

FARKLI DİSİPLİNLERDEKİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ ENERJİ KAVRAMINA YÖNELİK ALGILARININ BELİRLENMESİ¹

DETERMINING THE PERCEPTIONS OF PRE-SERVICE TEACHERS FROM DIFFERENT DISCIPLINES TOWARDS THE CONCEPT OF ENERGY

Hasene Esra YILDIRIR²

Tuğba IŞIKTAŞ³

Ayşenur YILDIRIM⁴

Başvuru Tarihi: 09-01-2019 Yayına Kabul Tarihi: 26-02-2020 DOI: 10.21764/maeuefd.510999
(Araştırma Makalesi)

Özet: Bu çalışmada, enerji kavramının farklı disiplinler tarafından nasıl algılandığı ve aralarında farklılık olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Veri toplamak amacıyla kelime ilişkilendirme testi (KİT) kullanılmıştır. KİT’te, öğretmen adaylarından (biyoloji, fen bilgisi, fizik ve kimya) ‘enerji’ denilince akıllarına gelen ilk on kelimeyi sıralamaları ve anahtar kavram ve belirttikleri kelimeler ile ilgili bir cümle kurmaları beklenmiştir. Çalışmaya 325 öğretmen adayı katılmıştır. Kelime ilişkilendirme testinden elde edilen veriler, betimsel analiz teknikleri ile değerlendirilmiştir. Veri analizinde, enerji kavramı için öğrencilerin verdikleri cevap kavramların frekansları belirlenmiş ve bu cevap kavramlar kategorileştirilmiştir. Cevap kavramlardan yola çıkılarak kavram ağları çizilmiştir. Testte yer alan cümleler bir kodlama sistemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, enerji çeşitleri/enerji kaynakları, birim/formül, fizik ve kimya ortak kavramları, yaşam sürekliliği için enerji, biyoloji kavramları, fizik kavramları, kimya kavramları, enerji ile ilgili günlük kullanımlar ve enerjinin özellikleri şeklinde kategoriler belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının enerji ve ilgili kavramlar hakkında benzer bilgi eksikliklerine ve yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Abstract: This study aimed at determining how energy concept is perceived in different disciplines and if there is a difference among these disciplines. To gather data, a word association test (WAT) is used. In the WAT, it is expected from the pre-service teachers (biology, science, physics and chemistry) to express the first ten words that come to their mind when they hear the word "energy" and form a sentence with the words expressed by them. 325 pre-service teachers in total have participated in this study. The data obtained from word association test were evaluated with descriptive analysis techniques. In data analysis, the answers provided by each pre-service teacher were analyzed following the implementation and then a frequency table was drawn. Concept networks were drawn based on answer concepts. The sentences formed by the pre-service teachers were analyzed by a coding system. In consequence of the analysis, it were determined some categories such as forms of energy/sources of energy, energy units/formulas, common concepts of energy in physics and chemistry, energy for the continuity of life, energy from the perspective of chemistry and the properties of energy. It was revealed that pre-service teachers had similar knowledge insufficiencies and misconceptions about energy and related concepts.

Anahtar Sözcükler: Bağımsız kelime ilişkilendirme testi, bilişsel yapı, enerji, öğretmen adayı

Keywords: Word association test, cognitive structure, energy, pre-service teacher

¹ Bu çalışma 18-21 Mayıs 2017 tarihlerinde düzenlenen “International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology” isimli kongrede sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, epoyraz@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9691-3730.

³ Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tugbaisiktas52@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9936-8478.

⁴ Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, nureyn1@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-4642-3458.

GİRİŞ

Enerji hem günlük hem de eğitim hayatımızda sıklıkla karşımıza çıkan önemli bir kavramdır. Biyoloji, fizik ve kimya alanlarına yönelik derslerde ortak bir kavram olması nedeniyle disiplinler arası özelliğe sahiptir. Çünkü enerji bilimde karşılaştığımız tüm konuların içinde yer alan biyoloji, fizik ve kimyanın temel bir temasıdır (Goldring & Osborne, 1994). Enerji kavramı alanlarına göre farklı bakış açılarından değerlendirilerek tanımlanmaktadır. Biyologlara göre enerji doğal dünyada meydana gelen olayları tanımlamak için güçlü bir analitik modeldir (Opitz, Blanckstein & Harms, 2017). Bu nedenle biyoloji ders kitaplarında enerji iş yapabilme yeteneği şeklinde tanımlanarak yeryüzünde yaşamın devamının enerjinin varlığı ve dönüşümü ile mümkün olduğu vurgulanmaktadır. Canlılarda meydana gelen bütün metabolik süreçlerde enerjinin büyüme, gelişme ve çoğalma gibi olaylarda kullanıldığı ve enerjinin temel kaynağının güneş olduğu belirtilmektedir (Şahintürk, Oğuzman, Çakır, Vurden & Uzandaş, 2018, s.65). Fizik ders kitaplarında enerji, “iş yapabilme yeteneği” olarak tanımlanarak cisim üzerinde iş yapıldığında cisme enerji aktarıldığı ve cismin enerjisinin aktarılan enerji kadar değişeceği belirtilmektedir (Sever, Türeci, Artar & Dağ, 2018). Kimya ders kitaplarında enerji benzer şekilde “iş yapabilme kapasitesi” olarak tanımlanırken enerjinin madde gibi yoktan var edilmediğini ya da var olan enerjinin yok edilemeyeceği ve enerjinin bir formdan başka bir forma dönüşebileceği vurgulanmaktadır. Ayrıca maddenin tüm taneciklerinin kinetik enerjileri ile taneciklerin birbirleriyle etkileşimlerinden doğan potansiyel enerjilerinin toplamının iç enerji olduğu belirtilmektedir (Güntut, Güneş & Çetin, 2018). Görüldüğü gibi, fizik, kimya ve biyoloji ders kitaplarında enerji genel haliyle iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanırken alana bağlı olarak yorumlar yapılmaktadır.

Enerji kavramı ilkokuldan üniversiteye kadar her seviyede öğrencilerin derslerinde karşısına çıkan, günlük yaşam, fizik ve biyoloji gibi çeşitli alanlarda kullanımına bağlı olarak alternatif kavramaların oluştuğu en önemli fikirlerden biridir (Sağlam-Arslan & Kurnaz, 2009). Solomon ve Taber (1989) enerji kavramı ile ilgili yaşanan problemlerin gündelik ve bilimsel dil arasındaki çatışmadan kaynaklandığını örneğin bazı metinlerde enerji kelimesinin kömür ve doğal gaz gibi yakıtlarla eş anlamlı olarak kullanıldığını iddia etmişlerdir (akt: Goldring & Osborne, 1994). Miller (2005) enerji kavramının soyut, tanımlanması ve açıklanması zor bir kavram olması ve günlük hayatta kullanılan anlamının bilimsel anlamından farklı olması nedeniyle problemlerin oluştuğunu belirtmiştir (akt: Tekbıyık, 2011). Ünal Çoban Aktamış ve Ergin (2007) enerji

kavramının anlaşılmasında yaşanan zorluğu kavramın disiplinler arası bir konu olmasına bağlayarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak ele alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Enerji ile ilgili yaşanan bu sorunların birçok eğitim seviyesinde karşılaştığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda ilkokul (Opitz, Harms, Neumann, Kowalzik & Frank, 2015), ortaokul (Benzer, Bayrak, Eren & Gürdal, 2014; Çelik, 2016; Goldring & Osborne, 1994; Hırça, Çalık & Akdeniz, 2008; İpek Akbulut, Şahin & Çepni, 2013; Oluk & Oluk, 2016; Opitz, Blankenstein & Harms, 2017; Ünal Çoban, Aktamış & Ergin, 2007; Yürümezoğlu, Ayaz & Çökelez, 2009), lise (Ayyıldız & Tarhan, 2012; Opitz, Blankenstein & Harms, 2017; Tekbiyık, 2011; Yalçinkaya, Taştan & Boz, 2009) ve üniversite (Ayaz, Karakaş & Sarıkaya, 2016; Chabalengula, Sanders & Mumba, 2012; Güneş, Alat & Gözüm, 2013; Güven & Sülün, 2018; Karatekin, Topçu & Aydın, 2016; Kurt, 2013; Sağlam-Arslan & Kurnaz, 2009) olmak üzere her seviyede enerji araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda, öğrencilerin enerjiyi açıklamak yerine sadece tanımladıkları (Chabalengula, Sanders & Mumba, 2012) ancak bu tanımların bilimsel anlamından daha çok günlük yaşamdaki anlamıyla yapıldığı belirlenmiştir (Duit, 1984). Öğrencilerin enerjiyi kuvvet (Sağlam-Arslan & Kurnaz, 2009; Sağlam-Arslan, 2010; Ünal Çoban, Aktamış & Ergin, 2007), iş, güç (Benzer, Bayrak, Eren & Gürdal, 2014; Goldring & Osborne, 1994; Sağlam-Arslan & Kurnaz, 2009; Sağlam-Arslan, 2010), ve elektrik (Duit, 1984) gibi kavramlarla eş anlamlı olarak düşündükleri ortaya çıkarılmıştır. Bazı çalışmalarda, öğrencilerin enerjinin sadece yaşayan organizmalarda bulunduğunu veya bulunması gerektiğini düşünerek bu durumu hareketli olmalarına bağladıkları ortaya çıkmıştır (Ayyıldız & Tarhan, 2012; Bliss & Ogborn, 1985; Gilbert & Watts, 1983; Hırça, Çalık & Akdeniz, 2008; Sağlam Arslan, 2009; Trumper, 1997; Ünal Çoban, Aktamış & Ergin, 2007). Bunun yanında öğrencilerin yapılan iş sonucunda enerjinin korunmadığını düşündükleri (Goldring & Osborne, 1994; Hırça, Çalık & Akdeniz, 2008; Trumper, 1997), insan enerjisini yiyecekler ve dinlenme sayesinde “yeniden şarj edilebilir” olarak gördükleri (Solomon, 1983, 1985; akt: Trumper, 1993), kinetik ve potansiyel enerjiyi birbiri yerine kullandıkları, enerji türleri ve enerji kaynakları konusunda (Boylan, 2008; Ünal Çoban, Aktamış & Ergin, 2007) kavram karmaşası yaşadıkları belirlenmiştir. Bu çalışmalarda farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin enerji ile ilgili kavramsal anlamaları araştırılmıştır. Ancak enerji ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları yanlışların veya eksikliklerin sınıf seviyesine göre farklılık göstermediği enerji kavramının her seviyedeki öğrenci için anlaşılması ve yorumlanması zor bir kavram olduğu görülmektedir. Bununla ilgili olarak

araştırmacılar enerji konusunun öğretimi ile ilgili bazı önerilerde bulunmuşlardır. Trumper (1990) ve Warren (1986) enerji kavramının “iş yapabilme yeteneği” şeklindeki geleneksel tanımının ancak enerji korunumu, dönüşümü ve türlerinden bahsedildiğinde anlamlı olacağını belirtmişlerdir (akt: Chabalengula, Sanders & Mumba, 2012). Ayrıca Trumper (1993) öğrencilerin birçok fiziksel süreci analiz etmesi, bunları “nedenler” ve “sonuçlar” açısından tanımlaması ve farklı enerji türlerini tanımlaması gerektiğini vurgulamıştır.

