

# Investigating Prospective Science Teachers' Misconceptions of Sound

Asuman KÜÇÜKÖZER<sup>1</sup>

---

**ABSTRACT** The goal of this study was to describe prospective science teachers' (PST) misconceptions about basic sound phenomena and concepts. The study was conducted with 56 PSTs. The questionnaire that is used as data collection instrument consists of 6 open-ended questions regarding sound properties, the propagation and nature of sound. Findings of the study indicated that PSTs were not able to describe the sound propagation correctly at the microscopic level; they were not aware of the need for a material medium, and their conceptual understanding of the propagation and nature of sound was far from being scientific.

**Keywords:** Sound, Learning, Misconceptions, Prospective Science Teachers

---

## SUMMARY

**Purpose and significance:** The goal of this study was to describe prospective science teachers' (PST) misconceptions about basic sound phenomena and concepts. The sound waves is of importance since it is the first topic in which the introduction is made to the subject of waves at the levels of primary and secondary education and the concept of wave plays a critical role in the learning of topics such as mechanic-electromagnetic waves, physical optics and quantum mechanics. Furthermore, it is obvious that the amount of research on students' conceptions of sound waves is strikingly scarce.

**Methods:** The study was conducted with 56 PSTs from the Department of Science Education at Necatibey Faculty of Education in Balıkesir University. PSTs did not take any course on the research subject at the undergraduate level. The questionnaire that is used as data collection instrument consists of 6 open-ended questions regarding sound propagation, nature of sound, sound properties and their perception. Upon the analysis of the responses provided by the PSTs, a distinction was made between those scientifically correct and incorrect at first hand. The scientifically incorrect responses were then analyzed to classify into groups with different content and to determine the conceptions pertaining to each particular concept or phenomenon.

**Results:** Findings of the study indicated that PSTs were not able to describe the sound propagation correctly at the microscopic level; they were not aware of the need for a material medium, and that their conceptual understanding of the propagation and nature of sound was far from being scientific. They regard sound as an entity and about its nature they basically have two different approaches: sound is a substantial entity which can travel spontaneously without any need for a medium and sound is an entity carried and transmitted by the molecules of the medium. For many PSTs, the propagation velocity of sound depends on the sound properties, particularly on the sound intensity.

**Discussion and Conclusions:** The results of the study indicated that PSTs have misconceptions regarding the basic concepts and phenomena of sound. Among these misconceptions, in addition to those consistent with findings of the literature, there are also ones, in our knowledge, identified for the first time. The PSTs constituting the sample group of this study did not receive any education about the subjects of waves and sound at the undergraduate level. Yet, studies conducted on the samples consisting of students receiving a typical education at the undergraduate level display similar results. It is a question of importance the lack of and necessity to develop educational materials to be prepared for every educational level in the framework of constructivism taking into account the background of students, aiming at bringing about and facilitating a conceptual change in order to achieve scientific conceptual understanding.

---

<sup>1</sup> Assist. Prof. Dr., Department of Science Education, Necatibey Education Faculty, Balıkesir University, e-mail: akucuk@balikesir.edu.tr

# Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının İncelenmesi

Asuman KÜÇÜKÖZER<sup>1</sup>

**ÖZ** Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmeni adaylarının ses dalgalarının bazı temel olguları ve kavramları hakkında kavram yanılgılarının betimlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma, Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 56 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak kullanılan anket, sesin yayılması, doğası, sesin özellikleri konularında 6 adet açık-uçlu sorudan oluşmaktadır. Veriler nitel olarak analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının ses konusunun temel kavram ve olgularından sesin doğası, yayılması ve sesin özelliklerine ilişkin kavram yanılgılarının olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Ses, Kavram Yanılgıları, Fen Bilgisi Öğretmen Adayları, Öğrenme

## GİRİŞ

Geçtiğimiz otuz yılda, öğrencilerin ve öğretmenlerin çeşitli alanlardaki kavram yanılgıları; bunların öğrenmede, öğretimde önemi ve yeri üzerine yapılan çalışmalar, fen eğitiminde en önemli araştırma alanlarından biri olmuştur (Duit ve Treagust, 2003). Bu araştırmalar, çeşitli kavram ve olgulara ilişkin öğrencilerin ön bilgilerinin olduğunu, bu ön bilgilerin genellikle bilimsel bilgilerle uyummadığını ve değişime karşı dirençli olduklarını ortaya koymaktadır (Driver, 1989). Ayrıca öğrencilerin olduğu kadar öğretmen ve öğretmen adaylarının da kavram yanılgılarının olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Küçüközer, 2007). Alan eğitiminde çok etkili olan yapılandırmacılık kuramı çerçevesinde (Mathews, 1997), bilginin öğrenci tarafından etkin olarak yapılandırılması sürecinde önceki bilgilerin önemli rol oynadığı düşüncesi temellerinde üretilen bu araştırmalar, etkili öğretim ortamlarının, etkinliklerinin ve öğretim stratejilerinin tasarlanması yolunda temel ve gerekli bir adımdır.

Özel olarak fizik eğitimi alanına bakıldığında çeşitli düzeylerde öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerle, kavram yanılgıları üzerine yapılan çok sayıda araştırma olduğu Pfundt ve Duit (2007) tarafından hazırlanan bibliyografyaya bakıldığında görülmektedir. Yapılan çalışmalara alanlara göre bakıldığında özellikle mekanik, elektrik, geometrik optik, ısı ve sıcaklık alanlarının en çok çalışma yapılan alanlar olduğu görülmekte, örneğin dalgalar, ses gibi konularda kavram yanılgıları üzerine yapılmış araştırmaların azlığı ve eksikliği dikkat çekmektedir. Ses dalgaları, ilk ve orta öğretim düzeyinde dalgalarla ilk ilişkinin kurulduğu konu olması ve dalga kavramının, mekanik-elektromanyetik dalgalar, fiziksel optik ve kuantum mekaniği konularının öğrenilmesinde rol oynaması nedenleriyle önemli bir konudur. Ayrıca, ilköğretim düzeyinde ses konusu programda hatırı sayılır bir yer kaplamaktadır. Bu düşünceler ışığında, çalışmada fen bilgisi öğretmeni adaylarının ses dalgalarının bazı temel olguları ve kavramları hakkında kavram yanılgılarının betimlenmesi amaçlanmaktadır.

Daha önce yapılmış çalışmalara bakıldığında fiziğin diğer alanlarında olduğu gibi ses dalgalarının temel olgu ve kavramlarının anlaşılmasında öğrencilerin problemleri olduğu, ses konusunu zor bir konu olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Literatürde bulunan çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmektedir.

Linder ve Erickson (1989) tarafından yapılan çalışmada üniversite düzeyinde fizik eğitimi almış ve öğretmenlik sertifikası programını izleyen 10 Kanadalı öğretmen adayının ses konusunda kavramsal anlamaları incelenmiştir. Çalışmada sesle ilgili 6 farklı durum üzerine her öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Ses hakkındaki düşünceler mikroskobik ve makroskobik olmak üzere iki düzeyde betimlenmiştir. Mikroskobik düzeyde ses, bir ortamın ya bireysel molekülleri tarafından taşınan veya bir molekülden diğer moleküle aktarılan bir varlık olarak betimlenmektedir. Makroskobik düzeyde ise sesin ya maddesel formda bir kuvvete sahip genellikle bir hava akımı şeklinde ilerleyen veya maddesel formda bir değişimin ilerlemesine (ortamın titreşimi, yoğunluğun

<sup>1</sup> Yard. Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD  
e-posta: akucuk@balikesir.edu.tr

hareketi, basınç değişimi vb.) neden olan sürekli bir yapı şeklinde görüldüğü çalışmada ortaya konulmuştur.

Linder bir diğer çalışmasında (Linder, 1993) sesin yayılma hızı üzerine, Kanadalı ve Güney Afrikalı öğretmenlik eğitim programını tamamlamış 14 öğretmen adayı ile görüşmeler yapmıştır. Çalışmada sesin yayılma hızının, ya ortamdaki moleküllerin oluşturduğu fiziksel engellerin, ya ortamdaki moleküller arası uzaklığın veya ortamın sıkıştırılabilirliğinin bir fonksiyonu olarak görüldüğünü ortaya koymuştur.

Witman, Steinberg ve Redish (2003) araştırmalarında üniversitede mühendislik eğitimi alan 200 öğrenciye uygulanan bir anket ve 25 öğrenciyle yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen verilerden sesin yayılmasıyla ilgili iki farklı durumu (ses çıkaran bir hoparlör önündeki toz parçacığı ve mum alevi) incelemişlerdir. Çalışmada, öğrencilerin genel olarak dalgaları maddesel nesnelere gibi gördükleri, ses dalgalarını ise ortamda hareket yönünde önlerine gelen şeylere çarpan, bir kuvvet uygulayan, ortamda iten, maddesel nesne temelli olarak düşündükleri ortaya konulmuştur.

Eshach ve Schwartz (2006) tarafından yapılan çalışmada 10 ilköğretim öğrencisi ile görüşmeler yapılmış, her öğrenciye ses konusunda 11 soru yöneltilmiş ve yanıtlar maddesel özellikler şemasına göre kategorize edilmiştir. Çalışma, öğrencilerin maddesel temelli bir ses düşüncesine sahip olduklarını, sesin yayılmasını kendi kendini dıştan bir kuvvetin etkisine ihtiyaç duymadan gösteren dinamik bir olay olarak betimlediklerini; sesin farklı ortamlarda farklı şekilde yayıldığını düşündüklerini ortaya koymaktadır.

## YÖNTEM

Çalışma, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 56 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. İkinci sınıfta bulunan öğrencilerin yaşları 19-20 arasında değişmektedir. Öğrenciler araştırma konusu ile ilgili olarak üniversite düzeyinde bir ders almamış olup ilköğretimde fen bilgisi derslerinde ses ve ortaöğretimde fizik derslerinde dalgalar üzerine genel bir öğretim görmüşlerdir.

Veri toplama aracı olarak kullanılan anket, sesin yayılması, doğası ve sesin özellikleri ve sesin yayılma hızı konularında 6 adet sorudan oluşmaktadır. S2, Witman, Steinberg ve Redish (2003) tarafından yapılan çalışmadan uyarlanmış ve eklemeler yapılmıştır, diğerleri özgün sorulardır. Ankette yer alan sorularda;

S1: İki kişinin ayrı ayrı odalarda oldukları ve birbirlerinin konuşmalarını duyabildikleri belirtilmiştir. Sesin duvarda nasıl iletiildiğini, yayıldığını açıklamaları istenmiştir.

S2: Bu soru 4 alt sorudan oluşmaktadır. Hoparlörden ses çıktığı ve hoparlörün önünde havada hareketsiz bulunan bir toz parçacığı bulunduğunu düşünmeleri istenmiştir. Sorularda,

S2a. Yayılan sesin toz parçacığının hareketine bir etki edip etmeyeceği, ederse nasıl bir etki olacağı sorulmuş, şekil çizerek göstermeleri ve yanıtlarını açıklamaları,

S2b. Hoparlörden çıkan sesin ilk duruma göre şiddetinin artırıldığı belirtilerek ilk duruma göre bir fark olup olmayacağı, olursa nasıl bir değişiklik olacağı sorulmuş, şekil çizerek göstermeleri ve yanıtlarını açıklamaları,

S2c. Hoparlörden çıkan sesin ilk duruma göre inceltildiği, daha tiz bir ses çıktığı belirtilerek ilk duruma göre bir fark olup olmayacağı, olursa nasıl bir değişiklik olacağı sorulmuş, şekil çizerek göstermeleri ve yanıtlarını açıklamaları,

S2d. Hoparlörün ve toz parçacığının havası boşaltılmış bir ortamda bulunduğunu, hoparlörün çalışmaya devam ettiğini varsaymaları ve toz parçacığının hareketinde bir değişiklik olup olmayacağı sorulmuş, olursa değişikliği şekil çizerek göstermeleri ve yanıtlarını açıklamaları,

istenmiştir.

S3: Ahmet'in Mehmet'e seslendiği, Ahmet bağırdığında Mehmet'in duyabildiği fakat Ahmet'in sesini Mehmet'e daha kısa sürede duyurmak istediği belirtilerek; "Ahmet daha yüksek, şiddetli sesle bağırmalıdır /Ahmet daha ince, daha tiz bir sesle bağırmalıdır / Ahmet in daha yüksek, şiddetli, ince veya kalın sesle bağırması, sesin daha kısa sürede işitilmesi üzerine etkisi olmaz" seçenekleri verilmiş ve öğrencilerden bu seçeneklerden birini işaretlemeleri ve cevaplarını açıklamaları istenmiştir.

Anket, fizik ve fizik eğitimi alanlarında birer uzman tarafından incelenmiş, 5 öğrenciyle yapılan pilot uygulamada sorular test edilmiş ve gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının açıklamaları ve çizimleri analiz edilerek, ilk etapta bilimsel olarak doğru olan ve olmayan açıklamalar ayırt edilmiştir. Sonra, bilimsel olarak doğru olmayan açıklamalar analiz edilerek farklı içeriklerde olan açıklamalar gruplandırılmış ve o kavram veya olguya ilişkin kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

## BULGULAR ve YORUM

Öğretmen adaylarının ses konusunun temel kavram ve olgularından sesin doğası, yayılması ve sesin özelliklerine ilişkin kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiş ve ilgili başlıklar altında başlıca bulgular verilerek yorumlanmıştır.

### Sesin Yayılması ve Doğası

Soruların analizinden elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının sesin yayılmasına ve doğasına ilişkin kavramsal anlayışlarının bilimsel anlayıştan uzak olduğunu ortaya koymaktadır.

Bilimsel olarak ses dalgaları maddesel ortamlarda yayılan dalgalardır. Ses dalgalarının yayılması için maddesel ortam gerekliliği üzerine sorulan sorudan (S2d) elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının sadece % 51'i tarafından sesin yayılması için maddesel ortamın gerekli görüldüğünü göstermekte ve ses boşlukta yayılmaz şeklinde açıklama yapılmaktadır. Sesin yayılması için maddesel ortama gerek olmadığını düşünen öğretmen adaylarının açıklamalarına ÖA27 ve ÖA41 in açıklamaları örnek olarak verilebilir:

“Dalga hareketleri havalı veya havasız ortam fark etmeden oluşur, yani toz gene hareket eder.” ÖA27

“Ses boşlukta en hızlı yayılır. Bu yüzden toz parçacığı diğer ortamlara göre en hızlı hareket eder.” ÖA41

Görüldüğü gibi, bu düşünce biçimine göre sesin yayılması için maddesel ortam gerekli değildir, hatta bazı öğretmen adayları için ses boşlukta en hızlı yayılmaktadır.

Sesin yayılması esnasında, ses kaynağı maddesel ortamda yoğunluğu ve basıncı denge durumuna göre yüksek olan sıkışma; yoğunluğu ve basıncı denge durumuna göre düşük olan seyrelme bölgelerini oluşturmakta ve ortamda birbirinin ardı sıra sıkışma-seyrelmelerden oluşan ses dalgası yayılmaktadır. Ses dalgaları ortamda yayılırken ortamın parçacıkları dalgayla birlikte ilerlememekte, titreşmektedirler. Ses dalgalarının doğası, yayılması ve yayılma esnasında ortam parçacıklarının hareketi olguları üzerine öğretmen adaylarının düşüncelerini öğrenmek amacıyla S2a ve S1 soruları sorulmuştur. S2a gaz ortamda, S1 ise katı bir ortamda sesin yayılması sırasında ortamın parçacıklarının hareketine ilişkin öğretmen adaylarının fikirlerinin anlaşılmasına imkân vermektedir. Ses yayılırken ortam parçacıklarının titreşeceğini, gaz ortam için öğretmen adaylarının %11'i, katı ortam içinse öğretmen adaylarının % 14'ü düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının %70 i ses dalgalarının yayılması esnasında (S2a) ortamın parçacıklarının hareketinin, ses yönünde düzensiz rastgele bir öteleme hareketi olduğunu düşünmektedirler. Öğretmen adayları tarafından yapılan açıklamalara bakıldığında sesin ortamın parçacıklarının hareketini nasıl etkilediğine ilişkin farklı görüşler olduğu görülmektedir. Bu görüşlere;

“Ses, hava moleküllerinin arasından geçmek için onlara bir etki eder. Bu hava molekülleri de birbirlerine ve toz parçacığına çarparak onun hareket etmesini sağlar.” ÖA31

“Ses çıktığında sesi kapatan moleküller hızla yayıldığından karşılaştıkları şeylere de çarpar doğal olarak yönünü değiştirir.” ÖA47

“Ses molekülleri hoparlörün önündeki tozu iter. Ses molekülleri hareket halinde olduğu için, çevreye yayılırken toz moleküllerine çarpar ve itici bir kuvvet uygular.” ÖA50

açıklamaları örnek olarak verilebilir. Öğretmen adaylarının açıklamalarında “ortamın parçacıkları arasından geçen sestən, sesi kapatan moleküllerden, ses moleküllerinden” bahsettikleri görülmektedir. Bu düşünce şeklinde, ses molekülleri, sesi taşıyan moleküller vb. ortam içinde hareket ederken rastgele bir biçimde ortam parçacıklarına çarpmakta ve onları ötelemektedirler.

Sesin yayılmasına ve doğasına ilişkin öğretmen adaylarının düşünceleri incelendiğinde (S1), Tablo'1 de görüldüğü gibi sesin bir ortamda yayılması üç farklı şekilde olabilmektedir, bu yaklaşımlar sesin;

- ortamın parçacıkları arasından geçerek,
  - ortamın parçacıkları tarafından taşınarak, iletilerek,
  - ortamın parçacıklarının titreşimiyle,
- yayılmaması şeklinde betimlenebilir.

**Tablo 1:** *Sesin duvarda nasıl yayıldığına ilişkin (S1) yanıtlar ve yüzdeleri*

Yanıtlar	Yüzde
Sesin boşluklardan geçmesiyle	34
Duvar veya hava moleküllerinin iletimiyle	23
Duvar moleküllerinin titreşimiyle	14
Ses katı ortamlarda yayılır	6
Kodlanamayan	14
Yanıtsız	9

Öğretmen adaylarının % 34'ü sesin yayılmasını, sesin ortamın parçacıkları arasından geçmesi olarak görmektedirler. Bu yaklaşımdaki öğretmen adayları tarafından ses, adeta “bir varlık” olarak görülmektedir. Öğretmen adaylarının açıklamalarına bakıldığında,

“Moleküller arasındaki boşluklardan ses dalgaları geçer ve karşı tarafa iletilir.” ÖA24

“ Ses moleküllerinin bir kısmı duvardaki atomlara çarpar. Bir kısmı da duvarın arasındaki boşluklara gelir. Bu boşluklardan geçenler duyulur.” ÖA33

“Odalar arasındaki duvar hafif gözenekli olduğundan ses bu gözeneklerden geçerek bir odadan diğerine geçebilir.” ÖA48

örneklerinde görüldüğü gibi, ses duvar içerisindeki boşluklardan, gözeneklerden yan odaya geçmektedir. Bu düşünce biçiminde, ses varlığı kaynaktan çıkmakta ortam parçacıkları arasında ilerlemekte ve ilerlemek için ne ortama ne de ortam parçacıklarının hareketine ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca bu varlık, ÖA24 ün açıklamasında olduğu gibi “ses dalgaları”, ÖA33’ün açıklamasında olduğu gibi “ses molekülleri” veya ÖA48 in açıklamasında olduğu gibi sadece “ses” kelimeleriyle ifade edilmektedir. Bu nitelendirmeler, bu düşünce biçiminde ses varlığının sürekli bir yapıda olabildiği gibi ses molekülleri şeklinde kesikli bir yapıda da olabileceğinin de düşünüldüğünü göstermektedir.

Öğretmen adaylarının % 23’ü ise sesin yayılmasını, sesin ortam parçacıkları tarafından taşınması, birbirlerine iletilmesi olarak görmektedirler. Öğretmen adaylarının % 18’i taşıma ve iletimden sorumlu molekülleri hava molekülleri olarak görmekte iken % 5’i duvar molekülleri olarak görmektedirler. Bu yaklaşımdaki öğretmen adayları için yine ses “bir varlık” olarak görülmektedir. Öğretmen adaylarının açıklamalarına bakıldığında;

“Ses karşı tarafa duvarı oluşturan taneciklerin arasındaki hava sayesinde iletilir. Hava taneciklerinin sesi birbirlerine aktarmasıyla gerçekleşir.” ÖA16

“Hava molekülleri boşluktan geçerek iletilir, boşluk ne kadar azsa ses o kadar az duyulur.” ÖA47

“Ses hava moleküllerinden katı moleküllerine iletilerek buradan tekrar hava moleküllerine geçerek duyulur.” ÖA34

örneklerinde görüldüğü gibi, hava tanecikleri veya duvar molekülleri sesi taşımakta ve birbirine aktarmaktadır. Bu düşünce şeklinde ses varlığı yayılmak için ortama ihtiyaç duymaktadır ve kesikli bir yapı göstermektedir. Sesi alan ortam veya hava molekülleri bu varlığı taşımakta ve birbirlerine iletmektedirler.

Öğretmen adaylarının % 14’ü ise sesin ortamın parçacıklarının titreşimiyle yayıldığını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının açıklamalarına bakıldığında “moleküller titreşim hareketi yaparak sesi iletir” şeklinde açıklamalar görülmektedir. Bu düşünce, bilimsel olarak doğru kabul edilen yaklaşım olarak değerlendirilebilir, fakat bazı öğretmen adaylarının açıklamalarına bakıldığında,

“Moleküllere çarpan ses, molekülleri titreşim haline sokar ve ses iletilir.” ÖA43

örneğinde görüldüğü gibi, sesin doğası tam olarak kavranmadığını düşündürmektedir. Bu düşüncedeki öğretmen adaylarının, ortamın parçacıklarının titreşimini sesin onlara çarpmasının veya sesin geçişinin bir sonucu olarak gördüğü, ortam parçacıklarının titreşiminden oluşan dalgaya ses denildiğinin farkında olmadığını düşündürmektedir.

Genel olarak bakıldığında öğretmen adaylarının çoğunluğu tarafından sesin bir “varlık” olarak düşünüldüğü, bu varlığın ya ortamın parçacıkları arasından geçerek ilerlediği ya da ortamın

parçacıkları tarafından taşınarak, aktararak ilerlediği düşünülmektedir. Sesin yayılmasına ve doğasına ilişkin bu düşüncelere sahip öğretmen adaylarının sesin yayılması sırasında ortam parçacıklarının hareketini titreşimden çok öteleme hareketi olarak betimlemeleri doğaldır. Ayrıca ses bir varlık olarak görüldüğünde, özellikle ortamın parçacıkları arasından geçerek ilerleyen ses varlığı düşüncesinde, sesin yayılması için maddesel ortam o kadar da gereklide değildir.

### Sesin Özellikleri

Öğretmen adaylarının sesin özelliklerine, ses şiddeti, sesin inceliği/kalınlığı ile sesin yayıldığı ortamın parçacıklarının hareketi arasındaki ilişkilere ilişkin düşüncelerini öğrenmek amacıyla S2b ve S2c soruları sorulmuştur. Öğretmen adayları ilköğretim düzeyinde ses konusunda aldıkları öğretimde sesin şiddeti terimini, sesin şiddetli veya zayıf olarak duyulması ve ses dalgasının genliği ile ilişkili olarak sesin yüksekliği terimini, sesin ince veya kalın olarak duyulması ve ses dalgasının frekansı ile ilişkili olarak incelemişlerdir. Bu sorulardan elde edilen veriler, öğretmen adaylarının her iki olgu ve kavrama ilişkin düşüncelerinin bilimsel düşünceden uzak olduğunu ortaya koymaktadır.

Sesin şiddeti artırıldığında havadaki toz parçacığının hareketinin ilk duruma (S2a) göre ne olacağı konusunda öğretmen adaylarının düşüncelerine bakıldığında öğretmen adaylarının hiçbirisi sesin şiddeti ile ses dalgasının genliği arasında ilişki kurmamaktadırlar (Tablo 2).

**Tablo 2.** Sesin şiddetinin artırıldığı durumda toz parçacığının hareketine ilişkin (S2b) yanıtlar ve yüzdeleri

Yanıtlar	Yüzde
Daha hızlı ilerler	41
Daha ileriye gider	27
Daha çok titreşir	7
Farklılık olmaz	5
Kodlanamaz	16
Yanıt yok	4

Öğretmen adaylarının % 41 i sesin şiddetli olmasını sesin daha hızlı yayılması ile bağdaştırmaktadır. Sesin şiddeti artırıldığında toz molekülünün ilk duruma göre daha hızlı bir şekilde hoparlörden uzaklaşacağını belirten öğretmen adaylarının açıklamalarına bakıldığında,

“Daha hızlı bir şekilde ses molekülleri çıkacağından daha hızlı çarpır ve toz molekülünün yeri normal sesteki yer değiştirmesinden daha çok yer değiştirir.” ÖA33

“Evet daha hızlı bir şekilde daha ileriye taşınır. Ses dalgalarının çarpma sayısı yani titreşimi artar. Bunla beraber hızı da artar ve toz molekülünü daha hızlı bir şekilde ileriye taşır.” ÖA1

“Sesin şiddeti arttığına göre toz taneciğinin hareket hızı artar.” ÖA20

örneklerinde görüldüğü gibi, öğretmen adayları toz parçacığının ilk duruma göre daha hızlı hareket edeceğini ve dolayısıyla da daha ileriye gideceğini belirtmektedirler. Ayrıca yapılan açıklamalarda, sadece sesin şiddeti arttığı için toz parçacığının hızı artar şeklindeki açıklamaların yanı sıra, ÖA33 ve ÖA1 in açıklamalarında görüldüğü gibi, sesin şiddeti ile sesin yayılma hızı arasında ilişki kuran açıklamalara da rastlanmaktadır. Sesin şiddeti artırıldığında toz molekülünün ilk duruma göre daha fazla yer değiştireceğini düşünen öğretmen adaylarının (%27) açıklamalarına bakıldığında;

“Evet değişiklik olur. Daha şiddetli ses dalgası toz parçacığının daha fazla yer değiştirmesini sağlar.” ÖA52

örneğinde görüldüğü gibi, sadece şiddet ile konumdaki değişiklik arasında ilişki kurulmakta, hız arttığı için daha ileriye gider şeklinde bir açıklama görülmemektedir. Sesin şiddeti artığında ilk duruma göre değişiklik olmayacağını düşünen öğretmen adaylarının (%5) açıklamalarında da;

“Sesin yayılma hızı aynı olacağı için moleküllerin toza çarpma hızı da aynı olacaktır.” ÖA31

örneğinde görüldüğü gibi ses şiddeti ile sesin yayılma hızı arasında ilişki kurulduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının sadece % 7 si toz taneciğinin hareketinden bahsederken titreşim hareketinden bahsetmişlerdir, yapılan açıklamalar tozun daha çok titreşeceği, birim zamanda yapılacak olan titreşim sayısının artacağı yönündedir.

Daha ince, daha tiz bir ses çıkarıldığında havadaki toz parçacığının hareketinin ilk duruma (S2a) göre ne olacağı konusunda öğretmen adaylarının düşüncelerine bakıldığında (Tablo 3),

öğretmen adayları genellikle ya toz parçacığının ilk duruma göre daha yakın bir yere ilerleyeceğini ya da ilk duruma göre bir değişiklik olmayacağını düşünmektedirler.

**Tablo 3:** *Sesin inceltildiği durumda toz parçacığının hareketine ilişkin (S2c) yanıtlar ve yüzdeleri*

Yanıtlar	Yüzde
Daha az ilerler	27
Değişiklik olmaz	27
Daha ileri	5
Daha hızlı	4
Hareket etmez	2
Kodlanamaz	11
Yanıt yok	25

Öğretmen adaylarının %27 si toz taneciğinin hareketinde, ilk duruma göre değişiklik olmayacağını düşünmektedirler, yapılan açıklamalara bakıldığında;

“Sesin ince, tiz olması ses dalgalarında fark oluşturmaz, buna göre toz parçasının hareketinde de ilk konumdan farklılık görülmez. Yani a şıkkı ile aynı konumda olur.” ÖA35

“Sesin inceliği, tizliği değilde şiddeti değişirse toz taneciği yer değiştirir. Bu durumda değişmez.” ÖA52

örneklerinde görüldüğü gibi, sesin ince, tiz olmasının bir fark oluşturmayacağı düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının %27 si toz taneciğinin hareketinin ilk duruma göre daha az olacağını, toz parçacığının daha az yer değiştireceğini düşünmektedirler, yapılan açıklamalara bakıldığında

“Hoparlörden çıkan sesi inceltirsek hızını ve şiddetini azaltmış oluruz. Toz taneciği daha yakındadır.” ÖA5

“Yakınlaşır. Çünkü şiddeti azalır.” ÖA54

örneklerinde görüldüğü gibi, ses şiddeti ve/veya hızı ile sesin inceliği arasında bir ilişki kurulmakta, ses ince olduğu için şiddetinin ve/veya hızının az olduğu düşünülmektedir.

Her iki sorudan elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının genelinin titreşim hareketinden bahsetmediğini, ayrıca ses dalgalarının genliği veya frekansı ile ilişkili olarak hiçbir açıklama olmadığını göstermektedir.

### **Sesin Yayılma Hızı- Sesin Özellikleri**

Bilimsel olarak, sesin bir ortamda yayılma hızı ses kaynağının, sesin özelliklerinden bağımsızdır. Ses kaynağının özellikleri ve sesin yayılma hızı arasındaki ilişki konusunda sorulan sorudan (S3) elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının yaklaşık dörtte birinin sesin yayılma hızı ile ses kaynağının özellikleri arasında ilişki kurduğunu göstermektedir (Tablo 4). Öğretmen adaylarının % 60 ı soruya doğru yanıtı vermiştir.

**Tablo 4:** *Sesin yayılma hızı ve ses kaynağının özellikleri arasındaki ilişki (S3) hakkında yanıtlar ve yüzdeleri*

Yanıtlar	Yüzde
Değişmez	60
Daha yüksek sesle bağırınca hız artar	20
Daha ince sesle bağırınca hız artar	6
Kodlanamaz	3
Yanıtsız	11

Tablo 4 de görüldüğü gibi % 20 si için kaynağın yaydığı sesin şiddeti, % 6 sı içinse sesin ince-kalın olması sesin yayılma hızını etkilemektedir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu içinse sesin özellikleri sesin yayılma hızını değiştirmemektedir.

Ses kaynağının yaydığı sesin şiddetinin sesin yayılma hızını etkilediğini düşünen öğretmen adaylarının düşüncesine

“Çünkü yüksek ses, sesin şiddetini artırır, buda ses dalgalarının daha kuvvetli ve daha kısa sürede yayılmasına olanak sağlar.” ÖA34

açıklaması örnek olarak gösterilebilir. Bu yaklaşıma göre ses kaynağı ne kadar yüksek şiddette ses yayarsa, ses o kadar kuvvetli, şiddetli olmakta, o kadar hızlı gitmektedir.

Ses kaynağının yaydığı sesin ince-kalın olmasının sesin yayılma hızını etkilediğini düşünen öğretmen adayları, ÖA2'nin

”Bence ince ses ortamda daha kolay yayılır, daha fazla hızlanır(kalın sese göre).” ÖA2 açıklamasında da görüldüğü gibi, ince sesin daha hızlı yayıldığını düşünmektedirler.

## TARTIŞMA

Çalışmada elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının ses konusunun temel olgu ve kavramlarına ilişkin kavram yanlışlarının ortaya koymaktadır. Bu kavram yanlışlarından literatürdeki diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyum gösterenler olduğu gibi, bilginiz dâhilinde, ilk defa bu çalışmada tespit edilenlerde bulunmaktadır.

Öğretmen adaylarının sesin doğasına ilişkin düşüncelerinin bilimsel anlayıştan uzaktadır ve çoğunluk sesi bir “varlık” gibi görmektedir. Bu yaklaşım Linder ve Erickson (1989), Wittmann, Steinberg ve Redish (2003) tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya konulmuştur. Sesin bir “varlık” olarak görülmesi, dalga doğasının anlaşılması sadece ses dalgalarına özgü bir zorluk olarak görülmemelidir. Mekanik dalgalar konusunda, Maurines (1992), Wittmann (2002) tarafından yapılan çalışmalar dalgaların bir nesne olarak görüldüğünü, dalganın hızı ile kaynağın ve atmaların özellikleri arasında ilişki kurulduğunu, dalga doğasının anlaşılmasında problemler olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada ortaya konulan sesin doğasına ilişkin bulgular Linder ve Erickson (1989), Linder (1992) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir. Linder ve Erickson (1989) tarafından mikroskobik ve makroskobik olarak iki düzeyde betimlenen sesin doğasına ilişkin anlayışlardan, mikroskobik düzeyde ses anlayışı olan varlık olarak görülen kesikli yapıdaki, taşınan/aktarılan ses anlayışı bu çalışmadan elde edilen bulgularla uyumaktadır. Makroskobik düzeyde ses anlayışı olarak betimlenen ses anlayışına bakılınca iki çalışma arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu çalışmada, maddesel formda bir kuvvete sahip genellikle hava akımı şeklinde ilerleyen ses anlayışı bu çalışmada görülmemektedir. Ayrıca, Linder ve Erickson (1989) nun çalışmasında, makroskobik düzeyde betimlenen ses ortamdan bağımsız ilerleyen sürekli yapıda bir varlık olarak karşımıza çıkmaktayken; bu çalışmada ortamdan bağımsız ilerleyen ses varlığının hem sürekli hem de kesikli formda ses molekülleri şeklinde olabileceği ortaya konulmaktadır. Kesikli formda ortamdan bağımsız ilerleyen ses anlayışı, bilindiği kadarıyla, bu çalışmayla ilk defa ortaya konulmuştur.

Sesin yayılması için maddesel ortam gerekliliği konusunda öğretmen adaylarında görülen ses boşlukta da yayılabilir düşünce şekline ne Linder ve Erickson (1989) tarafından ne de Witmman, Steinberg ve Redish (2003) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda değinilmemiştir. Bu farklığın örneklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmanın örnekleme üniversite düzeyinde konu hakkında hiçbir öğretim almamışken diğer iki çalışmadaki öğrenciler üniversite düzeyinde öğretim görmüşlerdir. Sesin yayılması esnasında ortam parçacıklarının hareketinin titreşim hareketinden daha ziyade rastgele düzensiz öteleme hareketi olacağı konusundaki yaklaşım daha önce Witmman, Steinberg ve Redish (2003) tarafından yapılan çalışmada ortaya konulan sonuçlarla örtüşmektedir.

Ses dalgalarının özelliklerine ilişkin bulgular genel olarak sesin özellikleri konusunda öğretmen adaylarının problemleri olduğunu ortaya koymaktadır. Sesin şiddeti ve sesin yayılma hızı arasında kurulan ilişki, bilginiz dâhilinde, daha önce ses konusunda yapılan çalışmalarda ortaya konulmamıştır. Genel olarak dalgalarda görülen kaynağın özellikleri ile dalganın yayılma hızı arasında kurulan ilişkinin, bu çalışmada ses dalgaları içinde geçerli olduğu gösterilmekte, özellikle “ses ince olduğu için daha kolay hızlanır ve daha hızlı yayılır” düşüncesi, bilginiz dâhilinde, daha önce belirlenmemiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Ses konusunun temel kavram ve olgularına ilişkin, yukarıda ortaya konulan ve tartışılan bulgular ışığında, öğretmen adaylarında görülen belli başlı kavram yanlışları;

- sesin yayılması için maddesel ortam gerekli değildir, ses boşlukta da yayılabilir,
- ses yayılırken ortamın parçacıkları rastgele, düzensiz bir öteleme hareketi yapmaktadırlar,



- ses bir “varlık” olarak düşünölmektedir. Bu varlık ya ortamın parçacıkları arasında geçerek, ortama ihtiyaç duymadan ilerleyen sürekli veya kesikli formda bir yapı; ya da ortamın parçacıkları tarafından taşınan / aktarılan, ortam parçacıkları olmadan ilerleyemeyen, kesikli formda bir yapı olarak düşünölmektedir,
- ses şiddeti, inceliği/kalınlığı terimleri ses dalgasının ne genlik ne de frekans özellikleri ile ilişkilendirilmemektedir,
- ses şiddeti terimi, sesin yayılma hızı ile ilişkilendirilmektedir, ses şiddeti arttıkça ses o kadar hızlı ilerlemektedir,
- sesin inceliği ya ses dalgasının hiçbir özelliği ile bağdaştırılmamakta ya da sesin şiddeti ile bağdaştırılmaktadır, ince ses şiddeti az olan ses olarak görölmektedir,
- ses kaynağının özellikleri, sesin yayılma hızı ile ilişkilendirilmektedir,

şeklinde özetlenebilir.

Bu çalışmanın örneklemini oluşturan öğretmen adayları henüz üniversite düzeyinde dalgalar ve ses konularında herhangi bir öğretim görmemişlerdir, fakat üniversite düzeyinde klasik olarak öğretim gören öğrencilerden oluşan örneklemlerle yapılan çalışmalarda (Linder ve Erickson, 1989; Linder, 1992; Wittmann Steinberg ve Redish, 2003) benzer sonuçlar elde edildiği görölmektedir. Ses konusunda her öğretim düzeyinde, bilimsel kavramsal anlamının oluşturulabilmesi için yapılandırıcılık kuramı çerçevesinde hazırlanmış, öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alan, kavramsal değişimi hedefleyen ve kolaylaştıran öğretim materyallerinin hazırlanması gerekliliği öne çıkmakta, bu konularda yapılmış çalışmaların eksikliği dikkati çekmektedir. Çalışmanın yapıldığı örneklemin ileride öğretmen olacakları düşünöldüğünde üniversite düzeyinde yapılan öğretimlerde de kavramsal anlamayı sağlayacak öğretim yaklaşımları ve materyallerinin gerekliliği daha da önemli olmaktadır. Ses konusunda her öğretim düzeyi için, özellikle ilk ve orta öğretim, hem kavram yanlışları üzerine yapılmış çalışmalara hem de öğretim etkinliklerinin ve materyallerinin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

#### KAYNAKÇA

- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science *International Journal of Science Education*, 11, 481- 490.
- Duit, R. & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Küçüközer, H. (2007). Prospective Science Teachers' Conceptions about Astronomical Subjects *Science Education International*, 18(2), 113-130.
- 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.
- 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.
- Wittmann, M. (2002). The object coordination class applied to wave pulses: Analyzing studentreasoning in wave physics. *International Journal of Science Education*, 24(1), 97-118.
- Wittmann, M., Steinberg, R. N. & Redish, E. F. (2003). Understanding and affecting studentreasoning about sound waves. *International Journal of Science Education*, 25(8), 991-1013.