel bir su dalgasının tümsek bir engele çarpması
- Dairesel bir su dalgasının çukur bir engele çarpması

Bu kapsamda öğretmen etkinlik süresince öğretimini gerçekleştirdiği kavramların değerlendirmesini eğitsel bir oyun ile gerçekleştirmiştir. Bu etkinliğe yönelik araştırmacı ve öğrenci günlüğünden ifadelere aşağıda yer verilmiştir:

AG: "Öğrenciler bu etkinlikte çok aktiftiler. Grup çalışmalarının ve eğitsel oyunların onları derse daha motive ettiği fark edildi. Grup çalışmalarında kendi

aralarında da sorular üzerinde düşünüp tartıştılar. Simülasyonları kendi verdikleri yanıtlara ulaşabilmek için dikkatlice izlediler ve yorum yaptılar. Ayrıca eğitsel oyun esnasında çok mutlu ve heyecanlı görünüyorlardı.”

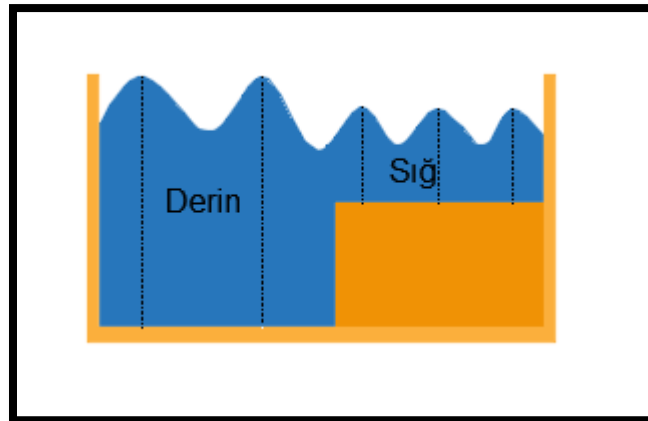
“Sevgili günlüğüm,

Bugün grup çalışmasında bulduğumuz yanıtların doğru çıkmasını çok istemiştim. Grupça sorular üzerine çok yoğunlaştık. Ancak soruların hepsini bilemedik. Simülasyonda izlediğimde hatalarımızı anladım, sonra tekrardan hocamızda anlattı. Eğlenceli ve akıcı bir ders oldu.” (Kerem)

“Sevgili günlüğüm,

Bugün sadece oynadığımız oyundan bahsetmek istiyorum. Oyun oynarken aşırı eğlendim ve konuyu daha iyi kavradım. Keşke her ders hep böyle eğitsel oyunlar oynayabilsek...” (Hakan)

Dördüncü etkinlik öğrencilere 6 Mart 2018 ve 14 Mart 2018 tarihlerinde uygulanmıştır. Etkinlik toplamda 2 ders saati yani 80’ sürmüştür. Araştırmadaki dördüncü etkinliğin ilgi uyandırma basamağında, öğrencilere yaz mevsiminin geldiği ve denize gittikleri düşündürülmüştür. Sonra öğretmen denize girerken sığ bölgelerde dalgaların bizi zorladığı suratımıza sürekli çarptığını ama derinlere gittikçe bunun olmadığı hatta dalga üzerinden zıplanarak eğlenilebildiği söylenmiştir. Bu noktada öğrencilere “Sığ bölgede dalgaların suratımıza sık çarpmasının ancak derinlerde bu durumla karşılaşılmasının sebebinin dalganın hangi özelliği ile ilgili olabileceğini düşündünüz mü?” sorusu yöneltilmiştir ve aşağıdaki görsel gösterilmiştir (Şekil 36).



Şekil 36. Su dalgalarının sığ ve derin bölgelerdeki görseli.

Öğrenciler bu konuya yönelik sınıf ortamında öğretmene aşağıdaki yanıtları vermişlerdir:

Fırat: Kıyıda rüzgâr daha etkili oluyor hocam. Bu nedenle dalgalar sıklaşıyor ve sığ bölgede dalgalar suratımıza sık sık çarpıyor.

Öğrt: Kıyıda o zaman dalganın hızı daha mı fazladır?

Fırat: Evet, hocam.

Öğrt: Dalga boyu nasıl olur arkadaşlar?

Sevgi: Hocam görselden küçüldüğünü söyleyebilirim.

Öğrt: Dalga boyu azalırken, dalganın hızı artabilir mi?

Korhan: Olamaz ya, dalga hızıyla dalga boyu doğru orantılıdır.

Öğrt: Dalganın frekansı ve periyodu nasıl olur?

Sevgi: Bir fikrim yok hocam.

Öğrt: Atmalardan düşünün frekans neye bağlıydı?

Sevgi: Kaynağa bağlıydı.

Öğrt: Su dalgalarında bu değişir mi o zaman?

Sevgi: Değişmez, o halde frekans ve periyot sabittir.

Öğretmen ve öğrenciler arasında geçen diyalog esnasında öğretmen öğrencilerden dalganın hızı, dalga boyu, dalganın frekansı ya da periyodu ile ilgili yanıtlar alabilmek için öğrencilere rehberlik etmiştir. Sonra öğrencilere konuya ilişkin bir simülasyon izlettirmiştir.

Keşfetme basamağında öğrencilere “ ‘Stroboskop’ kelimesini hiç duydunuz mu?” sorusu sorulmuştur. Stroboskopun fotoğrafı öğrencilere gösterilmiştir (*Şekil 37*) ve çalışma prensibine ilişkin öğrencilere hemen bir simülasyon izlettirilmiştir.



Şekil 37. Stroboskop görseli.

Sonra öğrencilere stroboskopa ilgili ne bildikleri, su dalgalarının hangi özelliklerinin belirlenebileceği sorulmuş ve simülasyondan akıllarında kalan bilgilerin öğrenilmesi istenmiştir:

Yiğit: Üzerinde yarıkları olan çembersel bir materyaldir.

Anıl: Su dalgalarının tepe ya da çukurları stroboskopun yarıklarına denk geldiğinde dalga duruyormuş gibi görünür. Stroboskopun frekansı ile dalga frekansı o an eş oluyor. ($F_d = n \cdot F_s$) formüldeki n yarık sayısını ifade etmektedir.

Gözde: Aynı şekilde dalga ve stroboskopun arasındaki ilişkiden dalganın ileri ya da geri gittiğini de anlayabiliyoruz.

Öğrencilerin yanıtlarının ardından açıklama basamağında dersin başında sorulan sorular tekrar yöneltilmiştir. Bu noktada soru-cevap tekniğinden yararlanan öğretmen soruların yanıtlarını öğrencilerle birlikte aramıştır:

Öğrt: Sığ bölgelerde dalganın hızı ve dalga boyu nasıldır?

Salih: Sığ bölgelerde dalga hızı yavaşlar.

Zeki: Hocam hızı yavaşlıyorsa, dalga boyu da azalır.

Öğrt: Peki sığ bölgelerde dalganın frekansı ya da periyodu nasıl olur?

Canan: Frekans kaynağa bağlıydı. Kaynak değişmiyor, sabittir. Aynı şekilde derin bölgelerde de frekans sabittir.

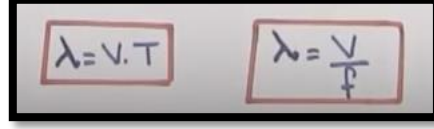
Fatma: Canan o zaman periyotta sabittir ve sana katılıyorum.

Öğrt: Derin bölgelerde dalganın hızı ve dalga boyu nasıl olur?

Ayşe: Sığ bölge için arkadaşlarımdan söylediğinin tam tersi olur, derin bölgelerde hız ve dalga boyu artar.

Öğrt: Dalga boyu ve hız arasındaki orantıyı hangi formüle dayandırıyoruz?

(Hakan koşarak tahtaya gider ve formülü yazar.)

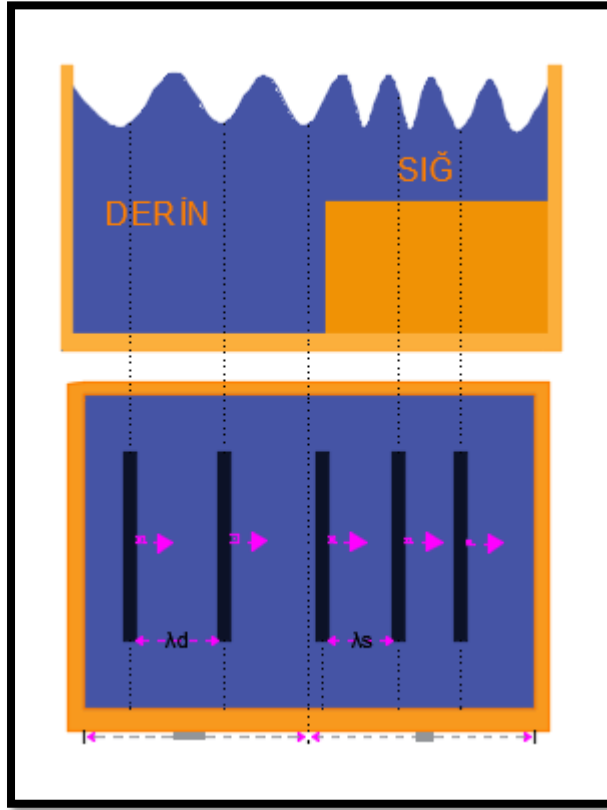

$$\lambda = v \cdot T$$
$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Şekil 38. Öğrencinin yazdığı formülün görseli.

Öğrt: Hakan çok teşekkür ederiz. Arkadaşlar dalga boyu ve dalga hızı doğru orantılıdır ve frekans sabittir.

(Öğretmen tahtaya bir görsel yansıtır ve görselle ilgili soru sorar)

Öğrt: Bu görsele bakarak ne söyleyebilirsiniz?

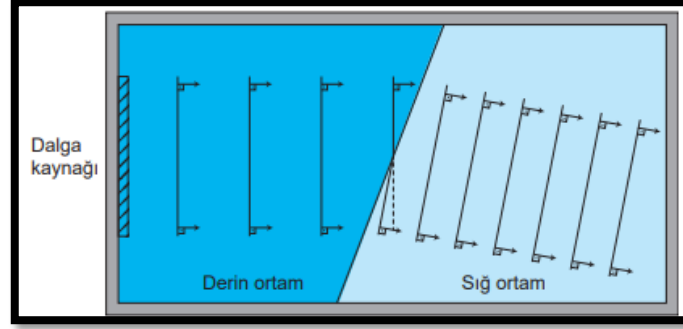


Şekil 39. Öğretmen'in tahtaya yansıttığı görsel.

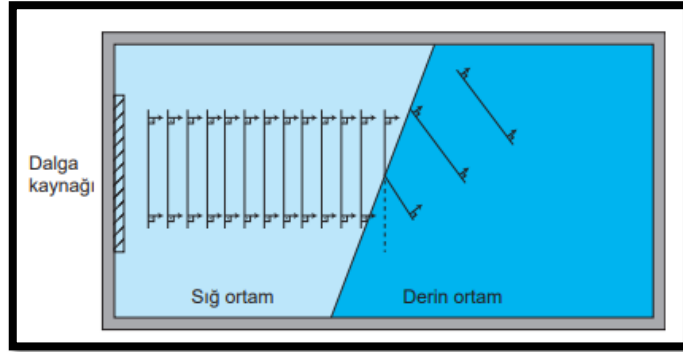
Vedat: Hocam su dalgaları derinden sığ bölgeye gidiyor, dalga boyu azalıyor ve dalganın hızı da azalıyor.

Öğretmen öğrencilerden istedikleri yanıtları aldıktan sonra derin ortamdan

sıg ortama geçen bir dalganın ara kesite paralel gelmediği durumlarda dalganın ikinci ortamdaki ilerleme doğrultusunun deđiŖeceđini ifade etmiŖtir. Derin ortamdan sıg ortama ve sıg ortamdan derin ortama geçen dalga gorselleri uzerinde ilgili açıklamalar geręekleŖtirilmiŖ ve oğrenciler sũrece dahil edilmiŖtir. Akıllı tahtaya aŖađıda yer alan gorseller yansıtılmıŖtır (Ŗekil 40, Ŗekil 41)

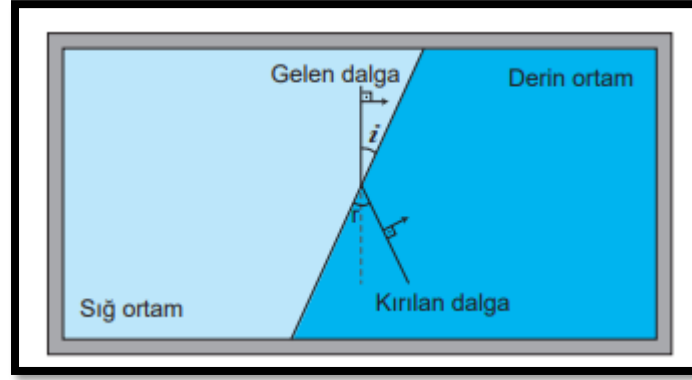


Ŗekil 40. Su dalgasının derin ortamdan sıg ortama geęiŖte ara kesite paralel gelmediği andaki ortam deđiŖim gorseli.



Ŗekil 41. Su dalgasının sıg ortamdan derin ortama geęiŖte ara kesite paralel gelmediği andaki ortam deđiŖim gorseli.

Bu noktada oğrenciler “Sıg ortama giren dalganın hızının kũęũleceđi, dalganın geride kalacağı ve dolayısıyla doğrultunun deđiŖeceđini ifade etmiŖlerdir.”. Oğretmen oğrencileri dinlemiŖtir ve bu olayın su dalgalarında kırılma olarak ele alındığını sũylemiŖtir. Derin ortamdan sıg ortama geçen dalganın da hızının artarak doğrultu deđiŖtirmiŖ olacağı yine oğrenciler tarafından dile getirilmiŖtir. Oğretmen bu olayı ıŖıkta olduğu gibi derin ortamdan sıg ortama girerken normale yaklaŖarak; sıg ortamdan derin ortama geçen dalgaların ise normalden uzaklaŖarak sapacağını belirtilmiŖtir (Ŗekil 42).



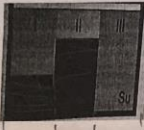
Şekil 42. Su dalgasının sığ ortamdan derin ortama geçişte geliş ve kırılma açısı görseli.

Bunların ardından öğretmen tekrar stroboskop kavramına dönmüş ve onunla ilgili bir video izlettirmiştir. Açıklama kısmını bitirmeden öncede bir soru tahtaya yazmıştır ve öğrencilerin çözmeleri için onlara zaman tanımıştır. “Frekansı $4s^{-1}$ olan dalga kaynağı periyodik dalgalar üretmektedir. Ardışık bir dalga tepesi ile dalga çukuru arasındaki uzaklık 2 cm olduğuna göre dalganın yayılma hızı kaç cm/s’dir?” sorusunu öğrenciler $v=\lambda.f$ formülünden yararlanarak hızlıca çözmüş ve gönüllü olan bir öğrenci tahtada soruyu çözmüştür.

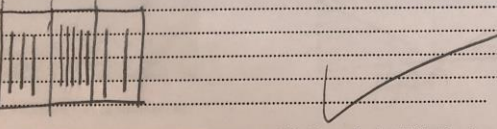
Öğretmen derinleştirme basamağında ‘tahmin et – gözle – açıkla’ tekniğinden yararlanılmıştır. Öğrencilerin problemlerin sonucuna ilişkin tahminlerde bulunmalarını ve onlara dağıtılan kâğıt üzerine tahminlerini yazmaları istemiştir. Gözlem aşamasında öğrencilere verilen problemlere ilişkin görselleri incelemelerini söylemiştir. Son olarak açıkla aşamasında ise öğrencilere tahminlerini ve gözlemlerini karşılaştırarak problem sonucuna ilişkin açıklamalar yapmalarını belirtmiştir (EK-M). Öğrencilerin yaptığı örnek “Tahmin et bakalım” formlarına aşağıda yer verilmiştir (Şekil 43, Şekil 44, Şekil 45, Şekil 46, Şekil 47, Şekil 48, Şekil 49, Şekil 50).

TAHMİN ET BAKALIM..

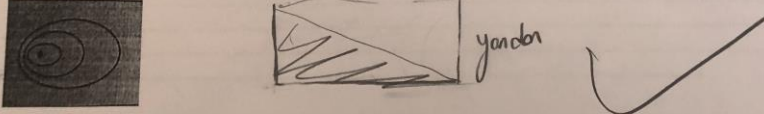
1. Düşey kesiti şekildedeki gibi olan bir kap su doludur. Doğrusal bir dalga kaynağı ile oluşturulan dalgaların üstten görünüşü sizce nasıl olmalıdır?



1. Problem için tahminleriniz:



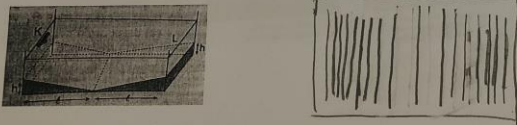
2. Bir kaptaki suya yukarıdan eşit aralıklarla su damlatıldığında oluşan dalgaların üstten görünümü şekildedeki gibidir. Buna göre kabın düşey kesitten görünümü sizce nasıldır?



2. Problem için tahminleriniz:

Şekil 43. Onur'un tahmin et bakalım formu-1.

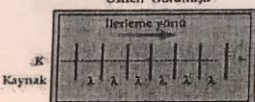
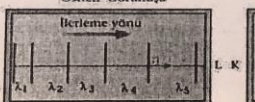
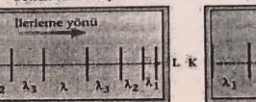
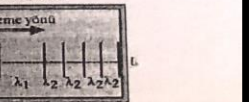
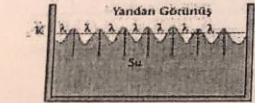
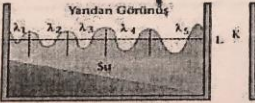

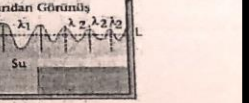
3. Şekildeki gibi derinliği değişen bir dalga leğeninde K-L arası periyodik dalgalar yayılmaktadır. Suyun yüzeyine yukarıdan bakan bir gözlemci, sizce dalgaları nasıl görür?



3. Problem için tahminleriniz:

Şekil 44. Onur'un tahmin et bakalım formu-2.

Gözele: Öğrencilerin tahminleri alındıktan sonra cevabı içinde barındıran görsel öğrencilere gösterilir.

| Üstten Görünüşü | Üstten Görünüşü | Üstten Görünüşü | Üstten Görünüşü |
|---|---|--|---|
|  <p>Kaynak</p> |  |  |  |
|  <p>Su</p> |  <p>Su</p> |  <p>Su</p> |  <p>Su</p> |
| Sabit derinlikte periyodik dalgalar | Artan derinlikte periyodik dalgalar | Önce artan sonra azalan derinlikte periyodik dalgalar | Derinlikçe farklı iki bölgede periyodik dalgalar |

Şekil 45. Onur'un tahmin et bakalım formu-3.

Açıkla: Öğrenciler tahminleri ile gözlem sonuçlarının eşleşip eşleşmediğini kontrol eder ve aşağıda yer alan soruları cevaplamaları istenir.

Görsel aracılığıyla problemlerin yanıtlarını gördünüz. Bu sonuçlar tahminleriniz ile uyum sağlıyor mu? Tahminlerinizde yanlışlık varsa bunun sebebi sizce ne olabilir?

1. Problem durumu:
Doğru

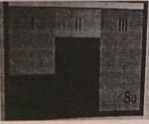
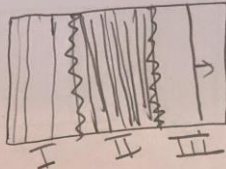
2. Problem durumu:
Doğru

3. Problem durumu:
Doğru

Şekil 46. Onur'un tahmin et bakalım formu-4.


TAHMİN ET BAKALIM..

1. Düşey kesiti şeklindeki gibi olan bir kap su doludur. Doğrusal bir dalga kaynağı ile oluşturulan dalgaların üstten görünüşü sizce nasıl olmalıdır?

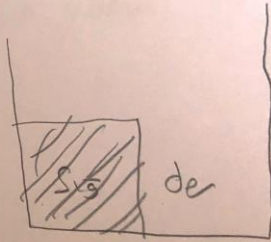
1. Problem için tahminleriniz:

2. Bir kaptaki suya yukarıdan eşit aralıklarla su damlatıldığında oluşan dalgaların üstten görünümü şeklindeki gibidir. Buna göre kabın düşey kesitten görünümü sizce nasıldır?




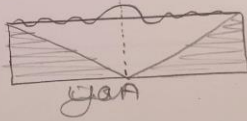
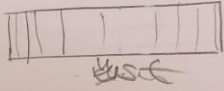
2. Problem için tahminleriniz:

Sağ taraf daha derin
Sol taraf daha sığ.



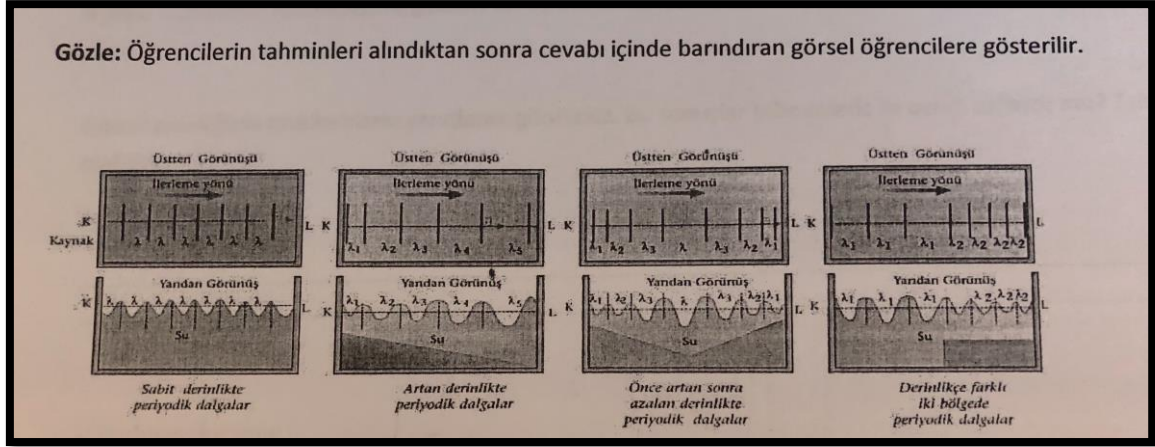
Şekil 47. Salih'in tahmin et bakalım formu-1.

3. Şekildeki gibi derinliği değişen bir dalga leğeninde K-L arası periyodik dalgalar yayılmaktadır. Suyun yüzeyine yukarıdan bakan bir gözlemci, sizce dalgaları nasıl görür?

3. Problem için tahminleriniz:

Şekil 48. Salih'in tahmin et bakalım formu-2.



Şekil 49. Salih'in tahmin et bakalım formu-3.

Açıkla: Öğrenciler tahminleri ile gözlem sonuçlarının eşleşip eşleşmediğini kontrol eder ve aşağıda yer alan soruları cevaplamaları istenir.

Görsel aracılığıyla problemlerin yanıtlarını gördünüz. Bu sonuçlar tahminleriniz ile uyum sağlıyor mu? Tahminlerinizde yanlışlık varsa bunun sebebi sizce ne olabilir? *Doğru hepsi*

1. Problem durumu:
.....
Doğru

2. Problem durumu:
.....
Doğru

3. Problem durumu:
.....
Doğru

Şekil 50. Salih'in tahmin et bakalım formu-4.

Öğrencilerin günlüklerinden yansıtılan birkaç ifade aşağıdadır:

“Sevgili günlüğüm,

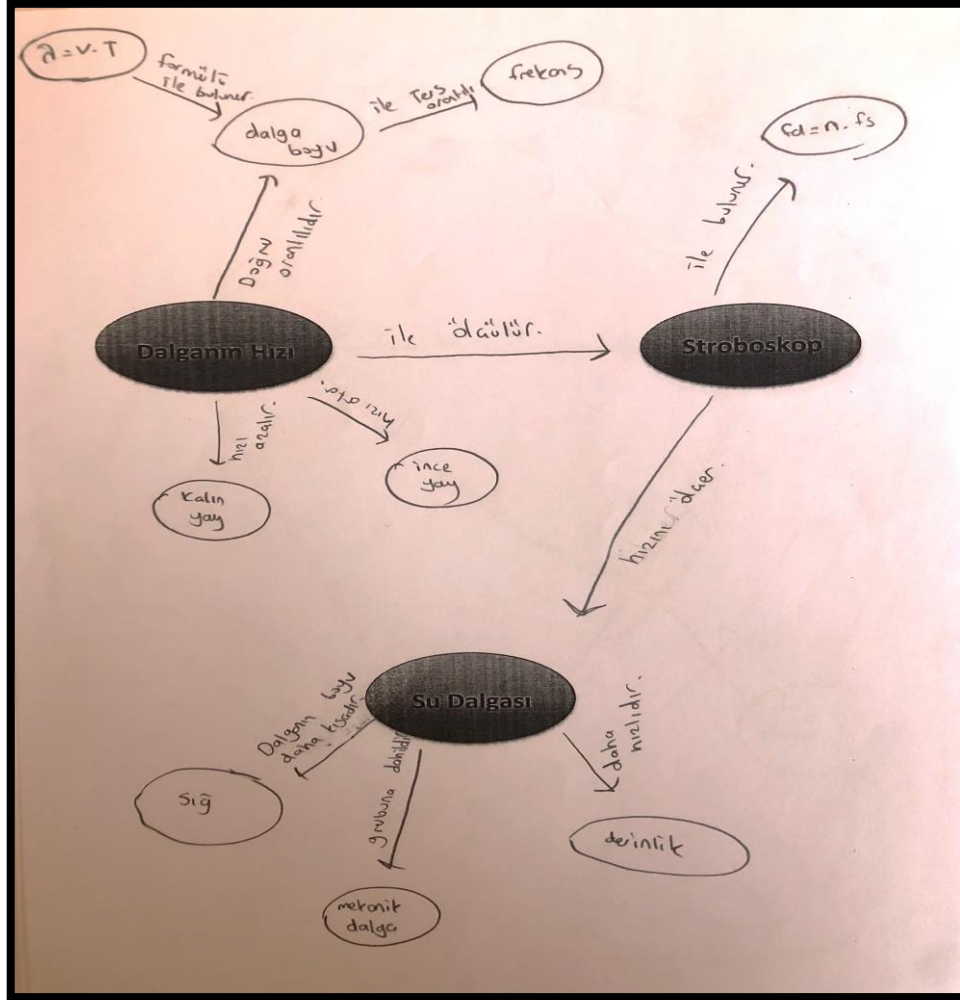
Bugün dalgalar konusunu önceden hiç görmediğim tarzda olan tahmin et – gözle – açıkla etkinlik kâğıtları ile işledik. Dersimiz gayet verimli geçti.” (Onur)

“Sevgili günlüğüm,

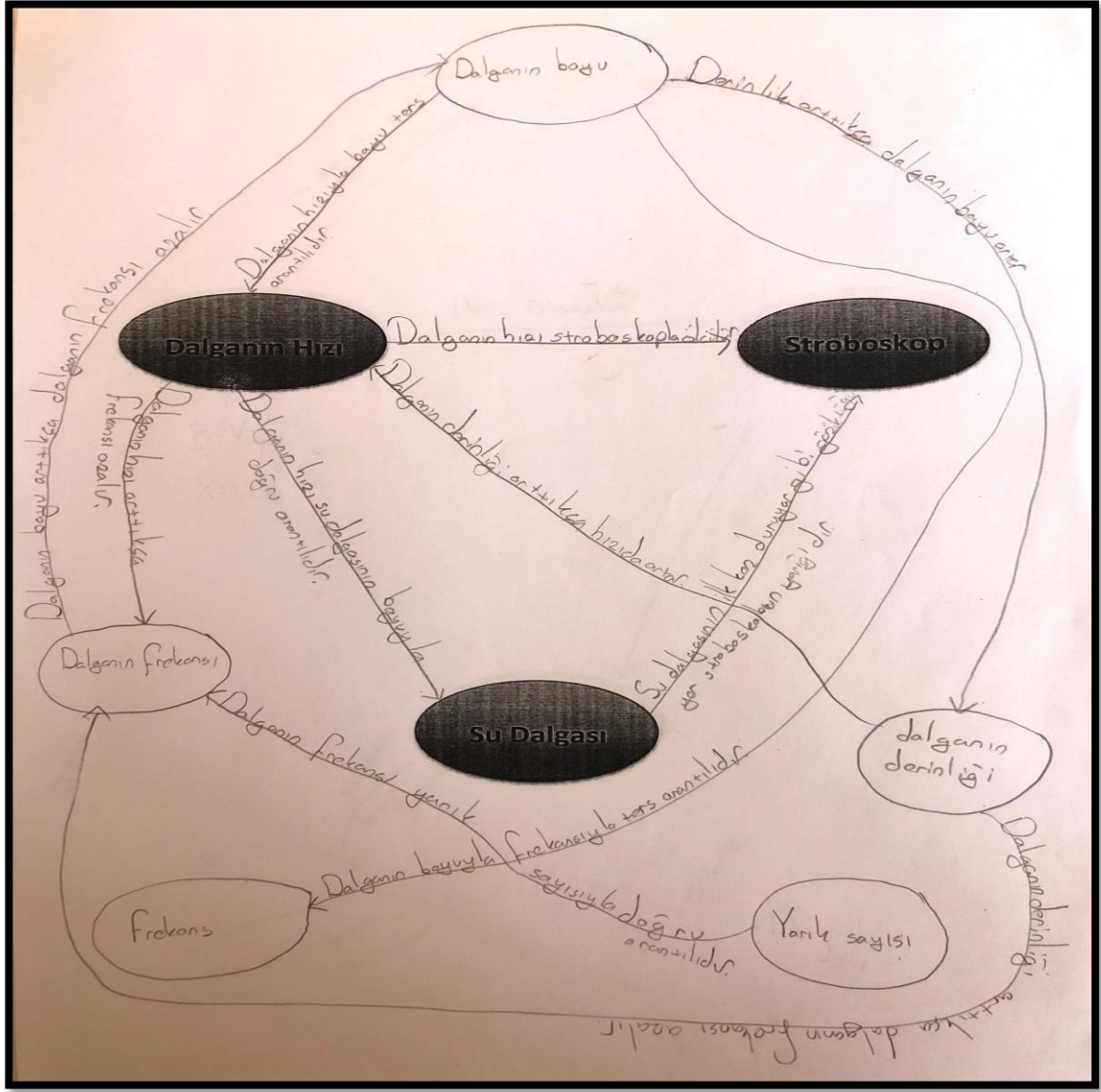
Bu derste yine görsellik ön plandaydı ve ben yine çok mutluydum. Sanırım fizik dersini artık seviyorum.”(Salih)

Değerlendirme basamağında öğretmen, öğrencilere üç kavram vermiştir ve bu üç kavramı kullanarak kavram haritası yapmalarını istemiştir. Ayrıca öğrenciler etkinlik öncesinde kavram haritasının oluşumu ile ilgili bilgilendirilmişlerdir.

Öğrencilere verilen kavramlar; Su dalgası, stroboskop ve dalganın hızı'dır. Öğrencilere ait bazı kavram haritaları aşağıda bulunmaktadır (Şekil 51, Şekil 52). Kavram haritalarında bazı hataların olduğu da dikkat çekmektedir.



Şekil 51. Cansu'nun kavram haritası.



Şekil 52. Akın'ın kavram haritası.

Kavram haritalarına yönelik öğrenci ve bu etkinliğe yönelik araştırmacı günlüğündeki ifadeler aşağıda bulunmaktadır:

“Sevgili günlüğüm,

Kavram haritası çizmek hiç kolay iş değilmiş. Ama tüm dikkatimi verip çizdiğimde konuyu cidden anladığımı anlamış oldum. Çünkü konuya hâkim olmadan kavram haritası çizmek imkânsız olurdu.”(Akın)

“Sevgili günlüğüm,

Kavram haritası ile öğrendiklerimi pekiştirmiş oldum.”(Cansu)

AG: “Öğrenciler bugün öğretmene etkinliklerde takıldıkları yerleri sordular. Öğretmenle öğrenciler ders içerisinde sürekli diyalog içindelerdi. Öğrenciler en fazla zamanı kavram haritasında harcadılar. Öğrenciler kavram haritası oluşturma etkinliğini 15 dakika boyunca sessizce yaptılar. Derse yönelik merak ve sorular çok fazlaydı. Bu etkinliğinde öğrenciler için faydalı olduğu söylenebilir.”

Dalgalar konusu içerisinde yer alan su dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasında öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve kavramsal anlamalarındaki değişimine ilişkin bulgular. Bu bölümde öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini ve kavramsal anlamalarındaki değişimi belirleyebilmek amacıyla, dalgalar kavramsal anlama formu ve bu forma yönelik düzenlenmiş olan yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır. Su dalgaları ile ilgili dalgalar kavramsal anlama formunda yer alan 6., 7., 8., 9., 10., 11. ve 12. soruların; dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik yarı yapılandırılmış görüşme sorularından da 7., 8., 9., 10., 11. ve 12. soruların hazırlanan rubrikler çerçevesindeki analizine aşağıda yer verilmiştir. Ön ve son uygulama olarak gerçekleştirilen formlara ait veriler ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Dalgalar kavramsal anlama formunda “Arkadaşlarınızla beraber televizyon izlerken bir programda tatil köyündeki eğlencelere denk geldiniz. Programda bir animator çocukları eğlendirmek için dalga havuzunda periyodik dalgalar oluşturmaya başlamıştır. Bu dalgaların oluşumu sizce nasıl olur? Çizerek açıklayınız.” altıncı sorunun a seçeneğinde, “Daha sonra sadece bir kişinin havuza atladığı görülmektedir. Burada sizce dalga oluşumu nasıl olmaktadır? Çizerek açıklayınız.” b seçeneğinde, “Etkinlik esnasında çocukların havuza atlama zamanı ile havuzda dalgaların oluşumu arasında sizce bir ilişki olabilir mi? Açıklayınız.” c seçeneğinde ve “Havuzda meydana gelen şekil değişimleri su aracılığıyla sizce nasıl havuzun diğer bölümlerine ulaşıyor? Açıklayınız.” d seçeneğinde öğrencilere yöneltmiştir. Öğrencilerin yanıtları Tablo 21’de bulunmaktadır.

Tablo 21

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Altıncı Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | Doğrusal su dalgaları oluşur. | 42 | 72,41 | 49 | 84,48 |
| | a seçeneği | | | | |
| | Dairesel su dalgaları oluşur. | 48 | 82,75 | 56 | 96,55 |
| | b seçeneği | | | | |
| | c seçeneği İlişki vardır, çocukların suya atladıkları an sudaki dalga oluşumu sıklaşır ve dalga boyu kısalır. | - | - | 55 | 94,82 |
| | d seçeneği Dalgalar aracılığıyla havuzun her yerine su molekülleri titreşerek ulaşılır. | 45 | 77,58 | 55 | 94,82 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | c seçeneği İlişki vardır, çocukların suya atladıkları an sudaki dalga oluşumu sıklaşır. | 46 | 79,31 | - | - |
| | a seçeneği Dairesel su dalgaları oluşur. | 16 | 27,58 | 5 | 8,62 |
| | b seçeneği Doğrusal su dalgaları oluşur. | 10 | 17,24 | 2 | 3,44 |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | a seçeneği Dairesel su dalgaları oluşur. | | | | |
| | b seçeneği Doğrusal su dalgaları oluşur. | | | | |

| | | | | | | |
|---------------------|------------|--|----|-------|----|------|
| | c seçeneği | Çocukların havuza atlama zamanı ile dalgaların oluşumu arasında bir ilişki yoktur. | 12 | 20,68 | - | - |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | | - | - | - | - |
| | a seçeneği | | - | - | 4 | 6,89 |
| d. Yanıtsız | b seçeneği | | - | - | - | - |
| | c seçeneği | | - | - | 3 | 5,17 |
| | d seçeneği | | 13 | 22,41 | 3 | 5,17 |
| | a seçeneği | | 58 | 100 | 58 | 100 |
| | b seçeneği | | 58 | 100 | 58 | 100 |
| Toplam | c seçeneği | | 58 | 100 | 58 | 100 |
| | d seçeneği | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Öğrenciler sorunun a ve b seçeneğinde doğrusal ve dairesel su dalgalarını ve bu dalgaların üstten görünüşünü, ilerleme yönünü ve dalga tepesi ile çukurunu çizmişlerdir. Doğrusal su dalgaları, dalga leğenlerinin su yüzeyine bir cetvel veya bir silindir değiştirildiğinde gözlenebilmektedir. Dairesel su dalgalarında suya sivri bir ucun değiştirilmesi ile oluşmaktadır. Öğrencilerin çok az bir kısmının (%44,82, %12,06) doğrusal su dalgaları ile dairesel su dalgaları arasındaki farkı bilmedikleri ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak su dalgaları doğrusal ve dairesel olmak üzere iki çeşittir. Su dalgalarının tepe ve çukur noktaları bulunmakta ve dalgalar dalga

tepelerine dik olarak ilerlemektedirler. Öğrencilerin c seçeneğine yönelik ise ön uygulamada eksik yanıt verdikleri, ancak son uygulamada eksiklerini tamamlayabildikleri söylenebilir. Çünkü bir ortamda dalga oluşabilmesi için mutlaka bir dalga kaynağına ihtiyaç olduğu bilinmektedir. Soruda da havuzda su dalgaları oluşturan havuza atlayan kişilerdir. Bu kişilerin havuza art arda atlama süreleri sıklaştıkça, dalgaların sıklaştığı ve dolayısıyla üretilen dalga sayısının artacağı, dalga boyunun kısılacacağı söylenebilir. Bunların yanında sorunun d seçeneğine yanıt veren öğrencilerin tamamının doğru yanıt verdiği görülmektedir (%86,20). Öğrenciler havuza atlayarak oluşan titreşimlerin havuzun kenarına doğru yayılacağını ve titreşimlerin su molekülleri tarafından iletilerek dalga hareketi oluştuğunu ifade etmişlerdir.

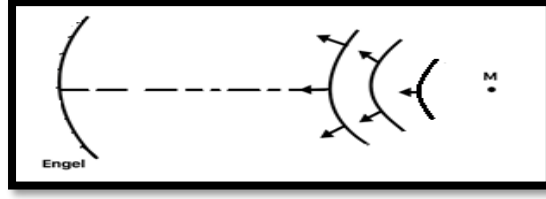
Bu sorunun ardından dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları içerisinde bulunan “Su yüzeyinde oluşan su dalgalarının sizce ilerleme yönü nasıldır? Açıklayınız.” sorusu öğrencilere sorulmuştur. Öğrencileri %76,92’si son uygulamada doğru yanıtı verirken, ön uygulamada bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt veren öğrenci olmamıştır. Öğrencilerin ön uygulamada verdikleri yanıtlar aşağıdadır;

Hasan: Doğrusal dalgalar her yöne ilerlerken, dairesel dalgalar merkezden dışarı doğru halkalar halinde büyüyerek ilerler.

Sude: Doğrusal dalgalar kıyıya doğru ilerlerken, dairesel dalgalar merkezden dışarı doğru halkalar halinde büyüyerek ilerler.

Öğrencilerin su dalgalarının ilerleme yönleri ile ilgili sorun yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Çünkü doğrusal su dalgaları düz bir çubuğu suya değdirdiğimizde oluşmakta ve dalgalar bir doğrultuda eşit hızla yayılmaktadır. Dairesel su dalgaları ise noktasal bir kaynakla oluşmakta ve dalgalar her doğrultuda eşit hızla yayılmaktadır. Bilimsel olarak doğru yanıt veren öğrencilerde teorik olarak doğru olan ifadeleri son uygulamada dile getirmişlerdir.

Öğrencilere dalgalar kavramsal anlama formunda yedinci soru olarak “Küresel bir engelin merkezinden gönderilen dairesel atmaların engelden yansdıktan sonraki durumunu çizerek açıklayınız (Şekil 53) sorusu yöneltmiştir.

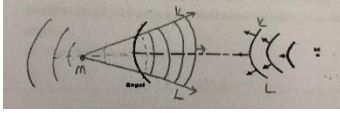
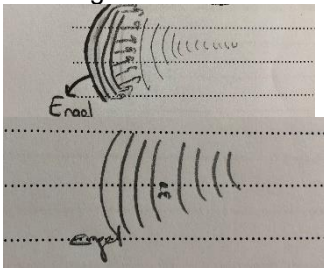


Şekil 53. Yedinci soruya yönelik görsel.

Öğrencilerin yedinci soruya ilişkin yanıtları Tablo 22’de yer almaktadır.

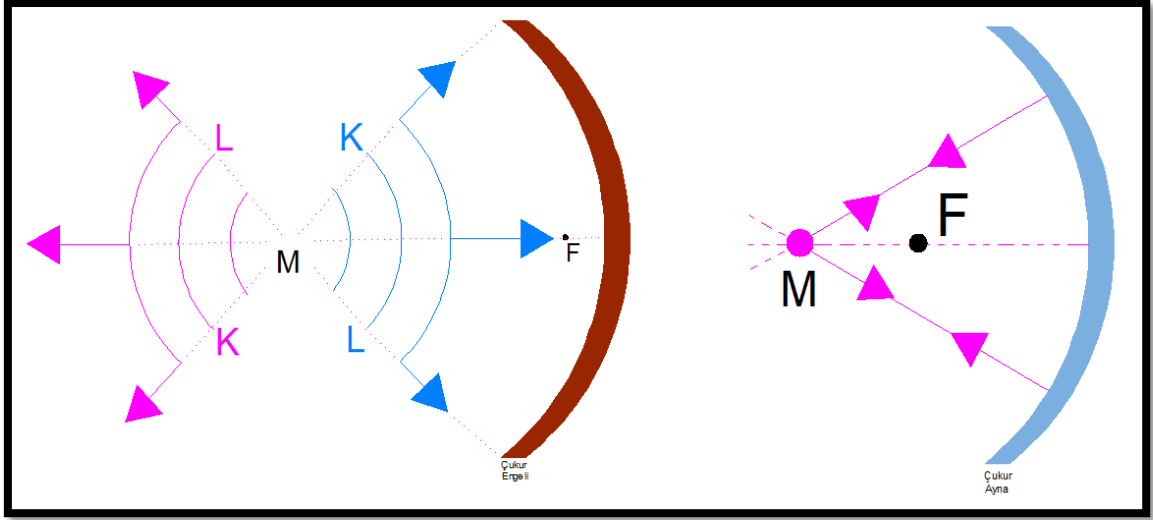
Tablo 22

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Yedinci Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | Engelden yansıdıktan sonra merkezde toplanır ve merkezden itibaren bombelik sağa doğru kavislenir.  | 31 | 53,44 | 44 | 75,86 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | Engelden yansıdıktan sonra merkezde toplanır ve merkezden itibaren bombelik sola doğru kavislenir.  | 26 | 44,82 | 8 | 13,79 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | - | - | - |
| d. Yanıtsız | | 1 | 1,72 | 6 | 10,34 |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

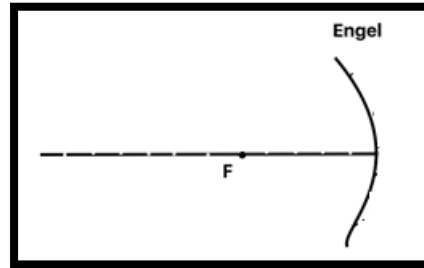
Öğrencilerin yanıtları incelendiğinde son uygulamada öğrencilerin çoğunluğunun (%75,86) soruya bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtını verdiği görülmektedir. Ancak ön uygulamada doğru yanıt veren öğrenciler kadar bilimsel olarak kabul edilemez yanıt veren öğrencilerinde olduğu dikkat çekmektedir. Bu öğrencilerin merkezde toplanan ışığın tekrar dağılmayacağını düşündükleri söylenebilir. Aslında parabolik engele merkezden gönderilen dairesel dalgalar,

dairesel dalgalar olarak yansır. Aynı zamanda kaynak merkezdeyse dalgalar çukur engelden yansdıktan sonra merkezde toplanacak şekilde yansımakta ve sonra merkezden dağılmaktadır. Yani görüntünün Şekil 54'de olduğu gibi olması beklenmektedir.



Şekil 54. Parabolik engelin merkezinden yansıyan dairesel atmlar.

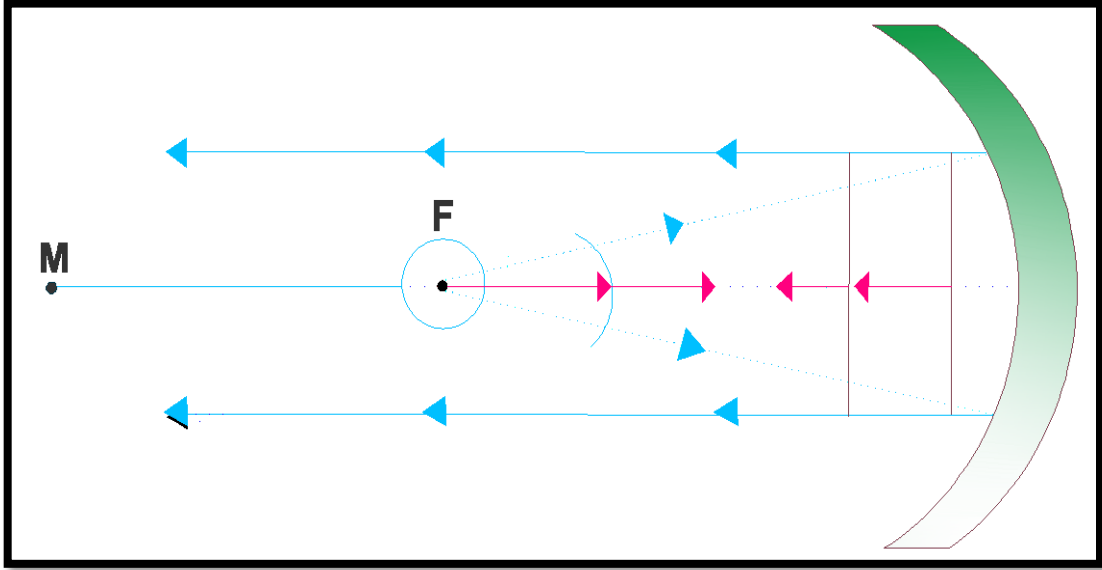
Bu soruyu desteklemek amaçlı yarı yapılandırılmış sorulardan “Şekildeki parabolik engelin odak noktasından gönderilen periyodik dairesel dalgaların engelden yansdıktan sonraki durumunu açıklayınız.” sorusu odak öğrencilere yöneltilmiştir (Şekil 55).



Şekil 55. Sekizinci yarı yapılandırılmış soru görseli.

Öğrencilerin %30,76'sı ön uygulamada, %84,61'i son uygulamada soruyu doğru yanıtlamışlardır. Öğrencilerin %69,23'ü ise ön uygulamada sorunun yanıtını bilememişlerdir. Yanıtı bilemeyen öğrenciler “Parabolik engelin odak noktasından gönderilen periyodik dairesel dalgalar, öncelikle merkezde toplanır ve merkezden itibaren sola bombelenerek dalgaları yansıtır.” ifadesini kullanırken, doğru yanıtlayanlar “Parabolik engelin odak noktasından gönderilen periyodik dairesel

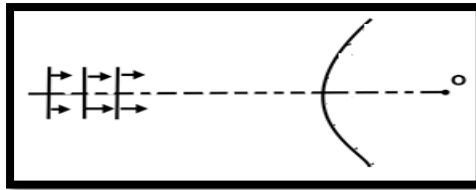
dalgalar, engelden düzlem dalgalar olarak yansır.” ifadesini söylemişlerdir. Öğrencilerin ifade ettikleri cümlenin görsel haline Şekil 56’da yer verilmiştir.



Şekil 56. Parabolik engelin odak noktasından gönderilen dairesel dalgalar.

Bu sorunun ardından “Doğrusal su dalgaları düz engelden nasıl yansır? Açıklayınız.” sorusu yarı yapılandırılmış görüşme soruları içerisinde sorulmuştur. Bu soruya ön uygulamada %76,92, son uygulama da %100 oranında doğru yanıt gelmiştir. Öğrenciler doğrusal su dalgalarının, düz bir engele çarptıktan sonra aynı doğrultuda geri yansıtacağını belirtmişlerdir. Eğer doğrusal su dalgaları düz bir engele belirli bir açı ile gelirse de, engelin ayna gibi düşünüldüğünü ve ışığın yansıma yasaları geçerli olacak şekilde yansıtacağını ifade etmişlerdir. Ayrıca bu yasaya göre gelen dalgaların hareket doğrultusunun normalle yaptığı açı, yansıyan dalgaların hareket doğrultusunun yaptığı açıya eşit olmalıdır.

Sekizinci soru olarak “Şekildeki paralel ilerleyen atmaların engelden yansıdıktan sonraki görünümünü ifade ediniz. (Şekil 57).” sorusu dalgalar kavramsal anlama formunda yer almaktadır.

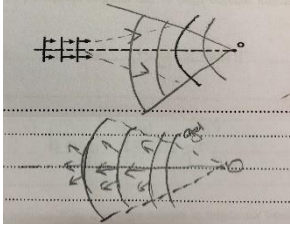
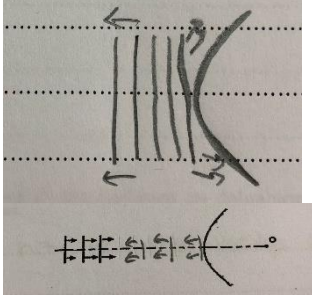


Şekil 57. Sekizinci soruya yönelik görsel.

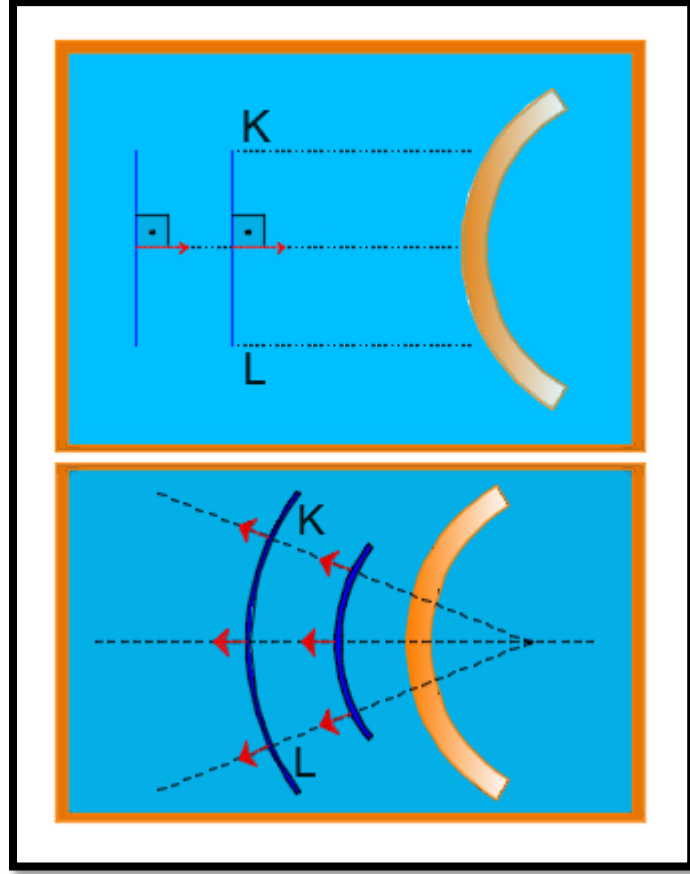
Öğrencilerin sekizinci soruya yönelik yanıtları aşağıda yer almaktadır (Tablo 23).

Tablo 23

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Sekizinci Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | Engelden yansıdıktan sonra atma, engelin şeklinde sola doğru ilerler. | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt |  | 20 | 34,48 | 35 | 60,34 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | Engelden yansıdıktan sonra atma, düz bir şekilde sola gider. | | | | |
| |  | 35 | 60,34 | 23 | 39,65 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | - | - | - |
| d. Yanıtsız | | 3 | 5,17 | - | - |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Tablo 23'de öğrencilerin ön ve son uygulamada bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde yanıt veren öğrencilerin sayısının fazla olduğu görülmektedir (%50). Öğrencilerin bu soruda doğrusal gelen atmaların karşılaştığı engelin parabolik olduğunu ihmal ettikleri düşünülmektedir. Çünkü yanlış yanıt veren öğrencilerin gelen doğrusal atmaların düz bir engelden yansımaya uygun yanıt verdikleri söylenebilir. Ancak bilimsel olarak doğru kabul edilebilir yanıt, aşağıda yer alan görsellerdeki gibi olmalıdır (*Şekil 58*).

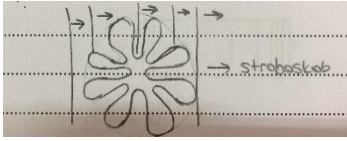


Şekil 58. Doğrusal bir atmanın parabolik bir engelden yansıması.

Araştırmada dokuzuncu soru “Düz bir dalga leğeninde sabit frekanslı bir kaynak tarafından soldan sağa doğru oluşturulan periyodik doğrusal dalgalara stroboskop ile üstten bakıldığında, hangi koşullarda leğende oluşan periyodik dalgaların ileriye ya da geriye doğru hareket ettiği gözlemlenir? Açıklayınız.” olarak ele alınmaktadır. Öğrencilerin dalgalar kavramsal anlama formunun dokuzuncu sorusuna yönelik yanıtları Tablo 24’de bulunmaktadır:

Tablo 24

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Dokuzuncu Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | $F_d > F_y$ ise ileriye, $F_d < F_y$ ise dalgalar geriye doğru görülür. | - | - | 44 | 75,86 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | Stroskobu hangi yönden dalga leğenine batırırsak dalgalar o yöne doğru ileri gider, leğene çarpınca dalgalar aynı şekilde geri döner. | 22 | 37,93 | 9 | 15,51 |
| |  | | | | |
| | Dalganın gelme yönünde ileriye, ters yönünde geriye doğru hareket eder görürüz. | 20 | 34,48 | - | - |
| c. Kodlanamaz Yanıt | Ortam, koşulları etkiler bu yüzden net cevap veremem. | 2 | 3,44 | - | - |
| d. Yanıtsız | | 14 | 24,13 | 5 | 8,62 |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

* (F_d = Dalga frekansı, F_s = Stroboskop frekansı, F_y =Yarık frekansı)

Öğrencilerin yanıtları incelendiğinde, uygulama öncesi stroboskoba yönelik öğrencilerin doğru bilgilerinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda yanıt veren öğrencilerin yanlış yanıtı vermelerinin yanında birçok öğrencinin de soruyu yanıtsız bıraktığı görülmektedir. Ancak uygulama sonrası öğrencilerin stroboskop kavramını öğrendikleri ve %75,86'sının soruya doğru yanıtlar verdiği belirlenmiştir. Stroboskopun üzerinde eşit aralıklarla yarıklar bulunan ve merkezi etrafında dönebilen dairesel bir araç olduğu bilinmektedir. Stroboskop aracılığıyla dalgaların frekansı ölçülebilir. Stroboskop merkezi döndürülürken yarıklar arasından periyodik dalgalara bakıldığından bir dalga bir öncekinin yerine geldiği an, bir yarıқта bir önceki yarığın yerine gelmiş olursa dalgalar duruyormuş gibi görünmektedir. Bu durumda dalga frekansı ile stroboskop frekansının birbirine eşit olduğu söylenebilir ($F_d = n \cdot F_s$, $F_y = n \cdot F_s$, $F_d = F_y$). Bu soruda da öğrenciler bu bilgilerinden yola çıkarak, " $F_d > F_y$ olursa dalga ilerliyor ve $F_y > F_d$ olursa geri gidiyor gibi görünür." ifadelerinde bulunmuşlardır. Öğrencilerin uygulama sonunda bu şekilde bilimsel olarak doğru kabul edilebilen yanıtlar verdikleri söylenebilir.

Dalgalar kavramsal anlama formunda “Bir dalga leğenine 2h yükseklikten sabit zaman aralıklarında çelik bilyeler bırakılarak dalga oluşturuluyor. Aynı çelik bilyeler 4h yükseklikten bırakılırsa leğende oluşan dalgaların hızı, frekansı ve genliği ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?” sorusu 10. soru olarak yer almaktadır. Öğrencilerin bu soruya yönelik yanıtları Tablo 25’de yer almaktadır.

Tablo 25

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 10. Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | Dalgaların genliği artar, dalganın hızı ve frekans sabit kalır. | - | - | 28 | 48,27 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| | Dalgaların hızı, frekansı ve genliği daha büyük dalgalar oluşacağından artar. | 34 | 58,62 | 19 | 32,75 |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | Dalgaların hızı, frekansı ve genliği yarıya iner. | 9 | 15,51 | - | - |
| | Dalgaların hızı azalır, frekans azalır, genlik artar. | 8 | 13,79 | - | - |
| | Dalgaların hızı artar, frekans ve genlik azalır. | 5 | 8,62 | - | - |
| | Dalgaların hızı artar, frekans artar, genlik azalır. | - | - | 11 | 18,96 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | - | - | - |
| d. Yanıtsız | | 2 | 3,44 | - | - |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Öğrencilerin bu soruya %48,27’sinin uygulama sonrası doğru yanıt verdiği görülmektedir. Öğrencilerde özellikle uygulama öncesi dalganın hızı, frekansı ve genlik kavramlarının nelere bağlı olarak değişip değişmediğini bilmedikleri düşünülmektedir. Dalganın hızı ile dalga genliği arasında ilişki olduğunu düşündükleri de ortaya çıkmıştır. Dalganın genliği ile hızı ters orantılı düşünenlerin, dalganın genlik arttıkça daha fazla yol alınacağından hızının azalacağı düşündükleri baskın olarak ortaya çıkmaktadır. Genlik ve dalganın hızının doğru orantılı olduğunu vurgulayan öğrencilerinde, başta uygulanan kuvvetle dalganın hem genliğinin hem de hızının arttıracağını düşündükleri söylenebilir. Ancak mekanik ve elektromanyetik dalgaların enerji taşıdıkları bilinmektedir. Örnek olarak bunu yük gemilerini çok küçük bir dalganın hareket ettirmesinde, okyanus ve denizlerdeki su

dalgalarının kıyılarda yapmış olduğu tahribatlarda görebilmekteyiz. Dalgaların taşıdığı bu enerji ise genlik kavramı ile doğru orantılı bir şekilde değişmektedir. Bir dalganın, dalga tepesinin yüksekliğinin ya da çukurluğunun, dalganın enerjisinin büyük ya da küçük olduğunu göstermektedir. Bu nedenle sorudaki enerji artışı ile dalganın genliğindeki artışı gözlemleyebiliyoruz. Ancak dalganın hızında ya da frekansında bir değişiklik olmasını beklemiyoruz.

11. soru a ve b seçeneği altında bulunmakta olup, a seçeneğinde “Bir çocuğun ailesiyle küçük bir tekneye binerek balık tutmak istediğini hayal ediniz. Oltalarını göle atıyorlar ve bu esnada rüzgâr hafif hafif esiyor. Çocuk dalgaları izlerken dalgaların kıyıya yaklaştıkça aralarındaki mesafenin azaldığını ve dalgaların küçüldüğünü fark ediyor. Sizce bunun nedeni ne olabilir?” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Diğer bir seçenek b’de ise “Dalgalar kıyıya yaklaştıkça dalganın hızı ve dalga boyunda meydana gelen değişikliği açıklayınız.” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin a ve b seçeneklerine yönelik yanıtları Tablo 26’da yer almaktadır.

Tablo 26

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 11.Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | a seçeneği Derinlik azalır. | 50 | 86,20 | 57 | 98,27 |
| | b seçeneği Ortamın derinliği azaldıkça dalga boyu azalır. Dolayısıyla dalga hızı da azalır. | 40 | 68,96 | 53 | 91,37 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | a seçeneği Titreşim hareketi ile dalgalar sıklaşır, genlik azalır. | 7 | 12,06 | - | - |
| | b seçeneği Dalgaların hızı artar, dalga boyu azalır. | 12 | 20,68 | 1 | 1,72 |
| | b seçeneği Dalgaların hızı azalır, dalga boyu artar. | 6 | 10,34 | - | - |

| | | | | | |
|---------------------|------------|----|------|----|------|
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | - | - | - |
| | a seçeneği | 1 | 1,72 | 1 | 1,72 |
| d. Yanıtsız | b seçeneği | - | - | 4 | 6,89 |
| | a seçeneği | 58 | 100 | 58 | 100 |
| Toplam | b seçeneği | 58 | 100 | 58 | 100 |

Bu sorunun özellikle a seçeneğine yönelik öğrencilerin doğru yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir (%92,2). Öğrenciler tarafından derinlik azalması ile dalga boyunun azalması arasındaki ilişkiyi bildikleri söylenebilir. Bu yanıtı veren çoğu öğrencinin b seçeneğini de doğru yanıtlaması beklenmektedir (%80,16). Çünkü dalga hızı, dalga boyu ve frekans arasındaki ilişkiden yola çıkıldığında; frekansın kaynağa bağlı olduğundan değişmediği, dalgaların sıklaşması ile dalga boyundaki azalma ile dalganın hızının da azalacağı ifade edilebilir. Bu durumda derinlik azalınca, dalga boyu azalmaktadır. Dolayısıyla dalganın hızı da azalmaktadır. Soruyu yanlış yanıtlayan öğrencilerin $v=\lambda.f$ formülünü göz ardı ettikleri söylenebilir.

Yarı yapılandırılmış sorularda bulunan “Sizce su dalgasının yayılma hızı nelere bağlı olarak değişir? Açıklayınız.” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrenciler ön uygulamada cismin ağırlığına (%23,07), kaynağa (%23,07), cismin şekline (%23,07), suyun derinliğine (%15,38) ve suyun yoğunluğuna (%15,38) yanıtlarını vermişlerdir. Son uygulamada ise suyun derinliğine (%61,53), suyun sıcaklığına (%15,38), suyun yoğunluğuna (%15,38) ve kaynağa (%7,69) bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçta dalga hareketinde dalganın ilerlediği ortam değişmedikçe dalganın yayılma hızı sabit kalır. Su dalgalarında derinlik azaldıkça dalga boyu azalmakta, frekans kaynağa bağlı olduğundan değişmemekte ve dalganın hızı da azalmaktadır. Bu durumda su dalgasının yayılma hızı suyun derinliğine bağlı olarak değişmektedir.

Dalgalar kavramsal anlama formunun 12. sorusunda “Bir dalga leğeninde P’den Z’ye doğru ilerleyen su dalgalarının üstten görünümü şekildeki gibidir. Bu görüntünün oluşması için sizce dalga leğeninde nasıl bir değişiklik olması gerekmektedir?” öğrencilere yöneltilmiştir (Şekil 59).


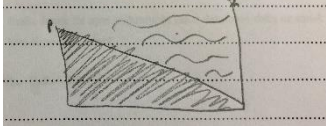


Şekil 59. 12.Soruya yönelik görsel.

Öğrencilerin bu soruya yönelik ifadeleri aşağıda bulunmaktadır (Tablo 27).

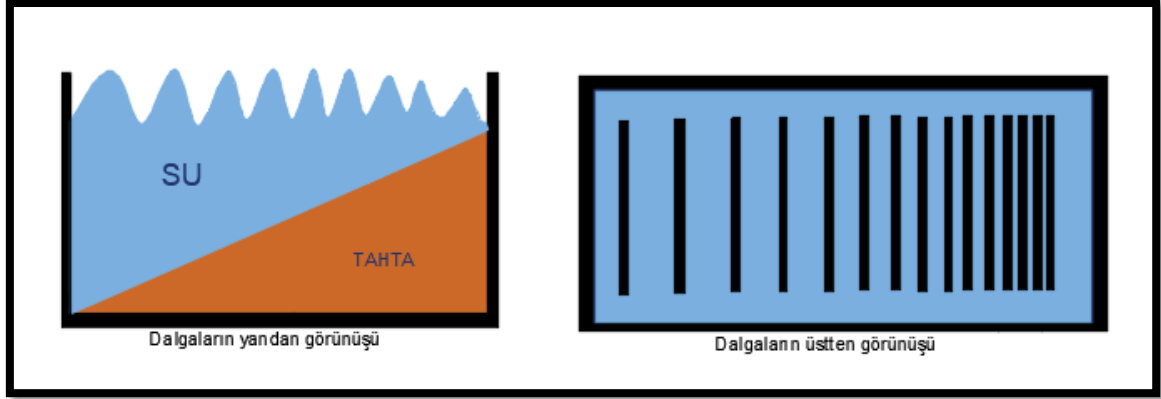
Tablo 27

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 12.Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | P’nin derinliği artırılmalı, Z’nin derinliği azaltılmalıdır.  | 21 | 36,20 | 47 | 81,03 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | P’nin derinliği azaltılmalı, Z’nin derinliği artırılmalıdır.  | 24 | 41,37 | 5 | 8,62 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | Rüzgarın daha kuvvetli esmesi gerekmektedir. | 7 | 12,06 | - | - |
| d. Yanıtsız | | - | - | - | - |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

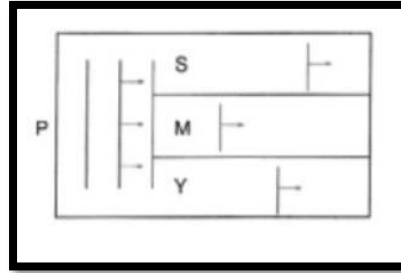
Tablo 27’de öğrencilerin hem sözel hem görsel ifadelerine yer verilmiştir. Ancak görsel ifadeleri içeren yanıtların hepsi son uygulamada öğrencilerden gelmiştir. Bu durumda bu soruda öğrenciler ön uygulamada sadece sözel ifadelere yer verirken, son uygulamada sözel ifadelerini görselle desteklemeyi tercih etmişlerdir. Görüldüğü üzere öğrenciler son uygulamada doğru yanıtlar vermişlerdir (%81,03). Ancak ön uygulamada bir önceki soruda olduğu gibi dalga boyu ve dalga

hızı arasındaki ilişkiyi bilmeyen öğrenciler soruyu bilimsel olarak doğru yanıtlayamamışlardır. Kısacası $v=\lambda.f$ formülünden sığ tarafa gidildikçe dalga boyunun ve hızın azaldığı; derin tarafa gidildikçe dalga boyunun ve hızın arttığı söylenebilir (Şekil 60).



Şekil 60. Derin ve sığ bölgelerde dalgaların üstten görünümü.

Öğrencilere “Bir dalga leğeninde şekildeki gibi P ucundan oluşturulan dalgalar bir süre sonra S, M ve Y bölgelerinde şekildeki konumu alıyorlar. Sizce S, M, Y bölgelerindeki derinlikler nasıldır? Açıklayınız.” sorusu dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları içerisinde odak öğrencilere yöneltilmiştir (Şekil 61).



Şekil 61. 11. Yarı yapılandırılmış soru görseli.

Öğrencilerin tümü ön uygulamada yanlış yanıt verirken, son uygulamada %92,30'u doğru yanıt vermişlerdir. Bilimsel olarak doğru kabul edilemeyen öğrenci yanıtları aşağıda yer almaktadır:

Aslı: M en derin bölgedir. Çünkü derin bölgelerde atomlar arasından ilerleme güçleşir ve hız azalır. Derin bölgeyi engebeli ortam gibi düşünebiliriz.

Fatma: S en derin ve M en sığ bölgededir. Ayrıca derin olan bölgede dalga boyu diğerlerine göre daha büyük olur.

Öğrenciler son uygulamada ise “S en derin ve M en sığ bölgededir. Sıralama S, Y, M şeklinde olmaktadır. Çünkü derin olan bölgede dalganın hızı ve dalga boyu diğerlerine göre daha büyük olur.” yanıtını vermişlerdir. Teorik olarak $v=\lambda.f$ formülünden yola çıkıldığında, sığ bölgelerde dalga boyu azalınca, hız da azalır. Çünkü dalga boyu ile hız doğru orantılıdır. Dalganın frekansı ise derinliğe göre değişmemektedir. Çünkü frekans dalga kaynağının bir saniyede ürettiği dalga sayısı olarak tanımlanmaktadır ve ortamdaki etkilenmemektedir. Bu durumda S en derin ve M en sığ bölgededir. Soruya yönelik sıralama derinden sığ bölgeye doğru S, Y, M şeklinde olmaktadır. Yarı yapılandırılmış soruların devamında bu soruyla bağlantılı olarak “Bir dalga leğeninde dalga kaynağı aracılığıyla periyodik dalgalar oluşturuluyor. Leğendeki su miktarı azaltılmaya başlanırsa hangi nicelikler değişir? Açıklayınız.” sorusu da sorulmuştur. Öğrencilerden gelen yanlış yanıtlar aşağıda belirtilmiştir:

Merve: Leğendeki su miktarı azaltılırsa, dalganın hızı ve dalga boyu artar.

Sevgi: Leğendeki su miktarı azaltılırsa, dalganın dalga boyu ve frekansı değişmez. Çünkü kaynak değişmiyor.

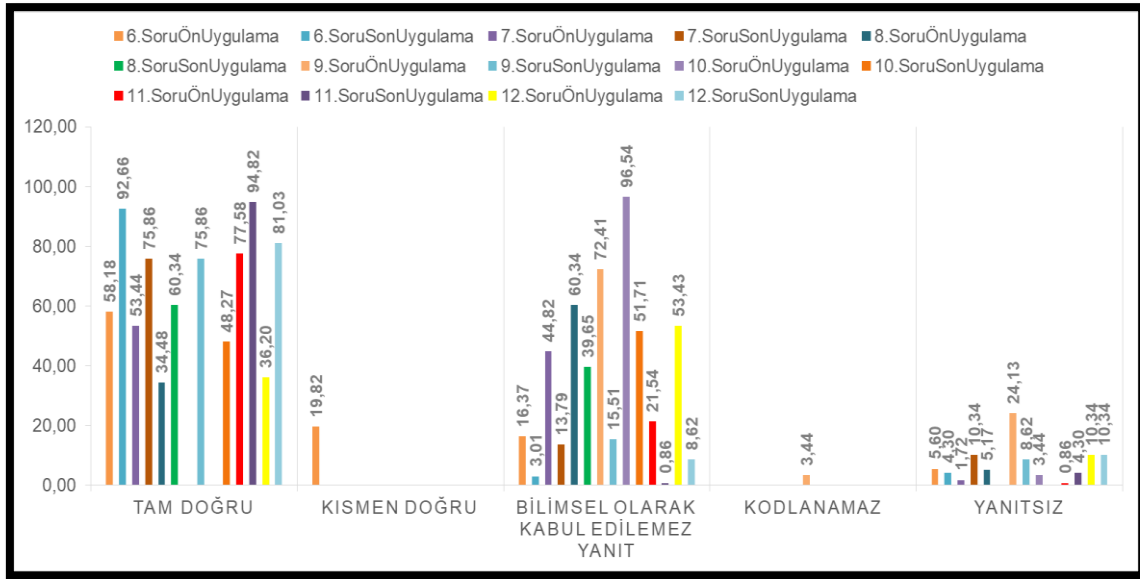
Mutlu: Leğendeki su miktarı azaltılırsa; dalganın hızı artar, dalga boyu azalır.

Selen: Leğendeki su miktarı azaltılırsa; dalganın genliği ve enerjisi azalır, frekans değişmez ve dalga boyu artar.

Ali: Leğendeki su miktarı azaltılırsa; dalganın hızı ve frekansı artar, ancak dalga boyu azalır.

Yanlış yanıt veren öğrencilerin yanı sıra öğrencilerin %30,76’u ön uygulamada, %76,92 ise son uygulamada doğru yanıtı ifade etmişlerdir. Öğrencilerin yanıtı “Leğendeki su miktarı azaltılırsa, dalganın hızı ve dalga boyu azalır. Frekans ise değişmez.” şeklindedir.

Araştırmada dalgalar kavramsal anlama formundaki su dalgaları ile ilgili olan soruların genel bir karşılaştırması yapılmıştır. Burada öğrencilerin yanıtları her bir sorunun ön ve son uygulaması ile birlikte ele alınmış ve bunların kategorilerdeki değişimleri incelenmiştir. Aynı zamanda bunun gösterimi Şekil 62’de yer alan karşılaştırma grafiği aracılığıyla sunulmuştur.



Şekil 62. Su dalgaları ile ilgili sorulara ilişkin karşılaştırma grafiği.

Grafik incelendiğinde, öğrencilerin son uygulamada daha başarılı olduğu görülmektedir. Öğrenciler son uygulamada en fazla 10. ve 8. sorularda sorun yaşamışlardır. Ancak genel olarak öğrencilerin ön uygulamalardaki yanıtları ile son uygulamalardaki yanıtları arasında olumlu yönde bir fark olduğu söylenebilir.

Ses Dalgaları

Araştırmanın “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması nasıl gerçekleştirilmiştir?”, “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir?” ve “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına yönelik öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişim nasıldır?” problem cümleleri bu bölümde sadece ses dalgaları analizlerine yer verilecek şekilde ele alınmıştır. Ses dalgalarına ilişkin bulgular aşağıda yer almaktadır.

Dalgalar konusu içerisinde yer alan ses dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasına ilişkin bulgular. Araştırmacı, ses dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline yönelik alanyazından yararlanarak hazırlamış olduğu uygulama etkinliklerini komite üyeleri ile paylaşmış ve komitenin incelemesi sonucu eylem planlarına ve ders etkinliklerine son hal verilerek uygulamasına geçilmiştir. Ses dalgalarına yönelik ise bir uygulama etkinliği bulunmaktadır.

Beşinci etkinlik öğrencilere 30 Mart 2018 ve 3 Nisan 2018 tarihlerinde uygulanmıştır. Beşinci etkinlik toplamda 2 ders saati yani 80’ sürmüştür. Beşinci etkinliğin ilgi uyandırma basamağında öğretmen öğrencilere gösteri deneyleri yapmıştır. Bu gösteri deneyleri esnasında öğrencilerle konuşmuş, tartışma ortamı yaratmış ve öğrencilerden deneylere yönelik notlar almalarını istemiştir. Birinci gösteri deneyi aşağıdadır:

Gösteri Deneyi 1. Titreşimleri hissedin

Radyoyu açıyoruz ve bir balonu radyodan 10 cm uzağa yerleştiriyoruz. Radyonun sesini açıyoruz ve balonu tekrar radyonun önünde tutuyoruz. Peki, şimdi ne hissediyoruz?

Öğretmen birinci gösteri deneyini tamamladığında gözlemledikleri olayları öğrencilere sormuştur. Öğrenciler balonun ses açıldığında daha çok titreştiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen daha sonra çalan radyoyu teneke kutu içerisine koymuştur ve öğrenciler tarafından sesin duyulmadığı fark edilmiştir. Öğretmen “Bunun sebebi

sizce nedir?” diye sormuştur. Öğrenciler teneke kutunun sesi iletmediğini söylemişlerdir. Bu deneyde öğretmen ve öğrenciler arasında aşağıdaki şekilde bir diyalog gelişmiştir;

Öğrt: Teneke kutu ile radyoyu kapatmadan önce siz radyo sesini duyuyor muydunuz?

Serpil: Evet.

Öğrt: Balon radyoya yakın ya da uzak durduğunda titreşiyor muydu?

Vedat: Evet.

Öğrt: Balonun titreşmesi neden oluyor sizce?

(Sessizlik)

Mert: Hava moleküllerini titreşiyor, dolayısıyla balonda titreşiyordu.

Öğrt: Biz sesi nasıl duyuyoruz?

Onur: Hocam, ses havayı titreştiriyor ve titreşen moleküller ile ses kulağımıza kadar geliyor.

Öğrt: O zaman teneke kutu ile radyoyu kapattığımda neden sesi duyamadık?

Aynur: Orada titreşen hava dışarı çıkamadı, bu nedenle ses kulağımıza iletilemedi.

Öğretmen öğrenci yanıtlarını yeterli bulmuş ve ikinci gösteri deneyine geçmiştir.

Gösteri Deneyi 2. Sesin yol alışını gözlemleyelim

Plastik bir şişenin dibi kesilir. Şişenin arkası naylon torba ile sıkıca kapatılarak küçük bir davul yapılmış olur. Şişenin ağzında küçük bir mum yakılır ve şişe mumun 2,5 cm uzağında tutulur. Parmak uçlarıyla naylon parçasına sertçe vurulur ve aleve ne oldu?

Bu gösteri deneyinin yine ardından öğretmen öğrencilere sorular yöneltmiştir.

Öğrt: Bu deneyde ne gözlemlediniz?

Doruk: Plastik şişeyi davul gibi yaptık ve naylona vurduğumuzda mum söndü.

Öğrt: Bu deneyi yapmamızın amacı neydi sizce?

Doruk: Yine iletilen havanın mumu nasıl söndürdüğünün görülmesidir.

Öğrt: Hava kendi kendine mi iletiliyor?

Doruk: Yok hocam davula vurduk. İletilen ses dalgaları mumu söndürdü.

Öğrt: Ses nedir?

(Sessizlik)

Öğrt: Ses nasıl yayılır?

Hakan: Havada bulunan parçacıkların titreşmesi sonucunda yayılır.

Tuna: Dalgalar halinde yayılır.

Öğrt: Evet ses dalgalar halinde yayılır. Peki, hava nasıl bir ortam?

Sara: Gaz hocam.

Öğrt: Ses sadece gaz ortamlarda mı yayılır?

Sara: Hayır, katı ve sıvıda iletir. Suyun altında da konuşabiliyoruz ve birbirimizi duyuyoruz.

Öğretmen bu diyalogların sonrasında öğrencilerin naylona vurduğumuzda, havada bulunan parçacıkların titreştiğini ve bu titreşim ile şişe boyunca yol alarak mumu söndürdüğünü anlamalarını istemiştir. Aynı zamanda öğrencilere sesin titreşimler sonucu oluştuğunu ve dalgalar halinde yayıldığını söyleyerek, işittiğimiz sesin de hava ortamında yani gazlarda yayılması sonucu kulağımıza ulaştığını göstermiştir. Gösteri deneylerinin ardından akıllı tahtada bir animasyon açılmıştır. Öğretmen animasyon içerisinde köpek, insan ve balina seslerinin duyulacağını ve bunların hangi ortamlarda nasıl yayıldığının gözlemlenebileceğini söylemiştir. Sonuç olarak öğrencilere sesin katı, sıvı ve gaz ortamında sesin yayılabildiği gösterilmiştir. Son olarak öğretmen öğrencilerin bu yanıtlarına hitaben “Peki ses boşlukta yayılır mı?” sorusunu sormuştur. Öğrencilerin çoğu hep bir ağızdan “Yayılmaz.” demişlerdir. Bunun üzerine öğretmen nedenini sormuş ve bir öğrenci söz alarak “Sesin mekanik bir dalga olduğunu ve maddesel ortamda iletilildiğini” vurgulamıştır. Öğretmen öğrenciye yanıtı için teşekkür etmiş ve bununla ilgili bir simülasyonu öğrencilere izlettirmiştir. Öğrencilerin ilgi uyandırma basamağında gerçekleştirilen uygulamalara yönelik görüşleri öğrenci günlüğünden aşağıdaki şekilde yansıtılmıştır:

“Sevgili günlüğüm,

Deney yapmak çok dikkatimi çekti. Genellikle deney yapmıyoruz ama ben deney yapılmasını çok seviyorum. Konuyu hem daha iyi öğreniyorum hem de çok eğleniyorum.” (Kaan)

“Sevgili günlüğüm,

Simülasyon ve deneyle bir arada konu işlenmesi benim derse olan motivasyonumu arttırdı. Ses dalgalarına zaten ilgim vardı ve şuan konuyla ilgili öğrenimimin doruk noktasında olduğumu söyleyebilirim.” (Suna)

Keşfetme basamağına öğretmen bir soruyla giriş yapmıştır; “Yıldırım düştüğünde ışığı görünce mi korkarız yoksa sesi duyduğumuzda mı?”. Öğrenciler sesi duyduklarında korktuklarını söylemişlerdir. Ancak öğrenciler ışığın daha önce görüldüğünü ve arkadan sesin geldiğini belirtmişlerdir. Öğrencilere hemen bir simülasyon izlettirilmiştir ve “Ses hızını etkileyen faktörler neler olabilir?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu ortam yanıtını verirken, sadece iki öğrenci sıcaklığı da belirtmiştir. Öğretmen sadece öğrencileri dinlemiş ve “Sesin yüksekliği” denildiğinde ne anladıkları sormuştur. Öğrenciler bağırdığımda sesimin yüksekliği artar vb. yanıtlar vermişlerdir. Öğretmen öğrencilere yanıt vermeden konuyla ilişkili bir simülasyon açmıştır. Simülasyonu izleyen öğrencilerin sesin yüksekliğinin frekans ile ilişkili olduğunu keşfetmeleri sağlanmıştır. Öğretmen üçüncü gösteri deneyi için malzemelerini hazırlamış ve öğrencilere kendisini dikkatlice izlemelerini söylemiştir.

Gösteri Deneyi 3. Şişe sesleri

Birbirinin eşi olan iki cam şişe sınıfa getirilir. Bunların içine farklı miktarda su konulur. Sonra şişelere kaşıkla vurarak tiz ve pes sesler çıkarılmaya çalışılır. Hangi şişe daha tiz ses çıkarıyor? Sonra şişelerin ağzına doğru üflenir ve hangi şişeden daha tiz ses çıkıyor keşfedilir.

Öğrenciler gösteri deneyinin ardından yüksek sesle üfleme ve vurma hareketlerinde havanın ve suyun titreştiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen “Evet, ama dikkat ederseniz su miktarları farklı ve şişeye vurduğumuzda, üflediğimizde hangi şişe tiz ses çıkarır?” şeklinde yanıt vermiştir. Öğrenciler tahtaya çıkıp kendileri deneyi tekrar yapmak istemiş ve denemeleri sonucunda az su olandan daha tiz ses çıktığını tespit etmişlerdir. Öğretmen neden az su olandan daha tiz ses çıktığını

sormuş ve öğrenciler titreşimin az su da daha fazla olacağından tiz ses meydana geleceğini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen öğrenci yanıtlarını açıklayabilmek amacıyla “Çünkü sesin inceliği ya da kalınlığı sesin frekansına bağlı olarak değişmektedir. Su miktarı ne kadar fazla olursa titreşim o kadar az olur, dolayısıyla frekans az olur. Frekansın azalması sesi kalınlaştırır. Bu deneylerde de su az olan şişeye üflendiğinde ya da vurulduğunda ince ses çıkarken; su çok olandan kalın ses çıkmaktadır.” ifadesinde bulunmuştur. Bazı öğrenciler ise çıkan sonucu hala tam olarak anlamadıklarını öğretmene söylemişlerdir. Öğretmen bu öğrencileri tahtaya kaldırmış ve ellerine farklı uzunluklarda olan kamışları vermiştir. Öğrencilerden bunları üflemelerini istemiştir. Öğrenciler her birinden farklı ses çıktığını, hatta kamış kısaltıldıkça sesin tizleştiğini fark etmişlerdir. Bunun üzerine “O zaman su az olduğundaki gibi burada da kamış kısalınca hava daha çabuk titreşir ve tiz ses çıkar.” ifadesini dile getirmişlerdir. Öğretmen sınıfta başka anlamayan olup olmadığını sormuş ve sınıftan ses çıkmayınca derse “Dışarda biri ıslık çaldığında mı yoksa davul çaldığında mı daha iyi duyarız?” sorusu ile devam etmiştir. Öğrenciler davul olarak soruyu yanıtlamışlardır. Öğretmen nedenini sorguladığında, şiddetinin daha yüksek olduğuna yönelik ifadeler gelmiştir. Öğretmen öğrencilerin şiddet ve frekans kavramlarının karışmaması için akıllı tahtada bir simülasyon açmıştır. Bu şekilde sesin yüksekliğinin ve şiddetinin neler olduğunun öğrenciler tarafından fark edilmesi sağlanmıştır.

Açıklama basamağında dersin başında öğrencilere yöneltilmiş, ancak yanıt alınamamış olan “Ses nedir?” sorusu öğrencilere tekrar yöneltilmiştir. Öğrencilerden yine çok açık yanıtlar gelmeyince öğretmen sesin tınısına yönelik bir video ve müzik aletlerinin ses tınılarını duyabilecekleri simülasyon izlettirmiştir. Hemen ardından da “Opera sanatçılarının sesiyle bardağı nasıl parçaladıklarını düşündünüz mü?” sorusunu yöneltilmiştir. Öğrenciler sesin yüksekliği ile soruya yanıtlar vermeye çalışırken öğretmen rezonans olayını açıklamaya başlamıştır. Öğretmenin ifadeleri aşağıdadır:

“Zorlayıcı kuvvetin frekansı, salınım yapan sistemin doğal frekansına eşit olduğunda genlik oldukça fazla artar. Bu durumda da rezonans olayı olmaktadır. Rezonans olayına günlük hayattan örnek olarak, 1940 yılında Amerika’da bulunan Takoma Narrows asma köprüsünün yıkılışı verilmektedir. Burada köprünün doğal frekansı ile rüzgarın

frekansının birbirine yakın değerlerde olması, köprünün titreşim genliğini arttırmış ve yıkılmasına neden olmuştur. Benzer bir olayın da Fransa'da bir köprüde askerlerin uygun adımı geçişi sırasında yaşanmıştır. Askerlerin adımlarının frekansı ile köprünün frekansı eşit olunca köprünün titreşim genliği maksimum değere çıkmış ve köprü yıkılmıştır. Günümüzde askeri birliklerin köprüden geçerken uygun adım yürütülmediklerine dikkat ediniz.”

Öğretmen açıklamasının ardından öğrencilere “Boğaziçi köprüsünde koşu organizasyonları yapıldığı zaman uzmanlar sizce neden bunun tehlikeli olduğu ile ilgili açıklamalar yapıyor?” sorusunu sormuştur. Öğretmeni dikkatlice dinlemiş olan çoğu öğrenci “Koşucuların adımlarının frekansı ile köprünün frekansı eşit olunca köprünün titreşim genliği maksimum değere çıkar ve köprü yıkılır.” yanıtını vermişlerdir. Öğretmen yıkılan köprülere ilişkin öğrencilere video izlettirmiştir. Ayrıca öğretmen rezonans olayının her zaman dezavantajının olmadığını, melodilerin farklı iki kaynaktan çıktığını anlamamıza yardımcı olması gibi avantajlarının da olduğunu öğrencilere hatırlatmıştır.

Derinleştirme basamağında öğrencilere örnek olay metni dağıtılmıştır. Örnek olay metni *Şekil 63*'de yer almaktadır.

Örnek Olay

Yıllardır hepimizin filmlerde izlediği gibi, filmde bir kişinin gelecekte sanatçı olma hayali olmaktadır. Bu kişi sanatçı olabilmek için yıllarca çabalar ve en sonunda çabalarının sonucunu alır. Bu kişi öncelikle albüm çıkartabilmek için bir stüdyoya kapanarak günlerce kayıt yapar. Albümü çok sattığında ise amfi tiyatrolarda milyonlarca insan karşısında parçalarını seslendirir. Peki bu kişi neden sizce albüm kaydını amfi tiyatrodan yapmamıştır? Albüm kaydı için neden stüdyoyu tercih etmiştir ya da ilk konserini küçük bir salonda vermek yerine amfiyi tercih etmiştir? Bunları hiç düşündünüz mü?

Şekil 63. Örnek olay metni görseli.

Öğrencilerden bu metni okumaları ve metinle ilgili görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Öğretmen öğrenciler kendi aralarında konuşurken kendisinin birkaç sorusu olduğunu ifade etmiştir:

Öğr: Ev içerisinde eşya yokken sesimiz daha çok, eşya varken daha az işitiliyor neden?

Yunus: Hocam eşya olmayan odada ses yankı yapar ve duvarlara çarparak kulağımıza hemen ulaşır. Bu esnada yayılan ve yansıyan ses birleşir ve sesi daha çok işitiriz. Ancak eşyalı bir odada eşyalar sesi soğurur ve kulağımıza gelen ses daha düşük olur.

Öğrt: Sesimiz sınıfta o kadar duyulmazken okulun koridorunda ve spor salonunda neden bu kadar çok duyuluyor?

Korhan: Hocam yankı yapıyor. Aynı durum. Koridor ya da spor salonu boş odaya örnektir.

Öğrt: Konserler için neden amfi tiyatroyu tercih ederler?

Yiğit: Amfiler çok büyük alan, birçok seyirci dinleyebilir ve sesini rahatça herkese duyurabiliyor.