Öğrencilerin enerji ile ilgili kavramsal anlamalarını araştıran bu çalışmaların dışında enerji ve ilgili kavramlar hakkında bilişsel yapılarını araştıran çalışmalarda yapılmıştır (Ayaz, Karakaş & Sarıkaya, 2016; Güven & Sülün, 2018; Kurt, 2013). Ayaz, Karakaş ve Sarıkaya (2016) sınıf öğretmeni adaylarının nükleer enerji kavramı ile ilgili düşüncelerini araştırmayı hedeflemişlerdir. Bu amaçla, veri toplamak amacıyla nükleer enerji, radyasyon ve enerji kavramlarının sorulduğu bir kelime ilişkilendirme testi kullanmışlardır. Çalışmada öğretmen adaylarının anahtar kavramlara cevap üretmede zorlandıklarını ve bu kavramları zihinlerinde oluşan diğer kavramlarla açıklamakta yetersiz kaldıklarını belirlemişlerdir. Güven ve Sülün (2018) disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı enerji eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarına etkisini araştırmışlardır. Veri toplamak amacıyla enerji çeşidi”, “enerji kaynağı”, “enerji aktarımı” ve “enerji dönüşümü” kavramlarının yer aldığı bir kelime ilişkilendirme testi ve yazma-çizme tekniği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı öğretimin, öğretmen adaylarının enerji kavramını fizik, kimya ve biyoloji olmak üzere bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirmesini sağladığını belirlemişlerdir. Kurt (2013) çalışmasında biyoloji öğretmen adaylarının enerji hakkındaki kavramsal yapılarını ve enerjiye karşı tutumlarını belirlemeye çalışmıştır. Bu amaçla, yazma-çizme tekniği, tutum ölçeği ve kelime ilişkilendirme testi kullanarak veri toplamıştır. Çalışma sonunda, biyoloji öğretmen adaylarının enerji ile ilgili görüşlerinin yüzeysel olduğunu belirtmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının “yaşayan şeylerin enerjiyi sadece besin maddelerinden elde ettiği” ve “enerjinin fotosentez yoluyla üretildiği” gibi kavram yanılgılarına sahip olduklarını belirlemiştir. Araştırmacı öğretmen adaylarının biyolojik enerji ile metabolizma arasında yakın ilişkiler kurduklarını ancak enerji ile ilgili disiplinler arası bağlantı kuramadıklarını vurgulamıştır. Yapılan araştırmalara bakıldığında, enerji ve/veya ilgili kavramlar hakkında sadece bir disipline ait çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak, farklı bölümlerde yer alan daha büyük gruptaki öğretmen adaylarıyla veri toplanarak daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir (Ayaz,

Karakaş & Sarıkaya, 2016). Bunun yanında, enerji, ilköğretim ve ortaöğretim programları içerisinde yer alan temel ve önemli kavramlardan biri olup disiplinler arası bir kavramdır. Bu nedenle hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik boyutlarıyla ele alınmalıdır (Tekbıyık, 2011; Töman & Odabaşı Çimer, 2011; 2012). Bu nedenle, bu çalışmada, farklı disiplinlerdeki (fen bilgisi, fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının enerji kavramını nasıl algıladıklarının ve algılamaları arasında farklılık olup olmadığının belirlenmesi hedeflenmiştir. Alanyazında, farklı disiplinlerde öğrenim gören öğretmen adaylarının enerji kavramını algılayışlarını araştıran ve karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamış olması bu çalışmayı özgün kılmaktadır. Bu hedefler ışığında bu çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Öğretmen adayları enerji kavramını hangi kavramlarla ilişkilendirir ve bu ilişkilendirmeler bölümlere göre nasıl değişmektedir?
2. Öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin kurdukları cümleler nasıl şekillenmektedir ve bu cümleler bölümlere göre nasıl değişmektedir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Çalışmada, betimsel tarama yöntemi kullanılmıştır. Çünkü tarama modelleri geçmişte ya da halen var olan bir durumu var olduğu şekli ile betimlemeyi amaçlayan araştırmalar için uygun bir modeldir. Betimsel tarama modelleri genel tarama ve örnek olay taramaları şeklinde iki bölüme ayrılmaktadır. Genel tarama modelleri; çok sayıda elemandan oluşan bir evrende, evren hakkındaki genel yargıya varmak amacı ile evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup örnek ya da örneklem üzerinde yapılan tarama düzenlemeleridir (Karasar, 2006).

Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, 2016-2017 eğitim öğretim yılında, ülkenin batısında yer alan bir üniversitenin eğitim fakültesinde öğrenim gören öğretmen adaylarından oluşturmaktadır. Örneklem girecek öğretmen adaylarının belirlenmesinde amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örneklem kullanılmıştır. Ölçüt örneklem, örneklemin problemle ilgili olarak belirlenen niteliklere sahip kişiler, olaylar, nesnelere ya da durumlardan oluşturulmasıdır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2013). Bu araştırmaya katılacak öğretmen adaylarının seçiminde, derslerinde enerji ve ilgili kavramları görmüş olmaları temel ölçüt olarak belirlenmiştir. Buna bağlı olarak örneklem fen bilgisi eğitimi, fizik eğitimi, kimya eğitimi ve

biyoloji eğitiminde öğrenim gören 325 öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırmaya katılan 325 öğretmen adayınının 263'ü kadın, 62'si erkektir. Öğretmen adaylarının sınıflara ve bölümlere göre dağılımı Tablo 1'de görülmektedir. Fizik eğitimi, kimya eğitimi ve biyoloji eğitimi bölümlerinde 4. sınıflar çalışmanın yapıldığı dönemde olmadığı için örnekleme alınamamıştır.

Tablo 1.

Araştırmanın Örnekleme

Bölüm	Sınıf					Toplam
	1	2	3	4	5	
Fen Bilgisi Eğitimi	42	49	43	23	-	157
Fizik Eğitimi	18	13	4	-	16	51
Kimya Eğitimi	9	15	11	-	19	54
Biyoloji Eğitimi	17	19	14	-	13	63
Toplam	86	96	72	23	48	325

Veri Toplama Araçları

Kelime ilişkilendirme testi (KİT), bilişsel yapıyı, öğrencinin uzun süreli hafızasındaki kavramlarını, kavramlar arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerin doğru ve anlamlı olup olmadığını ortaya koyan tekniklerden biridir. KİT, bilişsel yapıyı araştırma için en yaygın, en eski metotlardan biri olup birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Bahar, Johnstone & Stucilffe, 1999; Cachapuz & Maskill, 1987; Gorodetsky & Hoz, 1985; Hovardas & Korfiatis, 2006; Maskill & Cachapuz, 1989; Yıldırım & Demirkol, 2018). Bu nedenle, bu çalışmada öğretmen adaylarının “enerji” kavramına yönelik algılarını belirlemek için KİT kullanılmıştır. KİT iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamasında, öğretmen adayları anahtar kelimenin aklına getirdiği kavramları cevaplamak zorundadırlar. Bu aşamada öğretmen adaylarından ‘enerji’ denilince akıllarına gelen ilk on kelimeyi 40 s içerisinde sıralamaları istenmiştir. Zincirleme cevap riskinin önlenmesi amacıyla da anahtar kavramın sayfada alt alta on defa yazılması gerekir. Çünkü öğrenci her kelime yazımında anahtar kavrama tekrar dönmezse anahtar kavram yerine cevap olarak yazdığı kelimenin aklına getirdiği kelimeleri yazacaktır. Bu durumda testin amacını zedeler (Nartgün, 2006, s.412). Testin ikinci aşamasında, öğretmen adaylarından anahtar kavram ve belirttikleri kelimeler ile ilgili 20 s içerisinde bir cümle kurlmaları beklenmiştir. KİT’in uygulanma aşamasında, öncelikle öğretmen adaylarına testin doldurulma aşamasıyla ilgili bilgi verilmiş ve belirtilen sürede testi tamamlamalarına dikkat edilmiştir.

Verilerin Analizi

Veri analizinde, öncelikle tüm cevap kâğıtları 1’den 325’e kadar numaralandırılmıştır. Nitel veri analiz tekniklerinden olan betimsel analiz kullanılmıştır. Enerji kavramı için verilen cevap kavramların sayısını gösteren bir frekans, yüzde tablosu hazırlanmıştır. Bu frekans tablosundan yararlanarak kavram ağları hazırlanmıştır. Kavram ağı oluşturma işleminde kesme noktası tekniği kullanılmıştır. Kesme noktası tekniğinde, herhangi bir anahtar kavram için en fazla tekrarlanan cevap kavramın 3 – 5 sayı aşığı kesme noktası olarak kullanılır. Daha sonra kesme noktası belirli aralıklarla aşağı çekilir ve bütün anahtar kavramlar ortaya çıkana kadar bu işleme devam edilir. Bu çalışmada örnekteki biyoloji, kimya ve fizik öğretmen adaylarının sayılarının fen bilgisi öğretmen adaylarına göre az olması nedeniyle çok farklı sayıda cevap kavram ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, bölümler arasında karşılaştırma yapabilmek için kavram ağları ilk 3 kesme noktası (KN) dikkate alınarak çizilmiştir. Kavram ağlarında kesme noktaları 1.KN, 2.KN şeklinde verilmiştir. 1.KN en fazla oranla ortaya çıkan cevap kavramları göstermektedir. Biyoloji, kimya ve fizik öğretmen adayları için 1.KN noktası 20 ve yukarısı, 2.KN 15-19 arası, 3.KN 10-14 arası, fen bilgisi öğretmen adayları için 1.KN 35 ve yukarısı, 2.KN 30-34 arası ve 3.KN 25-29 şeklinde belirlenmiştir. İlişkısiz olarak görülen, diğer kelimelerle ilişkisi olmayan ve 1 kez tekrarlanan kelimeler değerlendirmeye alınmamıştır. Testin ikinci aşamasında yer alan cümleler de incelenerek öğrencinin yazdığı kelimeleri nasıl anlamlandırdığı ortaya çıkarılmak istenmiştir. Enerji kavramıyla ilgili yazılan cümleler Ercan, Taşdere ve Ercan (2010) tarafından geliştirilen bir kodlama sistemi ile içerdikleri bilgi ve anlamlar bakımından incelenmiş, kodlanmış ve uygun bir şekilde sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin kurdukları cümleler enerji kavramı ile ilişkili ve bilimsel olarak doğru ise “bilimsel bilgi içeren cümleler” kategorisine alınmıştır. Eğer öğrencilerin kurdukları cümleler enerji kavramı ile ilişkilendirdikleri cevap kelimelerin aksine bilimsel olmayan, günlük yaşamda kullanılan, geçmiş deneyim ve gelenekleriyle anlamlaştırılmış cümleler ise “bilimsel olmayan ve yüzeysel bilgi içeren cümleler” kategorisine dâhil edilmiştir. Öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili kurdukları cümleler bilimsel anlamından farklı ve yanlış anlamı olan kavramlar ve ifadelerle ilişkilendirilmişse bu cümleler “kavram yanılgısı içeren cümleler” kategorisine alınmıştır.

Veri analizinin güvenilirliğini sağlamak için, fizik, kimya, biyoloji ve fen alanlarında uzman 4 öğretim üyesi tarafından hem kategoriler hem de cümlelerin analizleri kontrol edilmiştir.

Cümlelerin analizlerinde, öğretim üyelerine öğrenci kâğıtlarının %20'si verilip analiz etmeleri istenmiştir. Analiz sonuçlarının %95 oranında uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Bulgular

Bu bölümde öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilgili KİT'e yazdıkları cevap kavramlar, bu cevap kavramlara göre oluşturulmuş kategoriler ve yazdıkları cümlelerin analiz bulguları yer almaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilgili bilişsel yapılarını gösteren kavram ağları sunulmuştur. Öğretmen adaylarının enerji kavramına verdikleri cevap kavramların bölümler ve sınıflara göre frekans ve yüzde değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2.

Enerji Kavramına Verilen Cevap Kavramların Sayısı

Bölüm	Sınıf											
	1.sınıf		2.sınıf		3.sınıf		4.sınıf		5.sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Biyoloji Eğitimi	89	19,96	116	26,01	119	26,68	-	-	122	27,35	446	100
Fen Bilgisi	284	29,13	303	31,08	249	25,53	139	14,26	-	-	975	100
Fizik Eğitimi	124	37,46	99	29,91	16	4,83	-	-	92	27,80	331	100
Kimya Eğitimi	53	18,21	68	23,37	61	20,96	-	-	109	37,46	291	100

Öğretmen adaylarının enerji ile ilgili yanıtlarının analizleri sonucunda, enerji kavramını toplamda biyoloji öğretmen adaylarının 446, fen bilgisi öğretmen adaylarının 975, fizik öğretmen adaylarının 331 ve kimya öğretmen adaylarının 291 cevap kavram ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Ayrıca, enerji kavramına fen bilgisi öğretmen adaylarının 205, fizik öğretmen adaylarının 100, kimya öğretmen adaylarının 118 ve biyoloji öğretmen adaylarının 147 farklı kelime ürettikleri ortaya çıkmıştır.

Tablo 2 incelendiğinde, öğretmen adaylarının enerji kelimesi ile zihinlerinde oluşturdukları kavramların frekans ve yüzde değerlerinin bölümlere göre betimsel olarak farklılık gösterdiği görülmektedir. Biyoloji öğretmen adaylarında sınıf seviyesi arttıkça daha çok kelime üretirken fizik öğretmen adaylarının daha az kelime ürettikleri ortaya çıkmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının 1. 2. ve 3. sınıftaki kelime oranlarının birbirine çok yakın olup 4.sınıfta ürettikleri kelimelerin azaldığı görülmektedir. Kimya öğretmen adaylarının ise 3.sınıftaki öğrencilerin dışında ürettikleri kelime sayılarında belli bir artış olduğu anlaşılmaktadır. Sınıflar açısından değerlendirildiğinde, 2.sınıfta fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının, 3.sınıfta biyoloji

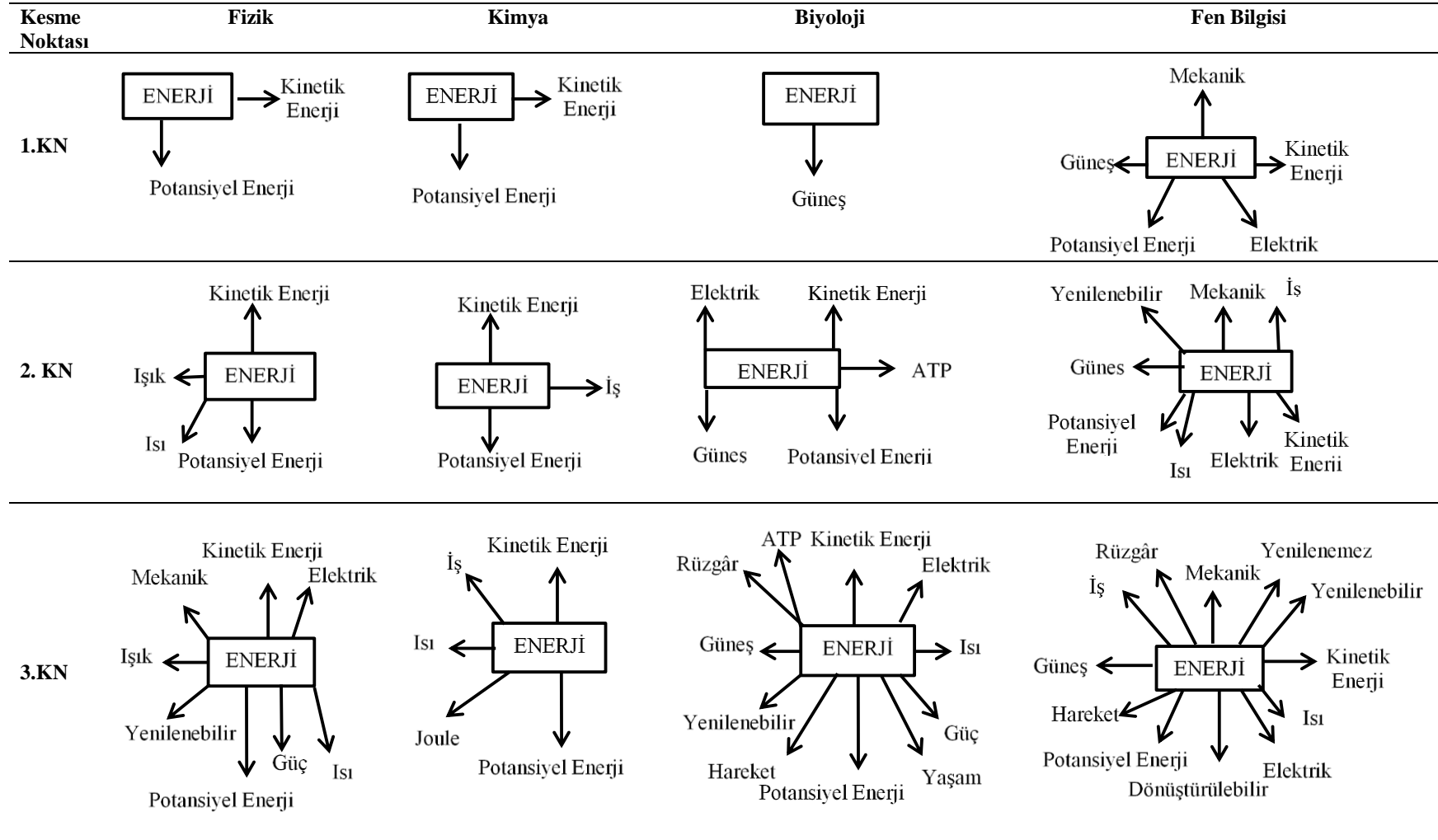
öğretmen adaylarının son sınıfta ise kimya öğretmen adaylarının en fazla oranda cevap kelime ürettikleri görülmektedir.

Şekil 1’de öğretmen adaylarının enerji kavramına yazdıkları cevap kavramlarıyla oluşturulan kavram ağları yer almaktadır. Şekil 1 incelendiğinde;

1. kesme noktasında: Fizik ve kimya öğretmen adaylarının en fazla oranla enerji kavramını kinetik ve potansiyel enerji, biyoloji öğretmen adaylarının güneş ve fen bilgisi öğretmen adaylarının kinetik enerji, potansiyel enerji, güneş, elektrik ve mekanik kavramlarıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bunun yanında fizik ve kimya öğretmen adaylarının enerji ile ilgili bilişsel yapılarının benzer olduğu ve fen bilgisi öğretmen adaylarının diğer bölümlere göre daha fazla kavramla enerji kavramını ilişkilendirdikleri görülmektedir.

2. kesme noktasında: Fizik öğretmen adaylarının ısı ve ışık, kimya öğretmen adaylarının iş, biyoloji öğretmen adaylarının kinetik enerji, potansiyel enerji, ATP ve elektrik, fen bilgisi öğretmen adaylarının iş, ısı ve yenilenebilir kavramları ortaya çıkmıştır.

3. kesme noktasında: Fizik öğretmen adaylarının mekanik, elektrik, yenilenebilir ve güç, kimya öğretmen adaylarının joule ve ısı, biyoloji öğretmen adaylarının rüzgâr, ısı, güç, yaşam, hareket, yenilenebilir ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yenilenemez, dönüştürülebilir, rüzgâr ve hareket kavramlarının bilişsel yapılarında ortaya çıktığı görülmektedir. Bölümler arasında özellikle öğrenci sayısı açısından karşılaştırdığımızda en az kimya öğretmen adaylarının en çok biyoloji öğretmen adaylarının enerji ile ilgili cevap kelime ürettikleri görülmektedir. Üretilen kelimelere bakıldığında, fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının benzer kavramlarının daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 1. Cevap kavramlara göre oluşturulan kavram ağı

Öğretmen adaylarının “enerji” kavramına ilişkin verdikleri cevap kavramlarına göre 9 farklı kategori oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kategorilerde, yakın/aynı anlamı taşıyan kelimeler birleştirilerek sunulmuştur. Bu kategorilerin bölümlere göre dağılımına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3.

Enerji Kavramına İlişkin Ortaya Çıkan Kategorilerin Bölümlere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımı

Kategori	Bölüm							
	Biyoloji Eğitimi		Fen Bilgisi Eğitimi		Fizik Eğitimi		Kimya Eğitimi	
	f	%	F	%	f	%	f	%
Enerji Çeşitleri/Kaynakları	149	40,82	485	56,13	164	56,55	88	40,74
Fizik Kavramları	51	13,97	140	16,20	72	24,83	56	25,93
Fizik ve Kimya Ortak Kavramlar	14	3,84	28	3,24	9	3,10	30	13,89
Biyoloji Kavramları	60	16,44	23	2,66	-	-	-	-
Kimya Kavramları	-	-	11	1,27	4	1,38	19	8,80
Yaşamın Sürekliliği için Enerji	61	16,71	46	5,32	9	3,10	2	0,93
Enerjinin Özellikleri	16	4,38	79	9,14	27	9,31	5	2,32
Birim/Formül	10	2,74	31	3,59	5	1,72	16	7,41
Enerji ile İlgili Günlük Kullanımlar	4	1,10	21	2,43	-	-	-	-
Toplam	365	100	864	100	290	100	216	100

Tablo 3’de görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının cevap kavramlarından “enerji çeşitleri/kaynakları”, “fizik kavramları”, “fizik ve kimya ortak kavramlar”, “biyoloji kavramları”, “kimya kavramları”, “yaşamın sürekliliği için enerji”, “enerjinin özellikleri”, “birim/formül” ve “enerji ile ilgili günlük kullanımlar” şeklinde 9 kategori belirlenmiştir. Bu kategoriler arasında, tüm bölümlerdeki öğretmen adaylarının en çok “enerji çeşitleri/ kaynakları” kategorisine yönelik cevap kavramlar verdikleri ortaya çıkmıştır. Diğer kategorilere baktığımızda, “fizik kavramları” kategorisi fen bilgisi, fizik ve kimya öğretmen adaylarının cevaplarında ikinci sırada ortaya çıkarken biyoloji öğretmen adaylarının ikinci sırada “yaşamın sürekliliği için enerji” kategorisine yönelik cevaplar verdikleri görülmektedir. Üçüncü sırada, biyoloji öğretmen adaylarının “biyoloji kavramları”, fen bilgisi ve fizik öğretmen adaylarının “enerjinin özellikleri”, kimya öğretmen adaylarının “fizik ve kimya ortak kavramlar” kategorisi ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.

Enerji Kavramı ile İlişkilendirilen Cevapların Kategorilere Göre Dağılımı

Kategoriler	Cevap Kavramlar	Bölüm							
		Biyoloji Eğitimi		Fen Bilgisi Eğitimi		Fizik Eğitimi		Kimya Eğitimi	
		f	%	F	%	f	%	f	%
Enerji Çeşitleri/ Enerji Kaynakları	Elektrik enerjisi	17	27,4	44	28	14	26	4	7,4
	Potansiyel enerji	16	25,8	69	43,9	33	62	20	37,0
	Kinetik enerji	15	24,2	68	43,3	32	60	22	40,7
	Isı	10	16,1	34	20,4	20	38	13	24,1
	Işık	6	9,7	12	8,9	7	13	6	11,1
	Kimyasal enerji	5	8,1	9	5,7	3	6	3	5,6
	Nükleer	3	4,8	11	7,0	8	15	3	5,6
	Mekanik enerji	2	3,2	43	27,4	16	30	-	-
	Güneş enerjisi	27	43,5	52	33,1	11	21	6	11,1
	Rüzgâr	12	19,4	34	21,7	3	6	-	-
	Yenilenebilir enerji	10	16,1	34	21,7	11	21	3	5,6
	Su	9	14,5	8	5,1	-	-	2	3,7
	Santral	4	6,5	7	4,5	-	-	-	-
	Baraj	3	4,8	6	3,8	-	-	-	-
	Jeotermal enerji	3	4,8	9	5,7	-	-	2	3,7
	Yenilenemez enerji	7	11,3	28	17,8	6	11	2	3,7
	Kömür	-	-	5	3,2	-	-	-	-
	Petrol	-	-	5	3,2	-	-	2	3,7
	Doğalgaz	-	-	4	2,5	-	-	-	-
	Hidroelektrik	-	-	3	1,9	-	-	-	-
Fizik Kavramları	Güç	14	22,6	19	12,1	16	30	9	16,7
	Hareket	12	19,4	29	18,5	5	9	5	9,3
	İş	7	11,3	30	19,1	16	30	16	29,6
	Pil	6	9,7	3	1,9	-	-	-	-
	Fizik	4	6,5	14	8,9	5	9	6	11,1
	Akım	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Fiziksel	2	3,2	4	2,5	-	-	2	3,7
	Hız	2	3,2	11	7,0	4	8	-	-
	Voltaj	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Yol	-	-	-	-	-	-	2	3,7
	Korunum	-	-	3	1,9	10	19	3	5,6
	Kuvvet	-	-	12	7,6	4	8	7	13,0
	Manyetik	-	-	-	-	4	8	-	-
	Tesla	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Manyetizma	-	-	-	-	3	6	-	-
	Einstein	-	-	-	-	3	6	-	-
	Zaman	-	-	3	1,9	2	4	2	3,7
	Momentum	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Sürtünme	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Ses	-	-	2	1,3	-	-	-	-
Devre	-	-	2	1,3	-	-	-	-	
Kanun	-	-	2	1,3	-	-	-	-	
Düzey	-	-	-	-	-	-	2	3,7	
Paket	-	-	-	-	-	-	2	3,7	
Fizik ve Kimya Ortak Kavramlar	Sıcaklık	4	6,5	9	5,7	3	6	4	7,4
	Atom	2	3,2	-	-	-	-	3	5,6
	Madde	2	3,2	5	3,2	-	-	9	16,7
	Sistem	6	9,7	2	1,3	-	-	7	13

	Termodinamik	-	-	-	-	-	-	5	9,3
	Kütle	-	-	8	5,1	4	8	-	-
	Evren	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Tanecik	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Çekirdek	-	-	-	-	2	4	2	3,7
Biyoloji Kavramları	ATP	19	30,6	7	4,5	-	-	-	-
	Kas	5	8,1	-	-	-	-	-	-
	Fotosentez	3	4,8	-	-	-	-	-	-
	Vitamin	3	4,8	-	-	-	-	-	-
	Yağ	3	4,8	2	1,3	-	-	-	-
	Protein	3	4,8	-	-	-	-	-	-
	Organizma	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Sindirim	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Karbonhidrat	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	ETS	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Glikoz	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Mitokondri	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Oksijen	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Solunum	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	İnsan	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Ekoloji	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Doğa	7	11,3	2	1,3	-	-	-	-
	Dünya	3	4,8	-	-	-	-	-	-
	Vücut	-	-	2	1,3	-	-	-	-
Depo	-	-	2	1,3	-	-	-	-	
Canlı	-	-	2	1,3	-	-	-	-	
Kimya Kavramları	Radyoaktif	-	-	-	-	2	4	-	-
	Kimya	-	-	2	1,3	2	4	-	-
	Çevre	-	-	5	3,2	-	-	-	-
	İç enerji	-	-	4	2,5	-	-	6	11,1
	Entalpi	-	-	-	-	-	-	5	9,3
	Entropi	-	-	-	-	-	-	4	7,4
	Endotermik	-	-	-	-	-	-	2	3,7
Ekzotermik	-	-	-	-	-	-	2	3,7	
Yaşam sürekliliği için enerji	Yaşam	14	22,2	6	3,8	4	8	-	-
	Canlı	10	15,9	-	-	-	-	-	-
	Mutluluk	6	9,7	2	1,3	2	4	-	-
	Besin	5	8,1	5	3,2	-	-	-	-
	İçecek	5	8,1	3	1,9	3	6	-	-
	Gereksinim	5	8,1	3	1,9	-	-	-	-
	Kalori	4	6,5	3	1,9	-	-	2	3,7
	Yemek	2	3,2	4	2,5	-	-	-	-
	Uyku	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Çikolata	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Para	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Aktiflik	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Sağlık	2	3,2	-	-	-	-	-	-
	Spor	-	-	5	3,2	-	-	-	-
	Koşmak	-	-	4	2,5	-	-	-	-
	Yemek	-	-	4	2,5	-	-	-	-
	Pozitif	-	-	3	1,9	-	-	-	-
Yorgunluk	-	-	2	1,3	-	-	-	-	
Bisiklet	-	-	2	1,3	-	-	-	-	
Enerjinin özellikleri	Kaynaktır	6	9,7	3	1,9	2	4	-	-
	Üretilir	3	4,8	2	1,3	-	-	-	-
	Dinamiktir	2	3,2	3	1,9	2	4	-	-

	Dönüştürülebilir	5	8,1	29	18,5	6	11	5	9,3
	Tükenebilir	-	-	2	1,3	2	4	-	-
	Yok olmaz	-	-	11	7,0	-	-	-	-
	Aktarılır	-	-	9	5,7	2	4	-	-
	Sürekli	-	-	7	4,5	-	-	-	-
	Çeşitlidir	-	-	6	3,8	-	-	-	-
	Durağandır	-	-	5	3,2	-	-	-	-
	Dönüştürülemez	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Joule	10	16,1	16	10,2	5	9	12	22,2
Birim/ Formül	$E=mc^2$	-	-	4	2,5	-	-	4	7,4
	$\frac{1}{2} mV^2$	-	-	3	1,9	-	-	-	-
	Watt	-	-	3	1,9	-	-	-	-
	Volt	-	-	3	1,9	-	-	-	-
	Amper	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Ampul	-	-	5	3,2	-	-	-	-
Enerjiyle ilgili günlük kullanımlar	Tasarruf	4	6,5	4	2,5	-	-	-	-
	Yetenek	-	-	4	2,5	-	-	-	-
	Batarya	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Kablo	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Fatura	-	-	2	1,3	-	-	-	-
	Ekonomi	-	-	2	1,3	-	-	-	-

Tablo 4'e bakıldığında, enerji çeşitleri/enerji kaynakları kategorisinde biyoloji öğretmen adaylarının güneş enerjisi, elektrik enerjisi, potansiyel enerji, fen bilgisi öğretmen adaylarının potansiyel enerji, kinetik enerji, güneş enerjisi, fizik ve kimya öğretmen adaylarının ise potansiyel enerji, kinetik enerji ve ısı kavramlarını en çok yazdıkları görülmüştür.

Fizik/kimya ortak kavramlar kategorisinde, en yoğun olarak biyoloji öğretmen adaylarının sistem, sıcaklık, atom, madde, fen bilgisi öğretmen adaylarının sıcaklık, kütle, madde, fizik öğretmen adaylarının kütle, sıcaklık, çekirdek ve kimya öğretmen adaylarının madde, sistem ve termodinamik kavramlarını yazdıkları ortaya çıkmıştır.

Biyoloji kavramları kategorisi sadece biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Bu kategoride, biyoloji öğretmen adayları enerji kavramını en çok ATP, doğa ve kas kelimeleri ile ilişkilendirirken fen bilgisi öğretmen adayları ATP ile ilişkilendirmişlerdir.

Fizik kavramları kategorisinde, biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının en yoğun olarak güç, iş ve hareket kavramlarını yazdıkları, fizik öğretmen adaylarının güç, iş, korunum kimya öğretmen adaylarının ise iş, güç ve kuvvet kavramlarını yazdıkları belirlenmiştir. En yoğun olarak ortaya çıkan bu kavramlara bakıldığında tüm bölümlerin enerji kavramıyla güç ve iş kavramlarını ilişkilendirdikleri anlaşılmaktadır.

Yaşam sürekliliği için enerji kategorisine ait cevap kavramlar incelendiğinde, biyoloji, fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramı ile en çok yaşam kelimesini ilişkilendirdikleri ortaya çıkmıştır. Bunun dışında biyoloji öğretmen adaylarının canlı ve mutluluk, fen bilgisi öğretmen adaylarının besin ve yemek, fizik öğretmen adaylarının içecek ve mutluluk ve kimya öğretmen adaylarının sadece kalori kelimesi ile enerji kavramını ilişkilendirdikleri belirlenmiştir.

Birim/formül kategorisi tüm bölümlerin yanıtlarında ortaya çıkmış olup biyoloji ve fizik öğretmen adaylarının sadece joule, fen bilgisi öğretmen adaylarının joule, $E=mc^2$, watt, volt ile kimya öğretmen adaylarının joule ile $E=mc^2$ cevap kavramlarını yazdıkları görülmüştür.

Enerjinin özellikleri kategorisinde, tüm bölümlerdeki öğretmen adayları ortak olarak enerji kavramını dönüştürülebilir kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Bunun dışında, biyoloji öğretmen adayları kaynaktır, üretilebilir, fen bilgisi öğretmen adayları yok olmaz, aktarılır, fizik öğretmen adayları ise kaynaktır ve aktarılır cevap kavramlarını çoğunlukla yazdıkları görülmektedir.

Kimya kavramları kategorisine ait cevap kavramlar fizik, kimya ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Bu kategoride, fen bilgisi öğretmen adayları çevre, iç enerji, kimya, fizik öğretmen adayları radyoaktif, kimya, kimya öğretmen adayları iç enerji, entalpi ve entropi kavramlarıyla enerji kavramını ilişkilendirmişlerdir.

Enerji ile ilgili günlük kullanımlar kategorisi sadece biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Enerji kavramını biyoloji öğretmen adayları tasarruf kelimesi ile fen bilgisi öğretmen adayları ampul, tasarruf ve yetenek kelimeleriyle ilişkilendirmişlerdir.

Öğretmen adaylarının enerji kavramıyla ilgili kurdukları cümleler “bilimsel bilgi içeren cümleler, bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümleler, kavram yanılgısı içeren cümleler ve boş” olmak üzere 4 kategoride değerlendirilmiştir. Tablo 5’de öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilgili kurdukları cümlelerin kategorilere göre frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 5.

KİT'te Yer Alan Anahtar Kavramla İlgili Kurulmuş Cümlelerin Analizi

Bölüm	Sınıf	Bilimsel bilgi içeren cümle sayısı	Bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümle sayısı	Kavram yanlışlığı içeren cümle sayısı	Boş
Biyoloji Eğitimi	1	4	8	4	1
	2	9	6	3	1
	3	6	2	6	0
	5	3	6	3	1
	Toplam	22 (%34,9)	22 (%34,9)	16 (%25,4)	3 (4,8)
Fen Bilgisi Eğitimi	1	19	14	7	2
	2	24	9	13	3
	3	24	5	13	1
	4	17	1	3	2
	Toplam	84 (%53,5)	29 (%18,5)	36 (%22,9)	8 (%5,1)
Fizik Eğitimi	1	10	5	3	0
	2	9	2	1	1
	3	3	1	0	0
	5	5	4	4	3
	Toplam	27 (%52,9)	12 (%23,5)	8 (%15,7)	4 (%7,8)
Kimya Eğitimi	1	2	4	3	0
	2	10	2	2	1
	3	6	1	0	4
	5	11	2	4	2
	Toplam	29 (%53,7)	9 (%16,7)	9 (%16,7)	7 (%13)
Toplam		162 (%49,85)	72 (%22,15)	69 (%21,23)	22 (%6,77)

Tablo 5'e bakıldığında, öğretmen adaylarının toplamda 162 bilimsel bilgi içeren cümle, 72 bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümle ve 69 kavram yanlışlığı içeren cümle kurduğu görülmektedir. Bilimsel bilgi içeren cümle oranları incelendiğinde, fen bilgisi, fizik ve kimya öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilgili benzer oranlarda (%54) cümle kurarken biyoloji öğretmen adaylarının daha az oranda (%35) bilimsel bilgi içeren cümle kurdukları anlaşılmaktadır. Biyoloji öğretmen adaylarının diğer bölümlere göre daha fazla oranla bilimsel olmayan/yüzeysel bilgi içeren cümleler kurmuşlardır. Kavram yanlışlığı içeren cümle oranları incelendiğinde, en fazla oranla biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanlışlığı içeren cümle kurdukları görülmektedir. Tablo 6'da öğretmen adaylarının anahtar kavramla ve ilişkili kelimelerle ilgili kurdukları cümlelerden örnekler yer almaktadır.

Tablo 6.

KİT’te Yer Alan Anahtar Kavramlarla İlgili Kurulmuş Cümlelere Örnekler

Bölüm	Bilimsel bilgi içeren cümle örnekleri	Bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümle örnekleri	Kavram yanlışlığı içeren cümle örnekleri
Biyoloji Eğitimi	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrik enerjisi, ısı enerjisine dönüşebilir. • Yenilenebilir enerji kaynağı güneş enerjisidir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fizik dersinde enerji konusunu işledik. • Her zaman tasarruflu olmalıyız. • Pozitif düşünenlerin enerjisi yüksektir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enerji, zaman, para, su, güneş vb. doğal ve yapay kaynaklardan elde edilen bir şey. • Enerji, organizmanın bir iş yapabilmesi için gerekli olan şeylerin temelidir ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güçtür.
Fen Bilgisi Eğitimi	<ul style="list-style-type: none"> • Enerji doğada yok olmaz, bir türden başka bir türe dönüşür. • Enerji iş yapabilmek yeteneğidir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Yenilenemez enerji kaynaklarımızı tasarruflu kullanmalıyız. • Dün elektrik faturasını ödedim. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrik, batarya, nükleer santral somut; pozitif ruh hali ve iç enerji soyut enerjidir. • Enerji doğal ve yapay olarak ikiye ayrılır.
Fizik Eğitimi	<ul style="list-style-type: none"> • Kinetik enerji ve potansiyel enerji toplamı mekanik enerjiyi verir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dünyamızın geleceği için enerjiye ihtiyacımız var. • Bugün çok enerjyim. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enerjinin türleri vardır örneğin jeotermal enerji. • İş bir enerji türüdür.
Kimya Eğitimi	<ul style="list-style-type: none"> • Enerjinin SI birim sisteminde birimi joule’dür. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enerji hayatımızda önemli bir yere sahiptir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enerji iş yapabilmek için gerekli güçtür. • Nükleer, iç, potansiyel, kinetik ve iş olarak enerji çeşitleridir.

Tablo 6’daki kavram yanlışlığı içeren cümle örnekleri incelendiğinde, öğretmen adaylarının genel olarak enerji kaynakları, enerji türleri ve enerjinin tanımıyla ilgili kavram yanlışlıklarının olduğu görülmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, farklı disiplinlerde yer alan öğretmen adaylarının “enerji” kavramına yönelik algılarının kelime ilişkilendirme testi kullanılarak ortaya çıkarılması ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Buna yönelik olarak, enerji kavramını toplamda kimya öğretmen adaylarının 291, biyoloji öğretmen adaylarının 446, fizik öğretmen adaylarının 331 ve fen bilgisi öğretmen adaylarının 975 cevap kavram ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının sayılarının yakın olduğu düşünüldüğünde biyoloji öğretmen adaylarının enerji ile ilgili daha fazla kelime ürettikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca, enerji kavramıyla ilgili olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının 205, fizik öğretmen adaylarının 100, kimya öğretmen adaylarının 118 ve biyoloji öğretmen adaylarının 147 farklı kelime ürettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, biyoloji öğretmen adaylarının sınıf seviyesi arttıkça daha çok cevap kelime ürettikleri ancak diğer bölümlerde belirgin bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç, fizik, fen bilgisi ve kimya

öğretmen adaylarının alanla ilgili aldıkları dersler artsa bile enerji kavramı ile ilgili bilişsel yapılarındaki kelime sayısının pek değişmediğini göstermektedir.

Enerji kavramıyla ilgili cümlelerin analizi sonucunda; öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının bilimsel bilgi içeren cümle yazdıkları ve bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümle sayılarının yakın olduğu belirlenmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının diğer bölümlerdeki öğretmen adaylarına göre daha az oranda bilimsel bilgi içeren cümle kurdukları diğer bölümlerde ise bu oranın birbirine yakın olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında biyoloji öğretmen adaylarının diğer disiplinlere oranla daha fazla oranda kavram yanılgısı ve bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümle kurdukları diğer disiplinlerde ise bu oranın birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının enerji ile ilgili cevap kavramlarından, “enerji çeşitleri/kaynakları”, “fizik kavramları”, “fizik ve kimya ortak kavramlar”, “biyoloji kavramları”, “kimya kavramları”, “yaşamın sürekliliği için enerji”, “enerjinin özellikleri”, “birim/formül” ve “enerji ile ilgili günlük kullanımlar” şeklinde 9 kategori belirlenmiştir. Bu kategorilerden “enerji çeşitleri/kaynakları” kategorisi tüm bölümlerde ilk sırada ortaya çıkarken “fizik kavramları” kategorisi fizik, kimya ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yanıtlarında, "yaşamın sürekliliği için enerji" kategorisi biyoloji öğretmen adaylarının yanıtlarında ikinci sırada ortaya çıkmıştır. “Fizik kavramları” kategorisi biyoloji öğretmen adaylarının, "enerjinin özellikleri" kategorisi fen bilgisi, "yaşam sürekliliği için enerji” fizik öğretmen adayları ve “fizik ve kimya ortak kavramları” kimya öğretmen adaylarının yanıtlarında üçüncü sırada ortaya çıkmıştır. Kategoriler genel olarak incelendiğinde fizik, kimya ve fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramını daha çok fizik alanıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bu sonuç başka çalışmalarda da belirlenmiştir (Chabalengula, Sanders & Mumba, 2012; Köse, Bağ, Sürücü & Uçak, 2006). Oysaki enerji kavramı disiplinler arası bir kavram olup bu kavramın tam anlamıyla öğrenilebilmesi için farklı disiplinlerdeki anlamının birleştirilmesi ve bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesi gerekir (Domenech, Gil-Perez, Gras-Marti, Guisasola, Martinez-Torregrosa, Salinas, Trumper, Valdes & Vilches, 2007). Enerji kavramının tek bir disipline bağlı olarak algılanması derslerde enerji kavramının bütün boyutlarıyla öğretilmesine engel olacaktır. Bu nedenle ders kitaplarında enerji kavramı öğretilirken bütüncül bir bakış açısıyla disiplinlerarası bağlantıların olması gerektiği (Gamez, Ruz & Gallego, 2014) ve disiplinlerarası öğretim yapılarak öğretmen adaylarının bir olaya ilişkin enerji ile ilgili açıklamalarında bütüncül bir bakış açısına sahip olacağı belirtilmiştir (Güven & Sülün, 2018).

Çalışmada “enerji çeşitleri/kaynakları” kategorisi ve kavram ağları incelendiğinde, fizik ve kimya öğretmen adaylarının bilişsel yapılarında enerji kavramını en fazla oranla kinetik ve potansiyel enerji, biyoloji öğretmen adaylarının güneş, fen bilgisi öğretmen adaylarının kinetik enerji, potansiyel enerji, güneş, elektrik ve mekanik kavramlarıyla ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının bilişsel yapılarında enerji kavramını kinetik enerji ve potansiyel enerji ile ilişkilendirmeleri alanyazında belirlendiği gibi bu enerji türlerinin tüm disiplinlerde baskın olarak bahsediliyor olmasından ve öğrencilerin diğer enerji türlerini bilmemelerinden kaynaklanabilir (Ünal Çoban, Aktamış & Ergin, 2007). Biyoloji öğretmen adaylarının ise enerjiyi en çok enerji kaynağı güneş enerjisi ile ilişkilendirmeleri öğretmen adaylarının bütün enerji dönüşümlerin temel kaynağını güneş olarak düşünmelerinden kaynaklanabilir. Bu bulgular öğretmen adaylarının enerji kavramını en çok enerji türleri ve enerji kaynağı ile ilişkilendirdiklerini ortaya koymaktadır. Ancak öğretmen adaylarının güneş ve rüzgâr enerjisi dışında başka bir enerji kaynağını yazamadıkları görülmüştür. Bu durum, öğretmen adaylarının enerji kaynakları konusunda sınırlı bilgiye sahip olduklarını göstermektedir (Ayaz, Karakaş & Sarıkaya, 2016; Saraç & Bedir, 2014; Ünal Çoban, Aktamış & Ergin, 2007). Biyoloji, fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının teste yazdıkları cümlelerinde de enerji türleri ile enerji kaynaklarını karıştırdıkları belirlenmiştir. Biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının enerjiyi yapay ve doğal kaynaklar şeklinde sınıflandırdıkları, fizik öğretmen adaylarının enerji kaynaklarından jeotermal enerjisini enerji türü ve güneş enerjisini yenilenemez enerji çeşidi olarak düşündükleri görülmüştür. Biyoloji öğretmen adaylarının enerji türleri ile güneş enerjisi, rüzgâr ve dalga enerjisini ilişkilendirdikleri, ATP enerjisini enerji çeşidi ve vitamini enerji kaynağı olarak vurguladıkları ortaya çıkmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazılarının teste yazdıkları “yenilenemez enerji olarak elektrik enerjisi verilebilir”, “enerji çeşitleri hidroelektrik, su ve kömürdür”, “güneş, elektrik ve ısı sayesinde enerji üretiriz” şeklindeki cümleleri elektriği enerji kaynağı kömür, su gibi enerji kaynaklarını ise enerji çeşidi olarak düşündüklerini göstermektedir.

Biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının enerjiyi en çok güç, hareket ve iş, fizik öğretmen adaylarının güç, iş ve korunum, kimya öğretmen adaylarının ise güç, iş ve kuvvet kavramları ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Kavram ağı analizlerinde de fizik ve biyoloji öğretmen adaylarının fen bilgisi ve kimya öğretmen adaylarına göre daha çok oranda enerji kavramı ile güç kavramını ilişkilendirdikleri ortaya çıkmıştır. Benzer bir şekilde, fen bilgisi öğretmen adaylarının “enerji, başka türlere dönüşerek aktarılabilen bir güçtür”, “enerji iş yapabilme gücüdür”, “enerji kütle ve

hıza bağlı maddenin sahip olduğu güçtür”, kimya öğretmen adaylarının “enerji bir sisteme uygulanan kuvvettir” şeklinde enerjiyi kuvvet ve güç olarak tanımladıkları belirlenmiştir. Bu sonuç alan yazın ile de örtüşmektedir (Kurnaz & Sağlam Arslan, 2011; Töman & Çimer, 2012; Trumper, 1993). Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez (2009), enerji kavramını 7., 8. ve 9.sınıf öğrencilerinin kuvvet, güneş, elektrik, ışık, hareket, güç, fen bilgisi ve elektrikli cihazlar-aletleri şeklinde düşündüklerini belirlemişlerdir. Bu sonuçlar öğrencilerin enerji ile ilişkilendirdikleri kelimelerde yaş ve eğitim seviyesine göre herhangi bir farklılığın olmadığını göstermektedir.

Bunun yanında, öğretmen adaylarının cümlelerinde enerjiyi genellikle iş yapabilme yeteneği olarak tanımladıkları belirlenmiştir. Disipline bağlı olmaksızın öğretmen adaylarının enerjiyi aynı şekilde tanımlamaları, bu tanımın çok kısa ve ezberlenmesi kolay olmasının bir sonucu olabilir (Hicks, 1983; akt: Domenech ve diğ., 2007). Ancak öğretmen adaylarından enerjiyi bu şekilde tanımlasalar bile disiplinlerine bağlı olarak enerji kavramının farklı noktalarına da değinmeleri gerekirdi.

Fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının mekanik enerjinin, kinetik ve potansiyel enerjinin toplamı olduğu ve enerjinin vardan yok, yoktan var edilemez olduğunu bildikleri anlaşılmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının enerji kavramını, ATP ve canlılar arasındaki enerji akışı ile ilişkilendirerek anlamlandırdıkları kimya öğretmen adaylarının ise kinetik ve potansiyel enerjinin toplamını iç enerji olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Ancak bazı kimya öğretmen adaylarının “potansiyel enerji ile kimyasal enerji toplamı mekanik enerjiye eşittir”, “kimyasal enerji maddenin içyapısında meydana gelen değişimlerdir.” şeklindeki cümleleri ile kimyasal enerji kavramının kinetik enerji ya da kimyasal değişim kavramlarının yerine kullanıldığı ortaya çıkmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının enerjiyi çoğunlukla sistem, sıcaklık, fen bilgisi ve fizik öğretmen adaylarının kütle, sıcaklık ve kimya öğretmen adaylarının madde, termodinamik ve sıcaklık kavramları ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Tüm bölümlerin enerji kavramını ortak olarak ilişkilendirdikleri kavramın sıcaklık kavramı olduğu görülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının sıcaklığın bir enerji şekli olduğunu düşündüklerini ortaya çıkarabilir (Uzoğlu & Gürbüz, 2013). Bunun yanında “daha fazla kütleyle sahip olan daha fazla enerjiye sahip olur” bilgisinden dolayı fen bilgisi ve fizik öğretmen adaylarının enerji ile kütle arasında bir ilişki kurdukları düşünülebilir. Ayrıca kimya öğretmen adaylarının cümlelerinde “enerji katı, sıvı ve gazlarda ısıyı artırarak tanecikler arası boşluğu artırır” şeklinde düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bu sonuç öğretmen adaylarının ısıyı ya kinetik enerji ya da sıcaklık olarak düşünmelerinin bir sonucu olabilir. Oysaki

ısı, sıcaklık farkı nedeniyle bir cisimden başka bir cisme veya bir sistemden başka bir sisteme aktarılan enerji olup bir enerji çeşidi değildir (Uzoğlu & Gürbüz, 2013).

Biyoloji kavramları ile ilgili olarak, biyoloji öğretmen adaylarının enerjiiyi çoğunlukla ATP, doğa ve kas kavramları ile fen bilgisi öğretmen adaylarının ise ATP kavramı ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Ayrıca fen bilgisi öğretmen adayları enerji ile canlı kavramını ilişkilendirmişlerdir. Bu sonuç “enerji sadece canlı varlığa aittir” düşüncesine sahip olduklarını gösterebilir (Ünal Çoban, Aktamış & Ergin, 2007; Töman & Çimer, 2012). Benzer şekilde biyoloji öğretmen adaylarının enerjiiyi doğa kavramı ile ilişkilendirmeleri “doğada herşeyin enerjisi vardır” şeklindeki düşüncelerinden kaynaklanabilir. Ünal Çoban, Aktamış ve Ergin (2007) çalışmasında öğrencilerinin doğada herşeyin enerjisi olduğunu düşündüklerini belirlemişlerdir.

Kimya kavramlarına yönelik kategoride, fen bilgisi öğretmen adaylarının enerjiiyi en çok kimya, çevre ve iç enerji, fizik öğretmen adaylarının radyoaktif ve kimya, kimya öğretmen adaylarının ise entalpi, entropi ve iç enerji kavramları ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir.

“Yaşam sürekliliği için enerji” kategorisinde en çok biyoloji öğretmen adaylarının yanıtlarında kavram ortaya çıkmıştır. Bu kategoride, biyoloji öğretmen adaylarının enerji kavramını en çok yaşam, canlı, mutluluk, fen bilgisi öğretmen adaylarının yaşam, besin, spor, fizik öğretmen adaylarının yaşam, içecek, mutluluk ve kimya öğretmen adaylarının kalori kelimesi ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Kavram ağlarında da fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının diğer bölümlerden farklı olarak enerji kavramını hareket ve yaşam kavramlarıyla ilişkilendirdikleri görülmüştür. Bu ilişki öğretmen adaylarının enerjiiyi yaşayan şeylerle ilişkilendirdiklerini (Trumper, 1993) ve enerjiiyi aktivite (Watts, 1983) olarak düşündüklerini gösterebilir.

Enerjinin özelliklerine yönelik olarak, enerji kavramını biyoloji öğretmen adaylarının en çok kaynaktır, dönüştürülebilir, fen bilgisi öğretmen adaylarının dönüştürülebilir, aktarılır, fizik öğretmen adaylarının dönüştürülebilir ve kimya öğretmen adaylarının sadece dönüştürülebilir kelimesi ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Tüm bölümlerdeki öğretmen adaylarının baskın bir şekilde enerjiiyi “dönüştürülebilir” kavramı ile ilişkilendirdikleri ortaya çıkmıştır. Biyoloji, fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının cümlelerinde de enerjinin bir başka forma dönüştürülebildiği bilgisine sahip oldukları anlaşılmıştır.

Tüm bölümlerdeki öğretmen adaylarının enerji ile “Joule” kavramını ilişkilendirdikleri ortaya çıkmıştır. Bunun yanında fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına watt, volt ve amper gibi

farklı birimleri de yazdıkları belirlenmiştir. Bu sonuç biyoloji, fizik ve kimya öğretmen adaylarının enerjinin birimini bildiklerini gösterir. Ancak bazı fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına volt ve watt şeklinde birimler yazmaları enerji kavramını potansiyel ve güç ile karıştırmalarının bir sonucu olabilir. Alanyazında da öğrencilerin güç veya enerji birimini belirlemede başarısız oldukları belirlenmiştir (Goldring & Osborne, 1994; Sağlam-Arslan & Kurnaz, 2009).

Enerji ile ilgili günlük kullanımlar kategorisi fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Özellikle fen bilgisi öğretmen adaylarının yanıtlarında yoğunluk varken biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilgili ortak tasarruf kavramını ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının enerji ile tasarruf kelimesini ilişkilendirmeleri evlerde enerji tasarruflu lambaların kullanımından kaynaklanabilir.

Öneriler

Elde edilen sonuçlar ışığında, her bir disiplindeki öğretmen adaylarının enerji ve ilgili kavramlar hakkında yetersiz ve yanlış bilgilere sahip oldukları görülmektedir. Bu nedenle öncelikle öğretmen adaylarının sahip oldukları bu kavram yanlışlarının ortaya çıkartılması ve bu konudaki farkındalıklarının artırılması amacıyla alan ve alan eğitimi derslerinde enerji konusunun disiplinler arası boyutu dikkate alınarak vurgulanması oldukça önemlidir. Bunun yanında, enerji konusunun öğretiminde sadece formüller ve hesaplamalar değil enerji kavramının doğru bir şekilde yapılandırılması adına öncelikle nitel olarak bilim adamlarının enerji hakkında ne düşündüğünün öğrencilere kavratılmasına önem verilmelidir.

Kaynaklar

Ayaz, E., Karakaş, H., & Sarıkaya, R. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının nükleer enerji kavramına yönelik düşünceleri: Bağımsız kelime ilişkilendirme örneği. *Cumhuriyet Science Journal*, 37, 42-54.

Ayyıldız, Y., & Tarhan, L. (2012). The effective concepts on students' understanding of chemical reactions and energy. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(42), 72-83.

Bahar, M., Johnstone, A.H. & Sutcliffe, R.G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33, 134-141.

Benzer, E., Bayrak, B. K., Eren, C. D., & Gürdal, A. (2014). Knowledge and opinions of teacher candidates about energy and energy resources. *International Online Journal of Educational Sciences*, 6(1).

Bliss, J. & Ogborn, J. (1985). Children's choices of uses of energy. *European Journal of Science Education*, 72(2), 195–203.

Boylan, C. (2008). Exploring elementary students' understanding of energy and climate change. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(1), 1-15.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: PegemA yayıncılık.

Cachapuz A. F. C., & Maskill, R.(1987). Detecting changes with learning in the organization of knowledge: Use of word association tests to follow the learning of collision theory. *International Journal of Science Education*, 9, 491-504.

Çelik, H. (2016). An examination of cross sectional change in student's metaphorical perceptions towards heat, temperature and energy concepts. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(3), 229-245.

Chabalengula, V. M., Sanders, M., & Mumba, F. (2012). Diagnosing students' understanding of energy and its related concepts in biological context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 241-266.

Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras-Martí, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R., Valdes, P., & Vilches, A. (2007). Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation. *Science & Education*, 16(1), 43-64.

Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school-empirical results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19, 59-66.

Ercan, F., Taşdere, A., & Ercan, N. (2010). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla bilişsel yapının ve kavramsal değişimin gözlenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 136-154.

Gámez, C. M., Ruz, T. P., & Gallego, A. R. M. (2014). The interdisciplinary approach in textbooks: A study on energy issues. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 1(2), 90-109.

Gilbert, J. & Watts, D. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.

Goldring, H., & Osborne, J. (1994). Students' difficulties with energy and related concepts. *Physics education*, 29(1), 26.

Gorodetsky, M., & Hoz, R. (1985). Changes in the group cognitive structure of some chemical equilibrium concepts following a university course in general chemistry. *Science Education*, 69(2), 185-199.

Güneş, T., Alat, K., & Can Gözüm, A. İ. (2013). Fen öğretmeni adaylarına yönelik yenilenebilir enerji kaynakları tutum ölçeği: Geçerlilik ve güvenirlik çalışması. *Eğitim Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2), 269-289.

Güntut, M., Güneş, P. & Çetin, S. (2018). *Ortaöğretim kimya 11 ders kitabı*. Ankara: Devlet kitapları birinci baskı.

Güven, G., & Sülün, Y. (2018). Investigation of the effect of the interdisciplinary instructional approach on pre-service science teachers' cognitive structure about the concept of energy. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 249-281.

Hovardas, T., & Korfiatis, K., J. (2006). Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. *Learning and Instruction*, 16, 416-432.

Hırça, N., Çalık, M., & Akdeniz, F. (2008). Investigating grade 8 students' conceptions of 'energy' and related concepts. *Journal of Turkish Science Education*, 5(1).

İpek Akbulut, H., Şahin, Ç., & Çepni, S. (2013). İş ve enerji konusu ile ilgili kavramsal değişimin incelenmesi: ikili yerleşik öğrenme modeli örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(25), 241 – 268.

Karasar, N. (2006). *Bilimsel araştırma yöntemi* (9. Baskı). Ankara: Nobel yayınları.

Karatekin, K., Topçu, E., & Aydın, B. (2016). The determination of cognitive structure of candidate teachers about energy centrals. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 6(2), 76-91.

Köse, S., Bağ, H., Sürücü, A. & Uçak, E. (2006). The opinions of prospective science teachers' about energy sources for living organisms. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(2). 141 – 152.

Kurt, H. (2013). Determining biology teacher candidates' conceptual structures about energy and attitudes towards energy. *Journal of Baltic Science Education*, 12(4), 608-639.

Maskill, R., & Cachapuz, A. F. C. (1989). Learning about the chemistry topic of equilibrium: The use of word association tests to detect developing conceptualizations. *International Journal of Science Education*, 11, 57-69.

Nartgün, Z. (2006). *Fen ve teknoloji öğretimi*. In M. Bahar (Ed.). *Fen ve teknoloji öğretiminde ölçme ve değerlendirme* (s.355-415). Ankara: PegemA yayıncılık.

Oluk, S., & Oluk, E. (2016). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin canlılarda enerji kavramıyla ilgili bazı kavram yanlışları. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 51, 97-111.

Opitz, S. T., Harms, U., Neumann, K., Kowalzik, K., & Frank, A. (2015). Students' energy concepts at the transition between primary and secondary school. *Research in Science Education*, 45(5), 691-715.

Opitz, S. T., Blankenstein, A., & Harms, U. (2017). Student conceptions about energy in biological contexts. *Journal of Biological Education*, 51(4), 427-440.

- Sağlam-Arslan, A., & Kurnaz, M. A. (2009). Prospective physics teachers' level of understanding energy, power and force concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(1), 1-18.
- Sağlam-Arslan, A. (2010). Cross-grade comparison of students' understanding of energy concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19(3), 303-313.
- Saraç, E., & Bedir, H. (2014). Sınıf öğretmenlerinin yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili algılamaları üzerine nitel bir çalışma. *KHO Bilim Dergisi*, 24(1), 19-45.
- Sever, C., Türeci, D., Artar, N. & Dağ, O. (2018). *Ortaöğretim fizik 9 ders kitabı*. Ankara: Devlet kitapları birinci baskı.
- Şahintürk, A. P., Oğuzman, H., Çakır, M. N., Vurden, N. & Uzandaş, Z. (2018). *Ortaöğretim fen lisesi biyoloji 12 ders kitabı*. Ankara: Devlet kitapları birinci baskı.
- Tekbıyık, A. (2011). Ortaöğretim 9. sınıf enerji ünitesine yönelik kavramsal başarı testi geliştirilmesi, *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (I-II), 118-134.
- Töman, U. & Odabaşı Çimer, S. (2011). Enerji dönüşümü kavramının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumunun araştırılması, *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(I-II), 27-39.
- Töman, U. & Odabaşı Çimer, S. (2012). Enerji dönüşümü kavramının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumunun araştırılması, *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 289-312.
- Trumper, R. (1993). Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15(2), 139-148.
- Trumper, R. (1997). A survey of conceptions of energy of Israeli pre-service high school biology teachers. *International Journal of Science Education*, 19(1), 31-46.
- Uzoğlu, M., & Gürbüz, F. (2013). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde öğrenme amaçlı mektup yazma aktivitesinin kullanılması. *International Journal of Social Science*, 4(6), 501-517.
- Ünal Çoban G., Aktamış H. & Ergin Ö. (2007) İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin enerjiyle ilgili görüşleri. *G.Ü. Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 175-184.
- Watts, D. M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics education*, 18(5), 213.
- Yalçınkaya, E., Taştan, Ö., & Boz, Y. (2009). High school students' conceptions about energy in chemical reactions. *Pamukkale University Journal of Education*, 26, 1-11.
- Yıldırım, H. E., & Demirkol, H. (2018). Revealing students' cognitive structure about physical and chemical change: Use of a word association test. *European Journal of Education Studies*, 4(1), 134-154.

Yürümezoğlu, K., Ayaz, S., & Çökelez, A. (2009). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 52-73.

Extended Abstract

Introduction

Energy is an important concept that is often mentioned in both educational and every day life contexts. Being a common concept in lessons related to physics, chemistry, and biology, energy has multidisciplinary traits. The concept of energy which is seen throughout all the education levels from primary school to university is one of the most prominent notions that generate alternative concepts to itself depending on its use in various fields such as daily life, physics, and biology. In relation to this, there are many studies in the literature on the subject. According to the related research, it has been revealed that students merely define energy concept instead of making explanations; regard energy as synonyms of force, work, and electric; use kinetic and potential energy concepts interchangeably; and have misconceptions about energy types and energy sources. Moreover, there are studies investigating cognitive structures of pre-service teachers in the fields of biology, science, primary and elementary teaching regarding energy and / or related concepts. In general, these studies explored that pre-service teachers had difficulties with generating answers for energy and energy-related concepts, and that concepts in their minds were insufficient to explain these terms. Considering the research, it is evident that studies focused solely on one discipline with regards to energy and / or energy-related concepts. However, taking place in the curricula of primary and elementary schools, energy as fundamental and vital concept is a multidisciplinary matter. Therefore, this study aims to determine how energy is handled in different disciplines and if there is any difference among the ways these disciplines deal with energy. For this reason, the study seeks answers for the following research questions:

- 1-What concepts do pre-service teachers associate energy with? How do these associations change based on the disciplines?
- 2-How are the sentences that are produced by pre-service teachers in relation to energy shaped? How do these sentences change based on the disciplines?

Method

To gather data, a word association test (WAT) was used. In the WAT, it is expected from pre-

service teachers to express the first ten words that come to their mind when they hear the word "energy" and form a sentence with the words expressed by them. 325 pre-service teachers in total have participated in this study. In data analysis, a frequency table was drawn from the answers provided by pre-service teachers. Concept networks were created according to frequency table. The data obtained from WAT were evaluated with descriptive analysis techniques.

Results

Regarding the association of energy concept with answer concepts, biology pre-service teachers associated 446 answer concepts while science pre-service teachers associated 975. In addition, physics pre-service teachers generated 331, and chemistry pre-service teachers used 291 answer concepts. Considering the number of different words generated for energy in terms of grades, the highest number of answer words were generated by physics and science pre-service teachers in second grade while the highest number for the third grade was generated by biology pre-service teachers. Additionally, it was the chemistry pre-service teachers who produced the highest number of words in the fourth grade.

Among the answer concepts generated by pre-service teachers, nine conceptual categories were identified as follows: energy types / sources, physics concepts, common concepts of physics and chemistry, biology concepts, chemistry concepts, energy for the continuity of life, features of energy, unit / formulae, and daily uses related to energy.

It was observed that students used 162 sentences with scientific knowledge, 72 with non-scientific value or superficial knowledge, and 69 containing misconceptions.

Discussion and Conclusion

In conclusion,, it was revealed that the higher the grade level of the biology pre-service teachers the more they produced answer concepts in relation to energy. However, it was discovered that other fields did not generate a considerable change in terms of grade level. This outcome indicates that even though the number of classes related to the field is increased, the number of words in cognitive structures of pre-service teachers in physics, science and chemistry barely changes.

It was also revealed in the study that almost half of the pre-service teachers wrote scientific sentences about energy while non-scientific or superficial sentences were very close in number, and that biology pre-service teachers wrote the highest number of sentences with

misconceptions. As another conclusion, category of “energy types / sources” ranked the first among all departments. In addition, “physics concepts” category ranked the second among physics, chemistry, and science departments whereas for biology pre-service teachers, the concept “energy for the continuity of life” ranked the second. Based on this insight, it can be implied that pre-service teachers in physics, chemistry, and science departments associated energy mostly with the field of physics. Moreover, considering that pre-service teachers only referenced the sun as an energy source, it was revealed that students had limited knowledge of energy sources.

It was indicated that biology and science pre-service teachers mostly associated energy with power, movement and force; and physics pre-service teachers associated it with power, work and conservation while chemistry pre-service teachers associated it with power, work and force. Furthermore, pre-service teachers define energy as the ability to do work. The reason why pre-service teachers, regardless of the discipline, define energy similarly can be that this definition is very brief and memorable.

In common, all departments were observed to have associated energy concept with heat, transformability, and joule concepts. The association between energy and heat can be the result of consideration of heat as a type of energy. Science pre-service teachers wrongly used different units such as watt, volt, and ampere for energy concept. It was also explored that science pre-service teachers associated it with concepts of ATP and living beings. This conclusion may indicate that science pre-service teachers have the perception that energy solely belongs to the living.

In the study, it can be concluded that pre-service teachers have insufficient and false knowledge on energy and related concepts. Thus, to reveal pre-service teachers’ misconceptions and to increase their awareness levels, in the courses, it is necessary to emphasize the interdisciplinary dimension of the energy issue.

ETİK BEYAN: " *Farklı Disiplinlerdeki Öğretmen Adaylarının Enerji Kavramına Yönelik Algılarının Belirlenmesi*" başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde "Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yayın Kurulunun" hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederim."