

Su Dalgaları Konusunda Bir Kavram Ölçme Aracının Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi

(Development and Evaluation of a Concept Instrument on Water Waves)

Arzu ARSLAN BUYRUK^{a23}, Feral OGAN BEKİROĞLU^b

(a) İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, İstanbul

(b) Marmara Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, İstanbul

Özet

Bu çalışmada su dalgaları konusunda geliştirilen kavram envanterinin geçerlilik ve güvenilirlik analizleri lise ve üniversite öğrencileri için yapılmıştır. Literatür incelendiğinde mekanik dalgalar konusunda kavram envanteri olmasına rağmen su dalgaları konusunda yeterli sayıda bulunmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle bu çalışmanın birinci amacı, su dalgaları konusunda kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya yönelik bir kavram envanteri ve cevapların açıklamalarının da değerlendirilmesi için bir rubrik geliştirmektir. Bu kavram envanteri iki aşamalıdır: İlk aşamada öğrenciler cevabını seçer, ikinci aşamada cevabının gerekçesini açıklar. Çalışmanın ikinci amacı cevapların gerekçeleri puanlandığında birinci aşamadaki madde güçlüklerinin nasıl değiştiğini göstermektir. Üçüncü amacı da lise ve üniversite öğrencileri arasında madde güçlüğü açısından bir farklılık olup olmadığını belirtmektir. Son olarak da bu kavram ölçme aracında hangi kavram yanlışlarının ortaya çıktığını belirlemektir. Bu amaçlar için Treagust'un ölçme aracı geliştirme süreçleri izlenmiştir. Sadece doğru ilk aşama için yapılan madde güçlük değerleri genellikle “kolay” ve “orta kolay” aralığında çıkarken, ikinci aşama dahil edildiğinde ortaya çıkan madde güçlük değerleri “zor” aralığında çıkmıştır. Ayrıca lise ve üniversite öğrencileri arasında soruların madde güçlüklerinde farklılık çıkmamıştır. Öncüllerden sonuç çıkarma ile ilgili sorularda öğrencilerin bilimsel sonuçlara ulaşması zor olmuştur. Bu sonuçlar her iki seviyedeki öğrencilerin soruların doğru cevabını seçebildiklerini fakat onların bilimsel açıdan kabul edilebilir, kapsamlı ve tutarlı açıklama yapmakta zorlandığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Su dalgaları kavram ölçme aracı, rubrik, açıklama kalitesi, madde güçlüğü.

Abstract

In this study, we conducted the validity and reliability analysis of the concept inventory on water waves. Our Subjects were high school and university students. In literature, although there were many concept inventories about mechanical waves, the ones about water waves were limited. Therefore, we aimed to develop an inventory for diagnosing misconceptions about water waves and a rubric for evaluation. This concept inventory had two stages: In the first stage, the students selected the answer and in the second stage they explained the reason for the answer. The second aim of the study was to show how item difficulties changed in the first stage when the reasons for the answers were scored. The third aim was to determine whether there was a difference between high school and university students in terms of item difficulties. The last aim was to diagnose students' misconceptions about water waves. We followed Treagust's concept test development processes. Item difficulty values for the first stage were generally in the range of “easy” and “medium easy”, when we included the second stage, it was in the “difficult” range. Moreover, there was no difference between the high school and university students in terms of item difficulties. It has been difficult for students to reach scientific conclusions about the inferences from the premise. These results show that students at both levels can choose the correct answer to the questions but find it difficult to provide a scientifically acceptable, comprehensive and consistent explanation.

Keywords: Water Waves Concept Inventory, Rubrics, Qualities of Explanations, Item Difficulties.

²³ Araştırma Görevlisi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, arzfizik@gmail.com

Giriş

Literatür incelendiğinde mekanik dalgalar konusunda kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya yönelik çeşitli testler bulunmuştur (Barniol & Zavala, 2016; Caleon & Subramaniam, 2010; Wittman, 1998); fakat su dalgaları ile ilgili kavramları ölçen testler yok denecek kadar azdır. Yalçın (2008) su dalgaları konusunda işbirlikçi öğretim konusunda çalışmıştır. Özdemir (2015) dalgalar konusunda yapılandırmacı öğretim etkinlikleri yapmıştır. Her iki kişinin çalışmasında kullandığı kavram testinde su dalgaları konusundaki sorular, su dalgalarının engelden yansımaları boyutunu içermektedir. Bezen (2019) su dalgasının derinlik ve hız ile ilişkisini kavramsal düzeyde sorgulayan çalışma yapmıştır. Bu çalışmada da tsunami ile bağlantı kurarak, su dalgalarının yayılma şekli ve hızı hakkında sorular içeren su dalgaları konusunda bir kavram ölçme envanteri geliştirmek amaçlanmıştır.

Su dalgaları konusu hem ışığın suda kırılmasını hem de mekanik dalgaların doğasını içermektedir. Su dalgaları MEB Müfredatında 10. Sınıfta yer almaktadır. 10. Sınıflarda optik konusundan önce su dalgalarının engelden yansımaları konusu üzerinde durulmaktadır. Optik Ünitesi ve Dalgalar Ünitesi arasında kalan su dalgaları konusundaki kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması ve bu yanlışların giderilmesi her iki konunun anlaşılmasında faydalı olacaktır. Su dalgaları konusunda kavramsal bilgiyi ve kavram yanlışlarını tespit etmek için bu kavram envanterinin geliştirilmesi önemli görülmüştür.

Bu çalışmanın amaçları şu şekilde sıralanabilir: Su dalgaları konusunda kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya yönelik bir kavram envanteri geliştirmek; bu kavram ölçme aracındaki sorulara verilen cevapların açıklamalarının da değerlendirilmesi için bir rubrik geliştirmek; bu ölçme aracındaki sorulara sadece işaretleme yapılması durumunda ve açıklamaları ile incelendiği durumda madde güçlüklerinin nasıl değiştiğini göstermek; ve lise ve üniversite öğrencileri arasında soruların madde güçlükleri açısından bir farklılık olup olmadığını tespit etmektir. Son olarak da bu kavram testinde hangi yanlışların ortaya çıktığını bulmaktır. Bu amaçları gerçekleştirmeye yönelik aşağıdaki araştırma soruları oluşturulmuştur:

Su dalgaları konusunda geliştirilen kavram ölçme envanteri su dalgaları konusunu yeterli düzeyde temsil etmekte midir?

Kavram ölçme envanterini değerlendirmek için geliştirilen rubrikte farklı değerlendiriciler arası uyum nasıldır? Kavram ölçme envanterindeki soruların sadece doğru cevap işaretlenmesi ile nedenlerinin puanlanması durumundaki madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri farklılık göstermekte midir? Nasıl?

Sadece doğru cevabın işaretlenmesi ile değerlendirilen madde güçlükleri nedenlerin puanlandırılması durumundaki madde güçlüklerini nasıl etkilemiştir?

Kavram ölçme envanterindeki soruların güçlüğü üniversite ve lise öğrencileri için farklılık göstermekte midir? Nasıl?

Kavram ölçme envanteri su dalgaları konusunda hangi kavram yanlışlarını ortaya çıkarmıştır?

Öğrencilerin açıklamalarının değerlendirildiği rubriğin bilimsel doğruluk, yeterlilik ve tutarlılık boyutlarından hangilerinde öğrenciler yüksek ve düşük puanlar almıştır?

Yöntem

Bu kavram envanterinin geliştirilmesinde nicel ve nitel yöntemler bir arada kullanılmıştır. Bu envanter doğru olduğu düşünülen sorulara verilen cevapların açıklamalarını da rubrikler ile değerlendirmektedir. Bu kısımlar çalışmanın baskın olan nitel kısmını içermektedir. Madde güçlüğü ve madde ayırt edicilik için nicel yöntemlerden faydalanılmıştır.

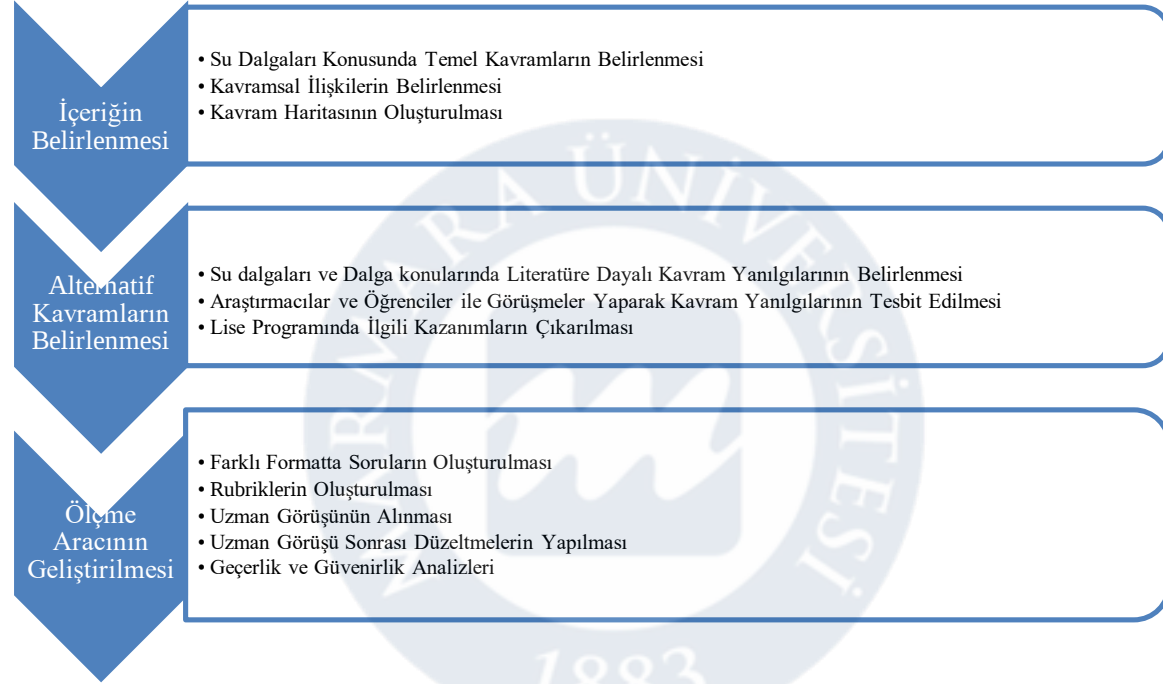
Bu kavram envanteri 10. sınıf öğrencilerine uygulanmak için geliştirilmiştir. Bu sebeple öncelikle uygulamanın yapılmayacağı 27 kişiden oluşan 10. sınıf öğrencilerine pilot olarak uygulanmıştır. 10. sınıf öğrencilerine uygulanırken aynı zamanda farklı eğitim seviyesindeki öğrenciler için uygunluğunu test etmek ve 10. sınıflar ile karşılaştırma yapabilmek için üniversite ikinci sınıf fizik öğretmenliği öğrencilerine de uygulanmıştır. Kişi sayısı 24 kişidir.

Bu çalışmada kavram envanteri geliştirilirken Treagust (1988) tarafından geliştirilen ve Şekil.1’de aşamaları verilen yaklaşımdan faydalanılmıştır.

1.AŞAMA: İçeriğin Belirlenmesi

2.AŞAMA: Alternatif Kavramların Belirlenmesi

3. AŞAMA: Kavram Envanterinin Geliştirilmesi



Şekil 14. Treagust (1988)’den Uyarlanarak Yapılan Kavram Envanterinin Geliştirilme Süreci

Geliştirilen envantere su dalgaları konusu, dalgalar konusundaki temel kavram yanılgıları ile başlayarak, tsunami gibi bir olguyla karşılaştırılarak, su dalgalarının yayılma şekli ve suyun farklı derinliklerindeki hızı ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca envanterin son kısmında öncüllerden sonuç oluşturma kısmı yer almaktadır. Şekil.1’de de görüldüğü gibi kavram envanteri geliştirilirken önce lise 10. Sınıf programının incelenmesi ve su dalgaları konusundaki kavram yanılgıları literatür araştırması sonucunda su dalgaları konusunda temel kavramlar belirlenmiştir. Sonrasında MEB Programı incelenmiştir. Su dalgaları konusundaki kazanımlar ve su dalgalarının 10. Sınıfta nasıl işlendiği ortaya çıkarılmıştır. Kavram yanılgıları konusunda kaynaklardan yararlanılmıştır (Güneş, 2017).

Kavram envanterinin geliştirilmesinde aşağıdaki kavram yanılgıları dikkate alınmıştır:

«Dalgalar enerjiye sahip değildir.»

«Tüm dalgalar hareket etmek için mutlaka bir ortama ihtiyaç duyar.»

«Su, dalga ile beraber bir doğru boyunca ileriye doğru hareket eder.»

«Dalgalar madde taşır.»

«Tsunami ve su dalgasını oluşturan kaynaklar aynıdır.»

«Derin sularda da sığ sularda da su dalgasının hızı aynıdır.»

«Dalga boyu dalganın yüksekliğidir.»

«Su dalgası çembersel hareket etmez.»

«Işık suya geldiğinde, su ışığı yansıtır.»

Listelenen kavram yanılgılarından da yola çıkarak bir adet üniversite fizik öğretmenliği öğrencisi, iki adet lise öğrencisi ile su dalgaları konusunda tespit edilen üç farklı soru ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Burada su dalgalarının tsunami gibi dalgaların özellikleri ile karıştırıldığı, ışık dalgasının suda kırılması yerine yansması yüzünden su dalgası desenleri ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır. Buradan elde edilen veriler ile kavram envanterinde yer alan sorular oluşturulmuştur. Aşağıda öğrenci görüşmesi ile ilgili bir kesit sunulmuştur:

“ Arş: Sen bir tsunami olayını düşün. Mesela orada büyük hasarlar ortaya çıkıyor. Bu durumda dalganın hızı mı etkilidir?

Öğrenci: Tabiki. Dalganın hızı şiddeti belirler.

Arş: Peki neden kıyılara yaklaşınca kocaman dalgalar oluşuyor hasar verir?

Öğrenci: Çünkü derinlik azalıyor.

Arş: Peki derinlik azalınca ne oluyor?

Öğrenci: (Düşünür). Azalınca kıyıya eeee teması azalıyor. Bitim noktasına geliyor. Bir leğeni sallarsam mesela leğenin kıyılarına gelince çarpıyor gibi düşündüm.

Arş: Dalga boyu kıyıda mı daha fazladır yoksa kıyıdan uzakta mı?

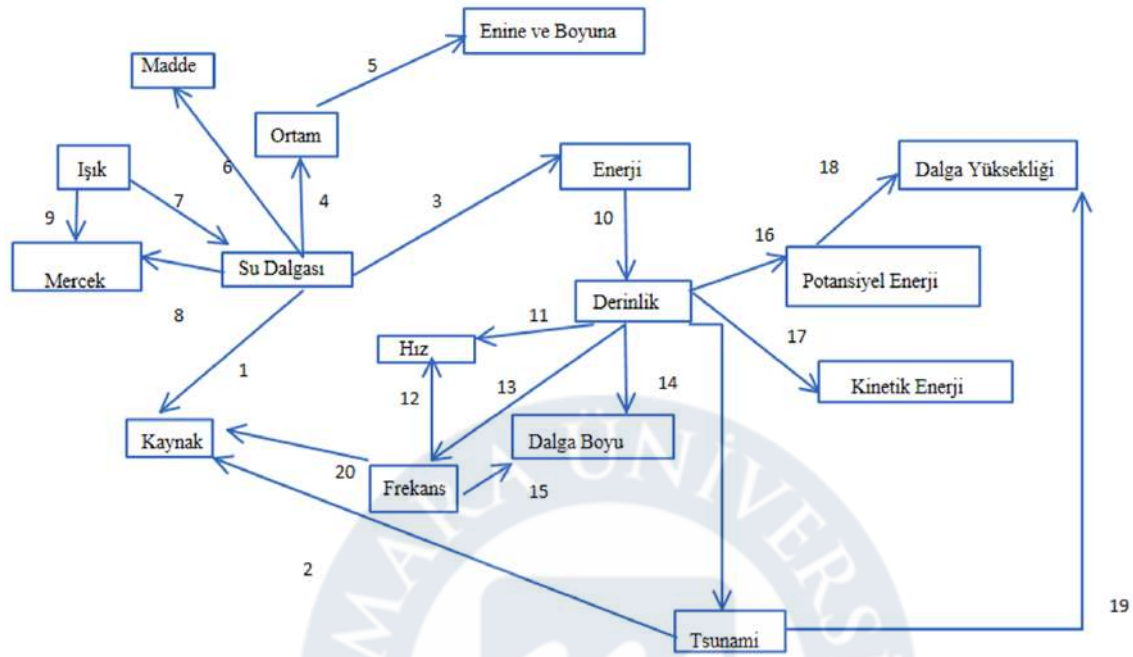
Öğrenci: Kıyıda daha fazladır.

Arş: Neden böyle düşündün peki?

Öğrenci: Derinlik azaldıkça su basıncı artabilir. Su basıncı arttıkça da dalga boyu yükselir.”

Buradan çıkarılan sonuç öğrencinin dalga boyu ile dalga yüksekliğini birbirine karıştırmasıdır. Farklı derinliklerde suyun hızı ve dalga boyu hakkındaki kavramların da netleştirilmesi gerekmektedir.

Kavram envanteri geliştirilmeden önce su dalgaları konusunda bazı temel kavramlar ve onlar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu ilişkiler ile birlikte Şekil.2’deki kavram haritası oluşturulmuştur. Su dalgası konusundaki kavramlar listelenmiştir ve oluşturulmuştur.



Şekil 15. Su Dalgaları Kavram Envanterinin Geliştirilmesinde Kullanılan Kavram Haritası

Şekil 2'deki Kavram Haritasının Açıklaması

- 1) Su dalgasının kaynağı rüzgar vs. gibi dış faktörlerdir.
- 2) Tsunaminin kaynağı deniz tabanındaki depremlerdir.
- 3) Su dalgası enerjiye sahiptir. Enerjiyi iletir.
- 4) Su dalgası yayılmak için ortama ihtiyaç duyar.
- 5) Su dalgası ortam içinde enine-boyuna yayılır.
- 6) Su dalgası madde taşımaz.
- 7) Işık su dalgasında kırılır.
- 8) Su dalgası ışık geldiğinde mercek gibi davranır.
- 9) Mercekler ışığı toplar ya da dağıtır.
- 10) Su dalgası enerjisi derinlikle değişir.
- 11) Derinlik ile hız doğru orantılıdır.
- 12) Aynı kaynaktan frekans hızı değişmez.
- 13) Derinlik frekansı etkilemez.
- 14) Derinlik arttıkça dalga boyu artar.
- 15) Aynı kaynaktan frekans dalga boyunu etkileyemez.
- 16) Derinlik azaldıkça potansiyel enerji artar.
- 17) Derinlik arttıkça kinetik enerji artar.
- 18) Potansiyel enerji artınca dalga dalganın dalga yüksekliği artar.
- 19) Tsunaminin dalga yüksekliği kıyıda daha fazladır.

20) Frekans sadece su dalgası oluşturan kaynaktan etkilenir.

Bu kavram envanterinde üç farklı tip soru bulunmaktadır. Birinci tip Doğru/Yanlış tipi sorulardır. Öğrencilerden bir ifade hakkında doğru ya da yanlış diye işaretlemeleri ve neden bu işaretlemeyi yaptığını istenmektedir. İkinci tip soru ise çoktan seçmeli sorudur. Öğrencilerden yine işaretledikleri şıkkın açıklamasını yapmaları istenmiştir. Üçüncü tip soru ise öğrencilerin öncüllerden sonuca ulaşması ile ilgilidir. Öğrencilere iki farklı kutuda doğru ve yanlış ifadeler sunulmuştur. Bu iki kutudan birbiri ile ilişkili iki öncül seçip bir sonuca ulaşmaları istenmiştir.

Farklı tipte soru sorulmasının tercih edilme nedenleri aşağıdaki gibidir:

Doğru/Yanlış tipi sorular doğrudan söz konusu ifade hakkındaki bilgi ve görüşü ortaya çıkartmaktadır. Hazırlanması kolaydır ve şıkkı işaretlemek ve açıklama yazmak için de zaman kazandırmıştır.

Çoktan seçmeli iki soru farklı modeller üzerinden öğrencinin çeldiriciler ile var olan kavram yanlışsının ortaya çıkarılmasını sağlamıştır.

Öncül oluşturmaları soru grubu ise doğru ve yanlış öncülleri ayırt edip bu öncüllerden kendi bağlantılı ve ilişkili sonucunu çıkarmasını, nasıl akıl yürüttüğünü göstermesi bakımından önemli olmuştur.

Sorular oluşturulduktan sonra uzman görüşü kısmına geçilmiştir. Bu kavram envanterini bir alternatif ölçme-değerlendirme uzmanı öğretim üyesi, dalgalar konusunda ders vermiş bir öğretim üyesi ve rubrikler geliştirmiş ve bu konuda eğitim alanında çalışmaları olan bir öğretim üyesi incelemiştir. Onların verdiği ifadelerdeki düzeltmeler hakkındaki dönütleri sonrasında üniversite ve lisedeki öğrencilere envanter uygulanmıştır.

Kapsam Geçerliliği için literatür incelenmiştir. Muhtemel kavram yanlışları bulunmuştur ve uzman görüşleri ile desteklenmiştir. Bunun yanında öğrencilerin fizik dersindeki kazanımları ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Yordama Geçerliliği için bu ölçme aracıyla başarılı olan öğrencilerin su dalgaları konusunda farklı bir kavram ölçme aracıyla da başarılı olacağı varsayılmıştır. Yapı Geçerliliği için uzman görüşünde su dalgası sorularının öğrencilerin derslerindeki konularına uygunluğuna bakılmıştır. Sorular su dalgaları konusu ile ilgili bulunmuştur.

Sorular ve sorulara verilen açıklamaların değerlendirilmesi için Cronbach Alpha katsayısına bakılmıştır. Her bir soru, her bir bölüm için ayrı ayrı güvenilirlik incelenmiştir. Kavram ölçme aracının güvenilirlik analizleri dört farklı şekilde yapılmıştır:

- 1) Üniversite ve lise öğrencilerinin tamamı için
- 2) Sadece üniversite için
- 3) Sadece lise için
- 4) Her biri için maddelerin tek tek güvenilirlik değerlerine bakılmıştır.

Cronbach Alpha Değerleri üniversite ve lise öğrencilerinin tamamının ele alındığı analizlerde 0,92 çıkmıştır. Her bir madde analizinde madde çıkarıldığında güvenilirlik değeri düşmüştür. Sadece lise öğrencileri ile yapılan analizinde güvenilirlik değeri 0,92 çıkmıştır. Sadece üniversite öğrencileri ile yapılan analizinde ise güvenilirlik değeri 0,91 çıkmıştır. Maddeler tek tek incelendiğinde de güvenilirlik değerleri yüksektir.

Kavram envanterini değerlendirmek için 4 bölümden oluşan bir rubrik geliştirilmiştir. Bu kavram envanterinde öğrencinin işaretlediği cevabın açıklamasını yapması istenmiştir. Bu açıklamaların kalitesine göre de öğrenci sorulardan puan almıştır. Öğrencinin şans eseri doğru cevabı bulması riskinin azaltılması ve konuyu ne kadar biliyor olduğunu görmek için bu analize ihtiyaç duyulmuştur. Öğrencilerin açıklama kalitesinin kriterleri belirlenirken literatürden faydalanılmıştır: Johnson ve Blair (1994) savunulan argümanların kalitesini incelerken yeterlilik, ilişkililik, akla yatkınlık kriterlerinin önemini vurgulamıştır. Thagard (2008) da bir açıklama için kabul edilebilirlik, tutarlılık ve kapsamlılık kriterlerini önermiştir. Onların bu kriterleri bir araya getirilerek değerlendirme rubriği oluşturulmuştur.

Doğru/Yanlış ve Çoktan Seçmeli Sorular bu rubriğe göre değerlendirilmiştir. Son soru olan öncüllerden sonuca ulaşma için ayrıca bir rubrik oluşturulmuştur.

Rubriğin kriterlerinin uygunluğu için kavram envanterindeki uzmanların görüşü alınmıştır. Rubrikte bir açıklamanın kalitesini belirten kriterler literatürden de faydalanılarak, Tablo. 1’de de gösterildiği gibi şu şekilde belirtilmiştir: Soru doğru mu yanlış mı işaretlendi?, Soruya yapılan açıklama bilimsel açıdan doğru mu, kabul edilebilir mi?, açıklama kapsamlı ve yeterli mi?, açıklama ile sorunun cevabı tutarlı mı, ilişkili mi? Rubriğin kavram envanterini değerlendirmesi bakımından kriterlerinin bir açıklamayı değerlendirmesi ve bu kriterlerin de referanslarının olması sebebiyle yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Açık uçlu sorulara verilen açıklamaların yapıldığı diğer çalışmalara da bakıldığında bu rubriğin onlarla uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat o çalışmalar argümantasyon öncesi öğrencilerin kavramı ne derece bildiğine ilişkin kriterleri yansıtmadığı için yeni bir rubrik geliştirme ihtiyacı duyulmuştur.

Tablo.1’de rubriğin en yüksek alınabilecek puan kriterlerinden bir kesit verilmiştir:

Tablo 7. Açıklama Kalitesi İçin Oluşturulan Rubrikten Bir Kesit

Cevap Şıkkının Doğruluğu	Açıklamanın Bilimsel Açıdan Kabul Edilebilirliği	Açıklamanın cevap için yeterliliği	İşaretli Cevap ve Açıklamanın Birbiri ile Tutarlılığı/İlişkili	Toplam Puan
Doğru Cevap:1 Puan	3 Puan: Açıklama bilimsel söylem niteliğindedir. Bilimsel açıdan doğrudur.	3 puan: Açıklama bilimsel açıdan yeterlidir. Detaylandırmalar yeterlidir. Neden-sonuç ilişkisi kurulmuştur veya cevabı desteklemek için örnek kullanılmıştır.	3 puan: Açıklama ve işaretlenen şık birbiri ile ilişkilidir.	10 puan

Öncüllerden sonuç çıkarma ile ilgili kriterler için de Tablo.2’deki puanlama tablosu oluşturulmuştur:

Tablo 8. Öncüllerden Sonuç Çıkarma İle İlgili Soru İçin Oluşturulan Puanlama Tablosu

Koşullar	Puanlar
Konuyla bağlantılı öncül oluşturmuştur.	3 PUAN
Öncüller birbiri ile bağlantılıdır.	3 PUAN
Öncüller doğru olanlardan seçilmiştir.	3 PUAN
Doğru sonuca ulaşılmıştır.	3 PUAN
Geçerli bir argümana ulaşılmıştır.	3 PUAN

Rubriğin güvenilirliği için de farklı bir değerlendirmeci de aynı soruları değerlendirmiştir. Farklı değerlendiriciler arasındaki güvenirlik uyumu için de Grup İçi Korelasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı 0,86 olarak bulunmuştur. Sınıf içi korelasyon katsayısının kabul edilebilir değerleri aşağıdaki gibidir (akt Akkoca, 2012).

Tablo 9. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısının Yorumlanma Tablosu

Sınıf İçi Korelasyon Değerleri	Kabul Edilebilir Seviye
1.00 – 0.95	mükemmel uyum
0.94 – 0.85	yüksek uyum
0.84 – 0.70	orta düzeyde uyum
0.69 – 0.00	kabul edilemez düzeyde uyum

Bu değerlere göre 0,86 değeri yüksek uyumlu olarak görülmektedir.

Kavram envanterinde madde güçlükleri ve madde ayırt edicilikleri hesaplanmıştır. Değerlendirme yapılırken öğrencilerin farklı tipteki soruları doğru işaretlemeleri kadar, sorulara açıklama yapmaları ve bu açıklamalarının doğru, yeterli ve tutarlı olması beklenmiştir. Tablo.1’de de görüleceği gibi doğru/cevap tipi ve çoktan seçmeli tip sorularda doğru cevabı işaretlemesi 1 puan, açıklamanın her bir boyutu için 3 puan olmak üzere bir öğrencinin o sorudan alabileceği maksimum puan 10’dur. Madde güçlüğü hesaplamalarında önce öğrencinin doğru cevabı işaretleyip işaretlememesine göre analiz yapılmıştır. Açıklamalar için de bir sorudan alınan toplam puan 7-10 arasında olanların sayısına göre madde güçlüğü bulunmuştur. Doğru işaretleme 1 puan açıklamanın doğruluğu ve kabul edilebilirliği 2 ya da 3 puan, açıklamanın kapsamlılığı ve yeterliliği 2 veya 3 puan, açıklamanın tutarlılığı 2 ya da 3 puan olanlara göre bir sorudan en az 7 alanlar ve üstü şeklinde puanlara göre açıklamanın yapıldığı şekliyle sorunun madde güçlüğü bulunmuştur.

Bulgular

Madde güçlükleri her bir sorunun sadece doğru şıkkının işaretlenmesi ve açıklamaların değerlendirilmesi üzerinden hesaplanmıştır. Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 10. Kavram Envanterinin Sorularının Lise ve Üniversite Öğrencileri İçin Şık İşaretleme ve Açıklama Yazmaya Göre Yapılan Madde Güçlükleri

Soru	Lise Sadece İşaretleme	Ünv Sadece İşaretleme	Tamamı Sadece İşaretleme	Yorum	Lise Açıklam alı	Ünv Açıklamalı	Tamamı Açıklamalı	Yorum
1A	0,92	0,96	0,94	Kolay	0	0,13	0,16	Zor
1B	0,4	0,67	0,53	Orta	0,14	0,27	0,15	Zor
1C	0,92	1	0,97	Kolay	0,07	0,45	0,25	Ünv için Orta Kolay-Lise Zor
1D	0,48	0,70	0,59	Orta Kolay	0,18	0,25	0,23	Zor
1E	0,37	0,37	0,37	Orta Kolay	0,017	0,17	0,12	Zor
1F	0,89	0,79	0,84	Kolay	0,22	0,25	0,23	Zor
1G	0,3	0,29	0,29	Zor	0,04	0,08	0,06	Zor
1H	0,85	0,95	0,90	Kolay	0,11	0,08	0,1	Zor
1İ	0,5	0,5	0,5	Orta Kolay	0,14	0,08	0,12	Zor
1J	0,63	0,59	0,65	Orta Kolay	0,04	0,17	0,1	Zor

2	0,74	0,79	0,76	Orta- Kolay	0,26	0,5	0,37	Ünv İçin Orta Kolay-Lise Zor
3	0,48	0,7	0,59	Orta Kolay	0,18	0,29	0,23	Zor

Tablo.4'e bakıldığında sadece işaretlemelere göre yapılan madde güçlüğünde genel olarak lise ve üniversite öğrencileri için benzer zorluk değerleri çıkmıştır. 1A, 1C, 1F, 1H her iki seviye için de kolay çıkarken, 1B, 1D, 1İ, 1J, 2, 3. Soruları orta kolay çıkmıştır. 1G ise her iki seviye için de zor çıkmıştır. Kavram ölçme aracının sorularının tamamının güçlük değeri ayrıca hesaplanmıştır ve 0,66 ile orta kolay çıkmıştır.

Tablo 4.de açıklamalara göre yapılan madde güçlüğü analizlerinde ise güçlük değerleri zor değerlerinde olmuştur. Üniversite seviyesinde iki soru hariç kolaylık değeri olan soru yoktur. Bu durum öğrencilerin doğru işaretleme yapsa bile bilimsel doğru, yeterli ve tutarlı açıklama yapamadıklarını göstermektedir. Sadece 1C ve 2. Numaralı sorularda üniversite seviyesi için açıklamalara göre yapılan güçlük değeri orta kolay değerinde çıkmıştır. 1C sorusu mekanik dalgaların yayılmak için ortama ihtiyaç duyup duymadığı ile ilgili bir sorudur. 2 numaralı soru ise su dalgasının enine boyuna yayılım gösterirken maddeyi hareket ettirip ettirmeyeceği hakkındadır. Bu iki soru hakkında üniversite öğrencileri lise öğrencilerine göre biraz daha kaliteli açıklama yapabilmıştır denilebilir.

Madde ayırt edicilikleri her bir sorunun sadece seçeneğinin işaretlenmesi ve açıklamalarının değerlendirilmesiyle hesaplanmıştır Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Kavram Ölçme Envanterinin Tüm Sınıf Seviyeleri İçin Madde Ayırt Edicilik Özellikleri

SORU	MADDE AYIRT EDİCİLİĞİ	YORUM
1A	0,20	Üzerinde Çalışılmalı
1B	0,36	Oldukça İyi
1C	0,20	Üzerinde Çalışılmalı
1D	0,5	Çok İyi
1E	0,22	Üzerinde Çalışılmalı
1F	0,30	Oldukça iyi
1G	0,30	Oldukça iyi
1H	0,32	Oldukça iyi
1İ	0,5	Çok İyi
1J	0,23	Üzerinde çalışılmalı
2	0,32	Oldukça iyi
3	0,43	Oldukça İyi

Madde ayırt ediciliği değeri -1 ile +1 arasında değer alabilir, 0 olması maddenin konuyu bilen ile bilmeyen arasında ayırt yapamadığını gösterirken, +1 olması maddenin olması gereken gibi ifade edildiğini gösterir; 0.3 ile 0.5 arasında olması en istenen durumdur (Oosterhof, 1999, akt Ogan Bekiroğlu, 2004). Tablo. 5'de görüldüğü gibi maddelerin tamamı 0.3 ile 0.5 aralığında çıkmamıştır. Zor olması ve ayırt edicilik olarak hem üst hem de alt grupta üzerinde çalışılacak sorular envanterden çıkarılmamıştır. Burada kapsam geçerliliğinin düşeceği düşünülmüştür.

Açıklamaların puanlanması rubrikteki üç farklı kritere göre incelenmiştir. Üniversite ve lise öğrencilerinin aldıkları puanlar normallik dağılımını sağlamadığı için parametrik olmayan testlerden Mann Whitney U Testi uygulanmıştır. Tablo.6'da üniversite ve lise öğrencilerinin doğru/yanlış tipi ve

çoktan seçmeli tipteki sorulara yaptıkların açıklamaların kalitelerinden aldıkları puanlar arasında farklılaşma olup olmadığı ile ilgili sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 12. Açıklama Kalitesi Rubriğinin Ölçütlerine Göre Alınan Puanların Öğrenim Düzeyine Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Üzere Yapılan Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Doğruluk	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	Z	p
Lise	27	24,67	666,000	288,000	-,681	,496
Üniversite	24	27,5	660,00			
Yeterlilik						
Lise	27	24,67	666,000	288,000	-,682	,495
Üniversite	24	27,5	660,00			
Tutarlılık						
Lise	27	24,67	666,000	288,000	-,682	,495
Üniversite	24	27,5	660,00			

Tablo.6'dan de anlaşılacağı üzere, öğrencilerin açıklamalarının değerlendirildiği rubrikte bilimsel doğruluk/kabul edilebilirlik, yeterlilik/kapsamlılık ve tutarlılık/ilişkililik kategorisinde almış oldukları puanların, eğitim seviyesi değişkenine göre anlamlı bir şekilde farklılaşp farklılaşmadığını belirlemek üzere yapılan Mann Whitney-U testi sonucunda grupların sıralama ortalamaları arasındaki anlamlı fark bulunmamıştır ($Z = -,681$; $Z = -,682$; $Z = -,682$ $p < ,05$).

Öncül-Sonuç tipi olan sorular madde güclüğü ve madde ayıricılık analizlerine tabi tutulmamıştır. Onlardan alınan puanlar lise ve üniversite öğrencileri için incelenmiştir. Normallik dağılımları incelenen dördüncü soru puanları hem lise hem de üniversite öğrencileri için normal çıkmıştır. Kolmogorov-Smirnov, çarpıklık basıklık değerleri ile yapılan istatistiksel analizlerde normallik analizlerine uygun olduğu görülmüştür ($-1 < x < 1$)

Lise ve üniversite öğrencilerinin dördüncü soruları arasındaki fark için bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Lise ve üniversite öğrencilerinin aldıkları puanlar arasındaki fark anlamlı çıkmamıştır.

Tablo 13. Öncül Tipi Sorulardan Alınan Puanların Öğrenim Seviyesine Göre Farklılaşp Farklılaşmadığını Belirlemek Üzere Yapılan Bağımsız Grup t Testi Sonuçları

Eğitim Düzeyi	n	Ort.	SS	Sb	t	p
Lise	27	16,44	12,06			
Üniversite	24	14,61	7,15	49	0,932	,519

Tablo.7’de görüldüğü üzere, örneklem grubunu oluşturan öğrencilerin öncül-sonuç tipi sorularından alınan puanlarının öğrenim düzeyi değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan bağımsız gruplar t testi sonucunda grupların aritmetik ortalamaları arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır ($t=-0,932$; $p>,05$). Bu durum hem lisede hem de üniversite seviyesinde öğrencilere hazır öncüller verilmesine rağmen geçerli ve doğru bilimsel sonuca ulaştıran argüman oluşturmada eğitim düzeyinin farklılık oluşturmada göstermektedir.

Aşağıda bu kavram testinin pilot uygulamasından sonra tespit edilen kavram yanlışları listelenmiştir:

- «Bütün dalgalar yayılmak için ortama ihtiyaç duyar.»
- «Dalganın yerden yüksekliği dalganın boyudur.»
- «Su maddeyi hareket ettirir.» «Bilye suda hareket eder.»
- «Su dalgayla hareket eder.»
- «Dalga boyu= $v.f$ » yanlış formülünden yola çıkarak yanlış sonuçlara varılmıştır.
- «Suya gelen ışık , suda yansır»
- «Dalga boyu derinden kıyıya doğru büyür.»

Bu kavram yanlışları testin hazırlarken öngörülen kavram yanlışları ve alternatif kavramlar ile uyumlu görünmektedir. Bu kavram yanlışları ve doğru cevap ile ilgili öğrenci açıklamalarından da kesitler sunulmuştur:

Pilot Ö8’in bir cevabı

İfade	Doğru	Yanlış	Bilmiyorum	Cevabınızın Gerekçesi
1G) Tsunamiler, açık denize göre kıyıda daha büyük dalga boyuna sahiptir.		X		<i>“Derinlik azaldıkça dalga yükseldiği için azalır.”</i>

Aslında buradaki ifade Yanlıştır ama öğrencinin gerekçesi de hatalıdır. Yani Öğrenci soruyu doğru işaretlemiştir ama cevabın gerekçesini yanlış yazmıştır: Derinlik azaldığı için dalga yükselir ama azalan dalga boyu değildir.

Pilot Ü15’in bir cevabı

Hazır öncüllerden 1. ve 2. Öncül olarak ışığın yansıtması ile ilgili olanları seçmiştir:

4) Aşağıdaki cümlelerden öncüller seçip sonuçlara ulaşınız. 2 Adet Sonuç + Öncüller Grubu Oluşturmanız Yeterlidir. Eğer iki bağlantılı öncül bulamazsanız kendiniz öncül oluşturabilirsiniz NOT: İki öncül ve ulaştığınız sonuç birbiri ile bağlantılı olmalıdır.

1.Öncül: “Işık, suya geldiğinde su dalgaları ışığı yansıtır.

2. Öncül: “Su dalgaları ışığı yansıtımda ayna gibi davranır.

Sonuç: Dalgalar ışığı yansıtır.”

Burada ışığın suya geldiğinde ışığın kırılması yerine yansıtması şeklinde cevap vermiştir.

Bu örneklerden de anlaşılabileceği gibi öğrencilerin sahip olduğu önceden öngörülen ve literatürde bulunan kavram yanlışları ile uyumlu kavram yanlışları vardır. Ayrıca son örnekte görüldüğü gibi öğrenciler hazır öncüller kendilerine sunulmasına rağmen bağlantılı ve doğru sonuca ulaşp geçerli argüman oluşturmada sıkıntılıdır.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma su dalgalarının doğası üzerine yapılan ve açıklamaların da madde güçlük ve madde ayırt edicilik analizlerine tabi tutulduğu özgün bir çalışmadır. Öğrencilere argümantasyon etkinlikleri yapmak ve öğrencilerin kavram yanlışlarını ve kavramsal bilgilerini ortaya çıkartmak için bir kavram ölçme envanteri geliştirilmiştir. Bu envanter hem lise hem de fizik öğretmenliği bölümü okuyan lisans öğrencilerine uygulanmıştır. Envanterin değerlendirilmesi rubrikler ile yapılmıştır çünkü öğrencilerin sadece işaretledikleri şıkkın doğruluğuna değil onu nasıl açıkladığına bakılmak istenmiştir. Alternatif ölçme değerlendirme araçları sadece sonucu değil, süreci ölçen-değerlendiren yapılandırmacı-öğrenci odaklı paradigmalardan sonucudur (Ogan-Bekiroğlu, 2008). Burada da amaç öğrencinin ne bildiğinden ziyade ne kadar bildiği, nasıl açıkladığını ortaya çıkarmak olmuştur. Çalışmada normal bir test geliştirme süreci yerine açıklamaların da değerlendirilip madde güçlüklerinin hesaplandığı özgün bir çalışma yapılmıştır.

Madde güçlüğü hesaplamalarında sadece doğru şıkkın işaretlenip işaretlenmediği dikkate alındığında madde güçlük değeri “kolay” ya da “orta kolay” aralığında çıkmışken açıklama kalitesi ile birlikte değerlendirildiğinde kavram envanterinin maddeleri “zor” aralığında çıkmıştır. Üstelik bu durum lise ve üniversite öğrencileri arasında farklı olmamıştır. Bu envanterde var olan bilgilerin ve kavram yanlışlarının tespitini amaçladığından bazı üst ve alt gruplarda madde ayırt ediciliği düşük çıkmıştır. Bu sebeple bu kavram envanterinin bazı sorularında madde ayırt ediciliği değerleri istenen aralıkta çıkmamıştır. Buna rağmen bu sorular çıkarılmamıştır. Açıklamaların da değerlendirildiği madde güçlüklerinde lise ve üniversite arasında farklılık olan sadece iki soru vardır. Bu durum kavram yanlışlarının ve kaliteli açıklama yapmanın sınıf seviyesine bağlı olmadığını göstermektedir. Öğrenciler sorunun cevabını doğru işaretlese bile rubrikteki açıklama kalitesinin boyutlarında 2 ve üstü aldığı çok az soru olmuştur. Kısacası bilimsel doğru ve kabul edilebilir, yeterli ve kapsamlı, tutarlı ve ilişkili açıklama değerlendirmeleri toplamı yedi ve üzeri olan puan çok azdır. Bu durumun nedeni olarak öğrencilerin öğretimleri boyunca sonuç odaklı çoktan seçmeli sorular ile değerlendirilmesi ve bu şekilde sınavlara hazırlanması gösterilebilir. Üniversite ve lise öğrencilerinde soruların madde güçlüğüne cevapların gerekçelerini yazdıkları açıklama puanları ile incelendiğinde “zor” kategorisinde çıkması bu durumla açıklanabilir. Diğer bir neden de konu hakkında bilgilerinin az olması nedeniyle öğrencilerin sorunun açıklamasını yapmaktan kaçınması ve sorudan düşük puan alması olabilir. Bu sonuca öğrencilerin açıklama kısmına “Emin Değilim...” şeklinde başlamasından ulaşılabılır. Nitekim Kaltakçı (2012) da geometrik optik üzerine geliştirdiği dört aşamalı kavram teşhis testinde de benzer sonuçlara ulaşmıştır. Geleneksel olarak adlandırdığı sadece çoktan seçmeli testin birinci aşamasına verilen cevaplarda cevap yüzdesi öğrenciler arasında %30,8 iken, açıklamanın işaretlendiği ve emin olma durumunun işaretlendiği üst aşamalar ile doğru cevap yüzdesi %18,4’e inmiştir. Aradaki %12,4’lük fark öğrencilerin işaretledikleri şıkkın nedenini doğru şekilde açıklayamadığının göstergesi olmuştur. Bir öğrencinin ne kadar bildiğinin tespiti onu nasıl açıkladığı ile ilgili olmuştur. Su dalgası ile ilgili yapılan bu kavram envanteri geliştirme çalışmasında da öğrencilerin kendi cümleleri ile açıklama yapabilmesi avantajından (Kaltakçı-Güreş, Eryılmaz & McNermott, 2015) faydalanılmıştır.

Çoktan seçmeli testlerde öğrencilerin alternatif kavramları hakkında bilgi sahibi olunabilirken, verilen cevapların gerekçeleri hakkında bilgi sahibi olunamamaktadır (Kenan ve Özmen, 2014; Treagust, 1988). Çoktan seçmeli testlerin bu açığını giderebilmek için cevap şıkkından sonra ikinci aşamada bir de açıklamaların çoktan seçmeli sunulduğu kısımlar vardır (Chen, Lin & Lin, 2002; Çakır & Aldemir, 2011; Kenan & Özmen, 2014). Araştırmacılar bu iki şıkta da şans faktörü etkisini kaldırmak için üçüncü bir aşamada soruya verilen cevabın Eminim, Emin Değilim şeklinde işaretlenmesini istemişlerdir ve üç aşamalı test ortaya çıkmıştır (Arslan, Çiğdemoğlu & Moseley, 2012; Caleon & Subramanian, 2010; Eryılmaz, 2010). Burada emin olunan ve emin olunmayan kısmın işaretlenen seçenek mi yoksa açıklama seçeneğinden mi ortaya çıktığı net olmadığı için dördüncü aşama ile açıklamadan da emin olunup olunmadığı tespit edilmek istenmiştir ve dört aşamalı testler ortaya çıkmıştır (Caleon & Subramanian, 2010b; Kaltakçı, 2012, Taşlıdere, 2016). Çok aşamalı çoktan seçmeli test geliştirmenin motivasyonu öğrencilerden emin oldukları ve açıklamalarını yapabildikleri cevaplar verip vermediklerini tespit etmek olmuştur. Kaliteli açıklamalar kavram bilgisi ve kavram yanlışları tespiti için önemlidir. Çoktan seçmeli testlere açıklama eklenmesi ve bu açıklamalardan emin olunup olunmadığının ölçülmek istenmesinin

temel sebebi şans faktörünü ortadan kaldırmak ve öğrencinin ne bildiği yerine ne kadarını bildiğini ortaya çıkartmaktır. Bu çalışmada iki, üç ve dört aşamalı test geliştirmek yerine öğrencilerden doğrudan açıklamalarını yazması istenmiştir. Bunun sebepleri şu şekilde sıralanabilir: 1) Öğrencinin konu hakkında doğru ve bilimsel kabul edilebilir, yeterli ve kapsamlı, tutarlı ve ilişkili açıklama yapıp yapmadıklarını görebilmek, 2) Sorunun doğru anlaşılıp anlaşılmadığını tespit etmek, 3) Araştırmacıların oluşturdukları sorularda farklı bir anlam çıkıp çıkmadığını tespit etmek istemeleri, 4) Açıklamaların öğrencilere hazır olarak sunulmak istenmemesi ve bir bilgi eksikliği varsa ortaya çıkarılmasıdır.

Öncüllerden sonuç oluşturma soru bölümü madde güçlük ve madde ayırt ediciliğe dahil edilmemiştir. Burada alınan puanlar da ilginç sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Öğrencilere hazır öncüller verilmesine rağmen onları bir araya getirip bağlantılı sonuç çıkartmak onlar için zor olmuştur. Bu durum argüman oluşturma, tümevarımsal düşünme ve akıl yürütme konusunda öğrencilere bir eğitim verilmediğinin göstergesi olmaktadır. Nitekim Eşkin (2008)'in öğrencilerin kuvvet kavram testine verdiği cevapların açıklamaların kalitesini incelediği çalışmasında da argümantasyon öncesinde öğrencilerin muhakeme düzeyinin düşük olduğu sonucuna varmıştır. Onun çalışmasında argümantasyon ortamından sonra bu muhakeme süreci olumlu yönde gelişmiştir. Fakat farklı konularda farklı düzeylerde muhakeme yapıldığı sonucuna da varılmıştır. Bu çalışmada da su dalgalarından başka konularda da muhakeme sonuçlarına bakılabilir. Burada fark edilen durum konuya özgünlükten çok öncül oluşturma şeklindeki sıkıntılar olmuştur. Öğrencilerin argümantasyon gibi onları muhakemeye itecek, onları aktif yapacak ortamlara ihtiyaç vardır.

Su Dalgaları konusunda geliştirilen bu kavram envanterin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Sonuç olarak bu kavram ölçme aracı su dalgaları konusunda yapılacak bir etkinlik öncesinde su dalgaları konusunda kavramsal bilgiyi, kavram yanılgılarını ortaya çıkartmak için kullanılabilir. Özellikle argümantasyon, modelleme, araştırma-sorgulama, problem tabanlı veya proje tabanlı öğretimler gibi öğrenci merkezli etkinlikler öncesi teşhis edici değerlendirmelerde kullanılabilir.

Kaynakça

- Akkoca, G (2012). Klinik Araştırmalarda Sürekli Sonuçlu Ölçüm Tekniklerinin Uyumunun İncelenmesinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemler, , Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34 (11), 1667–1686.
- Barniol, P & Zavala, G (2016). Mechanical waves conceptual survey: Its modification and conversion to a standard multiple-choice test, *Physical Review Physics Education Research*, 10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010107
- Bezen, S (2019). Dalgalar Konusunun Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Desteklenen 5E Öğrenme Modeline Göre İşlenmesi: Bir Eylem Araştırması, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- 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, 939.
- 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, doi:10.1007/s11165-0009-9122-4.

- Chen, C.C., Lin, H.S., & Lin, M.L. (2002). “Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students’ understanding-the formation of images by a plane mirror”. *Proceedings of the National Science Council*, 12 (3), 106-121.
- Çakır, M & Aldemir, B (2011). İki Aşamalı Genetik Kavramlar Tanı Testi Geliştirme ve Geçerlik Çalışması, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (16), s. 335-353
- Eryılmaz, A. (2010). Development and application of three-tier heat and temperature test: Sample of bachelor and graduate students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 40, 53-76.
- Eşkin, H (2008). Fizik Dersi Kapsamında Öğretim Sürecinde Oluşturulan Argüman Ortamlarının Öğrencilerin Muhakemesine Etkisi, *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Güneş, B. (Ed.) (2017). *Fizikte Kavram Yanılgıları*. Ankara: *Palme Yayıncılık*.
- Kenan, O & Özmen, H (2014). Maddenin Tanecikli Yapısına Yönelik İki Aşamalı Çoktan Seçmeli Bir Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3 (3) 371-378
- Johnson, R. H., & Blair, J. A (1994). *Logical self-defense* (U.S. edition). New York: McGraw-Hill.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Ogan-Bekiroğlu, F (2004). *Ne Kadar Başarılı? Klasik ve Alternatif Ölçme-Değerlendirme Yöntemleri ve Fizikte Uygulamalar*, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Ogan Bekiroğlu, F. (2008). Performansa Dayalı Ölçümler: Teori ve Uygulama. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 5(1), 113-131.
- 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, Balıkesir.
- Taşlıdere, E (2016). Lise Öğrencilerinin Mekanik Dalgalar Konusu Kavram Yanılgıları: Öğrenciler Bildikleri ve Bilmediklerinin Farkındalar mı?, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35 (1), 63-86 doi: 10.7822/omuefd.35.1.7
- Thagard, P (2008). *Cognitive Science*, Stanford Encyclopedia of Philosophy.
- Tongchei, A., Sharma, M.D., Johnston, I.D., Kwan, A & Soankwan, C (2009) Developing, Evaluating and Demonstrating the Use of a Conceptual Survey in Mechanical Waves, *International Journal of Science Education*, 31(18), 2437-2457, DOI: 10.1080/09500690802389605
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students’ misconception in science, *International Journal of Science Education*, 10 (2), 159-169.
- Treagust, D. F & Chandrasegaran, A. L (2007). The Taiwan National Science Concept Learning Study in an International Perspective, *International Journal of Science Education* 29 (4), 391-403
- Wittmann, M.C (1998). *Making Sense Of How Students Come To An Understanding Of Physics: An Example From Mechanical Waves* (University of Maryland, College Park, MD)



Yalçın, Y (2008). Su Dalgaları Konusunun Öğretiminde İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Öğrenci Başarısına Etkisi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.



MARMARA
ÜNİVERSİTESİ