Zeynep: Ayrıca yayılan ve yansıyan ses birleşir, bu nedenle sesi daha çok işitiriz.

Öğrt: Peki, tiyatrocuların sesi tiyatro salonlarında en arka koltukta oturan kişiye kadar nasıl net bir şekilde gidebiliyor?

Ayşe: Hocam bu ortamlarda sesin yansımaları istenmez. Salonların duvarları, tavanları ve tabanları sesi soğuran maddelerle kaplanır. Böylece yankı engellenir ve gürültü azalır.

Öğrt: Komşunuzun gürültüsünü her gün dinlemekten bıktınız. Komşunun gürültüsünü duymamak için binaya ne gibi bir yapılandırma yapılabilir?

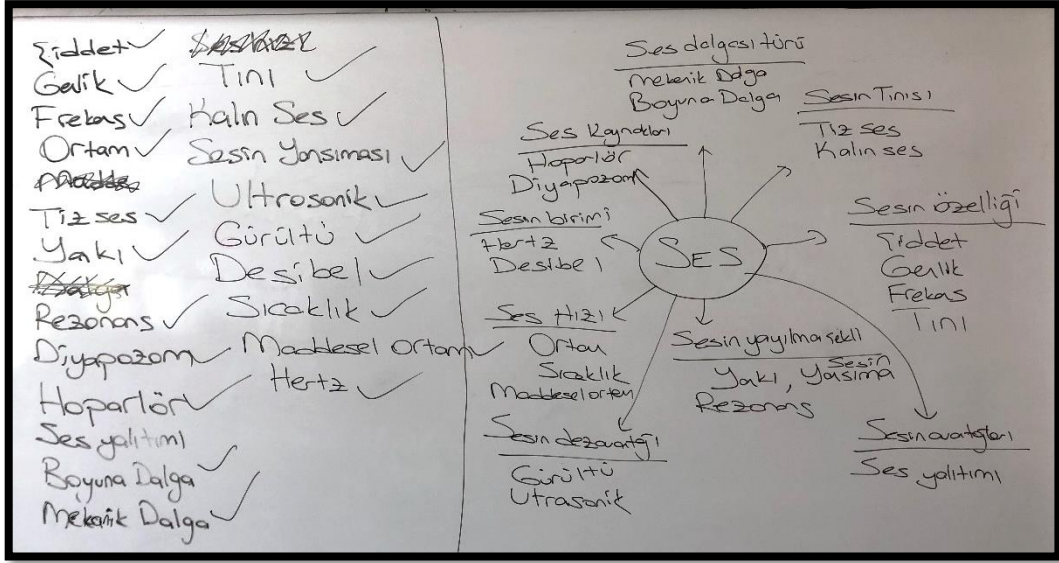
Doruk: Ses yalıtımı yapılabilir. Bunun için esnek ve içinde hava boşlukları bulunan cam yünü ve köpük malzemeler kullanılır.

Öğrt: O halde ses kayıtları ses yalıtımı olan ses kayıt stüdyolarında yapılmalıdır değil mi?

(Tüm sınıf): Evet, hocam.

Öğrencilerin sorulara rahatlıkla yanıt verebildikleri dikkat çekmiş ve öğretmen "Gençler ifadelerinizden konuyu anladığınızı düşünüyorum. Şimdi değerlendirme etkinliğine geçiyorum." demiştir.

Değerlendirme basamağında sınıf içi bir değerlendirme etkinliği yapılmıştır. Sınıf içi değerlendirme etkinliğinde öğrencilere merkezi bir kavram "Ses" öğretmen



Şekil 65. "Ses" kavramına yönelik oluşturulan kavram ağı örneği-2.

Etkinliğe yönelik araştırmacı ve öğrenci günlüğüne yansıyan ifadelere aşağıda yer verilmiştir:

AG: "Öğrencilerle birlikte yapılan deneyler öğrencilerin derse karşı motivasyonunu yükseltti ve konuyu daha iyi kavradıkları kendileri tarafından ifade edildi. Öğrencilerin neredeyse tamamı derse katılım gösterdi ve bu esnada aralarında çok güldüler, eğlendiler. Etkinlik çok keyifli geçti. Önceden ders içerisinde çok söz almayan öğrencilerin bile etkinliğe katılımları dikkat çekici oldu."

"Sevgili günlüğüm,

Ses dalgalarının öğrenimi mükemmel bir etkinlik ile işlendi. Deney, simülasyon, kavram haritası, soru cevap birçok şey yaptık. Konuyu çok iyi öğrendiğimi düşünüyorum. Derslerin bundan sonra hep böyle işlenmesini istiyorum." (Alper)

Dalgalar konusu içerisinde yer alan ses dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasında öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve kavramsal anlamalarındaki değişimine ilişkin bulgular. Bu bölümde öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini ve kavramsal anlamalarındaki değişimi belirleyebilmek amacıyla, dalgalar kavramsal anlama formu ve bu forma yönelik düzenlenmiş olan yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır. Ses dalgaları ile ilgili dalgalar kavramsal anlama formunda yer alan 13., 14., 15., 16. ve 17. soruların; dalgalar

kavramsal anlama formuna yönelik yarı yapılandırılmış görüşme sorularından da 13., 14., 15., 16., 17. ve 18. soruların hazırlanan rubrikler çerçevesindeki analizine aşağıda yer verilmiştir. Ön ve son uygulama olarak gerçekleştirilen formlara ait veriler ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Dalgalar kavramsal anlama formunda “Filmlerde trenin gelip gelmediğini anlamak için oyuncular tarafından tren rayları dinlenir. Oyuncular neden kulaklarını tren rayına dayama ihtiyacı duyarlar? Kulaklarını tren rayına dayamasalar duyamazlar mı ?” 13. sorunun a seçeneğinde, “Sizce ortamın özellikleri ses dalgalarının ilerleme hızını etkiler mi? Açıklayınız.” b seçeneğinde ve “Sesin demir ile aynı yoğunlukta fakat demirden daha az esnek olan bir metal içindeki ilerleme hızı sizce nasıl olur?” c seçeneğinde öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerin yanıtları Tablo 28’de bulunmaktadır.

Tablo 28

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 13. Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| | a seçeneği Tren rayına temas eden tren tekeri, sesi dalgalar halinde rayın diğer tarafına ulaştırır. Çünkü sesin ilerlemesi için ortam gereklidir. Ayrıca molekül yoğunluğu ne kadar fazla olursa iletim hızının da o kadar büyük olur. | - | - | 52 | 89,65 |
| a1. Tam doğru yanıt | b seçeneği Yoğunluk, sıcaklık ve nem ses dalgalarının ilerleme hızını etkiler. | 20 | 34,48 | 36 | 62,06 |
| | c seçeneği Ses esnek olan ortamdan daha az esnek olan ortama geçince hızı azalır. | - | - | 47 | 81,03 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | a seçeneği Tren rayına temas eden tren tekeri, sesi dalgalar halinde rayın diğer tarafına ulaştırır. | 45 | 77,58 | - | - |

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|----------------|----------------|----------------|--------------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | b seçeneği Yoğunluk ses dalgalarının ilerleme hızını etkiler. | 38 | 65,51 | 20 | 34,48 |
| | a seçeneği Tren rayına dayasalar da sesi duyamazlar. Demir sesi iletmez. | 3 | 5,17 | - | - |
| | c seçeneği Daha hızlı olur çünkü tanecikler ne kadar yakınsa yayılma alanı ne kadar az ise dalgalar daha çok yansır. | 25 | 43,10 | - | - |
| | c seçeneği Sesin yayılma alanı artar bu nedenle hız yavaşlar. Aynı olur. | 18 12 | 31,03 20,68 | - 5 | - 8,62 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | - | - | - |
| d. Yanıtsız | a seçeneği | 10 | 17,24 | 6 | 10,34 |
| | b seçeneği | - | - | 2 | 3,44 |
| | c seçeneği | 3 | 5,17 | 6 | 10,34 |
| Toplam | a seçeneği | 58 | 100 | 58 | 100 |
| | b seçeneği | 58 | 100 | 58 | 100 |

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---------------|-------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| | c seçeneği | 58 | 100 | 58 | 100 |

Öğrenciler a seçeneğine çoğunlukla kısmen doğru yanıt verirken (%77,58), son uygulamada öğrencilerin %89,65'i soruyu doğru yanıtlamışlardır. Öğrencilerinde düşündüğü gibi, dalga hareketi titreşimin ortam tarafından iletilmesidir. Ses, su, yay gibi mekanik dalgaların ilerlemesi için ortam gereklidir. Ortamın özelliği ise dalganın ilerleme hızına etki etmekte ve ortamı katı, sıvı ve gaz olarak sınıflandırmaktadır. Moleküller ya da parçacıklar arasındaki mesafeye göre de maddeler katı, sıvı ve gaz olarak ele alınmaktadır. Madde katı halden sıvı hale, sıvı halden gaz haline geçerken moleküller arası mesafe artmakta, mesafe arttıkça dalganın ilerleme hızı azalmaktadır. Ortamdaki molekül yoğunluğu ne kadar fazla olursa iletim hızının da o kadar büyük olacağı bilinmektedir. Sonuç olarak ses dalgalarının katılarda ilerlemesi hava ve sıvı ortamına göre daha hızlı olmaktadır. Bu nedenle oyuncular kulaklarını tren yayına dayayarak trenin gelip gelmediğini anlarlar. B seçeneğinde ise, doğru yanıt veren öğrenciler kadar kısmen doğru yanıt verenlerin de sayısının çok olduğu görülmektedir. Öğrencilere ortamın hangi özelliklerinin ses dalgalarının ilerleme hızlarını etkilediği sorulmuş ve öğrenciler çoğunlukla yoğunluğun ilerleme hızını etkilediği yönünde kısmen doğru yanıtlar vermişlerdir. Teorik olarak dalganın hızı; yoğunluğa, sıcaklığa ve neme bağlı olarak değişmektedir. Sıcaklık arttıkça hız artmaktadır. Sıfır santigrad derecede 330 m/s olan sesin hızı, her 1 santigrad derecede de hız yaklaşık 0,6 m/s artar. Aynı zamanda dalganın hızı ortamın yoğunluğuna da bağlı değişmektedir. Örneğin; sudaki hız (1490 m/s), havadaki hızın 4 katıdır. Ayrıca sesin hızı daha esnek ortamlarda daha büyük, daha yoğun ortamlarda ise daha küçüktür. Buraya örnek olarak, demir (5130 m/s) sudan (1490 m/s) daha yoğun bir ortam olmasına rağmen daha esnektir ve sonuçta daha hızlı olduğu söylenebilir. Sorunun c seçeneğinde bilimsel olarak doğru kabul edilemez yanıtlar öğrenciler tarafından ön uygulamada dile getirilmiştir. Öğrencilerin konunun öğrenimi öncesi esnek ve esnek olmayan maddelerde sesin ilerleme hızına yönelik net bilgilerinin olmadığı ve esnekliği borunun ya da herhangi bir nesnenin genişliği olarak düşündükleri belirlenmiştir. Çünkü öğrenciler yayılma alanının küçülmesi ile taneciklerin daha

hızlı yayılacağı ya da yayılma alanının artması ile daha yavaş yayılacağını söylemişlerdir. Teorik olarak sesin hızı daha esnek ortamlarda daha büyük, daha yoğun ortamlarda ise daha küçük olduğu bilinmektedir. Bu soruda cisimlerin yoğunlukları aynıdır, ancak esnek olan ortamdan daha az esnek ortama geçişte hızın küçüldüğü ve azaldığı söylenebilir.

Yarı yapılandırılmış görüşme sorularında da “Oturduğumuz apartmanlarda komşularımızın ayak seslerini konuşmalarına göre daha rahat işitiriz. Sizce bunun nedeni nedir? Açıklayınız.” sorusu odak öğrenci grubuna yöneltilmiştir. Ön uygulamada öğrencilerin %61,53’ü, son uygulamada %100’ü soruyu doğru yanıtlamış ve “Katılar titreşerek sesi daha çabuk iletiyor. Ayak sesi ile direk katıya titreşim vermiş oluyorsun, ama ses gaz ortamında yayılıyor. Katının sesi daha çabuk ilettiği düşünülduğünde, ayak sesini bu nedenle daha rahat işitiriz.” ifadesinde bulunmuşlardır. Ön uygulama doğru yanıt veremeyen beş öğrenci (%38,46) ise, “Ayak sesleri bize daha yakın mesafededir o nedenle daha çabuk işitiriz.” yanıtını söylemişlerdir.

14. soruda “Yaşamın kaynağı olan güneşte bazen patlamalar olur. Peki, biz bu patlama seslerini neden duyamayız? Açıklayınız.” ifadesi öğrencilere yönlendirilmiştir. Öğrencilerin bu soruya yönelik yanıtları Tablo 29’da yer almaktadır.

Tablo 29

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 14.Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | Uzay boşluktur, ses yayılmaz. | 38 | 65,51 | 55 | 94,82 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | | - | - | - | - |
| c. Kodlanamaz Yanıt | İnsan kulağı bu sesleri duyamaz. (Açıklama getirilmemiş) | 20 | 34,48 | 3 | 5,17 |
| d. Yanıtsız | | - | - | - | - |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Öğrenciler patlama sesinin duyulmamasının nedeni olarak boşlukta ses yayılmadığını belirtmişlerdir. Öğrenciler ön ve son uygulamada büyük çoğunlukla

doğru yanıtı vermişlerdir (%80,165). Öğrencilerin bir kısmının da (%19,825) soruda yazan ifadeyi seslerin kulağımıza ulaşmadığını yazdığı, ancak başka bir açıklamada bulunmadıkları ortaya çıkmıştır. Aslında sesin yayılabilmesi için maddesel bir ortama ihtiyaç olduğu bilinmektedir. Maddesel ortama ihtiyaç duymadan sadece ışık yayılabilmektedir. Güneş'ten gelen ışıklar uzay boşluğunu geçerek dünyamıza ulaşır ve yeryüzünü yaşanılır kılar. Bizim Güneş'ten gelen patlamaları duymama nedenimizde, uzayda sesin yayılabilmesi için gerekli maddesel ortamın olmamasıdır.

Bu sorunun ardından dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları içerisinde bulunan "Sizce ses her ortamda yayılır mı? Açıklayınız." sorusu odak öğrencilere yönlendirilmiştir. Ön ve son uygulamada öğrencilerin hepsi "Ses boşlukta yayılmaz." yanıtını vermişlerdir. Odak öğrenci grubunun sesin yayıldığı ortama yönelik doğru bilgilerinin olduğu söylenebilir. Daha sonra "Bir cismin ses patlaması yaratması için sizce ne kadar hızlı olması gerekmektedir? Açıklayınız." sorusu sorulmuştur. Öğrenciler soruya ön uygulamada (%84,61) "Işık hızında" yanıtını verirken, son uygulamada (%100) "Ses hızından hızlı olması gerekmektedir. Örneğin jetlerde, ses hızını geçince büyük patlama olabiliyor. Ses hızı ise 343.2 m/s'dir." ifadesini vurgulamışlardır. Sonuç olarak bir cismin ses patlaması yaratması için hızın ses hızından daha fazla olması gerekmektedir (343.2 m/s). Bunların yanında öğrencilere "Mobil telefonların haberleşme sistemi sizce nasıl sağlanmaktadır? Açıklayınız." sorusu görüşmelerde yönlendirilmiştir. Öğrencilerin tümü ön ve son uygulamada "Mobil telefonlarda haberleşme sistemi elektromanyetik dalgalar aracılığıyla sağlanmaktadır." ifadesinde bulunarak soruyu doğru yanıtlamışlardır. Öğrencilerin belirttiği üzere, mobil telefonlarda haberleşme sistemi elektromanyetik dalgalar aracılığıyla sağlanmaktadır. Aynı şekilde radyoda dinlediğimiz sunucunun sesi de elektromanyetik dalgaların varlığı ile bizlere ulaştırılır. Elektromanyetik dalgalar mekanik dalgalardan farklıdır. Mekanik dalgaların iletilebilmesi için tanecikli ortam gerekiyken, elektromanyetik dalgalar için böyle bir koşul yoktur. Elektromanyetik dalgalar boşlukta ışık hızı ile yayılır. Elektromanyetik dalgaların geçişini en çok kurşun levhalar ve beton bloklar engeller. Bu nedenle tünel, metro gibi yerlerde cep telefonlarımız çekmez.

Dalgalar kavramsal anlama formunda 15. soru olarak “İki arkadaş birbirine seslenmektedir. Ancak Esra sesinin Ali’ye daha kısa sürede ulaşmasını istemektedir. Bu durumda neler yapılmalıdır? Açıklayınız.” sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya yönelik yanıtları Tablo 30’da yer almaktadır.

Tablo 30

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 15.Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | Ses hızı ortamın yoğunluğuna, sıcaklığına ve neme bağlı olarak değişmektedir. Bunlardan biri değişmelidir. | 10 | 17,24 | 40 | 68,96 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | Esranın sesinin tınısı ve şiddeti yüksek olmalıdır ki, Ali’ye daha kısa sürede seslenebilsin. Esranın sesinin tınısı ince ve az, şiddeti ise yüksek olmalıdır. | 39 | 67,24 | 9 | 15,51 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | - | - | - |
| d. Yanıtsız | | 9 | 15,51 | 5 | 8,62 |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Ön uygulamada öğrencilerin daha çok yanlış yanıt verdikleri (%67,24), son uygulamada ise soruya doğru yanıt verdikleri (%68,96) görülmektedir. Ön uygulamada öğrenciler sesin daha kısa sürede ulaşmasını sesin tınısı ve şiddeti ile bağdaştırmışlardır. Öğrencilerin ses şiddetli olunca ya da tiz olunca daha hızlı ulaşır gibi bir algılarının olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak bilimsel olarak sesin bir ortamdaki yayılma hızı ses kaynağına ve sesin özelliklerine bağlı olarak değişmemektedir. Sesin bir ortamdaki yayılma hızı ortamın yoğunluğuna, sıcaklığına ve neme bağlı olarak değişebilmektedir.

“Yüksek bir sesin şiddetinin (100 desibel) bardağı kırması olayı düşük şiddetli bir sesle de (20 desibel) olabilir mi? Açıklayınız.” sorusu öğrencilere 16. sırada sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya ilişkin yanıtlarına Tablo 31’de yer verilmiştir.

Tablo 31

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 16.Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|---|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | Hayır olamaz. Şiddet yüksek olmalıdır. | 36 | 62,06 | 41 | 70,68 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | Evet olabilir. Çünkü bu tını ve frekansla ilgili bir durumdur. Ses ama tiz olmalıdır. | 22 | 37,93 | 15 | 25,86 |
| c. Kodlanamaz Yanıt | | - | - | - | - |
| d. Yanıtsız | | - | - | 2 | 3,44 |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Soruya öğrencilerin daha çok doğru yanıtlar verdikleri (%66,37), ancak bazı öğrencilerin (%31,89) şiddet ve frekans kavramlarını birbirine karıştırdıkları tespit edilmiştir. Yanlış yanıtı veren öğrencilerin daha çok bu yanıtı ön uygulamada vermiş oldukları ve %25,86 öğrencinin de son uygulamada ifade ettikleri dikkat çekmektedir. Soruda olduğu gibi, şiddeti yüksek ses daha fazla enerji taşımaktadır. Şiddeti yüksek sesin genliği dolayısıyla daha büyüktür ve bardağı kırması daha mümkündür. Bu durumda sesin şiddeti az olduğunda uzaktan ses iyi duyulmaz, genliği ve enerjisi azdır. Ayrıca sesin şiddeti değiştiğinde sesin yüksekliği, frekansı ve inceliği kalınlığı değişmez. Aynı soru görüşme soruları arasında odak öğrenci grubuna yönlendirildiğinde, ön uygulamada öğrencilerin %30,76'sı ve son uygulamada %69,23'ü soruyu doğru yanıtlamışlardır. Bilimsel olarak doğru kabul edilemeyen öğrencilerin yanıtları ise aşağıda bulunmaktadır:

Can: Ses farklı frekanslarda aynı ses yüksekliğine sahip olmadığından bardak kırılmaz.

Kaan: Farklı frekanslarda sesin basıncı değişiyor. Bu durumda bardak kırılmaz.

Sude: Bardak belirli bir ses tınısında kırılır. Frekans değişirse sesin tınısı değişeceğinden bardak kırılmaz.

Dalgalar kavramsal anlama formunda 17. soruda "Ayşe bu yıl üniversite sınavına hazırlanan bir öğrencidir. Ayşe okuldan eve geldiğinde ders çalışmak için

odasına girer ve komşularının televizyon ve müzik seslerinden çok rahatsız olur. Bu durum Ayşe'nin ders çalışmasına engel olmaktadır. Ayşe'nin rahatsız olduğu televizyon ve müzik seslerinin duyulmamasına yönelik nasıl bir öneride bulunabilirsiniz?" öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerin yanıtları aşağıda verilmiştir (Tablo 32).

Tablo 32

Dalgalar Kavramsal Anlama Formu 17.Soruya İlişkin Bulgular

| Yanıt Türleri | Öğrenci yanıtları | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|---|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| a. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt | | | | | |
| a1. Tam doğru yanıt | Binaya ses yalıtımı yapılması gerekmektedir. | 41 | 70,68 | 56 | 96,55 |
| a2. Kısmen doğru yanıt | | - | - | - | - |
| b. Bilimsel olarak kabul edilemez yanıt | | - | - | - | - |
| c. Kodlanamaz Yanıt | Komşuyu uyarmak, yastıkla kafanı kapatmak vb. ilgisiz yanıtlar | 17 | 29,31 | 1 | 1,72 |
| d. Yanıtsız | | - | - | 1 | 1,72 |
| Toplam | | 58 | 100 | 58 | 100 |

Öğrenciler Tablo 32'de görüldüğü üzere özellikle son uygulamada, seslerin duyulmamasına yönelik ses yalıtımı yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir (%96,55). Çünkü ses yalıtımı sesin madde ile etkileşimi sonucunda oluşabilecek durumları belirtmekte ve sesin yayılmasını önlemektedir. Ses yalıtımı sesin soğurulma miktarını arttırmak amacıyla yapılmaktadır. Ayrıca ses yalıtımı için esnek ve içinde hava boşlukları bulunan cam yünü ve köpük malzemeler kullanılmaktadır.

Dalgalar kavramsal anlama formuna yönelik hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme sorularının sonuncusu "İki kişinin ayrı ayrı odalarda oldukları ve birbirlerinin konuşmalarını duyabildikleri belirtilmiştir. Ses duvardan nasıl iletilmekte ve yayılmaktadır? Sesin duyulmaması için sizce ne yapılması gerekmektedir? Açıklayınız." öğrencilere sorulmuştur. Sesin nasıl yayıldığını ve iletildiğini ön uygulamada doğru bilen öğrenci bulunmazken, son uygulamada "Ses titreşerek dalgalar halinde yayılmaktadır." ifadesi ile tüm öğrenciler soruyu doğru yanıtlamışlardır. Öğrencilerin yanlış ifadeleri ise aşağıdaki şekildedir:

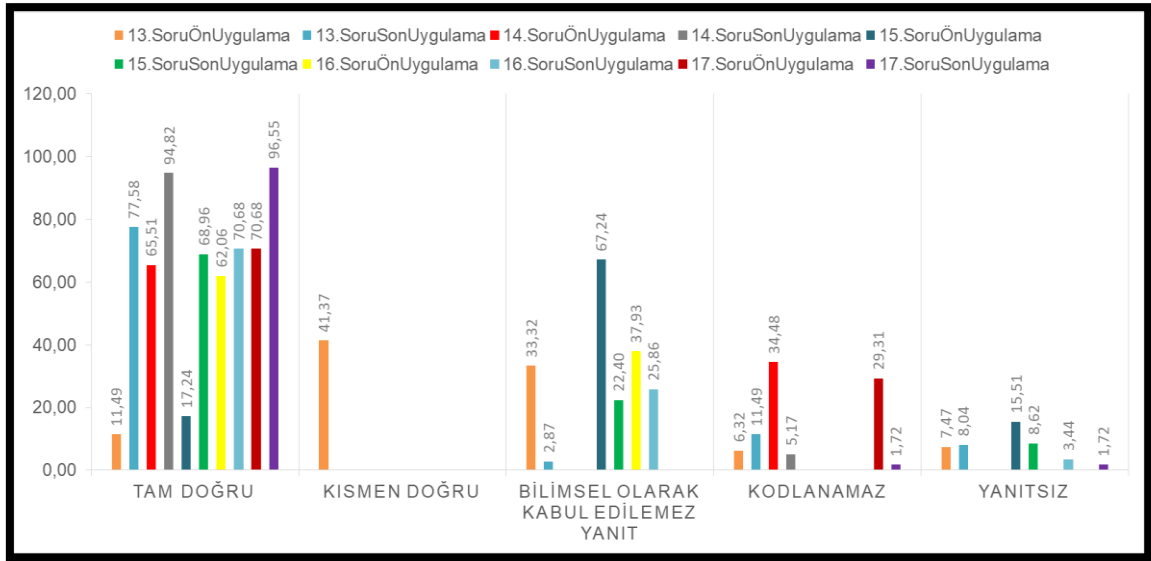
Ali: Sesin yayılması duvardaki boşluklara bağlıdır. Ses tanecikler arasından titreşerek bizlere ulaşır. Yani ses bulunduğu her boşluktan geçerek yayılır. Duvarda da ne kadar çok boşluk varsa sesi o kadar net duyarız ve boşluk azaltılınca sesi artık duyamayız.

Aslı: Ses duvardan geçemez, ancak kapı aralığından geçer. Dolayısıyla ses doğrusal yayılır.

Can: Sesi evin duvarı inceyse daha rahat duyarız. Hatta annelerimizin kullandığı 'Kâğıt gibi duvar...' kelimesi çıkarımı bu ifadeden geliyor. Ancak katının yani duvarın kalınlığı arttıkça sesin geçmesi gereken maddesel ortam yoğunlaşır ve ses geçişi zorlaşarak daha az işitilir.

Öğrencilerin sesin ortamın parçacıkları arasından geçen ya da hava molekülleri aracılığıyla yayılan taşınan bir varlık olarak ifade edildiği dikkat çekmektedir. Öğrencilerin ifadelerinin aksine, sesin bir enerji türü olduğu ve dalgalar halinde yayıldığı bilinmektedir. Ayrıca sesin duyulmamasına yönelik ön ve son uygulamada tüm öğrenciler ses yalıtımı yapılması gerektiğini söylemiş ve "Sesin duyulmaması için ses yalıtımının yapılması, yani hava moleküllerinin boşluklarda kalacağı cam yünü, köpük vb. malzemelerin ya da çift camların kullanılması gerekmektedir." ifadesini dile getirmişlerdir. Çünkü bilinmelidir ki, ses yalıtımı ile sesin soğrulması ve yansımasının kontrolü sağlanabilmektedir.

Araştırmada dalgalar kavramsal anlama formundaki ses dalgaları ile ilgili olan soruların genel bir karşılaştırması yapılmıştır. Burada öğrencilerin yanıtları her bir sorunun ön ve son uygulaması ile birlikte ele alınmış ve bunların kategorilerdeki değişimleri incelenmiştir. Aynı zamanda bunun gösterimi Şekil 66'da yer alan karşılaştırma grafiği aracılığıyla sunulmuştur.



Şekil 66. Ses dalgaları ile ilgili sorulara ilişkin karşılaştırma grafiği.

Grafik incelendiğinde, öğrencilerin son uygulamada daha başarılı olduğu görülmektedir. Öğrenciler son uygulamada en fazla 16. soruda sorun yaşamıştır. Ancak genel olarak öğrencilerin ön uygulamalardaki yanıtları ile son uygulamalardaki yanıtları arasında olumlu yönde bir fark olduğu söylenebilir.

Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre Uygulanmasının Öğrencilerin Dalgalar Konusuna Yönelik Tutumu Üzerine Etkisi

Bu bölümde dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumları üzerindeki etkilerin belirlenmesi istenmiştir. Araştırmada “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması öğrencilerin tutumlarında bir değişiklik oluşturmada mıdır?” sorusunun yanıtı bu bölümde aranmıştır. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulama başlamadan önce ve uygulama bittikten sonra öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutum düzeyleri incelenmiş, daha sonra tutum düzeyleri arasında fark olup olmadığı tespit edilmiştir. Öncelikle dalgalar konusuna yönelik tutum düzeylerini belirlemek için öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutum ön ölçüm ve son ölçümlerinden aritmetik ortalama ve standart sapmalar hesaplanmıştır. Buradan yola çıkılarak “ortalamlar arasındaki farkın standartlaştırılması” belirlenmek

istenmiş ve grup ortalamaları farkına göre etki büyüklüğü hesaplanmıştır (Kotrlik ve Williams, 2003). Cohen's *d* etki büyüklüğü formülü tercih edilmiş ve tutum ölçeğine yönelik etki büyüklüğü 1.17 bulunmuştur (Cohen, 1988). Buna göre 0.80 üzerinde elde edilen etki büyüklüklerinin yüksek olarak ifade edilmesiyle, araştırmada tutum ölçeğine yönelik elde edilen etki büyüklüğünün yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonra tutum ölçeğinin ön ölçüm sonuçları ile son ölçüm sonuçları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla t testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 33'de sunulmuştur.

Tablo 33

Tutum Ölçeklerine İlişkin t Testi Sonuçları

| | N | \bar{X} | s.s. | s.d. | t | p |
|--------------|----|-----------|-------|------|-------|---------|
| Ön uygulama | 58 | 50,36 | 8,28 | 57 | -6,46 | 0,000 |
| Son uygulama | 58 | 61,39 | 10,51 | | | (<0.05) |

t tablo: 1.70

Dalgalar konusuna yönelik tutum ön ve son ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında, dalgalar konusuna yönelik tutum son ölçüm ortalamalarının 61,39, ön ölçüm ortalamalarının ise 50,36 olduğu görülmektedir. Bu durumda son ölçüm aritmetik ortalamalarının ön ölçüm ortalamalarından yüksek olduğu söylenebilir. Bu aradaki 11,03 puanlık farkın anlamlı olup olmadığını sınamak amaçlı t testi uygulanmış ve t değeri -6,46 bulunmuştur. Son ölçüm puanlarının ön ölçüm puanlarına göre anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir ($t=-6,46$, $p<.05$). Aynı zamanda bu t değeri 57 serbestlik derecesinin 0,05 anlamlılık düzeyindeki 1.70 tablo değerinin oldukça üzerindedir. Sonuç olarak, dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasının öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Yordamsal analizin ardından araştırmada elde edilen bulgular, öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumları ele alınarak betimsel bir şekilde yorumlanmıştır. Öğrencilerin her bir tutum maddesine yönelik verdikleri yanıtlar ön ve son uygulama için ortalama, yüzde, frekans, tutum düzeyi ve standart sapma ile tablolarda yer almaktadır. İlk tabloda öğrencilerin ölçekteki olumlu maddelere ilişkin tutumları bulunurken, ikinci tabloda öğrencilerin ölçekteki olumsuz maddelere ilişkin tutumlarına yer verilmiştir.

Öğrencilerin olumlu maddeler içerisinde dalgalar konusuna yönelik tutumunun ön uygulamada 3. maddede “Dalgalar konusunu kolayca anlayabilirim.” (%37,9, \bar{X} =3,69) ve 13. maddede “Bana göre dalgalar konusuna yönelik yürütülen araştırmalar için yapılan harcamalar doğru harcamalardır.” (%43,1, \bar{X} = 3,41) yer alan ifadeler ile tutum düzeyinin katılıyorum olması sonucunda öğrenci tutumlarının en yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin olumlu maddelerin 2 tanesine katılıyorum, 8 tanesine çok az katılıyorum ve 1 tanesine hiç katılmıyorum yanıtını verdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin 14. maddede bulunan “Meslek hayatım için dalgalar bilgisi gereklidir.” (%31, \bar{X} = 2,48) ifadesine hiç katılmıyorum düzeyinde yanıt verdikleri görülmektedir. Bunların yanı sıra son uygulamada 3. maddenin “Dalgalar konusunu kolayca anlayabilirim.” (%56,9, \bar{X} =4,02) ve 2. maddenin “Dalgalar konusundaki formülleri kullanmak bana kolay gelir.” (%58,6, \bar{X} =3,95) yanıtlarının tutum düzeyinde katılıyorum olması ile öğrenci tutumunun en yüksek olduğu maddeler oldukları saptanmıştır. Öğrencilerin son uygulamada olumlu maddelerin 2 tanesine tamamen katılıyorum ve 9 tanesine katılıyorum yanıtını verdikleri belirlenmiştir. Tutum düzeyinde tamamen katılıyorum yanıtları ise 14. maddeye “Meslek hayatım için dalgalar bilgisi gereklidir.” (%37,9, \bar{X} = 3,59) ve 16. maddeye “Bana göre meslek dalları dalgalar konusu bilgilerine ihtiyaç duyar.” (%34,5, \bar{X} = 3,64) öğrenciler tarafından verilmiştir. Ön ve son uygulamadan elde edilen bulgular karşılaştırıldığında, çoğu maddede öğrenci tutum düzeyinin arttığı ve en fazla artışında 14. maddede gerçekleştiği görülmektedir. Sadece 13. ve 3. maddede öğrencilerin tutum düzeyinin artmadığı, ancak 3. maddede de aynı tutum düzeyine yönelik yanıt veren öğrenci sayısında artış olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak araştırmada sadece 13. maddeye yönelik öğrencilerin tutumunda bir artış gerçekleşmediği söylenebilir.

Tablo 34’de olumlu maddelere yönelik öğrenci yanıtları ayrıntılı bir şekilde yer almaktadır.

Tablo 34

Öğrencilerin Ölçekteki Olumlu Maddelere İlişkin Ön ve Son Uygulamadaki Tutumları

| Madde # | Madde | Ön Uygulama | | | Son Uygulama | | |
|---------|---|----------------------------------|------|----------------|-----------------------------------|------|----------------|
| | | Frekans (%) Tutum düzeyi | Ort. | Standart Sapma | Frekans (%) Tutum düzeyi | Ort. | Standart Sapma |
| 1 | Dalgalar konusundaki problemleri kolayca çözebilirim. | 23 (%39,7) Çok az katılıyorum | 2,95 | 0,963 | 25 (%43,1) Katılıyorum | 3,83 | 0,920 |
| 2 | Dalgalar konusundaki formülleri kullanmak bana kolay gelir. | 22 (%37,9) Çok az katılıyorum | 3,28 | 0,874 | 34 (%58,6) Katılıyorum | 3,95 | 0,686 |
| 3 | Dalgalar konusunu kolayca anlayabilirim. | 22 (%37,9) Katılıyorum | 3,69 | 0,922 | 33 (%56,9) Katılıyorum | 4,02 | 0,662 |
| 5 | Dalgalar konusundaki sembolleri kullanmak bana kolay gelir. | 33 (%56,9) Çok az katılıyorum | 3,10 | 0,765 | 33 (%56,9) Katılıyorum | 3,88 | 0,839 |
| 8 | Dalgalar konusunu ilgi çekici bulurum. | 26 (%44,8) Çok az katılıyorum | 3,34 | 0,807 | 24 (%41,4) Katılıyorum | 3,78 | 0,918 |
| 9 | Günlük yaşamda dalgalar konusunun uygulamaları ile karşılaşırız. | 24 (%41,4) Çok az katılıyorum | 3,16 | 1,023 | 22 (%37,9) Katılıyorum | 3,71 | 1,043 |
| 10 | Bana göre herkesin dalgalar konusunu öğrenmeye ihtiyacı vardır. | 28 (%48,3) Çok az katılıyorum | 2,40 | 0,857 | 22 (%37,9) Katılıyorum | 3,57 | 1,201 |
| 12 | Bana göre dalgalar konusu günlük yaşamla doğrudan ilişkilidir. | 24 (%41,4) Çok az katılıyorum | 2,50 | 0,903 | 19 (%32,8) Katılıyorum | 3,74 | 1,117 |
| 13 | Bana göre dalgalar konusuna yönelik yürütülen araştırmalar için yapılan harcamalar doğru harcamalardır. | 25 (%43,1) Katılıyorum | 3,41 | 0,859 | 21 (%36,2) Katılıyorum | 3,83 | 0,881 |
| 14 | Meslek hayatım için dalgalar bilgisi gereklidir. | 18 (%31) Hiç katılmıyorum | 2,48 | 1,287 | 22 (%37,9) Tamamen katılıyorum | 3,59 | 1,511 |
| 16 | Bana göre meslek dalları dalgalar konusuna bilgilerine ihtiyaç duyar. | 22 (%37,9) Çok az katılıyorum | 2,60 | 1,075 | 20 (%34,5) Tamamen katılıyorum | 3,64 | 1,165 |

Öğrencilerin olumsuz maddeler içerisinde dalgalar konusuna yönelik tutumunun ön uygulamada 7. madde “Dalgalar konusundan nefret ederim.” (%50, $\bar{X}= 4,14$) tutum düzeyi katılmıyorum olan ifadeyle öğrencilerin en yüksek tutuma sahip olduğu madde olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin ön uygulamada 3 maddeye katılmıyorum ve 2 maddeye çok az katılıyorum yanıtlarını verdikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler 4. maddede “Dalgalar konusundaki semboller bana karışık gelir.” (%41,4, $\bar{X}=3,21$) ve 6. maddede yer alan “Dalgalar konusunu derste dinlerken sıkılıyorum.” (%31, $\bar{X}=3,33$) ifadelerine çok az katılıyorum yanıtlarını vermişlerdir. Son uygulamada ise yine en yüksek tutum 7. maddedeki ifadeye tespit edilmiştir (%46,6, $\bar{X}= 4,19$). Ayrıca öğrencilerin 3 maddeye hiç katılmıyorum, 2 maddeye katılmıyorum tutum düzeyinde yanıt verdikleri saptanmıştır. Katılmıyorum yanıtları 4. maddede ve 11. maddede bulunurken, hiç katılmıyorum yanıtlarına 6., 7. ve 15. maddelerde rastlanılmıştır. Öğrencilerin ön ve son uygulamadaki yanıtları karşılaştırıldığında, tutumların olumlu yönde değiştiği ve tutum düzeylerinin çoğu madde de fark ettiği gözlemlenmiştir. Tutum düzeyi sadece 11. maddede değişmediği, ancak yine aynı tutum düzeyine yanıt veren öğrenci sayısında artış olduğu belirlenmiştir. Tutum düzeyindeki en büyük farklılık ise 6. maddede gerçekleşmiştir. Araştırmada olumsuz maddelere yönelik öğrenci yanıtlarının tümünde tutumun olumlu yönde değiştiği ortaya çıkmıştır. Tablo 35’de de olumsuz maddelere yönelik öğrenci yanıtları ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Tablo 35

Öğrencilerin Ölçekteki Olumsuz Maddelere İlişkin Ön ve Son Uygulamadaki Tutumları

| Madde # | Madde | Ön Uygulama | | | Son Uygulama | | |
|---------|--|----------------------------------|------|----------------|--------------------------------|------|----------------|
| | | Frekans (%) Tutum düzeyi | Ort. | Standart Sapma | Frekans (%) Tutum düzeyi | Ort. | Standart Sapma |
| 4 | Dalgalar konusundaki semboller bana karışık gelir. * | 24 (%41,4) Çok az katılıyorum | 3,21 | 1,039 | 34 (%58,6) Katılmıyorum | 4,02 | 0,783 |
| 6 | Dalgalar konusunu derste dinlerken sıkılıyorum. * | 18 (%31) Çok az katılıyorum | 3,33 | 1,176 | 19 (%32,8) Hiç katılmıyorum | 3,78 | 1,109 |
| 7 | Dalgalar konusundan nefret ederim. * | 29 (%50) Katılmıyorum | 4,14 | 0,805 | 27 (%46,6) Hiç katılmıyorum | 4,19 | 0,999 |
| 11 | Çevremdeki olayları yorumlamada | 20 (%34,5) Katılmıyorum | 3,21 | 1,120 | 26 (%44,8) Katılmıyorum | 3,72 | 1,056 |

| Madde # | Madde | Ön Uygulama | | | Son Uygulama | | |
|---------|--|--------------------------------|------|-------------------|--------------------------------|------|-------------------|
| | | Frekans (%) Tutum düzeyi | Ort. | Standart Sapma | Frekans (%) Tutum düzeyi | Ort. | Standart Sapma |
| 15 | dalgalar konusu ile ilgili bilgiler işime yaramaz. * Dalgalar konusundaki gelişmeler yaşam şartlarımızı daha da iyileştirmez. * | 30 (%51,7) Katılmıyorum | 3,57 | 1,045 | 28 (%48,3) Hiç katılmıyorum | 4,17 | 1,062 |

*Ölçekte yer alan olumsuz maddeler

Sonuç olarak araştırmada, öğrencilerin ölçeğe yönelik verdikleri yanıtların yordamsal ve betimsel olarak ele alınması ile dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması sonucunda öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği ortaya çıkmıştır.

Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre Uygulanması İle Öğrencilerin Sorgulamaya Dayalı Öğrenmeye Yönelik Görüşleri

Bu bölümde dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşleri ele alınmıştır. Odak öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve uygulama sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öncesi ve sonrasında gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde odak öğrenci grubunda yer alan 13 öğrencinin dalgalar konusuna yönelik görüşleri, inançları ve araştırma yaparken kullandıkları sorgulama becerileri belirlenebilmiştir. Bu bağlamda ilk görüşmede öğrencilerin bugüne kadar sahip oldukları kazanımlar ortaya çıkarılırken, uygulama sonrası dalgalar konusunda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile birlikte bilgi, beceri, tutum, davranış ve değerlerindeki değişimler tespit edilmiştir. Bu nedenle araştırmada öğrencilere uygulama öncesi ve sonrası aynı soruların sorulması tercih edilmiştir. Ayrıca bu bölümde araştırmanın “Dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşleri nasıl gelişim göstermektedir?” sorusuna aşağıda yanıt aranmıştır. Öğrencilere yöneltilen ana sorulara aşağıda yer verilmiştir. Ayrıca

öğrencilerden gelen yanıtlar doğrultusunda yarı yapılandırılmış görüşme formatına uygun olarak öğrencilere ek sorularda yöneltilmiştir:

- Fizik derslerinde ne tür etkinlikler yapıyorsunuz? (Deney, gözlem, proje çalışması vs.)
- Fizik dersleri sizce nasıl işlenmeli ve derste ne tür etkinliklere yer verilmelidir?
- Fizik dersinde yeni karşılaşılabilecek bir konuya hazırlanmak için neler yapardınız? Açıklayınız.
- Fizik dersinde öğrendiğiniz bilgileri günlük yaşamda nasıl kullanıyorsunuz? Nerelerde bilgilerinizden faydalanıyorsunuz? Açıklayınız.
- Fizik derslerinde yapmayı en çok sevdiğiniz etkinlikler nelerdir? Açıklayınız.
- Fizik derslerinde yapılması en zor etkinlikler nelerdir? Açıklayınız.
- Fizik derslerinde bir konunun öğrenimi ile ilgili karşılaşılan bir sorunu çözmek için sizce nasıl bir yol izlenmelidir? Açıklayınız.
- Bir bilim insanı ileri sürdüğü hipotezini ispatlamak için sizce nasıl bir yol izleyerek bilimsel çalışmalarını yürütmelidir? Açıklayınız.

Öğrencilere sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline yönelik sekiz soru yöneltilmiştir. Bu sekiz soru yedi tema altında toplanmış ve toplamda temalar altında bulunan 33 kategori belirlenmiştir. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtların analizi ayrıntılı bir şekilde Tablo 36'da yer almaktadır.

Tablo 36

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Yönelik Öğrenci Görüşleri

| Temalar | Kategoriler | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| Gerçekleşen Öğretim | Soru çözme | 13 | 100 | - | - |
| | Deney | - | - | 13 | 100 |
| | Simülasyon | - | - | 13 | 100 |
| | Video izleme | - | - | 12 | 92,3 |
| | Tartışma | - | - | 10 | 76,92 |
| | Grup çalışmaları | - | - | 8 | 61,53 |
| İstenilen Öğretim | Deney | 13 | 100 | 13 | 100 |
| | Simülasyon | 13 | 100 | 13 | 100 |
| | Grup çalışmaları | 9 | 69,23 | 10 | 76,92 |
| | Görsel materyal | 8 | 61,53 | 10 | 76,92 |
| | Modelleme | - | - | 9 | 69,23 |
| | Günlük hayatla ilişkilendirme | - | - | 9 | 69,23 |
| | Proje çalışması | - | - | 8 | 61,53 |
| | Video | - | - | 8 | 61,53 |
| Konuya Hazırlık | Hiçbir şey | 10 | 76,92 | 4 | 30,76 |
| | Kaynak kitap inceleme | 6 | 46,15 | 9 | 69,23 |
| | İnternete göz atma | 6 | 46,15 | 9 | 69,23 |
| Fiziğin Günlük Yaşamdaki Yeri | Mekanik konusuyla bağdaştırma | 6 | 46,15 | - | - |
| | Elektrik konusuyla bağdaştırma | 5 | 38,46 | - | - |
| | Optik konusuyla bağdaştırma | 3 | 23,07 | - | - |
| | Dalgalar konusuyla bağdaştırma | 3 | 23,07 | 13 | 100 |
| Fiziğin Zorlukları | Elektrik deneyleri | 10 | 76,92 | 8 | 61,53 |
| | Soyut kavramların öğrenimi | 13 | 100 | 8 | 61,53 |
| Fizikte Karşılaşılan | Tartışma ortamı yaratma | 13 | 100 | 13 | 100 |

| Temalar | Kategoriler | Ön Uygulama | | Son Uygulama | |
|----------------------------------|--|-------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Frekans (f) | Yüzde (%) | Frekans (f) | Yüzde (%) |
| Zorlukların Çözüm Yolları | Literatürden yararlanma | 11 | 84,61 | 10 | 76,92 |
| | Deney yapma | 13 | 100 | 13 | 100 |
| | Görsel materyal kullanma | 10 | 76,92 | 13 | 100 |
| | Günlük hayatla kavramları ilişkilendirme | 8 | 61,53 | 13 | 100 |
| | Simülasyon gösterimi | 8 | 61,53 | 13 | 100 |
| | Video izlettirme | 7 | 53,84 | 12 | 92,3 |
| | Modelleme ile konuyu basite indirgeme | - | - | 12 | 92,3 |
| | Soru çözme | - | - | 10 | 76,92 |
| Fizikte İspat | Deney | 13 | 100 | 13 | 100 |
| | Literatürden yararlanma | 13 | 100 | 13 | 100 |
| | Sürekli merak duygusu barındırarak | - | - | 12 | 92,3 |
| | İşini severek yaparak | - | - | 11 | 84,61 |
| | | | | | |

Araştırmada öğrenci yanıtları ile belirlenen temaların ilki “Gerçekleşen öğretim” ele alındığında, ön uygulamada öğrencilerin sadece soru çözmeyi belirttikleri dikkat çekmektedir. Buradan öğrencilerin önceki konuların öğreniminde sadece soru çözme etkinliklerini yaptıkları anlaşılmaktadır. Ancak uygulama sonrasında aynı soru yöneltildiğinde; öğrencilerin deney, simülasyon, video izleme, tartışma ve grup çalışmaları yanıtlarını verdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu temaya yönelik açıklamaları aşağıda bulunmaktadır:

Fatma: Fizik derslerinde tam olarak etkinlik yapmıyoruz. Öğretmen sadece tahtaya soru yazıyor ve biz soruları çözüyoruz.

Hasan: Derslerde deney yapmıyoruz, simülasyonlardan yararlanmıyoruz. Sadece soru çözüyoruz.

Can: Son uygulamalarda derslerde deney, simülasyon, video izleme, tartışma, grup çalışmaları şeklinde etkinlikler yaptık.

“İstenilen öğretim” temasında öğrencilerin ön uygulamada deney, simülasyon, görsel materyal kullanımı ve grup çalışmasını belirttikleri görülmektedir. Son uygulamada bunlara ilave olarak modelleme, günlük hayatla ilişkilendirme, proje çalışması ve video izleme öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Öğrencilerin uygulamalar sonucunda daha fazla etkinliğin öğrenim esnasında kullanılabileceğini fark ettikleri düşünülmektedir. Öğrencilere gerçekleştirilen etkinliklerin aslında öğrencilere örnek teşkil ettiği söylenebilir. Bu temaya yönelik öğrenci ifadeleri de aşağıda yer almaktadır:

Kaan: Deneysel uygulamaların öğrenimde etkili olacağını düşünüyorum. Çünkü birçok soruyu çözemiyorum ve soruda bahsedilen şeyi gözümün önüne getiremiyorum. Bilgiler benim için tahtada yazılanla kalıyor ve o da ezber oluyor. Ben ezberlemek istemiyorum, zaten ezberleyemiyorum. Bu nedenle fizik dersinde başarısız oluyorum. Bilgilerimin daha kalıcı hale gelmesini istiyorum.

Aslı: Simülasyonlarla öğrendiklerimizin desteklenmesini istiyorum. Soyut olan kavramların somutlaştırılmasını istiyorum. Aynı şekilde görsel materyal kullanımında yapılabilir.

Sevgi: Grup çalışmaları şekilde etkinlikler yapılmasını ve bu şekilde anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini istiyorum.

Ali: Fizik konularının günlük yaşamdaki kullanım yerlerini tartışabiliriz ve daha fazla günlük hayatla bağdaştırılarak konular anlatılabilir. Derslerde hatta modellemeler yapılabilir.

Merve: Etkinlik süresince yaptıklarımızın hepsi güzel, eğlenceli ve yararlıydı. Bundan sonrada deney malzemeleri sınıf ortamına getirilebilirse bizim için sonraki süreçlerin daha verimli olacağını düşünüyorum.

Ayşe: Etkinlik sürecinde olduğu gibi derslerin deney, simülasyon ve video gibi etkinliklerle işlenmesi gerektiğini düşünüyorum. Bu şekilde özellikle görsellikle birlikte kalıcı öğrenme oluyor.

Mutlu: Konunun öğreniminde, teorik anlatım bittikten sonra öğrenilen kavramları somutlaştırmak amaçlı proje çalışmaları yapılabilir ve konuya yönelik videolar izlettirebilir.

Öğrenciler “Konuya hazırlık” temasına yönelik ön uygulamada genellikle öğretimi gerçekleştirilecek olan konuya ön hazırlık yapmadıklarını ifade etmişlerdir. Bir kısım öğrencide konuya yönelik kaynak kitaptan inceleme yaptığını ve internete göz attığını belirtmiştir. Ancak son uygulamada öğrencilerin ön hazırlık konusunda daha bilinçlendiği ve konuların öğretimi başlamadan önce kaynak kitapları inceledikleri ve internetten yararlandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu temaya yönelik ifadeleri aşağıdadır:

Kerem: Kaynak kitaplardan not çıkarıyorum.

Sude: Konu öncesinde internette araştırma yapıyorum ve kitaba göz atıyorum.

Selen: Dersten önce hazırlanmıyorum. Sadece ilgi çekici ve eğlenceli konulara önceden çalışabilirim.

Ali: Ben her konuda önceden kaynaklara bakılmaması gerektiğini düşünüyorum. Önden baktığımızda kendi düşündüğümüz ve hocanın anlattığı örtüşmediğinde kavramsal karmaşa yaşıyorum. Bu nedenle zor konuların öncesi hiçbir şeyden yararlanmıyorum.

Öğrencilerden bazılarının konuların öncesinde konuya hazırlanmama nedeninin kavram karmaşası olduğu tespit edilmiştir. Bu öğrencilerin ön bilgilerinde eksiklik olmasından kaynaklı bu şekilde bir sıkıntı yaşadıkları söylenebilir.

Öğrencilere fiziğin günlük yaşamdaki yeri ile ilgili sorular yöneltildiğinde öğrencilerin fiziği genellikle mekanik, optik, elektrik ve dalgalar konusuyla bağdaştırdıkları görülmektedir. “Fiziğin Günlük yaşamdaki yeri” temasında ön uygulamada dört temel alandan bahseden öğrenciler, uygulama sonrasında öğrencilerin etkinliklerin gerçekleştirildiği dalgalar konusuna bağlı örnekler verdikleri

tespit edilmiştir. Öğrencilerin konuları günlük hayatla nasıl bağdaştırdıkları aşağıda yer almaktadır:

Hasan: Pişmiş yumurta ve çiğ yumurta deneyi vardı. Yumurtaları salladım bir şey anlamadım sonra suya attım ve ikisinin üzerinde kaldırma kuvvetinin etkisinin farklı olduğunu gördüm.

Fatma: Evde kavanoz kapakları açılmıyordu, sonra annem sıcak suya koydu açıldı. Böylece genleşme etkisini görmüş oldum.

Can: Trafikte yeşil dalga olayı var. Ortalama hızla ilintili olarak bunu gözlemliyoruz.

Kaan: Topraklama olayı var, gökdelenlerin ucu yıldırım çarpmasın diye topraklanıyor.

Mutlu: Evlerimizde mantolama var, bu şekilde ısı ve ses yalıtımı sağlanıyor.

Selen: Okullarda yalıtım amaçlı çift cam kullanılıyor.

Ayşe: Optikte öğrendiklerimizi gözlük camlarımızın kullanımında fark ediyoruz.

Merve: Topu sektirirken, topa uygulanan basıncı ve geri dönmesindeki tepki kuvvetini yorumlayabiliyoruz.

Sevgi: Tork kuvvetini kapıyı açıp kapatırken fark ediyoruz.

Ali: Birine elektrik çarptığında tahta ile vurun ifadesinde tahtanın elektriği geçirmediğini anlıyoruz.

Aslı: Karda yürürken bot mu yoksa topuklu ayakkabı mı tercih etmem gerektiğini öğrendim.

Kerem: Evden taşınırken eşyaların kaldıraç yardımıyla aktarımını gördüm.

Sude: Denizde dalga oluşumunda dalga hareketini ya da birinin havuza atlaması ile oluşan dalga hareketini yorumlayabiliyorum.

Merve: Birine sesimizi duyurmak istediğimizde artık sesimizin şiddetinin arttırdığını biliyorum.

“Fiziğin zorlukları” temasında öğrencilerin soyut kavramların öğrenimini ve elektrik deneylerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğrenciler ön ve son uygulamada

aynı ifadelerde bulunmuşlardır. Öğrencilerin elektrik deneylerini belirtmelerinin nedeninin, elektrikle uğraşmayı riskli buldukları olduğu söylenebilir. Öğrencilerin ifadeleri ise aşağıda bulunmaktadır:

Fatma: Elektrik deneyleri zordur. Çünkü voltaj yüksektir ve çarpılabiliriz.

Merve: Radyoaktif dalgaların öğrenimi de zor olabilir. Çünkü bunlar gibi fizikte birçok soyut kavram yer almaktadır.

Hasan: Modern fizikte soyut kavramların öğreniminde zorluk çekilebilir.

Öğrencilere fizikte karşılaşılan sorunların çözümünün nasıl olabileceği sorulduğunda, öğrenciler ön ve son uygulamada kullanılabilecek çeşitli yollar olduğunu ifade etmişlerdir. “Fizikte karşılaşılan zorlukların çözüm yolları” teması altında öğrenciler ön uygulamada tartışma ortamı yaratma, literatürden yararlanma, deney yapma, görsel materyal kullanma, günlük hayatla kavramları ilişkilendirme, simülasyon gösterimi ve video izlettirmeyi dile getirmişlerdir. Son uygulamada bunlara ilave olarak modelleme ile konuyu basite indirgeme ve soru çözme ifadelerinde bulunmuşlardır. Öğrenciler belirlenen bu kategorileri aşağıdaki ifadeleri ile desteklemişlerdir:

Sevgi: Bence herkesin konuyla ilgili fikrini söyleyebileceği tartışma grupları oluşturulabilir. Bilgi alışverişi ile sorunlar çözümlenebilir.

Ayşe: Konu ile ilgili önceden araştırma yapmış olan kişilerin fikirlerini alıp, daha sonra sınıf ortamında söylenenleri desteklemek için deney yapılabilir.

Selen: Sınıfa bir resim ya da maket getiririm. O konuyla ilgili görsellikle konuya yaklaşırım ve yeterli olmazsa da simülasyon programlarından da yararlanırım.

Kerem: Sınıf ortamında modelleme yapmayı tercih ederdim. Konunun anlatımını daha basite indirgerdim. Bence bu şekilde sorun çözülebilir ve anlamlı öğrenme gerçekleşebilir.

Sude: Konuyu somutlaştırırım, günlük hayattan örnek vererek günlük hayatla bağdaştırırım ve konuyla ilgili öğretici bir video izlettirim.

Aslı: Konuyla ilgili tahtada soru çözerim.

Son olarak “Fizikte ispat” temasında öğrencilere, bir bilim insanının ileri sürdüğü hipotezini ispatlamak için nasıl bir yol izlemesi ve bilimsel çalışmalarını yürütmesi gerektiği sorulmuştur. Öğrenciler en çok bilimsel çalışmaların alanyazını tarayarak ve deney yapılarak ispatlanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca sürekli merak duygusu barındırarak ve işini severek bilimsel çalışmaların yürütülebileceğini savunmuşlardır. Öğrencilerin bu temaya yönelik görüşleri aşağıda yer almaktadır:

Kaan: Mendel’in yaptığı bezelyeler gibi canlı örnekler üzerinden gidilmelidir. Deneyler yapılmalıdır.

Can: Konuyla ilgili literatür taranmalı ve farklı görüşlere göz atılmalıdır. Aynı konuyu farklı düşüncelerle ilişkilendirerek ortaya yeni düşünceler çıkarmalıdır.

Mutlu: Bilimsel çalışmalarda en önemli nokta işini severek yapmaktır. Bu şekilde başarıya ulaşılabilir.

Selen: Bilim insanı sürekli merak etmelidir. Merak ettiklerini sürekli araştırmalıdır ki, bu şekilde başarıya ulaşabilsin.

Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ele alınmıştır. Araştırmanın bulgular bölümünden yola çıkılarak, sonuç, tartışma ve öneriler bölümü de beş başlık altında ifade edilmiştir. Bu başlıklar altında her bölüme ait olan eylem planlarının ve ders etkinliklerinin, video kayıtların, araştırmacı günlüklerinin, öğrenci günlüklerinin, el yapımı ürünlerin, öğrencilerin kavramsal anlama düzeyinin ve kavramsal anlamalarındaki değişimlerinin, yarı yapılandırılmış görüşmelerin, tutumun ve sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşlerin sonuçlarına yer verilmiştir. Her bölümde elde edilen sonuçların belirtilmesiyle de, aşağıda ilgili bölümlerde bu sonuçlar kendi içinde tartışılmış ve gerekli önerilerde bulunulmuştur. Sonuç olarak; araştırmanın sonuç, tartışma ve öneriler kısmı beş problem cümlesine yönelik ifadelere yer verilerek sunulmuştur.

Yay Dalgaları

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulamasının nasıl gerçekleştirildiği yay dalgaları kapsamında ele alınmıştır. Bu kapsamda araştırmada yay dalgalarına yönelik gerçekleşen eylem planları, ders etkinlikleri, video kayıtlar, araştırmacı günlükleri, öğrenci günlükleri ve el yapımı ürünler irdelenmiştir. İki etkinlik incelendiğinde de yapılandırmacı sorgulama halkası aşamaları ve 5E öğrenme modeli basamakları göz önüne alınarak sonuçların ilgili bölümde belirtilmesine karar verilmiştir.

Araştırmada öncelikle etkinliklerin sorgulama aşamasında bulunan ilgi uyandırma basamağı incelenmiştir. Bu basamakta öğrencilerin sınıf ortamında gösteri deneyi yaptıkları, video gösteriminden ve etkinlik kâğıdından yararlandıkları ve öğretmen tarafından soru cevap tekniğinin kullanıldığı belirlenmiştir. Etkinlik sürecinde gerçekleşen uygulamalarda öğrencilerin çok eğlendikleri, konunun onların dikkatlerini çektiği ve konuyu bu şekilde daha iyi anlayabildikleri öğrenci günlüklerindeki ifadelerinden elde edilmiştir. Araştırmalarda ilgi uyandırma basamağının konuya giriş bakımından önemli olduğu düşünüldüğünde, bu araştırmada öğrencilere ilgi uyandırma basamağında konunun sevdirdiği, konuya

katılımlarının ve istek duymalarının sağlandığı söylenebilir. Bu bakımdan öğrenci ifadelerinin ilgi uyandırma basamağındaki amaca ulaşıldığını destekler nitelikte olduğu görülmektedir (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Wise, 2006). Öğrencilere etkileşimli çalışmaların yaptırılmasıyla öğrencilerin dersi dinleme düzeylerinin en üst seviyede tutulabildiği ve öğrenimlerine olumlu yönde katkı sağlanabildiğine inanılmaktadır (Arıkan vd., 2006). Bunların yanı sıra uygulamalar esnasında öğretmen öğrencilere kendisiyle ve birbirleriyle rahatça iletişim kurabilmeleri için rehberlik etmiştir. Böylece öğrencilerin iletişim kurma becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Öğretmen öğrencilere sorduğu sorularda da öğrencilerin kendi bilgi düzeylerini fark etmelerini ve var olan bilgileriyle yeni edinilen bilgiyi ilişkilendirmelerini sağlamıştır. Ayrıca öğrencilerin etkinliklerde deney yapmalarına fırsat tanınması ile onların bilimsel araştırma sürecine bakış açılarının olumlu yönde gelişmesi istenmiştir (Wu ve Krajcik, 2006). Öğretmenlerin bu şekilde bir öğrenme ortamı yaratmalarının öğrencilerin konuya ilişkin bilgi edinmelerini kolaylaştıracağına yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi benimseyeceklerine inanılmaktadır (Demircioğlu, 2008).

Var olan bilginin açığa çıkarılması, tahminde bulunma ve uygulamayı planlama ve yapma aşamasında bulunan keşfetme basamağında öğrencilerin animasyon gösterisi izledikleri, çalışma yapraklarından yararlandıkları, fısıltı grup çalışmaları yaptıkları ve tartışma ortamına katıldıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin özellikle grup çalışmalarında birbirleriyle iletişim kurma ve söz alarak grubun düşüncesini iletirken de topluluk önünde konuşma becerilerinin gelişmesi istenmiştir. Öğrencilerde grup çalışmalarıyla birbirleriyle fikir alışverişinde bulunabildiklerini ve kendilerine bu tarz çalışmaların öğrenim açısından yarar sağladığını söylemişlerdir. Etkinliğin keşfetme basamağında fısıltı grup çalışmasına yer verilmesiyle, öğrencilerin fikirlerini paylaşmaları ve bu şekilde bilgileri keşfetmeleri amaçlanmıştır. Araştırmada gerçekleşen bu durumun öğrencilerin gözlem, deney ve araştırma yapma isteklerine olumlu katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Sınıfta tartışma ortamlarının yaratılmasıyla da farklı bakış açılarını değerlendirme ve saygı duyma yetilerinin gelişmesi sağlanmıştır. Ayrıca çalışma yapraklarını yanıtlarken öğrencilerin neden-sonuç ilişkisi kurarak tahminde bulunma ve yorumlama becerilerinin gelişim gösterdiği düşünülmektedir (Wise, 2006). Çalık (2006), Gokhale (1995) ve Kurt (2002)'da sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı

ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerde nedensel düşünme ve sorgulama davranışlarının edinilmesine yol açtığını belirtmişlerdir. Araştırmada ayrıca öğrencilerin özellikle simülasyon gösterimlerinde heyecanlandıkları ve dikkatlice izledikleri, hatta yorum yaptıkları tespit edilmiştir. Bu noktada öğrenciler, simülasyon gösterimi ile konunun kendileri için daha da somutlaştığını ifade etmiştir. Araştırmada öğrencilere yönelik gerçekleştirilen gösteri deneyleri, video gösterimleri ve simülasyon uygulamalarıyla öğrencilerden kavramları somutlaştırarak anlamlandırmaları beklenmektedir (Arıkan vd., 2006).

Uygulamayı planlama ve yapma aşamasında bulunan açıklama basamağında anlatım yapıldığı, animasyon izlendiği ve simülasyonlardan yararlandığı görülmektedir. Bu kısımda öğretmenin anlatımı sırasında öğrencilerinde artık konuyu ilişkin açıklamalar yapabildikleri dikkat çekmiştir. Öğretmen ve öğrenciler arasında sürekli iletişim olması ile zengin bir öğrenme oluşturulabildiği söylenebilir (Laipply, 2004). Böylece öğrenciler için yay dalgalarının öğreniminin keyifli hale geldiği ve öğrencilerin rahatlıkla derse katılım sağlayabildikleri düşünülmektedir. Bu aşamada artık öğrencilerin öğretmene daha bilimsel bir dille soru sorabildikleri ve yanıtlayabildikleri de tespit edilmiştir. Öğrencilerin gözlem yapma becerileri süreç içerisinde gelişmiş ve öğretmenin anlatımına yorum yapabilecek düzeye gelmiştir. Ortakuz (2006)'da bu şekilde öğrencilerin bilime ve bilimsel araştırmalara olan bakış açılarının olumlu yönde geliştiğini vurgulamıştır. Ayrıca bu şekilde öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi de benimseyecekleri söylenebilir (Demircioğlu, 2008).

Yorum yapma aşamasında bulunan derinleştirme basamağında sınıf ortamında gösteri deneyi yapılmış, eğitici oyunlar oynanmış, günlük hayattan örnekler üzerine konuşulmuş ve sınıfta tartışma ortamı yaratılmıştır. Bu basamakta öğrencilerin konuya karşı istekli oldukları, derslere katılım gösterdikleri ve merak ettikleri yerleri öğretmene sıklıkla sordukları belirlenmiştir. Bu esnada öğrencilerin araştırmacı ruhuna sahip oldukları ve sürekli keşfetmek istedikleri ortaya çıkmıştır. Araştırmanın bu yönüyle öğrencilerin düşünme ve soru sorma becerilerinin desteklediğine inanılmaktadır. Etkinlikte günlük hayatla bağlantı kurulmasıyla da, öğrencilerin yeni edindikleri bilgilerini kendi yaşamları ile ilişkilendirerek günlük yaşam ve yay dalgaları arasındaki bağı kurmaları kolaylaştırılmıştır. Günlük yaşamla ilişki kurarken bir soruna çözüm arayan öğrencilerin aynı zamanda problem

çözme becerilerinin gelişiminin ve başarılarının desteklendiği söylenebilir. Alouf ve Bentley (2003) sorgulamaya dayalı öğrenme sayesinde öğrencilerin problem çözme yetilerine yönelik birçok kazanım edinebildiklerini belirtmiştir. Bu durumda günlük yaşamla öğrendiği kavramlar arasında ilişki kurabilen öğrencilerde aynı zamanda kalıcı öğrenmenin gerçekleşebileceği söylenebilir (Ramsden, 1997; Westbroek, 2005). Ayrıca sınıf ortamında yapılan deneylerin öğrencilere bireysel olarak tekrar yaptırılmasıyla, öğrencilerin deney yapma becerilerinin gelişimine katkı sağlanması istenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerde derinleştirme basamağında yapılan etkinliklerin öğrenimlerine olumlu etkisi olduğunu, kavramları derinlemesine inceleyebildiklerini ve bilgilerini bu şekilde pekiştirebildiklerini ifade etmişlerdir (Çalık, 2006; Gokhale, 1995; Kurt, 2002).

Sonuçları sunma aşamasında bulunan değerlendirme basamağında ise etkinlikler üzerine tartışılmış ve öğrencilere birbirlerini değerlendirme fırsatı sunulmuştur. Bu şekilde değerlendirme yapılabilmesi ile öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinde gelişim sağlanmıştır (Bliss ve arkadaşları, 2007). Öğrencilerin tercih edilen etkinliklerle bu bölümde özellikle yay dalgalarına yönelik ilgi ve motivasyonlarının arttığı gözlemlenebilmiş ve bunlar günlüklerinde tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin bilimsel değerlendirme yapmaları ile yorum yapma becerilerinin gelişimine etkinlik aracılığıyla destek sağlandığı düşünülmektedir. Çünkü yay dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulaması ile öğrencilerin düşünme alışkanlığı kazanmaları amaçlanmıştır (Mecit, 2006). Araştırmada da öğrencilerin yay dalgalarına yönelik gerçekleşen etkinliklerle düşünme becerisi edinebildiklerine inanılmaktadır. Aynı zamanda öğrenciler sorgulama alışkanlığı kazanmaya başlarken, öğrencilerin soru sorma becerilerinin geliştiği ve araştırmaları ya da bilgi edinmeleri gereken kavramların farkına varabildikleri düşünülmektedir. Bunların yanı sıra bu basamakta öğretmen ve öğrencilerin bilimsel dili daha sık kullanarak birbirleriyle iletişim kurabildikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin günlüklerinde yer alan ifadelerden yola çıkıldığında, araştırmada uygulanan etkinlikler aracılığıyla öğrencilerin yay dalgaları konusuna yönelik olumlu tutum geliştirdikleri düşünülmektedir. Tatar (2006)'ın yaptığı araştırma sonucunun da araştırmanın bu sonucunu desteklediği görülmektedir.

Sonuç olarak etkinliklerin 5E öğrenme modeli çerçevesinde incelenmesi ile öğretimin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına dayalı gerçekleştirildiği ve öğrencilerinde sorgulama yetilerinde farkındalık oluşturulabildiği ortaya çıkmıştır (Staten, 1998). Bu kapsamda araştırmada öğretmen ve öğrenci davranışlarının ve kullanılan etkinliklerin sorgulayıcı bir öğrenme ortamına örnek oluşturduğu söylenebilir. Bu tarz sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre gerçekleştirilen etkinliklerin öğretim elemanları tarafından online eğitimler olarak hazırlanabileceği akla gelmektedir. Bu eğitimlerden öğretmenlerin konular kapsamında yararlanmasının hem alana hem de öğrencilere katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Aynı zamanda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre gerçekleştirilen etkinliklerin her sınıf düzeyinde her konuya uygulanabileceği düşünülmektedir. Bu araştırmada yararlanılan 5E öğrenme modeline alternatif olarak 7E modeli kullanılarak etkinliklerin düzenlenebileceği de söylenebilir.

Araştırmada ayrıca yay dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasında öğrencilerin kavramsal anlamalarının hangi düzeyde olduğu ve öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişimleri de ele alınmıştır. Bu kapsamda dalgalar kavramsal anlama formu ve bu formu destekleyici nitelikte hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşme soruları incelenmiştir. Araştırmada görüşmeler odak öğrenci grubu ile gerçekleştirilmiş olsa da, bu grubun tüm öğrencileri temsil ettiği söylenebilir. Çünkü odak öğrenci grubu tutum ölçeği uygulaması sonucunda ve öğretmen görüşü ile sınıfı temsil edecek eşit sayıda düşük, orta ve yüksek düzeyli öğrencilerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Araştırmada dalgalar kavramsal anlama formunda yer alan sorularda öncelikle dalga kavramı ele alınmıştır. Bu kavrama yönelik öğrencilerin her titreşimin bir dalga hareketi olduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Son uygulamada kavrama yönelik bilimsel olarak yanlış ifade de bulunan öğrenci sayısının azaldığı görülmüş olsa da, öğrencilerin titreşimlerin dalgalar halinde yayıldığını düşündükleri tespit edilmiştir. Bilimsel olarak her dalga hareketinin kaynağının bir titreşim hareketi olduğu, ancak her titreşim hareketinin dalga hareketi olmadığı ve titreşimin sadece dalga hareketine neden olduğu söylenebilir. Çünkü dalga hareketi esnek bir ortamda oluşacak sarsıntının o ortamı meydana getiren tanecikler aracılığıyla başka bir noktaya taşınmasına denilmektedir. Atma ise, kısa

sürekli elde edilebilen tek bir dalga olarak tanımlanmaktadır. Bir titreşim hareketinin dalga olabilmesi için titreşimin üretildiği kaynaktan çevreye bir enerji aktarımı olması gerekmekte ve bu hareket yay, basit sarkaç ve salıncak hareketi şeklinde olabilmektedir (Değermenci, 2009; Yalçın, 2008). Örneğin duvara bağlı bir ipteki kişi tarafından titreşimler oluşturulduğunda, kişi bu aktarılan titreşimi hissetmektedir. Bu noktada enerji aktarımı olduğu söylenebilir. Dalga hareketinde enerji aktarılırken, madde aktarımı ya da ortamda bir ilerleme olmamaktadır. Bunun en belirgin örneği olarak suyun yüzeyinde duran bir ördeğin dalga hareketinde aşağı ve yukarı yönde hareket ettiği, ileri doğru gitmesinin ve ördeğin taşınmasının söz konusu olmaması olduğu verilebilir. Bu kapsamda öğrencilerin sadece son uygulamada bu şekilde bilimsel ifadelerde bulunmaları ile rüzgârlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenmenin de birer dalga hareketi olduğunu düşündükleri araştırmada belirlenmiştir. Ancak çoğunlukla ön uygulamada olmak üzere, öğrencilerin buğday tarlasındaki hareketlenmenin nedeninin rüzgâr olduğunu ve rüzgârın sürekli yön değiştirebileceğinden bunun bir dalga hareketi olmadığını düşündükleri tespit edilmiştir. Aslında rüzgârlı bir günde buğday tarlasındaki hareket, bir cetvelin suya uzunlamasına dokundurulup çekilmesi ile oluşan titreşim ve dolayısıyla dalga hareketi olarak ifade edilebilir. Bunun yanında yayda oluşan ve ilerleyen sarsıntıda bu harekete örnek verilebilir (Değermenci, 2009; Yalçın, 2008). Yalçın (2008) çalışmasında aynı şekilde kavram yanılgılarına rastlamış ve işbirlikli öğrenmenin bu yanılgıları giderebileceğini ifade etmiştir. Araştırmada da fısıltı grup çalışmalarına yer verildiği düşünüldüğünde, bu şekilde son uygulamada yanlış yanıt veren öğrenci sayısının azaltılmış olabileceği söylenebilir. Yarı yapılandırılmış görüşmede atma ve dalga arasındaki fark sorulduğunda, öğrenciler tarafından ön ve son uygulamada genellikle doğru yanıtların verildiği tespit edilmiştir. Odak öğrenci grubunda da tüm öğrenci yanıtlarında olduğu gibi son uygulamada doğru yanıt veren öğrenci sayısında artış olduğu gözlemlenmiştir. Doğru yanıt veren öğrencilerin yanında, atma ve dalganın aynı şey olduğunu savunan ve yanlış bilgiye sahip olan öğrencilerin olduğu belirlenmiştir. Hâlbuki dalga hareketinde bir süreklilik olduğu, atmanın da sonlu bir dalga olduğu bilinmektedir (Değermenci, 2009).

Öğrencilerin atmanın hareketine yönelik, atmanın sabit ve serbest uçtan yansıması ile ilgili ön uygulamada bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde yanıtlar verdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin son uygulamada bilimsel olarak gelişim

gösterdikleri söylenebilir. Öğrencilerin atmanın sabit uçtan yansıdıktan sonra aynı hızda geri döndüğünü ya da ters dönerek hareket etse bile atmayı periyodik dalga şeklinde ele alarak soruya yanıt verdikleri saptanmıştır. Burada öğrenciler atmaların bir baş aşağı bir baş yukarı sürekli yön değiştirerek ilerleme katettiğini düşünmektedirler. Öğrencilerin bu düşüncesi onların sabit ya da serbest uçtan yansıyan atmaların girişim yapabileceği düşüncesini yok etmektedir ki, araştırmada da öğrencilerin girişimle ilgili görüş belirtmedikleri ve bu konuda eksik bilgilere sahip oldukları tespit edilmiştir (Özdemir, 2015). Serbest uçtan yansımada da aynı şekilde öğrencilerin atma ters dönerek yansır gibi bilimsel olmayan yanıtlar verdikleri görülmektedir. Aynı zamanda bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar kategorisinde; dalgaların zamanla yok olacağı, hızının azalacağı ve enerjisinin biteceği şeklinde yanıtlara rastlanılmıştır. Hâlbuki hızın sadece ortama bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Öğrenciler bu bilgiyi göz ardı ederek hızı, dalganın sahip olduğu kuvvet ya da enerji kavramları ile bağdaştırdıkları belirlenmiştir (Maurines, 1992). Öğrencilerin Küçüközer (2010)'in de belirttiği gibi, 'Dalga yok olacağı için hızı azalacaktır.' görüşünü destekledikleri ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda harcanan kuvvet ile dalga hızının ilişkilendirilmesi Halloun ve Hestenes (1985) ve McCloskey (1983) araştırmalarında yer almaktadır. Öğrencilerde var olan bu kavram yanılgısına yönelik dalganın yayılma hızının bağlı olduğu nicelikler üzerine fazladan uygulama yapılması ve etkinlikler tasarlanırken bu kavrama özellikle dikkat edilmesi gerektiği söylenebilir. Sonuç olarak son uygulamada bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar veren öğrencilerin 'Sabit uca gelen atma ters dönerek yansır ve gelen atma ile karşılaşarak birbirlerini kuvvetlendirirler ya da serbest uca gelen atma aynı hızda geldiği gibi yansır ve gelen atma ile karşılaşarak birbirlerini sönlendirirler.' şeklinde görüşlerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerde ise sabit ve serbest uçtan yansıma arasındaki farklar sorulmuş ve uygulamalarda çoğunlukla doğru yanıtlar alınmıştır. Görüşmede daha fazla doğru yanıt gelmesinin sebebinin, araştırmacı ile birebir gerçekleşen görüşmelerde öğrencilerin soruyu daha fazla irdeleyerek ve düşünerek yanıtladığına ya da öğrencilerin kavramsal anlama formuna çizim yapmakta zorluk çektiğine yorumlanmıştır. Şengören, Tanel ve Kavcar (2006), Wittmann, Steinberg ve Redish (1999) ve Wittmann (2002) araştırmalarında öğrencilerin çizimlerde sıkıntı yaşadıklarını ifade ederek araştırma sonucu desteklemişlerdir.

Araştırmada atmanın hızı sorgulandığında, kavramın çoğunlukla öğrenciler tarafından bilimsel olarak kabul edilemez ifadelerde açıklandığı tespit edilmiştir. Öğrenciler genellikle atmanın en kısa sürede ağaca ulaşmasını kuvvet artışıyla ilişkilendirmiş, sadece son uygulamada yaydaki gerilme kuvveti (F) ve yayın birim uzunluk başına düşen kütlenin μ sabit olduğunu bilen öğrenciler atmanın hızını eylemsizlik ve ortamın esnekliği ile bağdaştırmışlardır. Yani, öğrenciler daha ince ip kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Çünkü kütle yoğunluğu az olan ipin eylemsizliğinin küçük olacağı, dolayısıyla ipe kuvvet uygulandığında taneciklerin daha çabuk harekete geçeceğinden atmanın daha hızlı ilerleyeceği söylenebilir. Öğrenciler kuvvet artışı ile telin taneciklerinin daha büyük genlik ve enerjiyle kısa sürede ağaca ulaşacağını düşündükleri ortaya çıkmıştır (Küçüközer, 2010; Taşlıdere, 2016). Ayrıca bilimsel olarak kütle ve gerginliğin değişmediği durumlarda ise hızın değişmeyeceği ve frekans artışının sadece dalga boyunun azalmasına neden olabileceği söylenebilir (Taşlıdere, 2016). Sonuç olarak öğrencilerdeki kavram yanlışlığının temelini atmaların birer nesneye ve dalga kaynağının atmaları hareket ettiren mekanizmaya benzetilmesinden kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Maurines (1992), Şengören, Tanel ve Kavcar (2009) ve Wittmann (2002) araştırmalarında aynı sonuca ulaşmışlardır. Öğrencilere dalganın bir nesne gibi maddesel ortamda bir yerden başka yere hareket etmediği ve sadece ortamda değişim olduğunu, ancak bu değişimin de ilerlediğini fark etmelerinin sağlanması gerektiğine inanılmaktadır. Görüşme sorularında atmanın hızının kavramsal anlama formunda olduğu gibi çoğunlukla yanlış ifade edildiği belirlenmiştir. Öğrencilerin atmaların hızını, atmaların sivri uçlu olması ya da genliğinin az olması ile ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin dalga şekilleri ile yayılma hızını ilişkilendirerek kavram yanlışlığına sahip oldukları söylenebilir (Küçüközer, 2010). Wittmann (2002)'da bir ortama atılan topun hareketi ile öğrencilerin dalgaların oluşması ve yayılmasında sahip oldukları bilgiler arasında analogi yaptıklarını ileri sürmüştür. Çünkü öğrencilerin dalgalara birer nesne olarak yaklaştıkları düşünülmektedir. Caleon ve Subramaniam (2010b) ve diSessa (1993) ise öğrenciler tarafından genliğin yüksek bir dağa tırmanılması olarak düşünüldüğünü ve bu nedenle öğrencilerin genliği hızla ilişkilendirebildiklerini vurgulamışlardır. Aslında araştırmada da olduğu gibi top yere doğru hızlı atılırsa atmanın sivri uçlu bir atma şeklinde olacağı, bu nedenle de yukarı çıktıkça hızın azalacağı şeklindeki öğrenci ifadelerinden aynı çıkarımlar yapılabilir. Ancak bunun aksine araştırmada

genlikle hız kavramını ilişkilendirmeyen öğrencilerin de olduğu belirlenmiştir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Sonuçta bilimsel olarak aynı ortamda bulunan atmaların yayılma hızlarının atmanın genişliği ile ilgili olduğu bilinmektedir. Wittmann (2002) buradaki sorunun öğrencilerin mekanik temelli akıl yürütmeleri olarak belirtmiştir. Bu bakımdan dalgalar konusuna yönelik gerçekleştirilen öğretim ve öğrenme sürecinde dalganın bir nesne olarak algılanmasına dikkat edilmesi gerektiğine inanılmaktadır. Öğrencilere dalganın frekans artışı ile birlikte hız ve dalga boyundaki değişim sorulduğunda da, özellikle ön uygulamada öğrencilerden hız artacağı yönünde yanıtlar alınmıştır. Hızdaki artışın, frekans artışı ile ortamdaki taneciklere daha fazla enerji aktarılması sonucu ya da $v=\lambda.f$ formülünden yola çıkılarak ifade edildiği düşünülmektedir. Benzer ifadeler Kennedy ve de Bruyn (2011) ve Tongchai vd. (2011)'in çalışmalarında da rastlanılmıştır. Burada Wittmann (2002) belirttiği gibi, araştırmada öğrencilerin mekanik temelli akıl yürüterek yorum yaptıkları ve yapılan yorumun yanlış olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler bir değişkeni baz alarak diğer değişkenle arasında orantı kurarak kalan değişkeni ihmal etmektedir. Alanyazında bu 'fonksiyonel azaltma' sorunu olarak ifade edilmiş olup, Viennot (1996) tarafından desteklenmiş bir ifadedir. Caleon ve Subramaniam (2010b)'da öğrencilerin parçacık yaklaşımını kullandıklarını ve kaynak ne kadar hızlı hareket ederse dalga da o kadar hızlı hareket eder mantığını yürüttüklerini ileri sürmektedir. DiSessa (1993)'da bu hatanın aynı zamanda 'çok çaba çok sonuç' ilkesinden geldiğini, ancak bu ilkenin bu duruma uymadığını dile getirmiştir.

Araştırmada ince ipten kalın ipe gönderilen atmalardaki değişiklikler ele alındığında, son uygulamada öğrencilerin çoğunlukla bu ifadeye yönelik tam doğru yanıt verdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin iletilen ve yansıyan atmaları doğru ifade ettikleri, gelen ve yansıyan atmaların hızlarının ve genişliklerinin birbirine eşit olduğunu söylemişlerdir. Bu sırada iletilen atmanın hızının ve genişliğinin azalacağını vurgulamışlardır. Ayrıca gelen atmanın genişliğinin yansıyan ve iletilen atmanın genişliğinden büyük olduğu ifade edilmiştir. Buradan bir çıkarım yapıldığında hızın ortama, frekans ve periyodun kaynağa bağlı olarak değiştiği söylenebilir. Taşlıdere (2006) araştırmasında ince ipten kalın ipe geçen atmanın frekansının değiştiğinin düşünüldüğünü vurgulamıştır. Ancak bu araştırmada atmanın sadece hızı ve genişliğine yönelik eksik ya da yanlış bilgilere öğrencilerin sahip olduğu belirlenmiştir. Caleon ve Subramaniam (2010b) araştırmasında öğrenciler

tarafından kalın ipin daha dirençli olduğunun düşünülmesinden dolayı yanlış yanıtlar geldiğini belirtmiştir. Bu araştırmada öğrencilere etkinlikler içerisinde simülasyon ve video gösterimi izlettirildiği düşünüldüğünde, etkinlikler aracılığıyla öğrencilerin bu tarz yanılgılara düşmemelerine katkı sağlanılabildiği akla gelmektedir. Ayrıca yayların birleşim noktasının sabit uç gibi davrandığı ve yay kütlesinin artmasının hareketi yavaşlattığı ifade edilebilir. Çünkü ince yayda birim uzunluğa düşen kütle miktarı kalın yaydan azdır. Buradan atmanın hızının birim uzunluğa düşen kütle miktarı ile ters orantılı olduğu çıkmaktadır. O halde bilimsel olarak atmanın hızının gerilme kuvvetine ve birim uzunluk başına düşen kütleyle bağlı değiştiği söylenebilir.

Baş yukarı ve birbirine doğru ilerleyen atmaların belirli bir saniyedeki konumları yani atmalarda üst üste binme incelendiğinde, öğrencilerin bu kavrama yönelik son uygulamada doğru yanıtlar verdikleri ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin öğrenim sonrasında atmaların üst üste binmelerini belirtmede sıkıntı çekmedikleri söylenebilir. Araştırmada öğrencilerin belirli saniyede atmaların arasında olan farkı belirtebildikleri ve atmaların o saniyeden sonra birbirlerini geçtikleri anı açıklamayı göz ardı ettikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla atmaların birbirlerini kuvvetlendirdiklerinden öğrenciler bahsedememiş, ancak çizimlerinde buna yer verebilmişlerdir. Son uygulamada çizimleriyle birlikte açıklamalarını öğrenciler tam yapabilmiş ve dalgaların girişimini gösterebilmişlerdir. Araştırmada ön uygulamada bilimsel olarak kabul edilemez yanıt veren öğrencilerin iki atmayı maksimum genlikli olarak topladıkları, atmayı tepe noktalarına indirgeyerek üst üste gelmeyi sadece maksimum bölgelerin toplamı olarak gördükleri tespit edilmiştir (Wittmann, 2002; Wittmann, Steinberg ve Redish, 1999). Dalgalarda bu şekilde bir toplama işlemi olamayacağı, öğrencilerin bunu üst üste binme ilkesini bilmediklerinden dolayı yapabildikleri söylenebilir. Çünkü bu prensibe göre atmaların her noktası göz önünde bulundurulmalı ve işlem noktasal olarak her bir atmadan kaynaklanan yer değiştirmeleri toplayarak gerçekleştirilmelidir (Küçüközer, 2010). Bu işlemin ince bir ayrıntı olduğu düşünüldüğünde, öğrencilerin ön uygulamada eksik bilgiye sahip olamalarıyla bunun karşılaşılabilecek bir durum olduğu söylenebilir. Aslında bu durumun, öğrencilere birbiriyle tam örtüşen atmalar verilerek birbirlerini güçlendiren ya da yok eden atmalar üzerinden genellikle öğretim gerçekleştirildiğinden kaynaklandığı akla gelmektedir. Öğrencilerde ön uygulamada ortaya çıkan bir diğer yanılgı ise birbirlerinin simetriği olan iki atmanın birbirini söndürdüğünün

düşünülmesidir. Öğrencilerin iki atmanın birbirinin simetriği olması ile aynı veya farklı tarafta ilerlemelerine bakmaksızın akıl yürüterek birbirlerini sönmümlendirebileceğini düşündükleri ortaya çıkmıştır (Küçüközer, 2010). Ancak bu ifade araştırmada son uygulamada ortaya çıkmadığından öğrencilerde başta eksik bilgi kaynaklı ortaya çıkan bir ifade olarak ele alınmaktadır. Son olarak görüşme esnasında birbirine biri baş aşağı biri baş yukarı ilerleyen iki atmanın öğrenciler tarafından ön uygulamada bilimsel olmayan ifadelerle açıklandığı belirlenmiştir. Öğrencilerin, atmaların son durumdaki yerini tam belirleyemedikleri ve dalgaların enerjisinin azalarak sönmümleneceğini düşündükleri bu nedenle de hata yaptıkları ortaya çıkmıştır. Araştırmanın geneline göz attığımızda da, aslında dalganın enerjisinin biteceğine yönelik ifadelerle rastlanılmıştır. Öğrencilerin bazılarında var olan bu yanılığın giderilmesi için araştırmaya ek etkinliklerin yapılması gerektiği düşünülmektedir. Bu noktada araştırmada kullanılmayan ve son zamanlarda eğitimde etkili olduğu alanyazında yer alan artırılmış gerçeklik uygulamalarından yararlanılabileceği önerilebilir (Lai ve Hsu, 2011). Çünkü öğrencilerde oluşan kavram yanılığı bilimsel bilgeye dönüşmede direnç gösterecek ve öğrencilerin zihinlerindeki kavram ağına köklü bir şekilde bağlanabilecektir (Chinn ve Brewer, 1993). Bunun engellenmesine yönelik artırılmış gerçeklik uygulamaları ile öğrenme ortamının zenginleştirilebileceğine, daha fazla duyu öğretim içerisine dahil edilerek daha güçlü öğrenme sağlanabileceğine ve gerçek bir öğrenme deneyimi ile öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu yönde katkı sağlanabileceğine inanılmaktadır (Lai ve Hsu, 2011).

Araştırmada yay dalgalarına yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modelinin uygulanmasının öğrencilerde genel olarak kavramsal anlamada değişime yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri araştırmada ön uygulamalarla tespit edilmiş ve son uygulamayla da öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde önemli ölçüde olan değişiklikler ortaya konulmuştur. Bu bakımdan araştırma yönteminin yay dalgaları üzerindeki olumlu etkileri araştırmacı tarafından ifade edilerek, araştırma ile alana katkı sağlanıldığı düşünülmektedir. Son olarak bu araştırmanın ülke genelindeki lise öğrencilerine yaygınlaştırılabilmesine yönelik ortak araştırma projelerinden yararlanılabileceği akla gelmektedir.

Su Dalgaları

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulamasının nasıl gerçekleştirildiği su dalgaları kapsamında ele alınmıştır. Bu kapsamda araştırmada su dalgalarına yönelik gerçekleşen eylem planları, ders etkinlikleri, video kayıtlar, araştırmacı günlükleri, öğrenci günlükleri ve el yapımı ürünler irdelenmiştir. İki etkinlik incelendiğinde de yapılandırmacı sorgulama halkası aşamaları ve 5E öğrenme modeli basamakları göz önüne alınarak sonuçların ilgili bölümde belirtilmesine karar verilmiştir.

Araştırmada öncelikle etkinliklerin sorgulama aşamasında bulunan ilgi uyandırma basamağı incelenmiştir. Bu basamakta öğrencilere simülasyon izlettirilmiş, günlük hayatla ilişkili anlatımlar yapılmış ve bunun üzerine tartışma ortamı sağlanmıştır. Aynı zamanda süreç içerisinde video gösterimlerine yer verilmiş ve öğretmenin öğrencilerle rahat etkileşimde bulunabilmesi için soru cevap şeklinde gerçekleşen diyaloglarla öğrencilere rehberlik etmiştir. Öğrencilerin soru cevap şeklinde gerçekleştirdikleri diyaloglarda birbirlerinin bakış açlarına saygı duymanın önemini kavradıkları ve tutum, değer alanında kazanımlara sahip oldukları düşünülmektedir. Öğretmenin bu esnada öğrencilere soru sorma alışkanlığı kazandırmak istediğine de inanılmaktadır. Ayrıca araştırmada yararlanılan görsellekle öğrencilerin konuya olan ilgilerinin arttığı tespit edilmiştir. Etkinlik sürecinde de öğrenciler yeni öğrendikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmeye çalışmışlardır. Öğrencilerin günlük yaşamlarına öğrendikleri konunun anlamlı bir şekilde etki etmesinde, konuyu günlük hayatla ilişkilendirmelerinin önemli olduğu düşünülmektedir (Çekiç Toroslu, 2011). Çünkü bu noktada öğrencilerde kalıcı öğrenme gerçekleşeceğine inanılmaktadır (Demircioğlu, 2003; Ramsden, 1997). Bu bakımdan öğrencilerin bu basamakta aynı zamanda su dalgalarına yönelik olumlu tutum geliştirebilecekleri söylenebilir. McDonald (2004) tarafından gerçekleştirilen araştırma sonucunun, bu ifadeyi desteklediği belirlenmiştir. Son olarak ilgi uyandırma basamağının amacı doğrultusunda, öğrencilerin sorgulama, keşfetme ve düşünme alışkanlığı edinmeye başlamalarının desteklendiği söylenebilir (Mecit, 2006). Öğrencilerin bu şekilde konuyu daha rahat anlamlandırabileceklerine inanılmaktadır.

Var olan bilginin açığa çıkarılması, tahminde bulunma ve uygulamayı planlama ve yapma aşamasında bulunan keşfetme basamağında fısıltı grup çalışmaları yapılmış, öğrencilere çalışma yaprağı dağıtılmış, simülasyon izlettirilmiş ve öğrencilerle soru cevap şeklinde diyaloglar gerçekleştirilmiştir. Araştırmada gerçekleştirilen grup çalışmalarında öğrencilerin kendi aralarında bilgi paylaşımı yaparak sorular üzerine tartışmaları sağlanmıştır. Bu noktada öğrencilerin işbirliği içinde gerçekleştirdikleri çalışmaların kısıtlamadan rahat performans sağlayabilecekleri ortamda gerçekleştirilmesi mümkün kılınmıştır. Laipply (2004) tarafından öğrencilerin akranları ile etkileşimli şekilde çalışmasıyla sorgulayıcı öğrenmenin daha etkili gerçekleşebileceği ifade edilmiştir. Böylece öğrencilerin iletişim ve bilimsel dil kullanabilme becerilerine de katkı sağlandığı düşünülmektedir (Towns ve Grant, 1997). Aynı zamanda öğrencilerin birbirleriyle olan iletişimlerini canlı tutulmuş ve daha dinamik bir öğrenme ortamı sağlanmıştır. Grupların sözcüsü olarak grubun düşüncesini ifade eden öğrencilerin ayrıca sunma becerilerine destek olunmuştur. Diğer gerçekleştirilen etkinliklerle de öğrencilerin neden sonuç ilişkisi kurmaya çalışmaları sağlanarak öğrencilerin sorgulama becerilerinin gelişimi desteklenmiştir. Sorgulama becerilerinin gelişiminin ise öğrencilerde araştırma yapma isteğinin artmasını sağlayacağı söylenebilir (Çalık, 2006; Gokhale, 1995; Kurt, 2002).

Uygulamayı planlama ve yapma aşamasında bulunan açıklama basamağında görsel destekli anlatım gerçekleştirilmiş, günlük hayattan örnekler verilmiş, öğrencilerle soru cevap şeklinde diyaloglar kurulmuş ve simülasyon ve video gösteriminden yararlanılmıştır. Öğrenciler açıklama basamağında yararlanan etkinliklerin öğrenimlerine destek olduğunu ve çözemedikleri sorulara bu şekilde yanıt bulabildiklerini söylemişlerdir. Araştırmanın açıklama kısmı ile öğrencilerin tahminde bulunma ve yorumlama becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiş ve öğrencilerde de olumlu yönde gelişim olduğu fark edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin günlük hayatla ilişki kurmalarına destek olunarak, problem çözme becerilerinin gelişimi sağlanmıştır. Wise (2006)'te problem çözme becerilerinin günlük yaşam sorunlarını çözerken gelişebileceğini savunmuştur. Öğrencilerin aslında bu şekilde akademik başarılarının artacağına da inanılmaktadır (Çekiç Toroslu, 2011). Bunların yanı sıra öğrenciler etkinliğin bu basamağında görselliğin ön planda olduğu yerlerde konuyu daha iyi anladıklarını, eğlendiklerini ve derse olan

ilgilerinin arttığını ifade etmişlerdir. Alanyazında Bliss ve arkadaşlarının (2007)'da bu sonucu desteklediğine rastlanılmıştır. Bu noktada öğrencilerin önceki deneyimleri ile yeni öğrendikleri bilgileri birleştirerek bilimsel bilgiler ışığında durumlara açıklık getirebilmeleri istenmiştir (Erdoğan, 2005). Araştırma süreci içerisinde öğretmenin öğrencilere yönelttiği sorularla öğrencilerdeki bu tarz değişimin ortaya çıkarılması hedeflenmiş ve öğrencilerin düşünme becerilerini kullanma alışkanlığı edinmelerine destek olunmuştur.

Yorum yapma aşamasında bulunan derinleştirme basamağında soru cevap ve tahmin et-gözle-açıkla tekniği kullanılmış problem çözme gerçekleştirilmiş ve tartışma ortamı yaratılmıştır. Öğrenciler dersin bu derinleştirme basamağının öğrenilen bilgilerini pekiştirebilme ve geliştirebilme açısından verimli olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin katılım sağladığı ve akıcı bir şekilde ilerlenen bu basamakta, öğrencilerin birbirleri ile sürekli iletişim kurdukları ve öğretmenin buna seyirci kaldığı yerlerin olduğu da belirlenmiştir. Buradan öğrencilerin bildiklerini rahatlıkla sözlü biçimde sunabildikleri ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimini sergileyebildikleri söylenebilir. Wu ve Hesieh (2006)'de bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde etkinlik çeşit sayısının etkili olduğunu dile getirmiştir. Araştırmada da etkinlik çeşidinin fazla olduğu bilindiğinden, öğrencilerin süreç becerilerinin gelişim gösterdiği söylenebilir. Ayrıca öğrenciler etkinlikler esnasında analiz, sentez yapma ve sonuç çıkarma yetilerini sergileyerek süreç içerisinde sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik gelişim gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Öğrencilerdeki bu gelişimin onların araştırma ve sorgulamaya olan yönelimlerini hızlandıracağına inanılmaktadır. Son olarak etkinlik içerisinde öğretmen soru cevap tekniği yardımıyla öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini kullanmalarına destek olmuştur. Bu şekilde sorgulayan ve eleştiren bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlanıldığı söylenebilir (Bliss ve arkadaşları, 2007).

Sonuçları sunma aşamasında bulunan değerlendirme basamağında eğitici oyun oynanmış ve öğrenciler tarafından kavram haritası oluşturulmuştur. Öğrencilerin değerlendirme basamağına aktif katılım gösterdikleri görülmüştür. Bunun nedeninin günlüklerde yer aldığı gibi, bu tarz çalışmaların öğrencileri motive etmesi, heyecanlandırması ve eğlendirmesi olduğu söylenebilir. Bu noktada aslında öğrencilerin bilimsel çalışmaları değerli buldukları ve konunun öğreniminden zevk aldıkları ortaya çıkmaktadır (Ortakuz, 2006). Ancak öğrenciler eğlenmelerinin

yanında, kavram haritası çizmekte zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Öğrenci ifadeleri irdelendiğinde aynı zamanda kavram haritası çizerken konuya ne derece hakim olduklarını daha net görebildiklerini, hatta bildikleri kavramları da pekiştirebildikleri belirlenmiştir. Öğrenci görüşlerinden de belirlendiği üzere, araştırmada kavram haritası oluşumu ile öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi istenmiştir (Mecit, 2006). Öğrencilerin etkinlikte kavram haritalarını çizebildikleri görüldüğünden, öğrencilerin üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerilerinde süreç içerisinde gelişim olduğu da söylenebilir (Tatar, 2006). Erdoğan (2005)'da sorgulayıcı araştırmaya dayalı öğrenmenin bilimsel süreç becerilerine anlamlı katkılar sağladığını ifade etmiştir.

Sonuç olarak etkinliklerin 5E öğrenme modeli çerçevesinde incelenmesi ile öğretimin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına dayalı gerçekleştirildiği ve öğrencilerinde sorgulama yetilerinde farkındalık oluşturulabildiği ortaya çıkmıştır (Staten, 1998). Bu kapsamda araştırmada öğretmen ve öğrenci davranışlarının ve kullanılan etkinliklerin sorgulayıcı bir öğrenme ortamına örnek oluşturduğu söylenebilir. Bu tarz sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre gerçekleştirilen etkinliklerin öğretim elemanları tarafından online eğitimler olarak hazırlanabileceği akla gelmektedir. Bu eğitimlerden öğretmenlerin konular kapsamında yararlanmasının hem alana hem de öğrencilere katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Aynı zamanda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre gerçekleştirilen etkinliklerin her sınıf düzeyinde her konuya uygulanabileceği düşünülmektedir. Bu araştırmada yararlanılan 5E öğrenme modeline alternatif olarak 7E modeli kullanılarak da etkinliklerin düzenlenebileceği söylenebilir.

Araştırmada su dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasında öğrencilerin kavramsal anlamalarının hangi düzeyde olduğu ve öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişimler ele alınmıştır. Bu kapsamda dalgalar kavramsal anlama formu ve bu formu destekleyici nitelikte hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşme soruları incelenmiştir. Araştırmada görüşmeler odak öğrenci grubu ile gerçekleştirilmiş olsa da, bu grubun tüm öğrencileri temsil ettiği söylenebilir. Çünkü odak öğrenci grubu tutum ölçeği uygulaması sonucunda ve öğretmen görüşü ile sınıfı temsil edecek eşit sayıda düşük, orta ve yüksek düzeyli öğrencilerin bir araya getirilmesiyle

oluşturulmuştur. Bu açıdan araştırmada öncelikle dalgalar kavramsal anlama formunda su dalgalarına yönelik yer alan doğrusal ve dairesel dalgalar kavramları ele alınmıştır. Öğrencilerin son uygulamada kavramlara yönelik doğru yanıtlar verdikleri, ancak ön uygulamada bilgi eksikliğinden kaynaklı bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar ifade ettikleri ortaya çıkmıştır. Araştırmada öğrenciler dairesel ve doğrusal su dalgalarını günlük hayattan yaptıkları çıkarımlarla çizim yapmaya çalışmış, ancak sadece son uygulamada dalganın ilerleme yönünü, dalga tepesini ve çukurunu gösterebildikleri belirlenmiştir. Ön uygulamada ise öğrencilerin dalganın ilerleme yönünü bile tam olarak bilemedikleri ve bu noktada zorluk çektikleri saptanmıştır. Özellikle doğrusal su dalgalarının ilerleme yönünün her yöne ve kıyıya doğru olduğunun ifade edildiği dikkat çekmiştir. Bilimsel bir ifadeyle doğrusal su dalgalarının bir doğrultuda, dairesel su dalgaları her doğrultuda eşit hızla yayıldığı söylenebilir. Ayrıca araştırmada öğrencilerin denizdeki gözlemlerinden yola çıkarak dalgalar kıyıya doğru ilerler ifadesinde buldukları düşünülmektedir. Denizde dalgalar rüzgâr aracılığıyla kıyıya paralel şekilde vurmaktadır. Dalgaların bilindiği gibi sığ yerlere yaklaştıkça hızları azalmaktadır. Örneğin sola doğru belli bir açıyla gelmiş olan dalganın öncelikle sağ tarafı daha sığ yere ulaşacağından hız o tarafta azalacaktır. Bu şekilde sağ taraftaki sığ bölgede hız azalmasıyla dalga tamamen sol tarafa dönmüş yani kıyıya doğru ilerlemeye başlayacaktır. Bu tüm hareket boyunca diğer dalgalar içinde aynı şekilde gerçekleşmektedir. Sonuçta doğrusal su dalgaları bir doğrultuda bu şekilde ilerlemekte ve dalgalar hep kıyıya doğru gelmiş olmaktadır (Yalçın, 2008). Buradan öğrencilerin bu bilgiyi günlük yaşamda gördükleri olayla açıklamaya çalıştıkları ve bilimsel olarak fikir yürütmeden olayın nedenini sorgulamadan soruyu yanıtladıkları ortaya çıkmıştır. Bu noktada araştırmada olduğu gibi öğrencilere bilgilerini sunmalarında gerekli ortamın ve imkânların sağlanmasının önemli etkisi olduğu düşünülmektedir. Çünkü etkinlikler aracılığıyla öğrenciler son uygulamada bilimsel olarak doğrusal su dalgalarının dalga leğenlerinin su yüzeyine bir cetvel veya bir silindir değdirildiğinde gözlenebildiğini, dairesel su dalgalarının da suya sivri bir ucun değdirilmesi ile oluşabileceğini benimsemişlerdir. Yani su dalgalarının doğrusal ve dairesel olmak üzere iki çeşit olduğunu, su dalgalarının tepe ve çukur noktalarının bulunduğunu ve dalgaların dalga tepelerine dik olarak ilerlediği etkinlikler sonrasında kavrayabilmişlerdir. Ayrıca bir ortamda dalga oluşabilmesi için mutlaka bir dalga kaynağına ihtiyaç olduğunu, havuza atlayan kişilerin bu görevi gördüğünü,

bu kişilerin havuza art arda atlama süreleri sıklaştıkça da dalgaların sıklaştığını dolayısıyla üretilen dalga sayısının arttığını ve dalga boyunun da kısaldığını öğrenmişlerdir. Havuza atlandığında da oluşan titreşimlerin havuzun kenarına doğru yayıldığını ve titreşimlerin su molekülleri tarafından iletilerek dalga hareketini oluşturduğunu anlamlandırmışlardır (Değermenci, 2009). Kısacası bu bilgiler ışığında öğrencilerin bu kavramlara yönelik uygulama sonunda herhangi bir kavram yanılığına sahip olmadıkları ortaya konmuştur. Öğrencilerin bu kavramları rahatlıkla anlamlandırabilmeleri ile günlük hayatla kurdukları ilişkilerin bu sayede artacağı düşünülmektedir. Çünkü su dalgalarına yönelik kavramlar genellikle gözümüzün önüne getirebildiğimiz ve üzerine anında yorum yapabildiğimiz kavramlar olarak ele alınabilmektedir.

Araştırmada küresel ve parabolik engele gelen dairesel ve doğrusal su dalgalarının yansıması ele alındığında, öğrencilerin çizimleri ile hem ön hem de son uygulamada bilimsel olarak doğru yanıtlar verdikleri belirlenmiştir. Ancak ön uygulamada doğru yanıt veren öğrenciler kadar bilimsel olarak kabul edilemez yanıt veren öğrencilerinde olduğu dikkat çekmiştir. Öğrencilerin yanıtları merkezde toplanan ışığın tekrar dağılmayacağını ortaya koymuştur. Ancak araştırmada uygulanan etkinliklerle öğrencilerin süreç içerisinde etkin bir biçimde düşünmeleri sağlanarak görüşlerini değiştirmeleri konusunda cesaretlendirilmişlerdir (Mills vd., 1999). Bu nedenle son uygulamada öğrenciler parabolik engele merkezden gönderilen dairesel dalgaların engelden dairesel dalgalar olarak yansıdığını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda kaynak merkezdeyse dalgaların çukur engelden yansıdıktan sonra merkezde toplanarak yansıdığını ve sonra merkezden dağıldığını da belirtmişlerdir (Yalçın, 2008). Engelin odak noktasından gönderilen dairesel dalgaların durumuna yönelik, öğrenciler odak noktasından gönderilen periyodik dairesel dalgaların engelden düzlem dalgalar olarak yansıtacağı şeklinde doğru ifadelerde bulunmuşlardır. Burada ifadeyi doğru yanıtlayamayan öğrencilerin merkezden gönderilen dalga olarak soruyu ele aldıkları ve ona uygun yanıt verdikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırmada öğrencilerin konuya yönelik görüşleri anahtar sorularla ortaya çıkarılmaya ve öğrencilere kendi kendilerine bilgileri anlamlandırabildikleri gösterilmeye çalışılmıştır. Bir diğer görüşmede de doğrusal su dalgasının düz engelden yansıması ele alınmış ve son uygulamada doğrusal su dalgalarının, düz bir engele çarptıktan sonra aynı doğrultuda geri yansıtacağı

şeklinde öğrencilerden doğru yanıtlar alınmıştır. Özdemir (2015) araştırmasında öğrencilerin doğrusal su dalgalarının düz engelden çukur ya da tümsek engel şeklinde yansıtacağına dair yanılgılara sahip olduklarını tespit etmiştir. Bu çalışmada bu tarz yanılgıya rastlanılmamış ve öğrencilerin doğru ifadelerinin yanında ilave açıklamaları ile yanıtlarını destekledikleri görülmüştür. Eğer doğrusal su dalgaları düz bir engele belirli bir açı ile gelirse de, öğrenciler engeli ayna gibi düşündüklerini ve buradan ışığın yansıma yasalarının geçerli olacak şekilde yansıdığını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin kendilerinin ışık ve dalga arasındaki ilişkiyi kurabildikleri ve ışığın dalga karakterine vurgu yaptıkları dikkat çekmiştir (Kural, 2008). Çalışmada yararlanılan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modelinin öğrencilerin düşünme ve sorgulama becerilerine katkı sağladığı söylenebilir. Akben ve Köseoğlu (2010) tarafından da bu ifadenin desteklediği görülmektedir. Sonuç olarak öğrencilerin dairesel ve doğrusal su dalgalarının yansımada kavram yanılgısına sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Çalışmada konuya yönelik gerçekleştirilen etkinliklerin kavramların anlaşılmasında etkili olduğu söylenebilir (Broyles, 1999; Yu ve Stokes, 1998).

Çalışmada paralel ilerleyen atmanın tümsek engelden yansıdıktan sonraki görünümünü incelendiğinde, bu ifadenin çoğunlukla son uygulamada öğrenciler tarafından doğru yanıtlanabildiği tespit edilmiştir. Ön uygulamada öğrencilerin doğrusal gelen atmaların karşılaştığı engelin parabolik olduğunu ihmal ettikleri ortaya çıkmıştır. Çünkü yanlış yanıt veren öğrencilerin gelen doğrusal atmaların düz bir engelden yansımada uygun yanıt verdikleri, ancak bilimsel olarak paralel ilerleyen atmanın tümsek engelden, engelin şeklinde yansıyarak ilerlemesi gerektiği söylenebilir (Yalçın, 2008). Bu soruyla birlikte öğrencilerin düzlem ve dairesel su dalgalarının değişik durumlar için engellerden yansımada yönelik uygulama sonunda anlamlı bilgilere sahip oldukları ve konuyu kavramsallaştırdıkları söylenebilir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin temel bilimsel bilgilerini çalışmacının yönelttiği sorulara kolaylıkla yansıtabildikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada stroboskop kavramı ele alındığında, öğrencilere öncelikle dalga leğeninde soldan sağa doğru ilerleyen periyodik dalgalara stroboskop ile bakılırsa hangi koşullarda dalganın ileri ya da geriye hareket edebileceği sorulmuştur. Öğrenciler ön uygulamada doğru yanıt verememiş, son uygulamada ise çoğunlukla doğru bir şekilde soruyu yanıtlayabilmişlerdir. Buradan öğrencilerin ön uygulamada

stroboskop kavramını bilmedikleri ve bu nedenle soruya yönelik yanlış tahminlerde buldukları akla gelmektedir. Hâlbuki stroboskop üzerinde eşit aralıklarla yarıklar bulunan, merkezi etrafında dönebilen dairesel bir araç olarak tanımlanmakta ve dalgalar konusunda yer alan önemli bir kavram olarak ifade edilmektedir (Yalçın, 2008). Çünkü stroboskop aracılığıyla dalgaların frekansı ölçülebilmekte ve yarıkları arasından periyodik dalgalar gözlemlenebilmektedir. Yani dalga frekansı yarık frekansına eşit olduğunda dalga duruyor, dalga frekansı yarık frekansından büyük olduğunda dalga ilerliyor ve yarık frekansı dalga frekansından büyük olduğunda dalga geri gidiyor şekilde görülmektedir. Araştırmada simülasyonlar aracılığıyla stroboskop öğrencilere gösterilmiş, öğrencilerin stroboskopa ilgili bilgi edinebilmeleri sağlanmış ve süreç içerisinde ilgileri canlı tutularak uygulama sonunda da soruya yönelik doğru tahminlerde bulunmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin farklı simülasyonlardan yararlanılarak önceden bilmedikleri bir kavram üzerinde şaşkınlıkları ve merak duygularının uyandırılması istenmiştir. Araştırmada istenilen amaca ulaşılması ile birlikte son uygulamada öğrencilerin kavrama yönelik başarısının da arttığı tespit edilmiştir. Yalçın (2008)'da araştırmasında bu soruya öğrencilerin öğretim sonunda doğru yanıt verebildiğini desteklemektedir. Sonuç olarak etkinlikler içerisinde stroboskop kavramına çok değinildiğinden ve çeşitli uygulamalar yapıldığından öğrencilerinde bu ifadeye doğru yanıt vermesi beklenmekteydi.

Araştırmada dalga leğenine bırakılan bilyelerin yüksekliğinin artırılması ile dalganın hızı, frekansı ve genliğindeki değişimler sorgulanmıştır. Öğrenciler ön uygulamada doğru yanıtlar veremezken son uygulamada sadece öğrencilerin yarısının soruyu doğru yanıtlayabildiği görülmüştür. Burada dalganın genliği ile hızın ters orantılı olduğunu düşünen öğrencilerin, dalganın genliği arttıkça daha fazla yol alınacağından hızının azalacağını baskın olarak ifade ettikleri ortaya çıkmıştır. Bu sonuç Küçüközer (2010)'in sonucu ile örtüşmektedir. Genlik ve dalganın hızının doğru orantılı olduğunu vurgulayan öğrencilerinde, başlangıçta uygulanan kuvvetle dalganın hem genliğinin hem hızının arttıracağını düşündükleri söylenebilir. Ancak dalganın genliğinin dalga enerjisi ile doğru orantılı olduğu bilinmektedir. Ele alınan kavramda da yüksekliğin arttırılmasının sadece dalga enerjisini arttıracağı bilindiğinden, öğrencilerden genlik artışına yönelik bir yorum beklenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin dalga enerjisi ile genlik arasında ilişki kuramadıkları tespit

edilmiştir. Öğrencilerde var olan bu yanılıya Taşlıdere (2016)'nin araştırmasında da rastlanılmıştır. Caleon ve Subramaniam (2010b) ve diSessa (1993) genlik artışını öğrencilerin yüksek bir dağa tırmanış olarak adlandırdıklarını ve tepeye doğru hızın azalacağını vurguladıklarını belirlemiştir. Öğrencilerde dalga genliği ve hız arasında kurulan ilişkiye dayalı yanılının, öğrencilerin akıl yürütme ile soruya verdikleri yanıtta kaynaklı ortaya çıktığı düşünülmektedir. Öğrencilerde var olan bu yanılının giderilmesine yönelik laboratuvar ortamından yararlanılması ve deney yapılarak öğrencilerin bu kavramları daha iyi anlamlandırmaları gerektiği önerilebilir. Çünkü yaparak yaşayarak öğrenmenin değişimi güç olan kavramların öğrenimde etkili yöntemlerden biri olduğu ve bilgilerin kalıcılığını arttırdığı söylenebilir. Bu sırada öğretmenin de öğrenme ortamında bilgiyi sunan değil, öğrencilere rehber olan bir rol üstlenmesi gerektiği düşünülmektedir (Yeşiltaş, Taş ve Özyürek, 2017).

Kıyıya doğru yaklaşan dalgaların arasındaki mesafe azalışı ile dalganın hızı ve boyunda meydana gelen değişiklikler sorgulandığında, son uygulamada öğrencilerin neredeyse tamamının bu ifadeye doğru yanıt verdikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin dalga leğeninde ilerleyen su dalgalarının dalga boyuna ve hızına yönelik yorum yapmaları istendiğinde de, öğrenciler dalgaların üstten görünümüne bakarak dalga leğeninin derin ve sığ olan ya da olması gereken tarafını belirtmiş ve uygulama sonunda sözel ifadelerini çizimle destekleyerek doğru yanıtlar vermişlerdir. Son uygulamada öğrencilerin bilgilerine güvendikleri ve bilgilerini farklı şekillerde sergileyebildikleri söylenebilir. Çünkü öğrenciler sığ tarafa gidildikçe dalga boyunun ve hızın azaldığını, derin tarafa gidildikçe dalga boyunun ve hızın arttığını rahatça dile getirebilmişlerdir. Öğrencilerin ön uygulamada ise daha çok dalga hızı ve boyu arasındaki ilişkiyi ifade edemedikleri ve derinliğin azalmasını genliğin azalması olarak ele aldıkları saptanmıştır (Öztürk, 2014). Ancak dalganın derinliğinin azalması dalga boyunun azalması ve dolayısıyla dalga hızının da azalması ile ilişkili olduğu söylenebilir. Öğrencilerin ön uygulamada diğer verilerden farklı olarak, derin bölgeyi engebeli ortam olarak değerlendirdikleri ve bu nedenle dalganın hızının burada az olacağını ileri sürdükleri tespit edilmiştir. Ayrıca bilimsel olarak derin sularda dalgaların hızının aslında su derinliğinden bağımsız olarak dalga boyunun karekökü ile orantılı olduğu ($v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$) ve sığ sularda da dalganın hızının su derinliğinin karekökü ile orantılı olduğu ($v = \sqrt{gh}$) ifade edilebilir (Zotti,

2011). Henüz bu bilgi ders kitaplarına tam yansımamış olsa da bilimsel olarak derin ve sıg sularda hızın farklı şekilde ifade edilebildiği bilinmektedir. Bu araştırma ders kitaplarında ve öğretim programında yer alan kazanımlar ve bilgilerle sınırlı olduğundan öğrencilere bu bilgi aktarılmamıştır. Ancak ilerleyen zamanlarda öğrencilerde bu şekildeki bilgi aktarımının kavram yanlışlığına neden olabileceği söylenebilir. Öğrencilerde oluşabilecek yanlışlıkların giderilmesinde ise en etkili yöntemin kavramlara yönelik materyalin öğrencilerle birlikte geliştirilerek kullanılması olduğu düşünülmektedir (Değermenci, 2009). Çünkü materyallerin öğrenci merkezli bir yapıya sahip olduğu ve öğrencileri sunuş, soru cevap yöntemi içerisinde aktif hale getirdiği bilinmektedir. Ayrıca öğrencilere kendi geliştirdikleri materyal üzerinde tartışma ortamı yaratılmasının da öğrencilerin öğrenimine katkı sağlayacağına inanılmaktadır (Demircioğlu, 2008). Bunların yanı sıra öğrenciler gerçekleştirilen öğretime bağlı olarak frekansın kaynağa bağlı olduğundan değişmediğini ve burada dalgaların sıklaşması ile dalga boyunda ve hızında azalma olacağını ifade edebilmişlerdir. Örneğin düzgün doğrusal harekette hız zamanla değişmemekte ve eşit zaman aralıklarında eşit yol alınmaktadır. Dalga hareketinde aynı şekilde ortam değişmedikçe dalganın yayılma hızı sabit kalmaktadır. Burada ortam derinliğinin az olduğu yere gelmesi ile ortam değişmekte ve dalganın yayılma hızında azalma olmaktadır (Değermenci, 2009). Öğrenciler ön uygulamada özellikle $v=\lambda.f$ bağlantısını bilmediklerinden dalga hızı ve boyu arasında yanlış ifadelerde bulunabildikleri düşünülmektedir. Ayrıca görüşmeler esnasında dalganın yayılma hızının nelere bağlı olduğu irdelendiğinde, sadece son uygulamada kavramsal anlama formunda olduğu gibi öğrencilerden doğru yanıtlar alınmıştır. Ancak araştırmada öğrencilerin yayılma hızı ile kaynak, cismin ağırlığı, cismin şekli, yoğunluğu ve suyun sıcaklığı arasında bağlantı kurabildikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin genellikle ön uygulamada rastlanılan su dalgalarının yayılma hızlarına yönelik bu ifadeleri, öğrencilerin dalgayı bir nesne olarak ele aldıklarını düşündürmekte ve öğrencilerin mekanik temelli akıl yürütme yaptıklarını ortaya çıkarmaktadır (Wittmann, 2002). Ancak uygulama sonunda öğrencilerden alınan doğru yanıtlar, dalgalar konusunun günlük yaşamdaki yerinin belirtilmesi ve günlük hayattan hikâyelerle anlatımın gerçekleştirilmesiyle bağdaştırılmıştır. Bu sayede öğrencilerin hayal güçlerinden yararlandığı, kavramların derinliğini fark edebildikleri ve bunu bizlere rahatlıkla yansıtılabildikleri söylenebilir.

Araştırmada su dalgalarına yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeli uygulanması, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin ön uygulamalarla tespit edilmesini ve son uygulamayla da öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde olan değişikliklerin ortaya konulabilmesini sağlamıştır. Öğrencilerin su dalgalarına yönelik genellikle bilgi eksikliklerine sahip oldukları ve bunun araştırmada gerçekleştirilen etkinlikler aracılığıyla giderilebildiği belirlenmiştir. Bu bakımdan araştırma yönteminin su dalgaları üzerindeki olumlu etkileri araştırmacı tarafından ifade edilmiş olup, araştırmacının alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Su dalgalarına yönelik alanyazında az çalışma olduğu göz önüne alınırsa, araştırma sonuçlarının eğitimcilere yol gösterici nitelikte olacağı söylenebilir. Son olarak bu araştırmanın ülke genelindeki lise öğrencilerine yaygınlaştırılabilmesine yönelik ortak araştırma projelerinden yararlanılabileceği akla gelmektedir.

Ses Dalgaları

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulamasının nasıl gerçekleştirildiği ses dalgaları kapsamında ele alınmıştır. Bu kapsamda araştırmada ses dalgalarına yönelik gerçekleşen eylem planları, ders etkinlikleri, video kayıtlar, araştırmacı günlükleri, öğrenci günlükleri ve el yapımı ürünler irdelenmiştir. Etkinlik incelendiğinde de yapılandırmacı sorgulama halkası aşamaları ve 5E öğrenme modeli basamakları göz önüne alınarak sonuçların ilgili bölümde belirtilmesine karar verilmiştir.

Araştırmada öncelikle etkinliğin sorgulama aşamasında bulunan ilgi uyandırma basamağı incelenmiştir. Bu basamakta öğrencilere gösteri deneyleri yaptırılmış, ilgili simülasyon izlettirilmiştir ve sınıfta tartışma ortamı yaratılmıştır. Teknolojinin olanaklarından yararlanılarak, gözlem ve deney yaptırılarak konuya giriş yapılmasının, öğrencilerin ilgilerini çektiği belirlenmiştir (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005). Wise (2006) öğrencilerin 5E öğrenme halkası kullanılarak gerçekleşen öğretimde teknoloji kullanım becerilerinin de zamanla gelişeceği ve öğrenmenin daha zevkli hale geleceğini vurgulamıştır. Araştırmada da öğrenciler bunu destekler nitelikte eğlenerek kavramları daha rahat öğrenebildiklerini ifade etmiş, hatta gösteri deneylerinin simülasyonla desteklenmesiyle derse olan motivasyonlarının

arttığını dile getirmişlerdir. Araştırmada elde edilen bu sonuç ayrıca Bliss ve arkadaşları (2007) tarafından desteklenmektedir. Öğrencilerin bu şekilde konuya yönelik meraklarının arttırılması ile araştırmada aynı zamanda konuya yönelik bilgi düzeylerinin daha rahat ortaya çıkarılması istenmiştir (Çekiç Toroslu ve Güneş, 2008). Öğrencilerde var olan bilgilerin ortaya çıkarılması ile kavram yanılgılarına sahip olup olmadıkları öğrenilmek istenmiştir. Çünkü Güneş (2005)'in belirttiği üzere, kavram yanılgıları ısrarla zihinde kalmaya devam ederken yeni bilgilerin öğrenimi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle araştırmada çeşitli etkinliklerle öğrencilerin zihinlerindeki yanlış kavramlarla yüzleşmeleri hedeflenmiştir. Bu durumda araştırmada ilgi uyandırma basamağının amacı doğrultusunda gerçekleştirilen etkinliklerle, öğrencilerin konuya motive edildiği, dikkatlerinin çekildiği ve sahip oldukları bilgilerin irdelendiği söylenebilir. Ayrıca süreç içerisinde öğretmenin öğrencilere materyalleri sağlaması ve öğrencilerin ellerinin altında malzemelerin olmasının, onların araştırma yapma isteği ile bilgi ve becerilerinin gelişiminin desteklendiğine inanılmaktadır. Çünkü bu noktada öğrencilerin soru sorma ve sorgulama becerilerinin gelişimine de katkı sağlanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin deney yapma ve tasarlama yetilerinin araştırmacı ruha sahip olmaları ve keşfetme isteği barındırmaları ile oluşabileceği söylenebilir (Bliss ve arkadaşları, 2007). Etkinlik içerisinde öğretmen ve öğrenciler arasındaki dinamik olan iletişim ile de zengin bir öğrenme ortamı ve öğrencilerin bilimsel dil kullanabilme yetisine sahip olmaları sağlanmıştır. Laipply (2004), öğretmen ve öğrenci arasındaki dinamik iletişimin sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarını kolaylaştırdığını belirtmiştir. Sonuç olarak araştırmacının ilgi uyandırma basamağında, öğrencilerin derse olan ilgisinin arttırılmasıyla eğlenerek ve düşünme alışkanlığı edinerek ses dalgalarını öğrenmeye başlamalarına destek olunmuştur. Bu ifadeyi destekler nitelikte Mecit (2006), öğrencilerin düşünme alışkanlığı kazanmaları ile eleştirel düşünme becerilerinin de gelişebileceğini savunmuştur.

Var olan bilginin açığa çıkarılması, tahminde bulunma ve uygulamayı planlama ve yapma aşamasında bulunan keşfetme basamağında öğrencilere gösteri deneyleri yaptırılmış, simülasyon izlettirilmiş ve sınıf içerisinde tartışma ortamı yaratılmıştır. Öğrencilerin bu basamakta derse katılım gösterdikleri ve eğlendikleri dikkat çekmiştir. Bu noktada öğrenciler eğlenirken olayların nedenleri ve sonuçları arasında bağlantı kurmaları ve öğrendikleri bilgileri günlük hayatla

ilişkilendirerek sorgulama becerilerinin gelişimi desteklenmiştir (Çalık, 2006; Staten, 1998). Öğrencilere böylece düşünme ve soru sorma alışkanlığı kazandırılabilmesine ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşebileceğine inanılmaktadır (Westbroek, 2005). Ayrıca derslerde daha önceden çok söz almayan öğrencilerin bile derse katılımında istekli oldukları süreç içerisinde gözlemlenmiştir. Çünkü etkinliğe bütün öğrencilerin katılımını sağlanarak öğrencilerin topluluk önünde konuşma becerilerinin gelişimine önem verilmektedir. Öğrencilere gösteri deneylerinin bireysel bir şekilde uygulanma şansının tanınmasıyla da, öğrencilerin daha sonraki yapılacak deneylerde sağlıklı bir performans göstermeye yönelik bakış açısı kazanmalarına katkı sağlanmıştır. Ayrıca deneysel çalışmalara yönelik olumlu görüşlerle, öğrencilerin derse yönelik olumlu tutum geliştirmelerine, ilgilerinin artmasına ve bilimsel bakış açılarının desteklenmesine önem verilmiştir (Arıkan vd., 2006). Wu ve Krajcik (2006)'ta sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarında deneysel uygulamalar vb. etkinliklerle öğrencilerin bilimsel bakış açılarının olumlu yönde değişeceğini vurgulamıştır. Ancak Overbey (2006)'de araştırma sonucunun aksine tutumun gelişmesinde sorgulamaya dayalı öğrenmenin etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Tüm bunlarla birlikte araştırmada öğrencilerin deneysel çalışmalar aracılığıyla sorgulama becerileri içerisinde yer alan gözlem yapma, soru sorma ve açıklama yapma becerilerinin gelişim gösterdiği düşünülmektedir.

Uygulamayı planlama ve yapma aşamasında bulunan açıklama basamağında öğrencilere video ve simülasyon izlettirilmiş, öğretmen tarafından anlatım gerçekleştirilmiş ve sınıfta tartışma ortamı yaratılmıştır. Bu etkinlikte öğrenci günlükleri incelenmiş ve öğrencilerin gerçekleştirilen uygulamalarla konuyu daha iyi anlamlandırabildikleri düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda öğrencilerin konunun işleniş tarzından zevk aldıkları ve bu şekilde gerçekleşen bilimsel çalışmaları değerli buldukları söylenebilir (Ortakuz, 2006). Ayrıca tartışma ortamında öğrencilerden gelen farklı görüşler ile öğrencilerin birbirlerinin farklı bakış açılarına saygı duymanın önemini fark ettikleri görülmüş ve konuya ilişkin tutum ve değerlerinde olumlu gelişmelerin olması sağlanmıştır. Araştırma sonucunun McDonald (2004) ve Tatar (2006) tarafından gerçekleştirilen araştırma sonuçları ile uyuşmakta olduğu görülmüştür. Öğretmenle öğrenciler arasında geçen diyaloglarda da öğretmenin yönelttiği soruların öğrencilerin düşünme becerilerine katkı sağladığı düşünülmektedir. Öğrencilerin düşünme becerilerinde olacak gelişimin ise onların

deney ve gözlem yapma isteğini arttıracasına, bunun da kavramları derinlemesine öğrenmeye fırsat sunacağına inanılmaktadır (Gokhale, 1995).

Yorum yapma aşamasında bulunan derinleştirme basamağında öğrencilere örnek olay metni dağıtılmış ve öğrencilerle sınıf ortamında tartışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu esnada öğretmen rehber rolüyle öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi de desteklenmiştir (Mecit, 2006). Öğrenciler kendilerine verilen örnek problem durumuna yönelik tahminde bulunma, yorumlama ve sonuç çıkarma becerilerini kullanmış ve bu şekilde öğrencilerin becerilerinin gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin ilgisini arttırdığı ve onları motive ettiği de tespit edilmiştir (Parchmann vd., 2006). Wise (2006) öğrencilerin bunlara ilave olarak bilimsel araştırma yapma becerilerinin de süreç içerisinde gelişebileceğini savunmaktadır. Ayrıca öğretmen uygulamalar sırasında öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini kullanmalarına fırsat tanımıştır. Bliss ve arkadaşları (2007) eleştirel düşünme becerilerinin sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen etkinliklerle gelişebileceği belirtilmiştir. Son olarak öğrenciler günlük yaşamdan verilen örneklere çözüm bulmaya teşvik edilmiş ve öğrencilerin problem çözme becerileri bu şekilde desteklenmiştir (Alouf ve Bentley, 2003; Wise, 2006). Güney Kore'de yapılan bir uygulamada, öğrencilerin konuyu günlük yaşamla ilişkilendirerek problem çözme becerilerinden yararlanmaları beklenmiş ve bu performanslarını üniversiteye giriş sınavında sergilemeleri istenmiştir (Park ve Lee, 2004).

Sonuçları sunma aşamasında bulunan değerlendirme basamağında öğrenciler tarafından kavram ağı oluşturulmuştur. Kavram ağı oluşumu ile öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi sağlanmış ve yazılı olarak bilgilerini sunabilmeleri ile bilimsel süreç becerilerinin gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Wu ve Hsieh (2006) sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerinin farklı öğrenme fırsatları sunmasıyla, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine destek sağlandığını vurgulamıştır. Ayrıca uygulamanın son aşamasında öğrencilerin ön bilgileri ile yeni öğrendikleri bilgilerini harmanlayarak bilimsel açıklamalar yapabilir düzeye geldikleri dikkat çekmiştir. Bu noktada öğrencilerin konu alanına ilişkin artık kolaylıkla bilgi edinebildikleri söylenebilir.

Sonuç olarak etkinliklerin 5E öğrenme modeli çerçevesinde incelenmesi ile öğretimin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına dayalı gerçekleştirildiği ve

öğrencilerinde sorgulama yetilerinde farkındalık oluşturulabildiği ortaya çıkmıştır (Staten, 1998). Bu kapsamda araştırmada öğretmen ve öğrenci davranışlarının ve kullanılan etkinliklerin sorgulayıcı bir öğrenme ortamına örnek oluşturduğu söylenebilir. Bu tarz sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre gerçekleştirilen etkinliklerin öğretim elemanları tarafından online eğitimler olarak hazırlanabileceği akla gelmektedir. Bu eğitimlerden öğretmenlerin konular kapsamında yararlanmasının hem alana hem de öğrencilere katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Aynı zamanda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre gerçekleştirilen etkinliklerin her sınıf düzeyinde her konuya uygulanabileceği düşünülmektedir. Bu araştırmada yararlanılan 5E öğrenme modeline alternatif olarak 7E modeli kullanılarak etkinliklerin düzenlenebileceği söylenebilir.

Araştırmada ses dalgalarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanmasında öğrencilerin kavramsal anlamalarının hangi düzeyde olduğu ve öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişimler ele alınmıştır. Bu kapsamda araştırmada dalgalar kavramsal anlama formu ve bu formu destekleyici nitelikte hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşme soruları incelenmiştir. Araştırmada görüşmeler odak öğrenci grubu ile gerçekleştirilmiş olsa da, bu grubun tüm öğrencileri temsil ettiği söylenebilir. Çünkü odak öğrenci grubu tutum ölçeği uygulaması sonucunda ve öğretmen görüşü ile sınıfı temsil edecek eşit sayıda düşük, orta ve yüksek düzeyli öğrencilerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu açıdan araştırmada öncelikle sesin yayılması ve hızı kavramları ele alındığında, öğrencilerin bu kavramlara yönelik çoğunlukla son uygulamada doğru yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir. Bilimsel olarak dalga hareketi, titreşimin ortam tarafından iletilmesi olarak ifade edilmektedir. Yani ses, su, yay gibi mekanik dalgaların ilerlemesi için ortam gerekli olduğu söylenebilir. Ortam gerekliliği günlük hayata indirildiğinde basit olarak bizim sesi nasıl duyabildiğimiz düşünülebilir ve beynimize kadar sesin ortam tarafından titreşimler halinde ulaştırıldığı yönünde çıkarım yapılabilir. Bu noktada öğrencilerde Güneş'te gerçekleşen patlamaları neden duyamadığımızı ortam ifadesini kullanarak açıklamış ve uzayın boşluk olduğundan bahsederek sesin boşlukta yayılamayacağını ve dolayısıyla patlama sesinin de duyulamayacağını dile getirmişlerdir. Çünkü sesin yayılabilmesi için maddesel bir ortama ihtiyaç olduğu ve

uzayda sesin yayılabilmesi için maddesel bir ortamın olmadığı bilinmektedir. Maddesel ortama ihtiyaç duymadan sadece ışığın yayılabildiği ve bu nedenle Güneş'ten gelen ışıkların uzay boşluğunu geçerek dünyamıza ulaştığı ve yeryüzünü yaşanılır kıldığı hatırlatılmalıdır (Hrepic, 2004; Linder ve Erickson, 1989; Linder, 1993). Öğrencilere Ay'da olan birinin Dünyadaki patlamayı duyup duyamayacağı şeklinde tersten soru sorulsaydı da, öğrencilerin aynı şekilde soruyu doğru yanıtlayacaklarına inanılmaktadır. Çünkü öğrenci merkezli etkinliklerle öğrencilerin sorgulayıcı yaklaşım ve eleştirel düşünme becerilerinin esas alınarak bilgilerinin gelişim gösterdiği düşünülmektedir (Biernacka, 2006). Öğrenciler ayrıca ses dalgaları yayılırken ortamın parçacıklarının dalgayla birlikte ilerlerken titreştiğini belirtmişlerdir. Çünkü ortamın katı, sıvı ve gaz şeklinde bir özelliği bulunduğunu ve ortamların dalganın ilerleme hızına etki ettiğini dile getirmişlerdir. Moleküller ya da parçacıklar arasındaki mesafeye göre de maddelerin katı, sıvı ve gaz olarak ele alındığı düşünüldüğünde; madde katı halden sıvı hale, sıvı halden gaz haline geçerken moleküller arası mesafenin arttığı, mesafe arttıkça da dalganın ilerleme hızının azaldığı söylenebilir. Öğrenciler bu ifadelerden çıkarım yaptığında yarı yapılandırılmış görüşmede ayak seslerinin katı ortam aracılığıyla gaz ortamda yayılan konuşmalardan daha çabuk iletileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca ön uygulamada bilimsel olarak kabul edilemez yanıt verenlerin ayak seslerinin daha yakın mesafede olduğu için duyulduğunu savundukları tespit edilmiştir. Ancak molekül yoğunluğunun fazla olduğu ortamda iletim hızının çabuk olacağı dolayısıyla ses dalgalarının katılarda hava ve sıvı ortama göre daha hızlı ilerleyeceği bilinmektedir (Değermenci, 2009). Bu ifadeyi destekler nitelikte öğrenciler, kulaklarını tren yayına dayayarak trenin gelip gelmediğini anlayabildiklerini söylemişlerdir. Çünkü tren yayı katı ortam dolayısıyla ses hızının en hızlı iletildiği ortam olarak ele alınmaktadır. Bazı öğrencilerinde araştırmada tren rayının demir olmasına takıldığı ve demirin sesi iletemeyeceğini düşündüğü ortaya çıkmıştır. Küçüközer (2009) araştırmasında aynı bulguya rastlamıştır. Öğrencilerin bu noktada günlük hayatla ilişki kurmadıkları ve en basitinden doktorların neden hasta kalbini dinlemede stetoskop kullandıklarını bile düşünmedikleri saptanmıştır. Öğrenciler demirin doğrudan akıl yürütme yoluyla sesi iletemeyeceğini ifade ettikleri söylenebilir. Öğrencilerin eğer bu düşüncesine son uygulamada rastlanılsaydı, bunun bir yanılgı olabileceği düşünülür ve öğrencilerin elektromanyetik dalgaların enerji taşıdıklarını anlamlandıramadıklarını akla getirebilirdi. Ancak araştırmada

elektromanyetik dalga kavramı da irdelenmiş ve öğrencilere mobil telefonların haberleşme sisteminin nasıl olduğu sorulmuştur. Öğrencilerin mobil telefonların haberleşme sisteminin son uygulamada elektromanyetik dalgalar aracılığıyla sağlandığını belirttiği ve öğrenciler tarafından elektromanyetik dalgaların enerji taşıdığını fark edildiği belirlenmiştir. Bilimsel olarak elektromanyetik dalgalar aracılığıyla günlük hayatta telefonların yanında radyoda dinlediğimiz sunucunun sesinin de bize ulaşabildiği söylenebilir. Ayrıca öğrencilere hastalıkların teşhisinde de elektromanyetik dalgalardan yararlanılabildiği hatırlatılabilir (Değermenci, 2009). Sonuç olarak elektromanyetik dalgaların mekanik dalgalardan farklı olduğu, mekanik dalgaların iletilebilmesi için tanecikli ortam gerektiği ve elektromanyetik dalgaların böyle bir koşulu olmadığı bilinmektedir. Ayrıca elektromanyetik dalgaların boşlukta ışık hızı ile yayıldığı ve elektromanyetik dalgaların geçişini en çok kurşun levhaların ve beton blokların engellediği söylenebilir. Bu noktada tünel, metro gibi yerlerde cep telefonlarımız neden çekmediği de anlaşılmaktadır.

Araştırmada sesin hızı ile ilgili sonuçlara devam edildiğinde, öğrenciler sesin ortamlara göre değiştiğini, dolayısıyla ses hızının yoğunluk, sıcaklık ve nem gibi niceliklere bağlı olduğu düşündükleri belirlenmiştir. Çünkü sıcaklık arttıkça sıfır santigrad derecede 330 m/s olan sesin hızının her 1 santigrad derecede de hızının yaklaşık 0,6 m/s arttığı bilinmektedir. Aynı zamanda sudaki hızın (1490 m/s) havadaki hızın dört katı olması ile sesin hızının ortamın yoğunluğuna bağlı değiştiği söylenebilmektedir. Bu kapsamda araştırmada iki arkadaşın sesinin birine en kısa sürede nasıl ulaşabileceği sorulmuş ve öğrencilerin ön uygulamada sesin tınısı ve şiddetinin yüksek olması gerektiği yönündeki ifadelerle bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri belirlenmiştir (Öztürk ve Atalay, 2012). Küçüközer (2009) araştırmasında sesin şiddeti arttığında toz moleküllerinin daha hızlı bir şekilde ilerleyeceğinin düşünüldüğünü tespit etmiştir. Aynı zamanda sesin tiz olmasında hızlı ilerlemeye etkisinin olduğu ancak şiddet artışına göre daha yavaş ilerleyeceğinin düşünüldüğü belirlenmiştir. Öğrencilerin bu konuda eksik bilgilere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Çünkü genellikle öğrencilerin bir ön bilgilerinin olduğu ve bu ön bilgilerin bilimsel bilgilerle uyuşmayarak değişime direnç gösterebildikleri bilinmektedir (Driver, 1989). Ancak öğrencilerin kavramları etkin olarak yapılandırmalarında önceki bilgilerin önemli rol oynadığı ve bu kapsamda araştırmalarda hazırlanmış olan etkili öğretim ortamının, etkinliklerin, öğretim

stratejilerinin etkisinin daha net görülebilmesine fırsat tanındığı savunulmaktadır (Mathews, 1997). Sonuçta bilimsel olarak sesin bir ortamdaki yayılma hızı ses kaynağına ve sesin özelliklerine bağlı olarak değişmemektedir. Son uygulamada da öğrencilerin bilimsel olarak doğru yanıtları ile araştırmada yararlanan etkinliklerin öğrencilerin öğrenimlerine olumlu yönde katkı sağladığı söylenebilir. Bunların yanında sesin hızının daha esnek ortamlarda daha büyük, daha yoğun ortamlarda ise daha küçük olduğu ifade edilebilmektedir. Buraya örnek olarak, demirin (5130 m/s) sudan (1490 m/s) daha yoğun bir ortam olmasına rağmen daha esnek ve daha hızlı olduğu verilebilir (Değermenci, 2009). Ancak araştırmada ön uygulamada öğrencilerin esnekliği sesin yayılma alanı olarak ele aldıkları dikkat çekmiştir. Kısacası öğrencilerin esnekliği borunun ya da herhangi bir nesnenin genişliği olarak düşündükleri belirlenmiştir. Sesin daha geniş ortamda hızının azalacağı, daha dar ortamda yansıma çok olacağından da daha hızlı olacağı öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Bu noktada öğrencilerin esneklik kavramını tam olarak bilmedikleri ve hazırbulunuşlukları ile yanlış ifadelerde buldukları ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin dalgaları maddesel nesnelere olarak gördükleri, dar ortamda boru kenarlarına çarparak dalganının ilerlediğini düşündükleri ve bu yönden maddesel nesne temelli görüş ortaya koydukları söylenebilir (Wittmann, Steinberg ve Redish, 2003). Bilimsel olarak sesin hızının daha esnek ortamlarda daha büyük, daha yoğun ortamlarda ise daha küçük olduğu söylenebilir. Öğrencilere yoğunlukları aynı ama esneklikleri farklı olan metaller içerisinde sesin ilerleme hızı sorulduğunda, öğrencilerin esnek ortamdan daha az esnek ortama geçişte hızın azaldığını söylemeleri beklenmekteydi (Tanır ve Koç, 2016). Çünkü uygulamalarda ses dalgalarına yönelik günlük hayatla ilişki kurulması, gösteri deneylerinin yapılması, simülasyon ve videolardan yararlanılması sağlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin anlamlandırma zorluk çekebileceği soyut kavramların somutlaştırılması amaçlanmıştır. Son olarak araştırmada ses hızı ile ilgili olan ses patlaması kavramı sorgulandığında, son uygulamada öğrencilerin tamamının doğru yanıtlar vererek hızın ses hızından fazla olması yönündeki görüşleri ile jetlerde yapılabilen ses patlaması ile olayı örneklendirdikleri belirlenmiştir (Demirci ve Efe, 2007). Ancak ön uygulamada öğrencilerin ışık hızında olması gerekiyor yönünde düşüncelere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Bu noktada öğrencilerin ışığında bir dalga olduğundan yola çıkarak bu yanıtı verdikleri söylenebilir. Ancak öğrencilerin öğretim sonunda

ışık ve ses dalgalarının hızları arasındaki farkı anlayabildikleri gözlemlenmiştir (Tanır ve Koç, 2016).

Araştırmada ses şiddeti kavramı incelendiğinde, öğrencilere yüksek bir ses şiddeti ile bardak kırılması olayının düşük bir şiddetle de olup olamayacağı sorulmuştur. Araştırmada ses şiddeti kavramına yönelik öğrencilerin genellikle doğru yanıtlar verdikleri gözlemlenmiştir. Odak öğrenci grubuna aynı soru görüşmelerde yöneltildiğinde, son uygulamada öğrencilerin soruyu doğru yanıtladıkları belirlenmiştir. Bu noktada odak öğrenci grubunun tüm sınıfı temsil ettiği görülmektedir. Araştırmada öğrencilerin doğru yanıtlarının yanı sıra, özellikle ön uygulamada düşük şiddetle bardağın kırılabileceği çünkü bu durumun şiddetle bağlantılı değil, tını ve frekansla ilgili olduğunu savunan öğrencilerin olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin burada şiddet ve frekans kavramlarını ayırt edemedikleri düşünülmektedir. Öğrencilerin temel kavramları eksik ya da yanlış öğrenmesinin yeni oluşacak bilgilerine olumsuz etki edebileceği ve yanlış öğrenim gerçekleştirebilecekleri söylenebilir (Yüzbaşıoğlu, 2015). Bu nedenle öğretimin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesinin, öğrencilerin öğrenim seviyesinin bir üst kademeye taşınmasında önemli rol oynadığına inanılmaktadır (Okur ve Artun, 2016). Bilindiği üzere, şiddeti yüksek ses daha fazla enerji taşımaktadır. Şiddeti yüksek sesin genliği dolayısıyla daha büyük ve bardağı kırması daha mümkündür. Bu durumda sesin şiddeti düşük olduğunda uzaktan ses iyi duyulmaz, çünkü sesin genliği ve enerjisi az olur. Ayrıca sesin şiddeti değiştiğinde sesin yüksekliğinin, frekansının ve inceliğinin ya da kalınlığının değişmediği söylenebilir (Tanır ve Koç, 2016).

Araştırmada son olarak ses yalıtımı kavramı ele alınmış ve öğrencilerin bu kavrama yönelik çoğunlukla bilimsel olarak doğru bilgilerinin olduğu belirlenmiştir. Araştırmada öğrenciler seslerin duyulmamasına yönelik ses yalıtımı yapılması gerektiğini savunmuşlardır. Çünkü ses yalıtımının sesin madde ile etkileşimi sonucunda oluşabilecek durumları belirtmekte ve sesin yayılmasını önlemekte olduğu bilinmektedir. Ses yalıtımının sesin soğurulma miktarının artırılması amacıyla yapıldığı da söylenebilir. Ayrıca ses yalıtımı için esnek ve içinde hava boşlukları bulunan cam yünü ve köpük malzemeler kullanılması gerektiği ifade edilebilir. Bu noktada toplantı salonları, ses kayıt stüdyoları, spor salonları vs. örnekler öğrencilere etkinlikler içerisinde belirtilmiş ve bu kavramın

anlamlandırılmasına destek sağlanmıştır (Ayvacı ve Bakırcı, 2018). Görüşme sorularında ses yalıtımına yönelik ön ve son uygulamada doğru yanıtlar alınırken, dalgalar kavramsal anlama formuna ek olarak çift cam kullanılması gerekliliğine yönelik ifadeler rastlanılmıştır. Öğrencilerin günlük yaşamlarında yaptıkları basit gözlemlerin bu yanıtı vermelerinde etkili olduğu söylenebilir (Eshach, 2014). Aynı zamanda öğrenciler sesin duvardan iletimini açıklayarak bu özelliklerin ses yalıtımı olan ortamlarda gerçekleşemediğini ifade etmişlerdir. Sesin iletimi ile ilgili, sesin titreşerek dalgalar halinde yayıldığını çünkü sesin bir enerji türü olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca sesin titreşen taneciklerin etrafındaki taneciklerinde titreşmesi ile yayılabileceğini söylemişlerdir. Araştırmada sesin iletimi ile ilgili bazı öğrencilerin ise bilimsel olmayan; ses duvardan geçemediğinden kapı aralığından doğrusal olarak yayılır, duvar ince ise ses rahatlıkla geçer, sesin geçebilmesi için duvardaki boşluk sayısının artması gerekir şeklinde ifadelerine rastlanılmıştır (Küçüközer, 2009). Burada öğrencilerin sesin ortamın parçacıkları arasından geçerek yayıldığını, duvar içinde ilerlemek için ortama ve ortam parçacıklarına ihtiyaç olmadığını ve ortam parçacıkları tarafından sesin taşındığını, bunun da hava ile duvar molekülleri aracılığıyla sağlandığını düşündükleri söylenebilir. Ayrıca sesin duvardan geçemeyeceğini düşünen öğrencilerin sesin yayılmasını su dalgalarının yayılması ile ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir (Bakırcı, 2014). Kısacası öğrencilerin genel olarak sesi bir varlık olarak ele aldıkları ortaya çıkmıştır (Küçüközer, 2009). Öğrencilerde ön uygulamada rastlanan yanılgıların Linder ve Erickson (1989) ve Linder (1992) tarafından desteklendiği ve araştırmalarında öğrencilerin sesin hava akımı şeklinde ilerlediğinin düşünüldüğünü tespit etmişlerdir. Vygotsky (1987) öğrencilerin çocukluk yıllarında akranlarının ve ebeveynlerinin öğrettiklerinden etkilendiğini ve zihinsel gelişimlerinde bu şekilde yanılgılar oluşabileceğini savunmuştur. Ancak araştırmada yapılandırmacı öğrenme kuramı gereği bilginin temelden kurulması ya da yeniden yapılandırılması gerçekleştirilmiş ve son uygulama sonuçları ile bu ispatlanmıştır (Çalık, Okur ve Taylor, 2011; Perkins, 1999).

Araştırmada ses dalgalarına yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modelinin uygulanmasının öğrencilerde genel olarak kavramsal anlamada değişime yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri araştırmada ön uygulamalarla tespit edilmiş ve son

uygulamayla da öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde önemli ölçüde olan değişiklikler ortaya konulmuştur. Bu bakımdan araştırmada yapılandırıcılık kuramı çerçevesinde öğrencilerin ön bilgileri dikkate alınarak ve kavramsal anlamadaki değişimlerinin hedeflendiği öğretim materyallerinin geliştirilmesi ve uygulanması ile öğrencilerin öğrenimlerinin kolaylaştırıldığı düşünülmektedir (Ayvacı ve Candaş, 2017). Aynı zamanda araştırma yönteminin ses dalgaları üzerindeki olumlu etkileri araştırmacı tarafından ifade edilerek, araştırma ile alana katkı sağlanıldığı söylenebilir. Son olarak bu araştırmanın ülke genelindeki lise öğrencilerine yaygınlaştırılabilmesine yönelik ortak araştırma projelerinden yararlanılabileceği akla gelmektedir.

Dalgalar Konusuna Yönelik Tutum

Araştırmada öğrencilere dalgalar konusuna yönelik tutum ölçeği uygulama öncesi ve sonrasının uygulanarak öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutum düzeylerinin belirlenmesi istenmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modelinin uygulamasının öğrencilerin tutumları üzerinde etkisinin olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda istatistiksel olarak ön ve son uygulama sonuçları karşılaştırıldığında, öğrencilerin tutum düzeyleri arasında anlamlı ölçüde fark olduğu ve son uygulamada öğrencilerin tutumlarının arttığı ortaya çıkmıştır ($t=-6,46$, $p<.05$). Sonuç olarak sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeli uygulamasının öğrencilerin dalgalar konusuna yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Alanyazında öğrencilerin tutumlarındaki artışın başarılarına da olumlu yönde etki ettiği savunulmaktadır (Schulte, 2001). Bunların yanında tutumun kısa sürede değişmesinin ve değiştirilmesinin zor olduğu yönündeki ifadeler alanyazında rastlanılmıştır (Karamustafaoğlu, 2003; Özsevgeç vd., 2006). Ancak araştırma sürecinin yaklaşık 10 hafta sürmesi ile bu araştırmanın tutum üzerindeki olumlu etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiği söylenebilir.

Araştırmada uygulanan tutum ölçeğinde yer alan maddeler tek tek irdelendiğinde, öğrencilerin son uygulamada dalgalar konusunu rahatça anlayabildikleri, konuyu sevdikleri ve dalgalar konusuna yönelik formülleri ve sembolleri rahatlıkla kullanabildikleri belirlenmiştir. Çünkü sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeli etkinliklerinin öğrencilere

farklı öğrenme fırsatı sunduğu ve bu sayede öğrencilerin severek öğrenmelerine ve sorgulama becerilerinin gelişimine katkı sağlandığı düşünülmektedir (Wu ve Hsieh, 2006). Öğrencilerin akranları ile etkşimli çalışmalar yapmalarının da onların öğrenimlerini kolaylaştırdığı ve iletişim becerilerini geliştirdiği söylenebilir (Akerson vd., 2009; Laipply, 2004). Ayrıca öğrencilerin derslere katılım göstererek anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinin onların bu konuda kendilerine olan güven duygusunun gelişmesine neden olduğunu akla getirmektedir (Saka ve Akdeniz, 2006). Araştırmada öğrenciler tarafından dalgalar konusundaki problemleri rahatlıkla çözebildiklerinin ve dalgalar konusuna yönelik yürütülen bu tarz çalışmaların kendilerine katkı sağladığının düşünüldüğü tespit edilmiştir. Bu esnada öğrencilerin bilişsel süreç becerilerinin gelişiminin sağlandığı ve bilimsel tutuma karşı olan isteklerinin arttığı söylenebilir (Sözbilir vd., 2007; Tatar, 2006; Whitelegg ve Edwards, 2001). Ayrıca öğrencilerin problem çözme becerileri ile birlikte birçok kazanım edinebildikleri de düşünülmektedir (Alouf ve Bentley, 2003). Öğrencilerin bu noktada günlük yaşam sorunlarını bile rahatlıkla çözebilecekleri ifade edilebilir (Wise, 2006). Araştırmada öğrencilerin sordukları ve yanıtladıkları üst düzey düşünme gerektiren sorular ele alındığında, öğrencilerin süreç içerisinde düşünme alışkanlığı kazandıkları ve eleştirel düşünme becerilerinde gelişim olduğu akla gelmektedir (Mecit, 2006). Bliss ve arkadaşları (2007)'da araştırmalarında deneysel etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine katkı sağladığını ortaya koymuştur. Bunların yanında araştırmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeli uygulamasının öğrencilerin konuya ilgilerinin çekilmesini sağladığı ve uygulama sayesinde dersten sıkılma olmadığı belirlenmiştir (Çam, 2008; Park ve Lee, 2004). Çünkü öğrencilere uygulama esnasında zengin bir öğrenme ortamı sunulduğu ve bu esnada öğretmen ve öğrenci arasındaki iletişimin canlı tutulduğu söylenebilir (Laipply, 2004). Aynı zamanda derslerin eğlenceli hale gelmesi için sıklıkla gösteri deneylerine, simülasyonlara yer verildiği ve öğrencilere eğlenerek öğrenme ortamının sunulduğu bilinmektedir. Öğrencilerin özellikle kendilerinin deneyleri yapma istekleri düşünüldüğünde, bu etkinlik uygulamalarının onlara öğrenim açısından yararlı olduğu kanısına varılabilir (Bliss vd., 2007). Bu noktada öğrencilerin tutumlarının artmasında materyalin etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Tekbıyık, 2010). Ayrıca bu süreç sonunda öğrencilerin derslerin eğlenceli bir şekilde geçebileceğini öğrendikleri söylenebilir. Öğrenciler uygulama sonunda dalgalar konusunun günlük yaşamla doğrudan ilişkili olduğunun farkına vardıklarını

ve günlük yaşamda dalgalar konusunun uygulamaları ile karşılaştıklarını, bunun da onların yaşam şartlarını kolaylaştırdığını dile getirmişlerdir. Araştırmada öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde ve yaşam sorunlarını çözmeye ilerleme katetdikleri düşünülmektedir (Erdoğan, 2005). Çünkü öğrenciler bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirirken, gözlem yapma, karşılaştırma, çıkarım yapma, tahminde bulunma, yorumlama, sonuç çıkarma ve sunma becerilerinde de gelişim olduğu söylenebilir (Wise, 2006). Ayrıca günlük yaşamla konunun ilişkilendirilmesinde bilgilerin kalıcılığının arttırıldığı akla gelmektedir (Westbroek, 2005). Son olarak öğrencilerin meslek hayatlarında dalgalar konusu bilgilerinin işe yarayacağını ve herkesin dalgalar konusunda bilgiye sahip olması gerektiğini düşündükleri belirlenmiştir. Çünkü öğrenciler çevrelerinde gerçekleşen olayları yorumlamada dalgalar konusu bilgisine ihtiyaç olacağını düşünmektedirler. Öğrencilerin aslında bilimsel uygulamalara ilişkin süreç becerilerinin ve yeteneklerinin gelişmesiyle durumlara bu şekilde bir bakış açısı ile yaklaşabildikleri söylenebilir (Wu ve Krajcik, 2006). Bu noktada öğrencilerin sorgulayarak, keşfederek, soru sorarak ve araştırma yaparak doğru bilgilere ulaştıkları düşünülmektedir (Wise, 2006). Öğrencilerin nedensel düşünebilmelerinin ayrıca yorumlama yeteneklerini geliştirdiği de ifade edilebilir (Gokhale, 1995).

Araştırma sonucunda dalgalar konusu içerisinde yer alan kazanımlara uygun olacak bir şekilde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modelinin uygulamasının gerçekleştirilebildiği ortaya çıkmıştır. Bu araştırmada yay, su ve ses dalgalarına yönelik sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeli kapsamında etkinlik planları hazırlanmış ve bu uygulama örnekleri ile beceri, anlayış, tutum ve değerlerle ilgili öğrenme ortamının öğrencilere sunulduğu görülmüştür (Çalık, 2006; Demircioğlu vd., 2004; Kurt, 2002; Özsevgeç, 2007; Sağlam, 2006). Eylem araştırması kapsamında yürütülen sürecin öğrencilerin öğrenimine olumlu yönde katkılar sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca araştırmada tutum ölçeği sonuçları, süreç içerisinde uygulanan yaklaşımın öğrencilerin tutumlarını arttırdığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak bu araştırma sonucunun Erdoğan (2005), Laipply (2004), McDonald (2004), Overbey (2006) ve Tatar (2006)'ın yaptıkları çalışmalar tarafından desteklendiği söylenebilir. Bu kapsamda bu tarz araştırmaların genişletilerek öğretim elemanları tarafından online ders paketleri halinde

hazırlanması ve öğretmenlerin bu paketlerden istediği zaman yararlanabilmesi gerektiğine inanılmaktadır.

Sorgulamaya Dayalı Öğrenmeye Yönelik Görüş

Araştırmada dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması ile öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik görüşleri alınmıştır. Öğrencilere sorulan sorulardan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve 5E öğrenme modeline yönelik çıkarımlar yapılmıştır. Odak öğrencilerin tüm sınıfı temsil ettiği düşünüldüğünde, bu bölümde öğrencilerden ön ve son uygulamada alınan görüşlerin sonuçları belirtilmiştir. Bu kapsamda ön uygulamada öğrencilerin öğretim esnasında öğretmenler tarafından sadece soru çözümleri ile derslerin gerçekleştirildiği vurgulanmıştır. Öğrencilerin sadece temel düzeydeki bilimsel süreç becerilerini kullandıkları söylenebilir (Duban, 2008). Ancak son uygulamada öğrenciler öğretmenlerin deneylerden, simülasyonlardan, videolardan, görsel materyallerden, günlük hayatla ilişkilendirmelerden, tartışma ortamından ve grup çalışmalarından yararlanarak öğretimi gerçekleştirdiklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin uygulama başında öğretim içerisinde olmasını istediği yöntemlerin, uygulama sonunda gerçekleştirildiğini fark ettikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin istedikleri öğretimin uygulamasının ve konunun öğrenimlerine etkisini yorumlayabildikleri düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin proje çalışmalarına ve modellemeye öğretim içerisinde yer verilmesini istedikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin ifade edebildiği etkinlik çeşidinin artmasıyla süreç içerisinde; gözlem yapma, çıkarım yapma, karşılaştırma, tahmin, deney, yorumlama ve sonuç çıkarma yetilerine sahip olabildikleri düşünülmektedir (Wu ve Krajcik, 2006). Bu kapsamda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde de gelişim olduğu söylenebilir (Wu ve Hsieh, 2006). Ayrıca öğrenci ifadelerinden onların konuyu sorgulama, olguları keşfetme, soru sorma ve bilimsel araştırma yapma isteğinde oldukları görülmektedir (Wise, 2006). Araştırmada öğrencilerin kavramları derinlemesine anlamaları ve işlemsel öğrenme yerine kavramsal öğrenmeye odaklanmaları istenmiştir (Baki, 2008). Bu bakımdan öğrencilere yaparak ve yaşayarak öğrenme ortamlarının oluşturulması ile onların başarılarında artış olması hedeflenmiştir (Erşahan, 2007; Newby, 2004). Bunların yanı sıra öğrenciler konulara ön uygulamada çalışmadan ve araştırma yapmadan

geldiklerini ifade etmiş, son uygulamada ise konuların öğretiminin öncesinde internetten araştırma yapılması ve kaynak kitapların incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu noktada araştırmada uygulanan öğretim yaklaşımının öğrencilerin bakış açısını değiştirdiğine inanılmaktadır (Değermenci, 2009). Çünkü öncesinde öğrencilerin teorik bilgileri sunuş yoluyla anlamaya çalıştıkları ve sadece sınavlarda bu bilgileri geri verme yükümlülüğünü hissettikleri bilinmektedir. Ancak öğrencilerin konunun öğrenimine artık bilimin topluma yansması ve günlük hayattaki problemlerin çözümü şeklinde bakış açısı ile bakabildikleri söylenebilir (Çepni ve Çil, 2009). Bu kapsamda araştırma sonucunda öğrencilerin sosyal gelişimlerine ve zihinsel becerilerine de olumlu katkı sağlandığı düşünülmektedir (Boddy vd., 2003; Windschitl, 2003). Sonuç olarak araştırma ile daha bilgili ve bilinçli öğrencilerin yetiştirilebildiği görülmektedir (Erşahan, 2007).

Araştırmada öğrencilerin fiziği ön uygulamada genellikle mekanik konusuyla bağdaştırabilirken, uygulama sonunda fiziği dalgalar konusu ile kolaylıkla ilişkilendirebildikleri tespit edilmiştir. Çünkü öğrencilerin dalgalar konusundan süreç içerisinde zevk aldıkları, eğlenerek öğrenmeyi gerçekleştirebildikleri ve günlük hayatla ilişkilendirmeleri rahatlıkla yapabildikleri bilinmektedir (Westbroek, 2005). Böylece öğrencilerin yaşamlarına dalgalar konusunda yer alan kavramları isteyerek ve kolaylıkla entegre edebildikleri düşünülmektedir. Bu esnada öğrencilerin çeşitli bilgileri keşfederek kendi bilgilerini oluşturabildikleri de söylenebilir (Saka vd., 2006). Hatta öğrencilerin süreç içerisinde belirli analogileri anlamaya başladıkları bilinmekte ve kendilerinin ilerleyen süreçte analogi yapabilecekleri dahi akla gelmektedir (Correio vd., 2008). Ayrıca araştırmada kullanılan materyallerin genel olarak uygulanabilir ve olumlu yönde bir özelliğe sahip olduğu düşünülmektedir. Bu sayede öğrencilerin bilgilerinin kalıcı olduğuna inanıldığı, onların düşünmeye sevk edildiği ve derse olan ilgilerinin arttığına inanılmaktadır (Banister ve Ryan, 2001; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005). Aynı zamanda materyallerin süreklilik gerektirdiği düşünüldüğünde, bilgilerin süreç içerisinde iyileştirilmesinin bir ihtiyaç olduğu belirtilebilir. Fizik dersinin zorluğunun ise soyut kavramların öğreniminde ve riskli gördükleri elektrik deneylerinin yapılmasında olduğunun düşünüldüğünü öğrenciler ortaya koymuşlardır. Konunun deneylerle ve somut materyallerle somutlaştırılmasının ve dersin zevkli hale getirilmesi için günlük yaşamla konunun ilişkilendirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir (Saygın vd., 2006). Uygulamada

bu yönde çaba gösterilmiş ve kavramların somutlaştırılması ile aktif öğrenme sağlanmaya çalışılmıştır. Dalgalar konusu içerisinde soyut kavramların ve öğrencilerin alternatif kavramlara sahip olabildiği düşünüldüğünde, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının 5E öğrenme modeli ile birlikte kullanılması önerilebilir. Bu şekilde öğrencilerin derse katılımı ve konuyu anlamlandırılmalarının sağlanabileceğine inanılmaktadır (Yam, 2008). Bu tür materyallerin geliştirilmesine ağırlık verilmesi ve yaygın olarak okullarda kullanılmasını gerektiği de düşünülmektedir (Demircioğlu, 2008). Öğrencilerin özellikle riskli olarak elektrik deneylerini belirtmeleri ile öğrencilerin güvenli laboratuvar ortamında deney yapmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Çünkü laboratuvar ortamlarında elektrik deneylerinin rahatlıkla yapılabildiği ve teknolojinin kullanımının öğrencilere bu bakımdan yararlı olduğu söylenebilir. Bu noktada okullarda zengin öğrenme ortamına olanak sağlaması gerektiğine inanılmaktadır. Öğrencilerin fizikte karşılaşılan zorlukların çözümünde ise; literatürden yararlanılması, tartışma ortamının yaratılması, deney yapılması, görsel materyallerin kullanılması, günlük hayatla konuların ilişkilendirilmesi, simülasyon ve videonun izlenilmesi, soru çözülmesi ve modelleme ile konunun basite indirgenmesi gerektiğini düşündükleri belirlenmiştir. Öğrencilerin bu şekilde açıklamalar yapmaları ile problem çözme becerilerinde gelişim olduğu fark edilmiştir (Alouf ve Bentley, 2003). Aktif öğrenme etkinliklerinin bu noktada öğrencilerin eleştirel düşünme ve bilimsel araştırma yapabilme becerilerinde olumlu yönde bir gelişim sağlayabildiği söylenebilir (Cuevas vd., 2005). Öğrencilerin ayrıca yanıtları ile onların geleneksel anlayıştan uzak çağdaş öğretim yaklaşımlarını destekledikleri sonucuna varılmıştır (Tekbiyık, 2010). Öğrencilerin, öğretmen ve öğrencinin birlikte aktif olabildiği öğrenme stillerini önerdikleri söylenebilir. Aynı zamanda öğrenme ortamında öğretmenin onlara rehberlik etmesi, yönlendirici sorular yöneltmesi ve onların teşvik edilmesi gerektiğinin düşünüldüğü ortaya çıkmaktadır (Demircioğlu, 2008). Kısacası öğrencilerin öğretim süreci içerisinde öğretmen tarafından gerçekleştirilen yönlendirmeler ile istenilen davranışı kazandıkları söylenebilir. Tüm bu ifadeler doğrultusunda ise öğrencilerin araştırma sonucunda derse olan ilgilerinin ve motivasyonlarının arttığı ve kendilerine olan güven duygularının geliştiği vurgulanabilir (Parchmann vd., 2006). Son olarak öğrencilerin fizik dersinde ispatın deneyle, literatürden yararlanılarak, sürekli merak duygusuyla araştırarak ve işini severek yapma ile gerçekleştirebileceğini düşündükleri saptanmıştır. Öğrencilerin

bilim insanlarının çalışma ortamı ile empati yapabildikleri ve bilime, bilimsel araştırmalara, bilim insanlarına karşı olumlu yönde bakış açısı geliştirdikleri görülmektedir (Ortakuz, 2006). Ayrıca bu noktada bilimin onlar için eğlenceli hale geldiği ve yaptıkları işten zevk alabildikleri düşünülmektedir (Bliss vd., 2007; Keys ve Bryan, 2001). Araştırmada ğrencilerin fikirlerini kendilerinden emin bir Şekilde ifade edebildikleri ve olayları nedensel sorgulamaları ile sorgulama becerilerini kazandıkları ortaya çıkmıştır (Kurt, 2002; alık, 2006). Bu kapsamda araştırma sonucunda bilimsel okuryazar bireylerin alana kazandırılabilidiği söylenebilir (Akerson vd., 2009; Demir ve Abell, 2010). Araştırma sonucunu son kez ele alırsak, öğrencilerin hem sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına hem de 5E ğrenme modeline yönelik ifadelere sıklıkla yer verdiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E ğrenme modelinin temel felsefesini ve özünü kavrayabildikleri ortaya çıkmıştır. Ancak ğrencilerin yaklaşım ya da modelin adını doğrudan ifade edemedikleri ve sorulan sorulara gelen yanıtlardan bunların içeriğini dolaylı yoldan ifade edebildikleri belirlenmiştir. Bu alışma itibari ile gerçekleşecek olan çalışmalarda ise öğrencilerin bakış açılarının ve isteklerinin göz önüne alınmasının bireylerin öğrenimine ve alana katkı sağlayabileceği söylenebilir.

Kaynaklar

- Abell, S. K., & Volkmann, M. J. (2006). *Seamless assessment in science. A guide for elementary and middle school teachers*. USA: Heinemann and NSTA.
- Akben, N., & Köseoğlu, F. (2010). İlköğretim 5. sınıf yoğunluk konusunda bilimsel sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlik örneği. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 5(3), 1281-1289.
- Akerson, V. L., Townsend, S., Donnelly, L. A., Hanson D. L., Tira, P., & White, O. (2009). Scientific modeling for inquiring teachers network (Smit'n): The influence on elementary teachers' views of nature of science, inquiry, and modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 21-40.
- Akkuş R., Gunel, M., & Hand, B. (2007). Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences?. *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745- 1765.
- Alouf, J. L., & Bentley, M. L. (2003). *Assessing the impact of inquiry-based science teaching in professional development activities, PK-12*. Annual Meeting of The Association of Teacher Educators, Jacksonville: FL.
- Altrichter, H., Posch, P., & Bridget, S. (1993). *Teachers investigate their work. An introduction to the methods of action research*. London and New York: Routledge.
- Alvarado, A. E., & Herr, P. R. (2003). *Inquiry-based learning. Using everyday objects. Hands-on instructional strategies that promote active learning in grades 3-8*. California: Corwin Press, Inc.
- Arıkan, F., Aydoğdu, M., Doğru, M., & Uşak, M. (2006). Bilgisayar destekli biyoloji öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 177-187.
- Arslan, A., Bekiroğlu, O. F., Süzük, E., & Gürel, C. (2014). Fizik laboratuvar derslerinin araştırma-sorgulama açısından incelenmesi ve öğretmen adaylarının görüşlerinin belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11(2), 3-37.
- Ash, D. (2000). *The process skills of inquiry. Foundations Inquiry Thoughts, Views And Strategies For The K-5 Classroom*. USA: National Science Foundation.

- Aydoğdu, Y., & Dedeoğlu, E. (2015). *Ortaoğretim fizik 10 ders kitabı*. Ankara: Ada Matbaacılık.
- Ayvacı, H. Ő., & Candaş, B. (2017). Farklı oğretim kademesindeki oğrencilerin ışığın yansımaları konusunu anlama dőzeyleri. *Journal of Computer and Education Research*, 5(10), 241-271.
- Ayvacı, H. Ő., & Bakırcı, H. (2018). Farklı oğretim kademelerindeki oğrencilerin ses konusundaki kavramsal gelişimlerinin incelenmesi. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 7(1), 1-17.
- Bakırcı, H. (2014). *Ortak bilgi yapılandırma modeline dayalı oğretim materyali tasarlama, uygulama ve modelin etkililiğini değerlendirme alıŐması: IŞık ve ses Őnitesi rneği* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Őniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitőső, Trabzon.
- Bakırcı, H., Çepni, S., & Yıldız, M. (2015). Ortak bilgi yapılandırma modelinin altıncı sınıf oğrencilerinin akademik başarılarına etkisi: IŞık ve ses Őnitesi. *Dicle Őniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakőltesi Dergisi*, 26, 182-204.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Balcı, S. (2005). *8.sınıf oğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarını oğreniminin 5e oğrenme modeli ve kavramsal deđerŐim metinleri kullanılarak geliştirilmesi* (Yayımlanmamış Yőksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Őniversitesi, Fen Bilimleri Enstitőső, Ankara.
- Balcı, A. (2013). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem, teknik ve ilkeler (Genişletilmiş 10. baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Banister, F., & Ryan, C. (2001). Developing science concepts through story-telling. *School Science Review*, 83(302), 75-83.
- Barman, C. R., & Miller, J. A. (1996). Two teaching methods and students' understanding of sound. *School Science and Mathematics*, 2, 63-67.
- Battista, M. T. (1999). Fifth graders' enumeration of cubes in 3D arrays: Conceptual progress in an inquiry-based classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(4), 417-448.

- Bayram, Z. (2015). Öğretmen adaylarının rehberli sorgulamaya dayalı fen ekinlikleri tasarlarlarken karşılaştıkları zorlukların incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 15-29.
- Beaty, W. J. (2000). Children's misconcepts about science-a list compiled by the aip operation physics project [PDF File]. Retrieved from <http://www.amasci.com/miscon/opphys.html>
- Biernacka, B. (2006). *Developing scientific literacy of grade five students: A teacher researcher collaborative effort* (Unpublished doctoral thesis). University of Manitoba, Canada.
- Bingham, J. (2014). *Bilimsel deneyler*. Ankara: Tübitak Yayınları.
- Bliss, T.J., Dillman, A., Russell, R., Anderson, M., Yourick, D., Jett, M., & Adams, B.J. (2007). Nematodes: Model organisms in high school biology. *The Science Teacher*, 74(4), 34-40.
- Boddy, N., Watson, K., & Aubusson, P. (2003). A trial of the es: A referent model for constructivist teaching and learning. *Research in Science Education*, 33, 27-42.
- Bogdan, R. C., & Biklen, K. S. (2003). *Qualitative research education: An introduction to theory and methods (3rd Edition)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Bolat, M., & Sözen, M. (2014). 11–18 yaş öğrencilerin ses hızı ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 505-523.
- Bozkurt, O. (2012). Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 187-200.
- Branch, J. L., & Solowan, D. G. (2003). Inquiry-based learning: The key to student success. Library Skills. *School Libraries in Canada*, 22(4), 6-12.
- Brooks, M., & Brooks, G. (1993). *In search of understanding: the case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Associations for Supervision and Curriculum Development.

- Broyles, M. L. (1999). *A Comparison of the participation in cooperative learning on the success of physics, engineering and mathematics students* (Unpublished doctoral thesis). Texas A&M University, Texas.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Deneysel desenler*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Bybee, R. (1993). *Instructional model for science education, in developing biological literacy*. Colorado Springs, Co: Biological Sciences Curriculum Studies.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth: UK, Heinemann.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010a). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010b). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40, 313-337.
- Campbell, M.A. (2006). *The effects of the 5e learning cycle model on students' understanding of force and motion concepts* (Unpublished Master's thesis). Education the University of Central Florida, Orlando.
- Canlı, Ö. (2009). *İlköğretim 8.sınıf fen bilgisi dersi canlılarda üreme ve gelişme ünitesinde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5e modeline uygun etkinliklerin öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Chiappetta E. L., & Adams, A. D. (2004). Inquiry-Based instruction. *The Science Teacher*, 71(2), 46-50.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd Edition)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Cohen, J. (1994). The earth is round ($p < .05$). *American Psychologist*, 49, 997-1003.
- Colburn, A. (1998). *Constructivism and science teaching*. Indiana: Phi Delta Kappa Educational Foundation.
- Corey, S. (1953). *Action research to improve school practice*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Correiro, E. E., Griffin, L. R., & Hart, P. E. (2008). A constructivist approach to inquiry-based learning: A TUNEL assay for the detection of apoptosis in cheek cells. *American Biology Teacher*, 70(8), 457-460.
- Creswell, J. W. (2005). *Educational research. Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (Second Edition)*. Newjersey: Pearson Ed. Inc.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design. Qualitative, quantitative and mixed methods approaches (Fourth Edition)*. Lincoln: Sage Publications.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337–357.
- Çalık, M. (2006). *Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözümler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çalık, M, Okur, M., & Taylor, N. (2011). A comparison of different conceptual change pedagogies employed within the topic of sound propagation. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 729–742.
- Çam, F. (2008). *Biyoloji derslerinde yaşam temelli öğrenme yaklaşımının etkileri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çekiç Toroslu, S., & Güneş, B. (2008). *Yaşam temelli üç aşamalı sorularla öğrencilerin "Enerji" konusundaki kavram yanlışlarının tespiti*. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-29 Ağustos, Bolu.

- Çekiç Toroslu, S. (2011). *Yaşam temelli öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 7E öğrenme modelinin öğrencilerin enerji konusundaki başarı, kavram yanılgısı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çepni, S., & Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen kitabı*. Ankara: Pegem A yayıncılık.
- Çepni, S. (2014). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş (Genişletilmiş 7. baskı)*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., Küçük, M., & Bacanak, A. (2004). *Bütünleştirici öğrenme yaklaşımına uygun bir öğretmen rehber materyali geliştirme çalışması: Hareket ve kuvvet*. XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, Ekim, Ankara, Bildiriler Kitabı: 1701-1722.
- Çilenti, K. (1988). *Fen bilgisi öğretimi*. Özer, B. (Ed.). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları.
- Çoruhlu, Ş. T., Nas, E. S., & Keleş, E. (2016). Beyin temelli öğrenme yaklaşımına dayalı web destekli öğretim materyalinin etkinliğinin değerlendirilmesi: Işık ve ses ünitesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 104-132.
- Damnjanovic, A. (1999). Attitudes toward inquiry-based teaching: Differences between preservice and in-service teachers. *School Science and Mathematics*, 99, 2.
- Değermenci, A. (2009). *Bağlam temelli dokuzuncu sınıf dalgalar ünitesine yönelik materyal geliştirme, uygulama ve değerlendirme* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demir, A., & Abell, K. S. (2010). Views of inquiry: mismatches between views of science education faculty and students of an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 716–741.
- Demirci, N., & Efe, S. (2007). İlköğretim öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 23-56.
- Demircioğlu, G. (2003). *Lise II asitler ve bazlar ünitesi ile ilgili rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Demircioğlu, G., Özmen, H., & Demircioğlu, H. (2004). Bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulamasının etkililiğinin araştırılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 21-34.
- Demircioğlu, H. (2008). *Sınıf öğretmenleri adaylarına yönelik maddenin halleri konusunda ilgili bağlam temelli materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Deryakulu, D. (2000). *Yapıcı öğrenme, sınıfta demokrasi*. şimşek, A. (Ed.). Ankara: Eğitim-Sen Yayınları.
- Dewey, J. (1900). *School and society. The child and the curriculum*. Chicago: University of Chicago Press.
- Dilşeker, Z., & Serin, O. (2018). Fen ve teknoloji dersinde proje tabanlı öğrenme yöntemi kullanımının ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına, ders başarısına ve kavram yanılgılarının giderilmesine etkisi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education*, 7(2), 1-30.
- Dinđer, T. G. (2009). *Kütle çekimi, serbest düşme hareketi ve ağırlık konularının öğrenilmesinde 5E öğretim modelinin etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dinkelman, T. (1997). The promise of action research for critically reflective teacher education. *The Teacher Educator*, 32(4), 250-257.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2 & 3), 105– 225.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481- 490.
- Duban, N. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: Bir eylem araştırması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş. Nitel, nicel ve eleştirel kuram metodolojileri*. Ankara: Anı Yayıncılık.

- Eliott, J. (1991). *Action research for educational change*. Buckingham: Open University Press.
- Erdoğan, M. N. (2005). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki başarılarına, kavramsal değişimlerine, bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına sorgulayıcı araştırma (inquiry) yönteminin etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erden, M. (1998). *Eğitimde program değerlendirme (Üçüncü Baskı)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Ergin, İ. (2006). *Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına, tutumuna ve hatırlama düzeyine etkisine bir örnek: İki boyutta atış hareketi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ergin, İ., Kanlı, U., & Tan, M. (2007). Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 191-209.
- Erşahan, O. (2007). *6. sınıf öğrencilerine madde ve değişim öğrenme alanındaki fen teknoloji toplum çevre kazanımlarının kazandırılmasında etkili öğretim yönteminin (Rol oynama ve 5E öğretim yöntemi) belirlenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Eshach, H., & Schwartz, J. (2006). Sound stuff? : Naïve materialism in middle school students' conceptions of sound. *International Journal of Science Education*, 28, 733-764.
- Eshach, H. (2014). Development of a student-centered instrument to assess middle school students' conceptual understanding of sound. *Physical Review Special Topic- Physics Education Research*, 10, 0101102-1 – 0101102-14.
- Evans, C. (2004). Learning with inquiring minds, students are introduced to the unit on gas laws and properties of gases using the 5E model. *The Science Teacher*, 71(1), 4.

- Ferrance, E. (2000). *Action research: Themes in education*. USA: Northeast and Islands Regional Educational Laboratory at Brown University.
- Fidan, N. (1986). *Okulda öğrenme ve öğretme*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Fleming, D. S. (2000). *The AEI guide to action research*. Office of Educational Research and Improvement, Appalachia Educational Lab., Charleston, WV.
- Fox, R. (2001). Constructivism examined. *Oxford Review of Education*, 27, 23-35.
- Fraenkel, J., & Wallen, N. (2003). *How to desing and evaluate research in education (4th Edition)*. USA: McGraw-Hill Companies Inc.
- Gay, L. R., & Airasian, P. (2003). *Educational research: competencies for analysis and applications*. NJ: Merril Prentice Hall.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. (2006). *Educational research. Competencies for analysis and applications*. USA: Pearson Education Inc.
- Geren, Ö. N., & Dökme, İ. (2015). 5E öğrenme modeline dayalı etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarına etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 76-95.
- Glickman, C., Hayes, R. L., & Hensley, F. (1992). Site-based facilitation of empowered school: complexitie and issues for staff developers. *Journal of Staff Development*, 13, 2.
- Gokhale, A. A. (1995). Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology Education*, 7(1), 22-30.
- Güneş, B. (2005). Bilimsel hatalar ve kavram yanılgıları (Ed: R. Yağbasan). *Konu alanı ders kitabı inceleme klavuzu*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Gürdal, A., Şahin, F., & Çağlar, A. (2001). *Fen eğitimi ilkeler, stratejiler ve yöntemler*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.
- Gürses, E. (2006). *Durgun elektrik konusunda yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı, 5E modeline uygun olarak geliştirilen dökümanların uygulanması ve etkililiğinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Halloun, J. A., & Hestenes, D. (1985). Common sense about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.

- Hançer, A. H. (2006). Yapılandırmacı fen eğitimi yaklaşımının öğrencilerin öğrenmelerini geliştirmesi. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(2), 181–188.
- Hapkiewicz, A., & Hapkiewicz, W. (1998). *Misconceptions in science*. Paper presented at National Science Teachers Association regional meeting, Denver, CO.
- Harlen, W. (2004). *Evaluating inquiry-based science developments*. A Paper Commissioned by the National Research Council in Preparation for A Meeting on the Status of Evaluation of Inquiry-Based Science Education, Bristol.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29, 45–85.
- Hewson, P. W. (1992). *Conceptual change in science teaching and teacher education*. Paper presented at a meeting on “Research and Curriculum Development in Science Teaching,” under the auspices of the National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Ministry for Education and Science, Madrid, Spain.
- Hewson, M. G., & Hewson, P. W. (2003). Effect of instruction using students’ prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 86-98.
- Hrepic, Z. (1998). *Students’ conceptions in understanding of sound* (Bachelor’s thesis). University of Split, Split, Croatia.
- Hrepic, Z. (2002). *Identifying students’ mental models of sound propagation* (Unpublished Master’s thesis). Kansas State University, Manhattan.
- Hrepic, Z. (2004). *Development of real-time assessment of students’ mental models of sound propagation* (Unpublished doctoral dissertation). University of Split, Split, Croatia.
- Johnson, A. P. (2002). *A short guide to action research*. USA: Pearson Education Inc.

- Johnson, A. P. (2005). *A short guide to action research (Second Edition)*. USA: Pearson Education Inc.
- Jorgenson, O., Cleveland, J., & Vanosdall, J. (2004). *Doing good science in middle school: A practical guide to inquiry-based instruction*. Virginia: NSTA Press.
- Kalaycı, Ş. (2005). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kaptan, F. (1998). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2000). Yapısalcılık kuramı ve fen öğretimi. *Çağdaş Eğitim*, 265, 22-27.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). *İlköğretimde fen bilgisi öğretimi, İlköğretimde etkili öğretme ve öğrenme öğretmen el kitabı, modül: 7*. Ankara: T.C. MEB Projeler Koordinasyon Merkezi Başkanlığı.
- Karagöl, E. (2004). *Hız ve ivme konularındaki kavram yanlışlarını gidermeye yönelik bütünleştirici öğrenme kuramına uygun çalışma yapraklarının geliştirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karamustafaoğlu, S. (2003). *Maddenin iç yapısına yolculuk ünitesi ile ilgili basit araç- gereçlere dayalı rehber materyal geliştirilmesi ve öğretim sürecindeki etkililiği* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karamustafaoğlu, O., & Yaman, S. (2006). *Fen eğitiminde özel öğretim yöntemleri I-II*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Karamustafaoğlu, S., & Havuz, C. A. (2016). Inquiry based learning and its effectiveness. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 3(1), 40-54.
- Kaya, G., & Yılmaz, S. (2016). Açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin başarısına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 300-318.

- Kennedy, E. M., & de Bruyn, J. R. (2011). Understanding of mechanical waves among second-year physics majors. *Canadian Journal of Physics*, 89(11), 1155-1161.
- Keser, Ö. F. (2003). *Fizik eğitime yönelik bütünleştirici bir öğretim ortamı tasarımı ve uygulaması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Keskin, V. (2008). *Yapılandırmacı 5E öğrenme modelinin lise öğrencilerinin basit sarkaç kavramları öğrenmelerine ve tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 631-645.
- Kılıç, G. B. (2001). Oluşturmacı fen öğretimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1(1), 9-22.
- Kıyıcı, G., & Yumuşak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi; asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 130-134.
- Kotrlik, J. W., & Williams, H. A. (2003). The incorporation of effect size in information technology, learning, and performance research. *Information Technology, Learning and Performance Journal*, 21(1), 1-7.
- Kör, A. S. (2006). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinde "yaşamımızdaki elektrik" ünitesinde görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı geliştirilen materyallerin etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology (Second Edition)*. USA: Sage Publications.
- Kural, M. (2008). *Yapılandırmacı yaklaşımın temel alındığı ışığın dalga modeli öğretimin öğrencilerin kavramsal değişimleri üzerindeki etkisinin incelenmesi*

- (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Kurt, Ş. (2002). *Fizik öğretiminde bütünleştirici öğrenme kuramına uygun çalışma yapılarının geliştirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kuzu, A. (2005). *Oluşturmacılığa dayalı çevrimiçi destekli öğretim: Bir eylem araştırması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Küçüközer, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ses konusundaki kavram yanılgılarının incelenmesi. *İlköğretim Online*, 8(2), 313-321.
- Küçüközer, A. (2010). Fen öğretmeni adaylarının dalgalar konusunda kavram yanılgıları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 66-75.
- Lai, Y. S., & Hsu, J. M. (2011). *Development trend analysis of augmented reality system in educational applications*. 2011 International Conference on Electrical and Control Engineering, 6527-6531.
- Laipply, R. S. (2004). *A case study of self-efficacy and attitudes toward science in an inquiry-based biology laboratory* (Unpublished doctoral thesis). Akron University, United States.
- Lechtanski, V. L. (2000). *Inquiry-based experiments in chemistry*. American Chemical Society. Washington, D.C.: Oxford University Press.
- Lewin K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Psychology*, 2(4), 34-46.
- Lim, B. R. (2001). *Guidelines for designing inquiry-based learning on the web: Online professional development of educators* (Unpublished doctoral thesis). Indiana University, United States.
- Linder, C. J., & Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11, 491-501.
- Linder, C. J. (1992). Understanding sound: So what is the problem. *Physics Education*, 27, 258-264.

- Linder, C. J. (1993). University physics students' conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal of Science Education*, 15(6), 655-662.
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire within implementing inquiry-based science standards*. California: Corwin Press.
- Lodico, M. G., Spaulding, D. T., & Voegtle, K. H. (2006). *Methods in educational research from theory to practice*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons. Inc.
- Marlow M., & Stevens, E. (1999). *Science teachers attitudes about inquiry-based science*. Annual Meeting of The National Association of Research in Science Teaching, Boston, MA.
- Martin, D. J. (2003). *Elementary science methods: A constructivist approach (Third Edition)*. Belmont, CA: Thomson- Wadsworth.
- Mathews, M. (1997). Introductory comments on philosophy and constructivism. *Science & Education*, 6(1-2), 5-14.
- Maurines, L. (1992). Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals. *International Journal of Science Education*, 14, 279-293.
- Maurines, L. (1993). *Spontaneous reasoning on the propagation of sound*. In J. Novak (Ed.), *Proceedings of the third international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University.
- McCloskey, M. (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248, 114-122.
- McDonald, D. M. (2004). *Teaching for spesific understanding (microform): A study of the effects of two methods* (Unpublished doctoral thesis). Ottawa: National Library of Canada.
- McDermott L. C., & Redish E. F. (1999). RL-PER1: Resource Letter on Physics Education Research. *Am. J. Phys.* 67(9), 755-767.
- McPhedran, L. J. (2006). *An investigation of inquiry-based teaching and its influence on boys' motivation in science* (Master of arts thesis). University of Toronto.
- McTaggart, R. (1997). Reading the colection. In. R. Mctaggart (Ed.) *Participatory action research* (pp: 1-12). Albany, NY: SUNY Press.

- Mecit, Ö. (2006). *7E öğrenme evresi modelinin 5. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneği gelişimine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). ODTÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco: Jossey- Bass.
- Mertler, C. A. (2006). *Action research: Teachers as researchers in the classroom*. California: Sage Publications Inc.
- Merino, M. J. (1998a). Complexity of pitch and timbre concepts. *Physics Education*, 33(2),105-109.
- Merino, M. J. (1998b). Some difficulties in teaching the properties of sounds. *Physics Education*, 33(2) 101-104.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (Second Edition)*. California: SAGE Publications.
- Mills, D., McKittrick, B., Mulhall, P., & Feteris, S. (1999). CUP: Cooperative learning that works. *Physics Education*, 34(1), 11-15.
- Mills, G. (2003). *Action research. A guide for the teacher researcher (Second Edition)*. New Jersey: Person Education Inc.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Academy of Sciences [NAS]. (1997). *Science for all children. A guide to improving elementary science education in your school district*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council [NRC]. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2006). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A.W. (Ed.). Washington, D.C.: National Academies Press.
- Neuendorf, K. A. (2002). *The content analysis guide book (Second Edition)*. USA: Sage Publications.

- Newby, D. E. (2004). Using inquiry to connect young learners to science. National Charter Schools Institute [PDF File]. Retrieved from http://www.nationalcharterschools.org/uploads/pdf/resource_20040617125804_Using%20inquiry.Pdf
- Okur, M., & Artun, H. (2016). Secondary students' opinions about sound propagation. *European Journal of Education Studies*, 2(2), 44-62.
- Ortakuz, Y. (2006). *Araştırmaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre ilişkisini kurmaya etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Overbey, S. L. (2006). *A comparison of the impact of two instructional methodologies on classroom achievement and attitudes* (EdD thesis). Texas A&M University- Commerce, Texas.
- Özdemir, Y. G. (2015). *Onuncu sınıf dalgalar konusunun sosyal yapılandırmacı kuram temelli öğretiminde farklı etkinliklerin uygulama sırasının kavramsal ve duyuşsal değişime etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Özdemir, Y. G., & Kocakulah, S. (2016). Mekanik dalgaların öğretiminde kullanılan farklı etkinliklerin uygulanma sırasının kavramsal değişime etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 150-163.
- Özsevgeç, T., Çepni, S., & Özsevgeç, L. C. (2006). *5E modelinin kavram yanılgılarını gidermedeki etkililiği: Kuvvet-hareket örneği*. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 36-48.
- Özsevgeç, T. (2007). *İlköğretim 5. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiklerinin belirlenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Öztürk, N., & Atalay, N. (2012). Analyzing pre-service teachers' misconceptions about sound. *Inönü University Journal of The Faculty of Education*, 13(1), 43-58.
- Öztürk, S. (2014). *Lise-1 düzeyindeki öğrencilerin modsal betimlemeleri tanıyıp öğrenme amaçlı yazmada kullanmalarının Fizik dersi dalgalar ünitesindeki akademik başarıya etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., & Ralle, B. the ChiK Project Group (2006). "Chemie im kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041–1062.
- Park, J., & Lee, L. (2004). Analysing cognitive or non-cognitive factors involved in the process of physics problem-solving in an everyday context. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1577-1595.
- Perkins, D. N. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6-11.
- Perry, V. R., & Richardson, C. P. (2001). *The new Mexico tech master of science teaching program: An exemplary model of inquiry-based learning*. 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Reno.
- Ramsden, J. M. (1997). How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+?. *International Journal of Science Education*, 19(6), 697-710.
- Ratcliff, D. (2004). Video and audio media in qualitative research [Online Booklet]. Retrieved from <http://don.ratcliff.net/video/vid.html>
- Risch, M. (2010). *Investigations about science misconceptions*. Ithaca, NY: Cornell University.
- Saban, A. (2002). *Öğrenme öğretme süreci. Yeni teori ve yaklaşımlar*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Sağlam, M. (2005). *Işık ve ses ünitesi konusunda 5E modeline uygun rehber materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Sağlam, M. (2006). *Işık ve ses ünitesi konusunda 5E modeline uygun rehber materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saka, A., & Akdeniz, A. R. (2006). Genetik konusunda bilgisayar destekli materyal geliştirilmesi ve 5e modeline göre uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 14.
- Sarı, U., & Güven, B. G. (2013). The effect of interactive whiteboard supported inquiry-based learning on achievement and motivation in physics and views of prospective teachers toward the instruction. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 110-143.
- Saygın, Ö., Atılboz, G. & Salman., S. (2006). Yapılandırmacı öğretim yaklaşımının biyoloji dersi konularını öğrenme başarısı üzerine etkisi: Canlılığın temel birimi-hücre. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 51-64.
- Schoen, S. F., & Nolen, J. (2004). Action research: Decreasing acting-out behavior and increasing learning. *Teaching Exceptional Children*, 37, 26-29.
- Schumuck, R.A. (1997). *Practical action research for change*. Arlington Heights, IL: IRI/Skylight.
- Schulte, P. L. (2001). *Preservice elementary teachers' alternative conceptions in science and attitudes toward teaching science* (Unpublished doctoral thesis). University of New Orleans, New Orleans.
- Smerdan, B. A., & Burkam, D. T. (1999). Access to constructivist and didactic teaching: Who gets it? Where is it practiced?. *Teachers Collage Record*, 101(1), 5-34.
- Soylu, H. (2004). *Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar. Keşif yoluyla öğrenme*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Sözbilir, M., Sadi, S., Kutu, H., & Yıldırım, A. (2007). *Kimya eğitiminde içeriğe/bağlama dayalı (context-based) öğretim yaklaşımı ve dünyadaki uygulamaları*. I. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi, sf. 108.
- Spencer, J. N., Farrell, J. J., & Moog, R. S. (1999). A guided inquiry general chemistry course. *Journal of Chemistry Education*, 76, 570-574.

- Stanovich, K. E. (1992). Speculation on the causes and consequences of individual differences in early reading acquisition. In P. Gough, L. Ehri, & R. Treiman (Eds.), *Reading acquisition* (pp. 307-342). Hillsdale, NJ Laurence Erlbaum.
- Staten, M. E. (1998). *Action research study. A framework to help move teachers toward an inquiry-based science teaching approach*. ED 429 049. WI: Milwaukee Public Schools, Reports-Researchs (143).
- Staver, J. R., & Shroyer., M. G. (2002). Teaching elementary teachers how to use the learning cycle for guided inquiry instruction in science. *Center for Science Education*, Kansas State University.
- Şahan, H. H. (2002). Yapılandırmacı öğrenme. *Yaşadıkça Eğitim*, 74(75), 49-52.
- Şahin, Ç., & Çepni, S. (2012). 5E öğretim modeline dayalı öğretimin öğrencilerin gaz basıncı ile ilgili kavramsal anlamalarına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 220-264.
- Şengören, S. K., Tanel, R., & Kavcar, N. (2006). Drawings and ideas of physics teacher candidates relating to the superposition principle on a continuous rope. *Physics Education*, 41(5), 453-461.
- Tanır, G., & Koç, K. (2016). *Temel fizik: Herkes için fizik (İkinci Basım)*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tekbıyık, A. (2010). *Bağlam temelli yaklaşımla ortaöğretim 9. sınıf enerji ünitesine yönelik 5E modeline uygun ders materyallerinin geliştirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Temizyürek, K. (2003). *Fen öğretimi ve uygulamaları*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tezbaşaran, A. A. (2008). *Likert tipi ölçek geliştirme kılavuzu (3. Baskı)*. Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları.

- Thier H. D., & Daviss, B. (2001). *Developing inquiry-based science materials. A guide for educators*. Newyork: Teachers College Press.
- Tinker, R. (1997). *Thinking about science*. Concord: The Concord Consortium Educational Technology Lab, M. A.
- Tiryaki, S. (2009). *Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5e öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yönteminin 8. sınıf "ses" ünitesinin işlenmesinde başarıya ve tutuma etkisinin araştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tongchai, A., Sharma, M., Johnston, I., Arayathanikul, K., & Soankwan., C. (2011). Consistency of students' conceptions of wave propagation: Findings from a conceptual survey in mechanical waves. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research*, 7(2), 020101-1 - 020101-11.
- Toprak, F., & Çelikler, D. (2012). Genel kimya laboratuvarında 3E, 5E öğrenme halkalarının kullanılmasının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(1), 85-92.
- Towns, M. H., & Grant, E. R. (1997). I believe I will go out of this class actually knowing something': Cooperative learning activities in physical chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), 819-835.
- Tuan, H., Chin, C., Tsai, C., & Cheng, S. (2005). Investigating the effectiveness of inquiry instruction on the motivation of different learning styles students, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 541-566.
- Ural, A., & Kılıç, İ. (2005). *Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Uzuner, Y. (2005). Özel eğitimden örneklerle eylem araştırmaları. *Özel Eğitim Dergisi*, 6(2), 1-12.
- Uzuner, Y., & Anay, Ö. M. (2015). *Eylem araştırması el kitabı (2. Baskı)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Viennot, L. (1996). *Raisonnement en physique, la part du sens commun*. De Boeck-Westmael, Bruxelles.

- Vygotsky, L. (1987). *The collected works of Vygotsky: Problems of general psychology, including the volume thinking and speech* (R. W. Rieber ve A. S. Carton Eds). New York: Plenum Press.
- Wenk, L. (2000). *Improving science learning: Inquiry-based and traditional first-year college science curricula* (Unpublished doctoral thesis). Massachusetts University, Boston.
- Westbroek, H. B. (2005). *Characteristics of meaningful chemistry education, the case of water quality* (Unpublished doctoral thesis). Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
- Westbrook, S. L., & Marek, E. A. (1991). A cross-age of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 649-660.
- Whitelegg, E., & Edwards, C. (2001). Beyond the laboratory: learning physics using real-life contexts. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Graber, M. Komorec, A. Kross, & P. Reiska. (Ed.), *Research in science education: past, present, and future* (pp. 337-342). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Wilder, M., & Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: A 5E learning cycle lesson. *Science Activities*, 41(4), 37-43.
- Windschitl, M. (2003). Supporting the development of science inquiry skills with special classes of software. *Educational Technology, Research and Development*, 48(2), 81–95.
- Wise, K. C. (2006). Can you hear them now? Investigating radio waves. *Science Activities*, 43(3), 23-30.
- Wittmann, M. C., Steinberg, R. N., & Redish, E. F. (1999). Making sense of how students make sense of mechanical waves. *Physics Teacher*, 37, 15-21.
- Wittmann, M. C. (2002). The object coordination class applied to wavepulses: analysing student reasoning in wave physics. *International Journal of Science Education*, 24(1), 97-118.
- Wittmann, M., Steinberg, R. N., & Redish, E. F. (2003). Understanding and affecting student reasoning about sound waves. *International Journal of Science Education*, 25(8), 991–1013.

- Wood, W. B. (2003). Inquiry-based undergraduate teaching in life sciences at large research universities: A perspective on the boyer commission report. *Cell Biology Education*, 2, 112-116.
- Wu, H. K., & Hsieh, C. E. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1289-1313.
- Wu, H. K., & Krajcik, J. S. (2006). Inscriptional practices in two inquiry-based classrooms: A case study of seventh graders' use of data tables and graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 63-95.
- Yager, R. (1991). The constructivist learning model, towards real reform in science education. *The Science Teacher*, 58, 6.
- Yalçın, Y. (2008). *Su dalgaları konusunun öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci başarısına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yam, H. (2008). What is contextual learning and teaching in physics? [PDF File]. Retrieved from http://www.phy.cuhk.edu.hk/contextual/approach/tem/brief_e.html
- Yaşar, Ş. (1998b). Yapısalcı kuram ve öğrenme-öğretme süreci. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1-2), 68-75.
- Yeşiltaş, M. H., Taş, E., & Özyürek, C. (2017). Yaratıcı drama destekli fen öğretiminin kavram yanlışlarına etkisi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 827-836.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112), 7-17.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. (1994). *Case study research design and methods* (Second Edition). California: Sage Publications.
- Yu, K. N., & Stokes, M. J. (1998). Students teaching students in a teaching studio. *Physics Education*, 33(5), 282-285.

- Yücel, G. F. (2015). Ses bilgisi ve akustik konusunda geliştirilen etkinliklerin fizik ve müzik öğretmen adaylarının kavram bilgisi düzeylerine olan etkisi. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(6), 129-151.
- Yüzbaşıoğlu, M. K. (2015). *Ses konusuyla ilgili öğrencilerin zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Zacharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823.
- Zotti, I. (2011). *Fast passenger transport through the upper Adriatic sea*. Conference Proceedins ICTS, 27 May, Slovenia.
- Zeybek, Y. (2007). *Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının kuvvet, hareket ve ses konularında sahip oldukları kavram yanlışlarının tespiti üzerine bir araştırma*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

EK-A: Çocuk/Ergen Bilgilendirme Formu

“Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre İşlenmesi: Bir Eylem Araştırması” isimli araştırmada, 10. Sınıf öğrencilerine dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda öğrenci günlüklerini yazmanız ve tutum ölçeği, dalgalar kavramsal anlama formu ve yarı yapılandırılmış soruları cevaplamanız sizden istenecektir. Araştırmada siz soruları cevaplandırırken ses ve video kayıt cihazı ile görüşmeler, görüntüler (verilerin çözümlenmesi esnasında yardımcı olması amacıyla) kayıt altına alınacaktır.

Bu çalışmada sizin katılımınız tamamen gönüllülük ilkesine dayanmaktadır. İstedığınız takdirde katılımınızı herhangi bir neden olmaksızın reddedebilir veya çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmayı yarıda bırakabilirsiniz. Eğer çalışma veri toplama işlemi bitiminden önce bırakılırsa istenildiği takdirde dokümanlarınız, ses ve video kayıtları size teslim edilir veya imha edilir. Sorulara vereceğiniz cevaplar tamamen gizli kalacak ve cevaplardan elde edilen sonuçlar kesinlikle sizi işaret etmeyecektir.

Bu çalışma sizin için maddi-manevi herhangi bir risk unsuru oluşturmayacaktır. Çalışmanın bilgileri kesinlikle gizli tutulacaktır. Elde edilen bilgiler sadece araştırmacılar tarafından görülecek ve değerlendirilecektir. Yazılı metinde kesinlikle isminiz geçmeyecektir. Çalışma için Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonundan gerekli izinler alınmıştır.

Çalışma ile ilgili bir sorunuz olduğu takdirde araştırmacılar ile istediğiniz zaman iletişime geçebilirsiniz.

Prof. Dr. Celal BAYRAK

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bölümü Beytepe/Çankaya ANKARA

Tel: 03127805615, e-posta: cbayrak@hacettepe.edu.tr

Arş. Gör. Sevim BEZEN

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bölümü Beytepe/Çankaya ANKARA

Tel: 03127805520, e-posta: sevimbezen@hacettepe.edu.tr

ONAY:

Bu belgeyi okudum ve kopyasını aldım. Gerekli gördüğüm bütün cevapları
almış durumdayım ve bu çalışmaya katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcı

Ad-Soyad:

Adres:

Tel:

Tarih:

İmza:

EK-B: Veli İzin Formu

Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre İşlenmesi: Bir Eylem Araştırması” isimli araştırmada, 10. Sınıf öğrencilerine dalgalar konusunun sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 5E öğrenme modeline göre uygulanması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda öğrenci günlüklerinin, tutum ölçeğinin, dalgalar kavramsal anlama formunun ve yarı yapılandırılmış soruların çocuğunuza cevaplaması için yönlendirilmesi planlanmaktadır. Araştırmada çocuğunuz soruları cevaplandırırken ses ve video kayıt cihazı ile görüşmeler, görüntüler (verilerin çözümlenmesi esnasında yardımcı olması amacıyla) kayıt altına alınacaktır.

Bu çalışmada çocuğunuzun katılımı sizin izninizle tamamen gönüllülük ilkesine dayanmaktadır. İstenildiği takdirde herhangi bir neden olmaksızın çalışmadan ayrılabilirler. Eğer çalışma veri toplama işlemi bitiminden önce bırakılırsa istenildiği takdirde dokümanları, ses ve video kayıtları teslim edilir veya imha edilir. Sorulara verilecek cevaplar tamamen gizli kalacak ve cevaplardan elde edilen sonuçlar kesinlikle çocuğunuzun işaret etmeyecektir.

Bu çalışma çocuğunuz için maddi-manevi herhangi bir risk unsuru oluşturmayacaktır. Çalışmanın bilgileri kesinlikle gizli tutulacaktır. Elde edilen bilgiler sadece araştırmacılar tarafından görülecek ve değerlendirilecektir. Yazılı metinde kesinlikle çocuğunuzun ismi geçmeyecektir. Çalışma için Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonundan gerekli izinler alınmıştır.

Çalışma ile ilgili bir sorunuz olduğu takdirde araştırmacılar ile istediğiniz zaman iletişime geçebilirsiniz.

Prof. Dr. Celal BAYRAK

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bölümü Beytepe/Çankaya ANKARA

Tel: 03127805615, e-posta: cbayrak@hacettepe.edu.tr

Arş. Gör. Sevim BEZEN

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bölümü Beytepe/Çankaya ANKARA

Tel: 03127805520, e-posta: sevimbezen@hacettepe.edu.tr

ONAY:

..... okulunda okumakta olan numaralı ve
..... isimli öğrencinin “Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı
Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre İşlenmesi: Bir
Eylem Araştırması” adlı araştırma kapsamında yapılacak olan uygulamalara
katılmasına izin veriyorum. Bilgilerinize arz ederim.

Tarih:

Velinin Adı-Soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

EK-C: Araştırmacı Gnlġ

Tarih:

Saat:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

EK-D: Dalgalar Konusuna Yönelik Tutum Ölçeği

Sevgili Öğrenciler,

Bu ölçek sizin dalgalar konusunun öğrenimine yönelik tutumunuzu belirlemek amaçlı hazırlanmıştır. Bu amaçla her bir maddeye ilişkin düşüncelerinizi ilgili satırlardaki kutucuklardan birine işaret koyarak belirtiniz. Maddelerin doğru ya da yanlış yanıtı yoktur. Ölçekte yer alan maddelerin bazıları birbirine benzer olabilir. Bu konuda endişelenmeden bütün maddelere bir yanıt verdiğinizden emin olunuz. Verdiğiniz cevaplarda ise herhangi bir puanlama yapılmayacak ya da cevaplarınız not olarak değerlendirilmeyecektir. Ölçekteki cevaplar sadece bu çalışmada kullanılacak ve kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. Katılımınız için teşekkür ederim.

Arş. Gör. Sevim BEZEN

Okul:

Sınıf:

Dalgalar Konusuna Yönelik Tutum Ölçeği

Aşağıdaki maddeleri düşünceleriniz doğrultusunda cevaplayınız. Maddelerin derecelendirilmesi; (1):Hiç Katılmıyorum (2):Katılmıyorum (3):Çok Az Katılıyorum (4):Katılıyorum (5):Tamamen Katılıyorum

Öğrenim

| | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. Dalgalar konusundaki problemleri kolayca çözebilirim. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 2. Dalgalar konusundaki formülleri kullanmak bana kolay gelir. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 3. Dalgalar konusunu kolayca anlayabilirim. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 4. Dalgalar konusundaki semboller bana <u>karışık gelir.</u> * | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 5. Dalgalar konusundaki sembolleri kullanmak bana kolay gelir. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 6. Dalgalar konusunu derste dinlerken sıkılırım. * | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 7. Dalgalar konusundan <u>nefret ederim.</u> * | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 8. Dalgalar konusunu ilgi çekici bulurum. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |

Günlük Yaşam

| | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| 9. Günlük yaşamda dalgalar konusunun uygulamaları ile karşılaşırız. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 10. Bana göre herkesin dalgalar konusunu öğrenmeye ihtiyacı vardır. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 11. Çevremdeki olayları yorumlamada dalgalar konusu ile ilgili bilgiler işime <u>yaramaz.</u> * | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 12. Bana göre dalgalar konusu günlük yaşamla <u>doğrudan ilişkilidir.</u> | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 13. Bana göre dalgalar konusuna yönelik yürütülen araştırmalar için yapılan harcamalar <u>doğru harcamalardır.</u> | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 14. Meslek hayatım için dalgalar bilgisi gereklidir. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 15. Dalgalar konusundaki gelişmeler yaşam şartlarımızı daha da <u>iyileştirmez.</u> * | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 16. Bana göre meslek dalları dalgalar konusu bilgilerine ihtiyaç duyar. | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |

*Ölçekte yer alan olumsuz maddeler

EK-E: Dalgalar Kavramsal Anlama Formu

Sevgili Öğrenciler,

Bu form dalgalar konusu ile ilgili kavramsal anlamalarınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Lütfen her soruyu dikkatlice okuduktan sonra sorulara cevap veriniz. Verdiğiniz cevaplarda ise herhangi bir puanlama yapılmayacak ya da cevaplarınız not olarak değerlendirilmeyecektir. Formdaki cevaplar sadece bu çalışmada kullanılacak ve kişisel bilgileriniz de gizli tutulacaktır. Katılımınız için teşekkür ederim.

Arş. Gör. Sevim BEZEN

Okul:

Sınıf:

1. Sizce her titreşim bir dalga hareketi midir? Açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

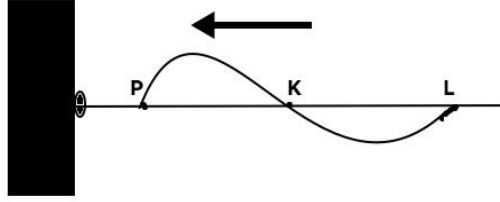
a) Rüzgarlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenme sizce bir dalga hareketi midir? Açıklayınız.



Buğday Tarlası (Görsel)

.....
.....
.....

2.



a) Şekilde duvara sabitlenmiş bir yayda ilerleyen atma görülmektedir. Bu atmanın duvardan tamamen yansıdıktan sonra P, K ve L noktalarında yansıması nasıl olacaktır? Çiziniz ve açıklayınız.

.....

.....

.....

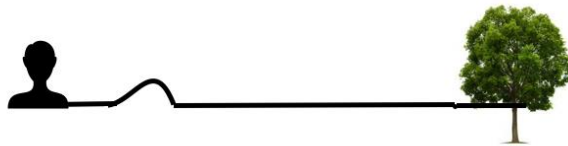
b) Eğer yay serbestçe hareket edebilen bir halkaya geçirilmiş olsaydı aynı şekilde atma en uca ulaştığında yansıması P, K ve L noktalarında nasıl olacaktır? Çiziniz ve açıklayınız.

.....

.....

.....

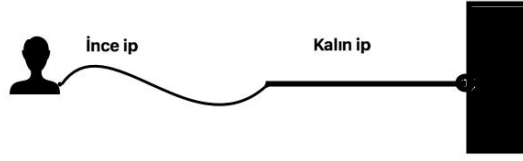
3. Bir öğrenci elinde tuttuğu ipin bir ucunu sıkıca ağaca bağlamıştır ve daha sonra geriye giderek ipi germiştir. Öğrenci oyun oynamak amacıyla ipi düşey doğrultuda yukarı ve aşağı yönde hareket ettirerek sallamıştır. Bu esnada ipin boyunun ve gerginliğinin değişmediği düşünülürken, sizce öğrenci ne yaparsa oluşturduğu atma en kısa sürede ağaca çarpar?



.....

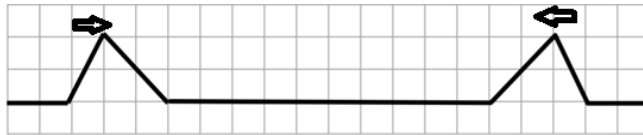
.....
.....
.....

4. Şekilde görüldüğü gibi birbirine tutturulan ince ve kalın ip sistemi bir duvara sabitlenmiştir. İnce ipten sabit frekanslı baş yukarı atmalar oluşturuluyor. Oluşturulan atmaların ince ipten kalın ipe ilk geçişinde ne gibi değişiklikler olur belirtiniz?



.....
.....
.....
.....

5. Saniyede birer birim karşılıklı ilerleyen atmaların altıncı saniyedeki ve birbirlerini geçtikten sonraki şekillerini çizebilir misiniz? (Her bir kare bir birime denk gelmektedir.)



.....
.....
.....
.....

6. Arkadaşlarınızla beraber televizyon izlerken bir programda tatil köyündeki eğlencelere denk geldiniz. Programda bir animator çocukları eğlendirmek için dalga havuzunda periyodik dalgalar oluşturmaya başlamıştır.

a) Bu dalgaların oluşumu sizce nasıl olur? Çizerek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

b) Daha sonra sadece bir kişinin havuza atladığı görülmektedir. Burada sizce dalga oluşumu nasıl olmaktadır? Çizerek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

c) Etkinlik esnasında çocukların havuza atlama zamanı ile havuzda dalgaların oluşumu arasında sizce bir ilişki olabilir mi? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

d) Havuzda meydana gelen şekil değişimleri su aracılığıyla sizce nasıl havuzun diğer bölümlerine ulaşıyor? Açıklayınız.

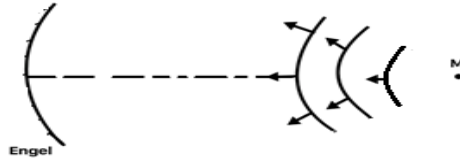
.....

.....

.....

.....

7. Küresel bir engelin merkezinden gönderilen dairesel atmaların engelden yansıdıktan sonraki durumunu çizerek açıklayınız.

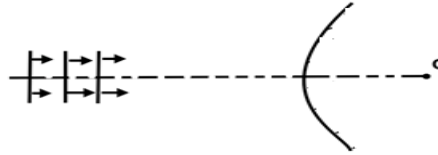


.....

.....

.....

8. Şekildeki paralel ilerleyen atmaların engelden yansıdıktan sonraki görünümünü ifade ediniz.



.....

.....

.....

9. Düz bir dalga leğeninde sabit frekanslı bir kaynak tarafından soldan sağa doğru oluşturulan periyodik doğrusal dalgalara stroboskop ile üstten bakıldığında, hangi koşullarda leğende oluşan periyodik dalgaların ileriye ya da geriye doğru hareket ettiği gözlemlenir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

10. Bir dalga leğenine 2h yükseklikten sabit zaman aralıklarında çelik bilyeler bırakılarak dalga oluşturuluyor. Aynı çelik bilyeler 4h yükseklikten bırakılırsa leğende oluşan dalgaların hızı, frekansı ve genliği ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?

.....
.....
.....

11. Bir çocuğun ailesiyle küçük bir tekneye binerek balık tutmak istediğini hayal ediniz. Oltalarını göle atıyorlar ve bu esnada rüzgar hafif hafif esiyor. Çocuk dalgaları izlerken dalgaların kıyıya yaklaştıkça aralarındaki mesafenin azaldığını ve dalgaların küçüldüğünü fark ediyor.

a) Sizce bunun nedeni ne olabilir?

.....
.....
.....
.....

b) Dalgalar kıyıya yaklaştıkça dalğanın hızı ve dalga boyunda meydana gelen değişikliği açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

12. Bir dalga leğeninde P'den Z'ye doğru ilerleyen su dalgalarının üstten görünümü şekildeki gibidir. Bu görüntünün oluşması için sizce dalga leğeninde nasıl bir değişiklik olması gerekmektedir?



.....

.....

.....

.....

13. Filmlerde trenin gelip gelmediğini anlamak için oyuncular tarafından tren rayları dinlenir.

a) Oyuncular neden kulaklarını tren rayına dayama ihtiyacı duyarlar? Kulaklarını tren rayına dayamasalar duyamazlar mı ?

.....

.....

.....

b) Sizce ortamın özellikleri ses dalgalarının ilerleme hızını etkiler mi? Açıklayınız.

.....

.....

.....

c) Sesin demir ile aynı yoğunlukta fakat demirden daha az esnek olan bir metal içindeki ilerleme hızı sizce nasıl olur?

.....

.....

.....

14. Yaşamın kaynağı olan güneşte bazen patlamalar olur. Peki biz bu patlama seslerini neden duyamayız? Açıklayınız.

.....
.....
.....

15. İki arkadaş birbirine seslenmektedir. Ancak Esra sesinin Ali'ye daha kısa sürede ulaşmasını istemektedir. Bu durumda neler yapılmalıdır? Açıklayınız.

.....
.....
.....

16. Yüksek bir sesin şiddetinin (100 desibel) bardağı kırması olayı düşük şiddetli bir sesle de (20 desibel) olabilir mi? Açıklayınız.

.....
.....
.....

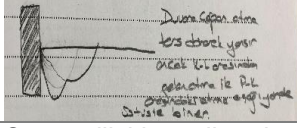
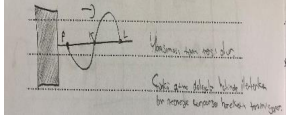
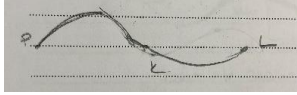
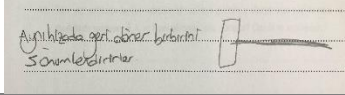
17. Ayşe bu yıl üniversite sınavına hazırlanan bir öğrencidir. Ayşe okuldan eve geldiğinde ders çalışmak için odasına girer ve komşularının televizyon ve müzik seslerinden çok rahatsız olur. Bu durum Ayşe'nin ders çalışmasına engel olmaktadır. Ayşe'nin rahatsız olduğu televizyon ve müzik seslerinin duyulmamasına yönelik nasıl bir öneride bulunabilirsiniz?

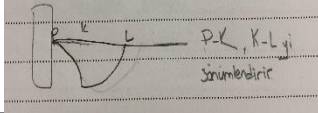
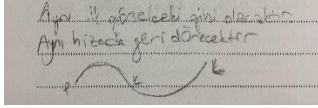
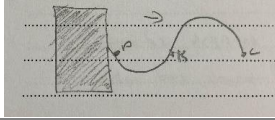
.....
.....
.....

EK-F: Dalgalar Kavramsal Anlama Formu Rubriği

| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 1 |
| Tam Doğru Yanıt | Bir titreşim hareketinin dalga hareketi olabilmesi için titreşimin üretildiği kaynaktan çevreye bir enerji aktarımı olması gerektiğini belirterek her dalga hareketinin bir titreşim hareketi olduğunu, ancak her titreşim hareketinin dalga hareketi olmadığını ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Her atom birbiriyle titreşir, ancak kaynaktan çevreye titreşimlerle bir enerji aktarımı olursa bunun dalga hareketi olduğu söylenebilir. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Her titreşim bir dalga hareketi değildir. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Her titreşimin bir dalga hareketi olması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

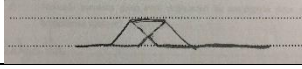
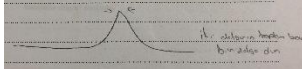
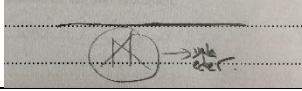
| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 1.a |
| Tam Doğru Yanıt | Rüzgarla birlikte buğday tarlasında oluşan titreşim ilerleyen bir sarsıntı gibi dalga hareketi meydana getireceğinden, rüzgârlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenmenin birer dalga hareketi olduğunu ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Rüzgarlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenme bir dalga hareketidir. Çünkü, rüzgar dalga etkisi yaratır. 2) Rüzgarlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenme bir dalga hareketidir. Çünkü, rüzgar titreşimle ilerleyen bir sarsıntı yaratır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Rüzgarlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenme bir dalga hareketidir. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Rüzgarlı bir havada buğday tarlasında gözlenen hareketlenmenin nedeninin rüzgar olması 2) Rüzgarın dalga halinde yayılmaya engel olması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

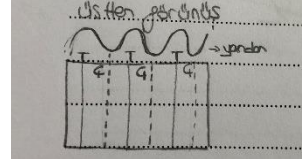
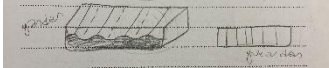
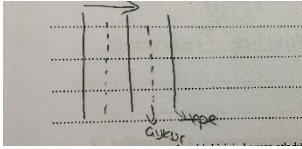
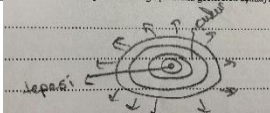
| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 2.a. |
| Tam Doğru Yanıt | Sabit uca gelen atmanın ters dönerek yansıdığı ve bu atmanın gelen atma ile karşılaşarak iki atmanın birbirlerini kuvvetlendirdiğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Gelen atma duvardan ters dönerek yansıdıktan sonra gelen atma ile karşılaşarak birbirlerini kuvvetlendirirler.  |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Sabit uca gelen her bir atma sabit uçtan ters dönerek yansır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Yansıdıktan sonra atmanın ters dönmesi (Atma, periyodik dalga olarak düşünülmektedir).  |
| | 2) Duvardan (sabit uçtan) yansıdıktan sonra atmanın aynı hızda geldiği gibi geri dönmesi  |
| | 3) Sabit uçtan yansıyan atmaların zamanla yok olması ve enerjisinin bitmesi  |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

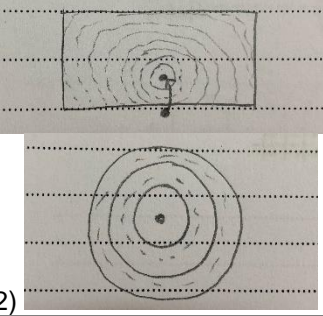
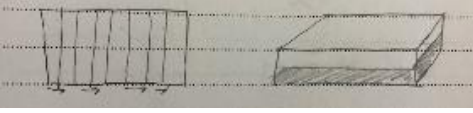
| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 2.b. |
| Tam Doğru Yanıt | Serbest uca gelen atmanın aynı hizada geldiği gibi yansıdığı ve bu atmanın gelen atma ile karşılaşarak iki atmanın birbirlerini sönmülendirdiğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Atmalar en uca ulaştıktan sonra aynı yönde geldiği gibi hareketlerine devam ederler, ancak gelen atma ile karşılaştığında bu iki atma birbirini sönmülendirir. |
| |  |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Serbest uca gelen her bir atma aynı yönde geldiği gibi yansır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Atmanın en uca ulaştıktan sonra aynı yönde geldiği gibi yansırarak geri dönmesi (Atma, periyodik dalga olarak düşünülmektedir). |
| |  |
| | 2) Atmanın en uca ulaştıktan sonra ters dönerek hareket etmesi |
| |  |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 3 |
| Tam Doğru Yanıt | Atma hızının eylemsizlik ve ortamın esnekliği ile ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Atmanın hızı eylemsizlik ve ortamın esnekliğine bağlıdır. Bu nedenle daha ince ip kullanılmalıdır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Atmanın hızı eylemsizlik ve ortamın esnekliğine bağlıdır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Kuvvetin artırılması 2) Kuvvetin artırılması dolayısıyla hızın artması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 4 |
| Tam Doğru Yanıt | İletilen ve yansıyan atmanın genliğinin, gelen atmanın genliğinden küçük olduğunun, kalın ip üzerinde iletilen atmanın hızının ve genişliğinin azaldığı ve yansıyan atmanın hız ve genişliğinin gelen atma ile aynı olduğunun ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) İletilen ve yansıyan atmanın genliği, gelen atmanın genliğinden küçüktür. Kalın ip üzerinde iletilen atmanın hızı azalır, genişliği azalır. Yansıyan atmanın hızı ve genişliği gelen atma ile aynıdır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın eksik olması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Kalın ipten atmanın genliği, genişliği ve hızı azalır, |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Bir değişiklik gözlenmemesi 2) Atmanın hızının artması genişliğinin artması 3) Atmanın hızının artması genişliğinin azalması 4) Atmanın hızının azalması genişliğinin artması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

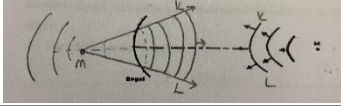
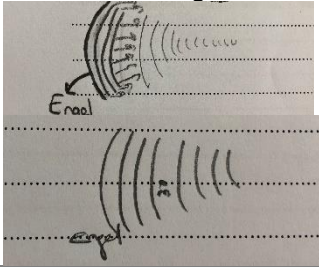
| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 5 |
| Tam Doğru Yanıt | Atmaların bir saniyede bir birim ilerlediğinde altıncı saniyede aralarında 2 birim fark olacağını ve sonrasında birbirlerini kuvvetlendirdiklerinin ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Bir saniyede bir birim artıyorsa birbirleri arasında öncelikle 2 birim fark olur. Daha sonra birbirlerini kuvvetlendirirler.  |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın eksik olması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Bir saniyede bir birim artıyorsa birbirleri arasında 2 birim fark olur (Öğrenci çizimi tam olmasına rağmen açıklamada bunu belirtmemiştir.) |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Birbirlerini kuvvetlendirmesi (Maksimum genlikli olarak toplanmıştır.).  2) Birbirini söndürdirmesi  |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

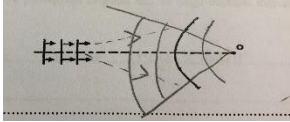
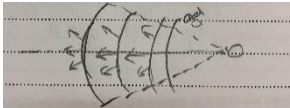
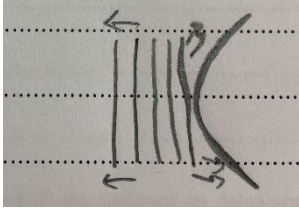
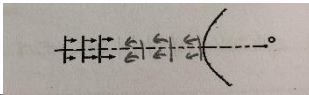
| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 6.a. |
| Tam Doğru Yanıt | Doğrusal su dalgalarına yönelik çizimin doğru yapıldığı yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Doğrusal su dalgaları oluşur ve dalga tepesi, çukuru çizimde yer almaktadır.  2)  3)  |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin çizimin tam yapılmaması |
| Yanlış Yanıt | Yanlış çizimler |
| Örnek Yanıtlar | 1)  |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz çizimler |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

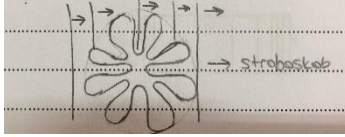
| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 6.b. |
| Tam Doğru Yanıt | Dairesel su dalgalarına yönelik çizimin doğru yapıldığı yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dairesel su dalgaları oluşur.  |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin çizimin tam yapılmaması |
| Yanlış Yanıt | Yanlış çizimler |
| Örnek Yanıtlar | 1)  |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz çizimler |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 6.c. |
| Tam Doğru Yanıt | Havuzda oluşan dalgaların sıklaştığının ve dalga boyunun azaldığının ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Çocuklar suya atladıkları an sudaki dalga oluşumu sıklaşır ve dalga boyu kısalmır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Çocukların suya atladıkları an sudaki dalga oluşumu sıklaşır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Çocukların havuza atlama zamanı ile dalgaların oluşumu arasında ilişki olmaması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 6.d. |
| Tam Doğru Yanıt | Dalgalar aracılığıyla havuzun her yerine su moleküllerinin titreşerek ulaştığını ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dalgalar aracılığıyla havuzun her yerine su molekülleri titreşerek ulaşılır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 7 |
| Tam Doğru Yanıt | Küresel bir engelin merkezinden gönderilen dairesel atmaların engelden yansıdıktan sonra merkezde toplanacağını ve merkezden itibaren tekrar dağılacığını ifade ettiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Engelden yansıdıktan sonra merkezde toplanır ve merkezden itibaren bombelik sağa doğru kavislenir.  |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Engelden yansıdıktan sonra merkezde toplanması ve merkezden itibaren bombeliğin sola doğru kavislenmesi  |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 8 |
| Tam Doğru Yanıt | Paralel ilerleyen atmaların tümsek engelden tümsek engel şeklinde yansiyacağını ifade ettiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Engelden yansıdıktan sonra atma, engelin şeklinde sola doğru ilerler.   |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Engelden yansıdıktan sonra atmanın düz bir şekilde sola gitmesi   |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

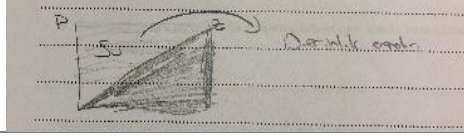
| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 9 |
| Tam Doğru Yanıt | Periyodik dalgaların frekansı yarık frekansından büyükse dalganın ileriye doğru ve dalga frekansı yarık frekansından küçükse dalgaların geriye doğru hareket ettiğinin ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) $F_d > F_y$ ise ileriye, $F_d < F_y$ ise dalgalar geriye doğru görülür. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Örnek Yanıtlar | 1) $F_d > F_y$ ise dalgaların ileriye doğru hareket ettiği görülür. 2) $F_d < F_y$ ise dalgaların geriye doğru hareket ettiği görülür. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Stroskobu hangi yönden dalga leğenine batırırsak dalgaların o yöne doğru ileri gitmesi ve leğene çarpınca dalgaların aynı şekilde geri dönmesi  |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ortam, koşulları etkiler bu yüzden net cevap veremem. |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 10 |
| Tam Doğru Yanıt | Dalga genliğinin artacağı, hızının ve frekansın sabit kalacağını ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dalgaların genliği artar, dalganın hızı ve frekans sabit kalır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dalgaların genliği artar. 2) Dalganın hızı sabit kalır. 3) Dalganın frekansı sabit kalır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dalgaların hızının, frekansın ve genliğin artması 2) Dalgaların hızının, frekansın ve genliğin yarıya inmesi 3) Dalgaların hızının ve frekansın azalması, genliğin artması 4) Dalgaların hızının artması, frekans ve genliğin azalması 5) Dalgaların hızının ve frekansın artması, genliğin azalması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 11.a. |
| Tam Doğru Yanıt | Derinliğin azalacağını ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Derinlik azalır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dalgaların dalga boyu azalır. 2) Dalgaların hızı azalır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Titreşim hareketi ile dalgalar sıklaşması ve genliğin azalması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

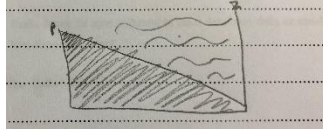
| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 11.b. |
| Tam Doğru Yanıt | Dalga boyu ve hızın azaldığının ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ortamın derinliği azaldıkça dalga boyu azalır. Dolayısıyla dalga hızı da azalır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dalgaların dalga boyu azalır. 2) Dalgaların hızı azalır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dalgaların hızının artması ve dalga boyunun azalması 2) Dalgaların hızının azalması ve dalga boyunun artması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|------------------------|---|
| Soru No: | 12 |
| Tam Doğru Yanıt | Şığ tarafa gidildikçe dalga boyunun ve hızın azaldığının, derin tarafa gidildikçe dalga boyunun ve hızın arttığının ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) P'nin derinliği artırılmalı, Z'nin derinliği azaltılmalıdır. |



| | |
|---------------------------|---|
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Derin tarafa gidildikçe dalga boyu artar. 2) Derin tarafa gidildikçe dalga hızı artar. 3) Şığ tarafa gidildikçe dalga boyu azalır. 4) Şığ tarafa gidildikçe dalga hızı azalır |

| | |
|-----------------------|---|
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) P'nin derinliğinin azaltılması ve Z'nin derinliğinin artması |



| | |
|-------------------------|--|
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 13.a. |
| Tam Doğru Yanıt | Sesin yayılması için ortamın gerekli olduğunun ve katı ortamlarda sesin daha hızlı ilerlediğinin ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Tren rayına temas eden tren tekeri, sesi dalgalar halinde rayın diğer tarafına ulaştırır. Çünkü sesin ilerlemesi için ortam gereklidir. Ayrıca molekül yoğunluğu ne kadar fazla olursa iletim hızının da o kadar büyük olur. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Tren rayına temas eden tren tekeri, sesi dalgalar halinde rayın diğer tarafına ulaştırır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Demirin sesi iletmemesi |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 13.b. |
| Tam Doğru Yanıt | Dalgaların ilerleme hızının yoğunluğa, sıcaklığa ve neme bağlı olduğunun ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Yoğunluk, sıcaklık ve nem ses dalgalarının ilerleme hızını etkiler. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Yoğunluk ses dalgalarının ilerleme hızını etkiler. 2) Sıcaklık ses dalgalarının ilerleme hızını etkiler. 3) Nem ses dalgalarının ilerleme hızını etkiler. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 13.c. |
| Tam Doğru Yanıt | Sesin esnek olan ortamdaki hızından daha az esnek olan ortama geçince hızının azalacağı ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ses esnek olan ortamdaki hızından daha az esnek olan ortama geçince hızı azalır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | - |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Daha hızlı olması 2) Sesin yayılma alanının artması ve hızın azalması 3) Aynı olması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 14 |
| Tam Doğru Yanıt | Uzayın boşluk olduğunun ve sesin yayılamayacağını ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Uzay boşluktur, ses yayılmaz. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin verilen doğru yanıtın açıklanmasının yapılmaması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Uzay boşluktur. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) İnsan kulağı bu sesleri duyamaz. |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

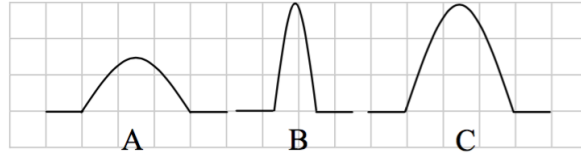
| | |
|---------------------------|--|
| Soru No: | 15 |
| Tam Doğru Yanıt | Ses hızının ortamın yoğunluğuna, sıcaklığına ve neme bağlı olarak değiştiğinin ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ses hızı ortamın yoğunluğuna, sıcaklığına ve neme bağlı olarak değişmektedir. Bunlardan biri değişmelidir. |
| Kısmen Doğru Yanıt | Soruya ilişkin doğru ama eksik açıklama yapılması |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ses hızı ortamın yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. 2) Ses hızı ortamın sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. 3) Ses hızı neme bağlı olarak değişmektedir. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Esranın sesinin tınısının ve şiddetinin yüksek olması 2) Esranın sesinin tınısının ince ve az, şiddetinin yüksek olması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 16 |
| Tam Doğru Yanıt | Düşük şiddetli bir sesle bardağın kırılmayacağını ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Hayır olamaz. Şiddet yüksek olmalıdır. |
| Kısmen Doğru Yanıt | - |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Sesin tiz olması |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|---------------------------|---|
| Soru No: | 17 |
| Tam Doğru Yanıt | Ses yalıtımının ifade edildiği yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Binaya ses yalıtımı yapılması gerekmektedir. |
| Kısmen Doğru Yanıt | - |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Kodlanamaz Yanıt | Soruya ilişkin ilgisiz yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Komşuyu uyarmak 2) Yastıkla kafanı kapatmak |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

EK-G: Dalgalar Kavramsal Anlama Formuna Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

1. Atma ve dalga arasındaki farkı açıklayınız.
2. Bir atmanın sabit ve serbest yansıması arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.
3. Şekilde görülen üç özdeş yayda ilerleyen A, B, ve C atmalarının ilerleme hızları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Açıklayınız.

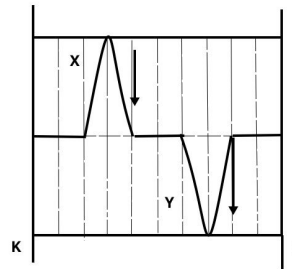


4. İki öğrenciden biri ipin ucunu tutarken diğeri ipi yukarı aşağı sallamaktadır. Halat gerginliği sabit kalırken, sallama hareketi ile dalgaların frekansı artırılıyor. Bu durumda oluşturulan dalganın dalga boyu ve hızındaki değişim nasıldır? Açıklayınız.



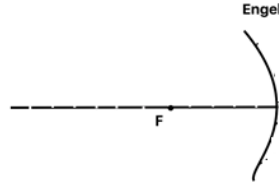
5. Birbirine eklenmiş kalın yaydan ince yaya gönderilen bir atmanın birleşme noktasına gelindiğinde dalga hızında, genişliğinde ve genliğinde görülen değişiklikler nelerdir? Açıklayınız.

6. Sabit K ve L noktaları arasına gerilmiş olan yay üzerinde X ve Y atmaları oluşturuluyor. Şekildeki oklar atmaların $t=0$ anında buldukları noktadaki titreşim yönünü belirtmektedir. Atmaların t saniyede bir bölme hareket ettikleri bilindiğinde, $6t$ 'lik süre sonunda atmaların durumu nasıl olur? Açıklayınız.



7. Su yüzeyinde oluşan su dalgalarının sizce ilerleme yönü nasıldır? Açıklayınız.

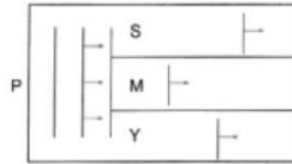
8. Şekildeki parabolik engelin odak noktasından gönderilen periyodik dairesel dalgaların engelden yansdıktan sonraki durumunu çizerek açıklayınız.



9. Doğrusal su dalgaları düz engelden nasıl yansır? Açıklayınız.

10. Sizce su dalgasının yayılma hızı nelere bağlı olarak değişir? Açıklayınız.

11. Bir dalga leğeninde şekildeki gibi P ucundan oluşturulan dalgalar bir süre sonra S, M ve Y bölgelerinde şekildeki konumu alıyorlar. Sizce S, M, Y bölgelerindeki derinlikler nasıldır? Açıklayınız.



12. Bir dalga leğeninde dalga kaynağı aracılığıyla periyodik dalgalar oluşturuluyor. Leğendeki su miktarı azaltılmaya başlanırsa hangi nicelikler değişir? Açıklayınız.

13. Sizce ses her ortamda yayılır mı? Açıklayınız.

14. Mobil telefonların haberleşme sistemi sizce nasıl sağlanmaktadır? Açıklayınız.

15. Oturduğumuz apartmanlarda komşularımızın ayak seslerini konuşmalarına göre daha rahat işitiriz. Sizce bunun nedeni nedir? Açıklayınız.

16. Yüksek bir sesin (100 desibel) bardağı kırma olayı sizce düşük bir sesle (20 desibel) neden gerçekleşemiyor? Açıklayınız.

17. Bir cismin ses patlaması yaratması için sizce ne kadar hızlı olması gerekmektedir? Açıklayınız.

18. İki kişinin ayrı ayrı odalarda oldukları ve birbirlerinin konuşmalarını duyabildikleri belirtilmiştir. Ses duvardan nasıl iletilmekte ve yayılmaktadır? Sesin duyulmaması için sizce ne yapılması gerekmektedir? Açıklayınız.

**EK-H: Dalgalar Kavramsal Anlama Formuna Yönelik Yarı Yapılandırılmış
Görüşme Soruları Rubriği**

| | |
|-----------------------|--|
| Soru No: | 1 |
| Doğru Yanıt | Dalga hareketinde bir süreklilik olduğunu, ancak atmanın sonlu bir dalga hareketi olduğunu ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Dalga sonsuza kadar devam eden atmaların birleşimidir. Yani atma bir tanedir ve dalga sonsuza kadar uzanmaktadır. 2) Dalga hareketi periyodik olarak ilerlerken, atma sadece bir dalga hareketini temsil etmektedir. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Atma ve dalganın aynı kavram olması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 2 |
| Doğru Yanıt | Serbest uca gelen atmanın aynı hızda geldiği şekilde yansıdığını, sabit uca gelen atmanın tersine dönerek yansıdığını ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Serbest uca gelen atma aynı hızda geldiği gibi yansırken, sabit uca gelen atma tersine dönerek yansımaktadır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Sabit uca belirli bir kuvvetle gelen atmanın aynı kuvvetle aynı yönde geri dönmesi 2) Serbest uca gönderilen atmanın kuvvetinin geri dönmemesi ve hızın azalarak hareketin sönümlenmesi |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 3 |
| Doğru Yanıt | Aynı ortamda bulunan atmaların yayılma hızlarının atmanın genişliği ile ilgili olduğunu ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Hız, kaynağın frekansından ve genlikten bağımsızdır. Dalganın hızı genişliğine bağlı olarak değişir. Bu nedenle $A=C>B$ 'dir. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) B'nin genişliğinin en az ve genliğinin en fazla olması ile sıralamanın $B>C>A$ 2) Genişliği büyük olanın ilerleme hızı büyük olması ile en hızlı A ve C 3) Birinin genişliğinin birinin genliğinden fazla olması ile A ve B eşit 4) Genliği en az olan A'nın en hızlı olması 5) A ve C'nin genişliğinin aynı ve B'den genişlikleri büyük olduğundan $A>C>B$ 6) C ve A'nın genişliğinin aynı, ancak genliklerinin farklı olması ile $v=\lambda.f$ formülünden $C>A>B$ |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|-----------------------|--|
| Soru No: | 4 |
| Doğru Yanıt | Halatın kütle ve gerginliği değişmediğinden hızın değişmeyeceğini ve frekans artışının sadece dalga boyunun azalmasına neden olabileceğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Hız değişmez, dalga boyu azalır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Frekansın artması ile hızın artması ve dalga boyunun azalması 2) Frekans artması ile hızın artması ve dalga boyunun artması 3) Frekans artması ile hızın artması ve dalga boyunun değişmemesi 4) Karşılıklı atmaların birbirini söndürmesi ve hız ile dalga boyunun sıfırlanması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|-----------------------|--|
| Soru No: | 5 |
| Doğru Yanıt | İletilen ve yansıyan atmanın genliğinin gelen atmanın genliğinden küçük olduğunu, kalın bir yaydan ince bir yaya iletilen bir atmanın hız ve genişliğinin artacağını, yansıyan atmanın hız ve genişliğinin gelen atma ile aynı olacağını ve gelen atmanın genliğinin yansıyan ve iletilen atmadan büyük olduğunu ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) İletilen ve yansıyan atmanın genliği, gelen atmanın genliğinden küçüktür. Kalın bir yaydan ince bir yaya iletilen bir atmanın hızı ve genişliği artar. Yansıyan atmanın hızı ve genişliği gelen atma ile aynıdır. Gelen atmanın genliği yansıyan ve iletilen atmadan büyüktür. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Kalından inceye geçen atmanın hızının ve genişliğinin azalması 2) Kalından inceye geçen atmanın hızının artması ve genişliğinin azalması 3) Kalın bir yaydan ince bir yaya iletilen bir atmanın hızının artması ve genişliğin değişmemesi |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|-----------------------|--|
| Soru No: | 6 |
| Doğru Yanıt | Y baş yukarı, X baş aşağı halde aynı hızda oldukları ve atmaların sadece yönleri değişerek aralarında dört birim mesafe olduğunu ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Y baş yukarı, X baş aşağı halde aynı hızlarında oluyolar. Atmaların sadece yönleri değişmiş oluyor ve aralarında yine dört birim mesafe kalıyor. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) X ve Y atmaları ilerlerken bir baş aşağı bir baş yukarı dalga hareketi yapması ve sabit uca geldiklerinde hangi yöndeyseler ters dönerek yansımaları ama bu şekilde sürekli bu hareketi yapacaklarından enerjilerinin gittikçe azalması, en son söndürülerek ikisinin de düz çizgi haline gelmesi 2) Son durumda Y baş yukarı, X baş aşağı halde olması ve bu iki atmanın birbirini söndürmesi |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|-----------------------|--|
| Soru No: | 7 |
| Doğru Yanıt | Su yüzeyinde oluşan doğrusal dalganın bir doğrultuda, dairesel dalganın her doğrultuda ilerlediğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Doğrusal su dalgaları düz bir çubuğu suya deşdirdiğimizde oluşmakta ve dalgalar bir doğrultuda eşit hızla yayılmaktadır. Dairesel su dalgaları ise noktasal bir kaynakla oluşmakta ve dalgalar her doğrultuda eşit hızla yayılmaktadır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Doğrusal dalgalar her yöne ilerlerken, dairesel dalgalar merkezden dışarı doğru halkalar halinde büyüyerek ilerlemesi 2) Doğrusal dalgalar kıyıya doğru ilerlerken, dairesel dalgalar merkezden dışarı doğru halkalar halinde büyüyerek ilerlemesi |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|-----------------------|--|
| Soru No: | 8 |
| Doğru Yanıt | Parabolik engelin odak noktasından gönderilen periyodik dairesel dalgaların engelden yansıdıktan sonra düzlem dalgalar halinde yansıyacağını ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Parabolik engelin odak noktasından gönderilen periyodik dairesel dalgalar, engelden düzlem dalgalar olarak yansır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Parabolik engelin odak noktasından gönderilen periyodik dairesel dalgaların, öncelikle merkezde toplanması ve merkezden itibaren sola bombelenerek dalgaların yansması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 9 |
| Doğru Yanıt | Doğrusal su dalgalarının düz engelden aynı doğrultuda yansıyacağını ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Doğrusal su dalgaları, düz bir engele çarptıktan sonra aynı doğrultuda geri yansır. Eğer doğrusal su dalgaları düz bir engele belirli bir açı ile gelirse de, engel ayna gibi düşünülür ve ışığın yansıma yasaları geçerli olacak şekilde yansır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Doğrusal su dalgalarının, düz bir engele çarptıktan sonra dalgaların bombelenerek yansması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 10 |
| Doğru Yanıt | Su derinliğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Su derinliği |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Kaynak 2) Cismin ağırlığı 3) cismin şekli 4) Suyun yoğunluğu 5) Suyun sıcaklığı |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 11 |
| Doğru Yanıt | Sıralamanın S, Y, M şeklinde olduğunu ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) S en derin ve M en sığ bölgededir. Sıralama S, Y, M şeklindedir. Çünkü derin olan bölgede dalganın hızı ve dalga boyu diğerlerine göre daha büyük olur. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Derin bölgelerde atomlar arasından ilerleme güçleştiği ve hız azaldığından M en derin bölge 2) S en derin ve M en sığ bölge |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|-----------------------|---|
| Soru No: | 12 |
| Doğru Yanıt | Dalganın hızı ve dalga boyunun azalacağını, frekansın değişmeyeceğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Leğendeki su miktarı azaltılırsa, dalganın hızı ve dalga boyu azalır. Frekans ise değişmez. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Leğendeki su miktarı azaltılırsa, dalganın hızı ve dalga boyunun artması 2) Leğendeki su miktarı azaltılırsa, dalganın dalga boyu ve frekansının değişmemesi 3) Leğendeki su miktarı azaltılırsa; dalganın hızının artması, dalga boyunun azalması 4) Leğendeki su miktarı azaltılırsa; dalganın genliği ve enerjisinin azalması, frekansın değişmemesi ve dalga boyunun artması 5) Leğendeki su miktarı azaltılırsa; dalganın hızı ve frekansının artması, dalga boyunun azalması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 13 |
| Doğru Yanıt | Katıların titreşerek sesi daha hızlı ilettiğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Katılar titreşerek sesi daha çabuk iletiyor. Ayak sesi ile direk katıya titreşim vermiş oluyorsun, ama ses gaz ortamında yayılıyor. Katının sesi daha çabuk ilettiği düşünüldüğünde, ayak sesini bu nedenle daha rahat işitiriz. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ayak sesleri bize daha yakın mesafe olduğundan çabuk işitilmesi |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 14 |
| Doğru Yanıt | Sesin boşlukta yayılamayacağını ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ses boşlukta yayılmaz. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Sesin boşlukta yayılması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 15 |
| Doğru Yanıt | Bir cismin ses patlaması yaratması için ses hızından hızlı olması gerektiğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ses hızından hızlı olması gerekmektedir. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Işık hızında olması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 16 |
| Doğru Yanıt | Mobil telefonların haberleşme sisteminin elektromanyetik dalgalar aracılığıyla olduğunu ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Mobil telefonlarda haberleşme sistemi elektromanyetik dalgalar aracılığıyla sağlanmaktadır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | - |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |
| Soru No: | 17 |
| Doğru Yanıt | Düşük şiddetli bir sesle bardağın kırılmayacağını ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Bardağın kırılabilmesi için ses şiddeti yüksek olmalıdır. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ses farklı frekanslarda aynı ses yüksekliğine sahip olmadığından bardağın kırılmaması 2) Farklı frekanslarda sesin basıncının değişmesi 3) Bardağın belirli bir ses tınısında kırılması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

| | |
|-----------------------|--|
| Soru No: | 18 |
| Doğru Yanıt | Sesin titreşerek dalgalar halinde yayıldığını ve ses yalıtımı yapılması gerektiğini ifade eden yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Ses titreşerek dalgalar halinde yayılmaktadır. Sesin duyulmaması için ses yalıtımının yapılması, yani hava moleküllerinin boşluklarda kalacağı cam yünü, köpük vb. malzemelerin ya da çift camların kullanılması gerekmektedir. |
| Yanlış Yanıt | Yanlış yanıtlar |
| Örnek Yanıtlar | 1) Sesin yayılmasının duvardaki boşluklara bağlı olması ve boşluk ne kadar fazlaysa sesin duyulabilme ihtimalinin bu şekilde artması 2) Sesin kapı aralığından geçerek doğrusal yayılması 3) Sesin duyulmasının duvarın inceliğine ve kalınlığına bağlı olması |
| Yanıtsız | Soruya ilişkin herhangi bir açıklama yapılmaması |

EK-I: Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeli Yarı-Yapılandırılmış Sorular

1. Fizik derslerinde ne tür etkinlikler yapıyorsunuz? (Deney, gözlem, proje çalışması vs.)
2. Fizik dersleri sizce nasıl işlenmeli ve derste ne tür etkinliklere yer verilmelidir?
3. Fizik dersinde yeni karşılaşacağın bir konuya hazırlanmak için neler yapardınız? Açıklayınız.
4. Fizik dersinde öğrendiğiniz bilgileri günlük yaşamda nasıl kullanıyorsunuz? Nerelerde bilgilerinizden faydalanıyorsunuz? Açıklayınız.
5. Fizik derslerinde yapmayı en çok sevdiğin etkinlikler nelerdir? Açıklayınız.
6. Fizik derslerinde yapılması en zor etkinlikler nelerdir? Açıklayınız.
7. Fizik derslerinde bir konunun öğrenimi ile ilgili karşılaşılan bir sorunu çözmek için sizce nasıl bir yol izlenmelidir? Açıklayınız.
8. Bir bilim insanı ileri sürdüğü hipotezini ispatlamak için sizce nasıl bir yol izleyerek bilimsel çalışmalarını yürütmelidir? Açıklayınız.

EK-İ: Etkinlik 1'in Etkinlik Kağıdı

1. Sınıftan gönüllü olan üç arkadaşınız ip atlamaktadırlar.



Aralarından birini okul müdürünün çağırdığını düşünüyoruz ve arkadaşınız gruptan ayrılıyor. Diğer iki arkadaşınız ipi sallamaya devam ediyor.

- a) Bu iki arkadaşınızın ipi kullanarak yaptığı hareketi çizerek yorumlayınız ve günlük hayattan örneklerle bu hareketi ilişkilendiriniz.
- b) Sizce atma nedir? Açıklayınız.
- c) Sizce periyodik dalga nedir? Açıklayınız.
- d) Sizce atmanın sabit uçtan yansıması nasıl olur, çizerek açıklayınız.
- e) Sizce atmanın serbest uçtan yansıması nasıl olur, çizerek açıklayınız.



Deney sonrası:

Animasyon sonrası:

Etkinlik sonrası:

2. Aşağıdaki şekilde bir hastanın kalp grafisi yer almaktadır.
- a) Hastanın kalp grafisinin düzenli hareketini yorumlayınız.
- b) Sizce bir atmanın hızı nelere bağlı olarak değişebilir?

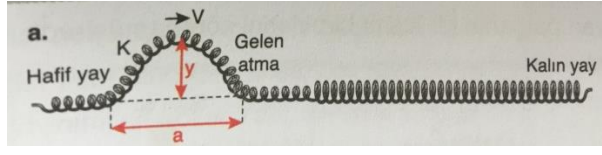


Deney sonrası:

Animasyon sonrası:

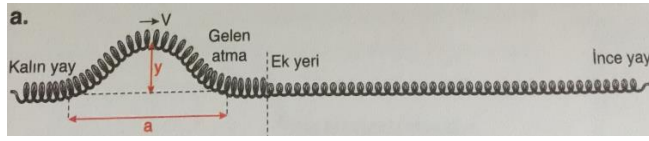
Etkinlik sonrası:

EK-J: Etkinlik 2'nin Etkinlik Kağıdı



1.

İnce bir yaydan kalın bir yaya gönderilen atmanın yansıması ve iletilmesi sizce nasıl olur? Yansıyan ve iletilen dalgayı çizerek açıklayınız.



2.

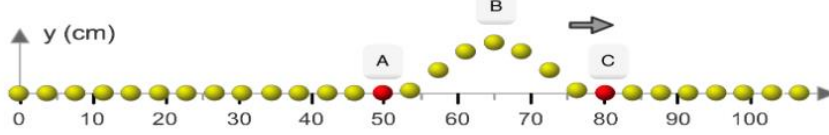
Kalın bir yaydan ince bir yaya gönderilen atmanın yansıması ve iletilmesi sizce nasıl olur? Yansıyan ve iletilen dalgayı çizerek açıklayınız.

EK-K: Etkinlik 2'nin Etkinlik Kağıdı2

Aşağıdaki tabloda yer alan ifadeleri doğru ya da yanlış olarak işaretleyiniz.

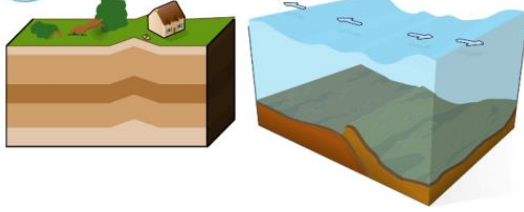
Maddeler; **Doğru Yanlış**

Mekanik bir dalga yay boyunca iletildiğinde enerji taşır.

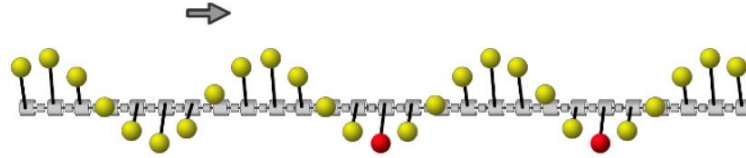


Atma üzerindeki B noktası yukarı yönde titreşim hareketi yapar.

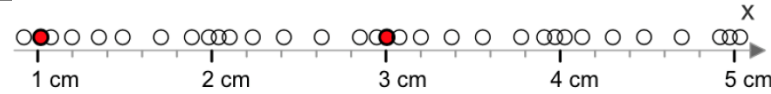
Enine dalgaların yayılma doğrultusu ile titreşim doğrultusu birbirine paraleldir.



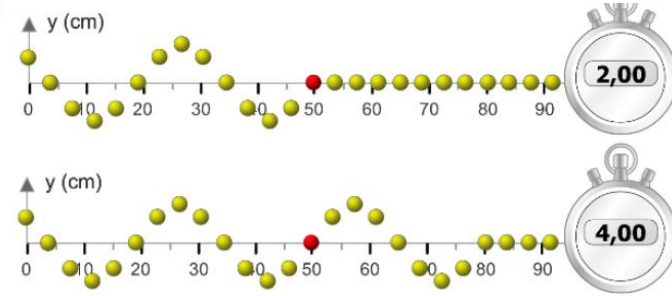
Şekilde gösterilen iki dalgada eninedir.



Yay üzerindeki kırmızı noktaların titreşimi aynı fazdadır.



Boyuna dalga üzerindeki kırmızı noktalar arasındaki uzaklık bir dalga boyu kadardır.



Sayaçlar kırmızı renkli noktaların aynı konuma gelene kadar geçen süreyi göstermektedir. Buna göre zamanlar arasındaki fark frekansı göstermektedir.

Periyodik dalganın dalga boyu, frekansı ve hızı arasındaki ilişki $\lambda = c.f$ dir.

EK-L: Etkinlik 3'ün Etkinlik Kağıdı

1. Az önce tsunami ve telefonun göle düşürülmesi olayında su dalgalarının hareketini gözlemlediniz. Peki doğrusal ve dairesel su dalgalarının ilerlemesi esnasında dalgaların yandan görünüşü sizce nasıl olur?

.....
.....
.....
.....

2. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının **düzlem** bir engele çarpması sonucunda sizce nasıl bir görüntü ortaya çıkar? Çizerek açıklayınız.

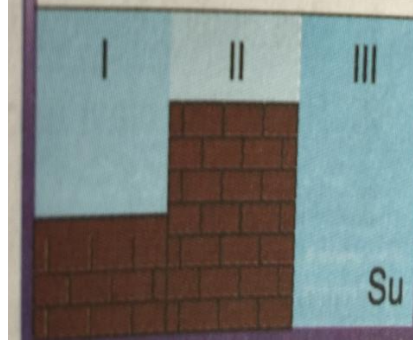
.....
.....
.....
.....

3. Doğrusal ve dairesel su dalgalarının **parabolik (tümsek ve çukur engel)** bir engele çarpması sonucunda sizce nasıl bir görüntü ortaya çıkar? Çizerek açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

EK-M: Etkinlik 4'ün "Tahmin Et Bakalım.." Formu

1. Düşey kesiti şekildeki gibi olan bir kap su doludur. Doğrusal bir dalga kaynağı ile oluşturulan dalgaların üstten görünüşü sizce nasıl olmalıdır?



1. Problem için tahminleriniz:

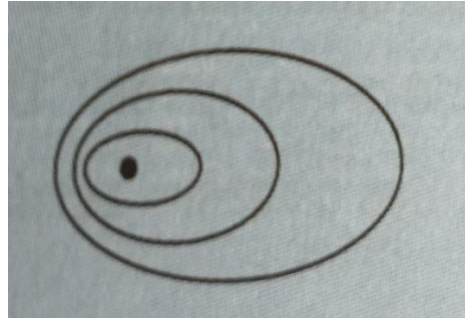
.....

.....

.....

.....

2. Bir kaptaki suya yukarıdan eşit aralıklarla su damlatıldığında oluşan dalgaların üstten görünümü şekildeki gibidir. Buna göre kabın düşey kesitten görünümünü sizce nasıldır?



2. Problem için tahminleriniz:

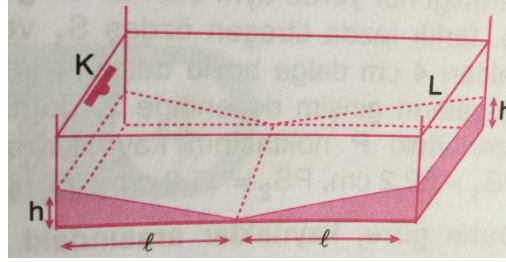
.....

.....

.....

.....

3. Şekildeki gibi derinliği değişen bir dalga leğeninde K-L arası periyodik dalgalar yayılmaktadır. Suyun yüzeyine yukarıdan bakan bir gözlemci, sizce dalgaları nasıl görür?



3. Problem için tahminleriniz:

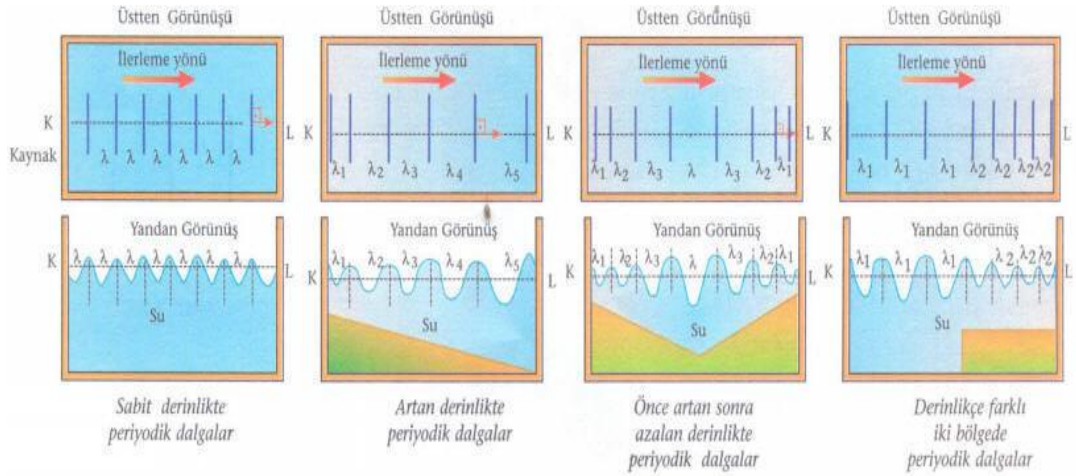
.....

.....

.....

.....

Göze: Öğrencilerin tahminleri alındıktan sonra cevabı içinde barındıran görsel öğrencilere gösterilir.



Açıkla: Öğrenciler tahminleri ile gözlem sonuçlarının eşleşip eşleşmediğini kontrol eder ve aşağıda yer alan soruları cevaplamaları istenir.

Görsel aracılığıyla problemlerin yanıtlarını gördünüz. Bu sonuçlar tahminleriz ile uyum sağlıyor mu? Tahminlerinizde yanlışlık varsa bunun sebebi sizce ne olabilir?

1. Problem durumu:

.....
.....
.....
.....

2. Problem durumu:

.....
.....
.....
.....

3. Problem durumu:

.....
.....
.....
.....

EK-N: Etik Komisyonu Onay Bildirimi



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Genel Sekreterlik

Sayı : 76000869/ 431 - 3807

EĞİTİM FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Fakülteniz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü öğretim üyelerinden **Prof. Dr. Celal BAYRAK** danışmanlığında doktora programı öğrencisi **Arş. Gör. Sevim BEZEN** tarafından yürütülen “**Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ile Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre İşlenmesi: Bir Eylem Araştırması**” başlıklı tez çalışması, Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **07 Kasım 2017** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Rahime M. NOHUTCU
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

EK-O: Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.22383424
Konu : Araştırma İzni

26.12.2017

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) 12/12/2017 Tarihli ve 51944218/2509 sayılı yazınız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı doktora programı öğrencisi Sevim BEZEN'in "**Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ile Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre İşlenmesi: Bir Eylem Araştırması**" kapsamında uygulama talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüş ve uygulamanın yapılacağı İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bilgi verilmiştir.

Görüşme formunun (55 sayfa) araştırmacı tarafından uygulama yapılacak sayıda çoğaltılması ve çalışmanın bitiminde bir örneğinin (cd ortamında) Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme (1) Şubesine gönderilmesini rica ederim.

Vefa BARDAKCI
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Konya yolu Başkent Öğretmen Evi arkası Beşevler ANKARA
e-posta: istatistik06@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için
Tel: (0 312) 221 02 17/135-134

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 9891-51f2-3c8b-bfe8-9651 kodu ile teyit edilebilir.

EK-Ö: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

01/07/2019

Sevim BEZEN

EK-P: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

01/07/2019

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre İşlenmesi: Bir Eylem Araştırması

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

| Rapor Tarihi | Sayfa Sayısı | Karakter Sayısı | Savunma Tarihi | Benzerlik Oranı | Gönderim Numarası |
|--------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| 30/06/2019 | 310 | 472464 | 27/06/2019 | %9 | 1148122822 |

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Sevim BEZEN

Öğrenci No.: N13243608

Ana Bilim Dalı: Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi

Programı: Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi-Doktora

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI



UYGUNDUR.

Prof. Dr. Celal BAYRAK

EK-R: Dissertation Originality Report

01/07/2019

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Secondary Science and Mathematics Education

Thesis Title: Teaching The Waves Through 5E-Learning Model Supported by Investigation-Based Learning Approach: An Action Research

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

| Time Submitted | Page Count | Character Count | Date of Thesis Defense | Similarity Index | Submission ID |
|----------------|------------|-----------------|------------------------|------------------|---------------|
| 30/06/2019 | 310 | 472464 | 27/06/2019 | %9 | 1148122822 |

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Sevim BEZEN
Student No.: N13243608
Department: Secondary Science and Mathematics Education
Program: Secondary Science and Mathematics Education-Ph.D.
Status: Masters Ph.D. Integrated Ph.D.

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
Prof. Dr. Celal BAYRAK

EK-S: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü/ Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

01 /07 /2019

Sevim BEZEN

"*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*"

(1) *Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*

(2) *Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*

(3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir

