



# Investigation of the Effect of the Interdisciplinary Instructional Approach on Pre-service Science Teachers' Cognitive Structure about the Concept of Energy\*

Gökhan GÜVEN<sup>1</sup> & Yusuf SÜLÜN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Education, Muğla/Turkey,  
gokhanguven@mu.edu.tr

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Education, Muğla/Turkey,  
syusuf@mu.edu.tr

Received : 21.12.2017

Accepted : 26.03.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.437753

*Abstract* – The purpose of the current study is to investigate the effect of the interdisciplinary instructional approach-based energy teaching on the pre-service science teachers' cognitive structure about the concept of energy and their ability to create connections between the concepts. The study was conducted on 66 fourth-year students attending the Science Teaching Department at a state university in the fall term of 2016-2017 academic year for a period of ten weeks. Two study groups were determined in the study, and one of these groups was given the energy instruction by means of the interdisciplinary teaching approach and the other group was given the energy instruction by using the traditional methods. As the data collection tools, "The Independent Word Association Test" and "The Drawing-Writing Technique" were used. In the analysis of the collected data, the descriptive and content analyses were employed. As a result of the study, it was found that the interdisciplinary teaching applications developed and enriched the students' cognitive structures about the concept of energy.

*Key words:* The concept of energy, cognitive structure, interdisciplinary teaching.

## Summary

### Introduction

Understanding the concept of energy which is one of the basic concepts in science education and which has a unifying characteristic among other concepts is an important

---

\*Gökhan Güven, Research Assistant Dr. Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Education, Muğla/TURKEY. E-mail: [gokhanguven@mu.edu.tr](mailto:gokhanguven@mu.edu.tr)

Note: This study was derived from a part of the first author's doctoral thesis.

element of science literacy. Energy is a fundamental and unifying concept in all science branches and teaching levels. In this connection, students need to learn to recognize the energy concept as a fundamental concept in the disciplinary context, and also that energy remains the same concept in different disciplines. Thus students will be able to look at the concept of energy holistically and establish connections with other science concepts. It is important to examine the cognitive structures of students in order to determine whether they understand the energy concept adequately and whether they can relate it to other science concepts or various topics. In the current study, the independent word-association test and the drawing-writing technique was used, as they are among the alternative measurement and evaluation techniques and have the potential of revealing the connections and relationships between concepts. In this regard, the current study aimed to investigate the effect of instructions in which the unity is ensured between the form, source, transfer and conversion features of the energy concept and interdisciplinary connections and relationships are established in relation to the discipline of physics, chemistry and biology on the pre-service science teachers' cognitive structures and connections between concepts.

## **Method**

In order to explore the pre-service science teachers' cognitive structures about the concept of energy and connections between concepts, one of the qualitative research methods, the case study method was used. The study group of the current research is comprised of 66 fourth-year students attending the Department of Science Teaching at the Education Faculty of a state university in the fall term of 2016-2017 academic year. As the data collection tools, "The Independent Word Association Test" and "The Drawing-Writing Technique" were used in the current study. They were administered to the groups before and after the applications. The study was conducted for a ten-week period, two-class hours a week (2x50 min.). Within the first eight weeks of this ten-week period, the activities were conducted and in the last two weeks, the data collection tools were administered. The activities related to the concept of energy were conducted by means of the interdisciplinary teaching approach in the first group and through the existing (traditional) methods in the second group. In the first group, in line with the interdisciplinary teaching approach, each activity related to the concept of energy was conducted in a holistic manner by integrating the disciplines of physics, chemistry and biology. Moreover, in the activities conducted in the first group were also classified according to the characteristics of the concept of energy (form, source, transfer and conversion). However, in the second group, each activity was classified as belonging to one of the

disciplines of physics, chemistry and biology and taught independently on the basis of the existing approaches. Here the existing methods refer to demonstration, experiment, discussion, sample case and analogy methods, brain-storming technique and group work. These methods and techniques were selected in compliance with the structure of the activities. In the analysis of the data, the descriptive and content analyses were used.

### **Result and Discussion**

In the study, it was found that the associations constructed by the both groups of pre-service science teachers in relation to the concept of energy before the applications were generally related to the discipline of physics and little emphasis was put on words and concepts from the disciplines of chemistry and biology. It was seen that the pre-service teachers took the daily life into account while creating associations with energy and that they generally explained the energy-related events with reference to the discipline of physics. When the pre-service teachers' associations with the concept of energy after the applications were examined, it was found that while the first group students associated the concept of energy mostly with the discipline of physics, they also connected the concept of energy with many domains of chemistry and biology. However, as in the prior applications, the students in the second group mostly associated the concept of energy with the domains of physics after the applications. Moreover, it was found that the associations made in the second group are not as many and various as in the first group. Thus, it can be maintained that the interdisciplinary teaching adopted in the first group enabled the pre-service teachers to see the concept of energy with a holistic point of view while making their explanations about the concept.

In the study, it was observed that the pre-service teachers' drawings about the concept of energy are mostly related to the energy concepts belonging to the discipline of physics. This might be because the concept of energy is more emphasized in the physics curriculum. After the applications however, it was observed that the number and the variety of the concepts related to energy increased in the drawings of the students in the first group and they also illustrated some energy concepts from other disciplines in their drawings. Yet, the energy concepts illustrated in the drawings of the second group were mostly selected from the discipline of physics and specific to this discipline. This might be because the interdisciplinary teaching implemented in the first group made the pre-service teachers realize the four main features of the concept of energy and increased their information about these four features. In addition, by means of the interdisciplinary teaching, the concept of energy

was connected with other disciplines and this might have prevented the limitation of the drawings to the discipline of physics.

# Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Enerji Kavramına Yönelik Bilişsel Yapılarına Etkisinin İncelenmesi

**Gökhan GÜVEN<sup>1</sup> & Yusuf SÜLÜN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Muğla/Türkiye, gokhanguven@mu.edu.tr

<sup>2</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Muğla/Türkiye, syusuf@mu.edu.tr

Gönderme Tarihi: 21.12.2017

Kabul Tarihi: 26.03.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.437753

*Özet* – Bu çalışmanın amacı, disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı enerji eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarına ve kavramlar arası bağlantı kurmalarına olan etkisini incelemektir. Araştırma 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nın 4. sınıfında öğrenim gören 66 öğretmen adayı üzerinde 10 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Araştırmada iki çalışma grubu belirlenmiş ve bu grupların birinde disiplinler arası öğretim yaklaşımı ile, diğerinde ise mevcut yaklaşımlar ile enerji eğitimi verilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak “bağımsız kelime ilişkilendirme testi” ve “çizme-yazma tekniği” kullanılmıştır. Verilerin analizinde, betimsel ve içerik analizleri kullanılarak veriler çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda, disiplinler arası öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarını geliştirdiği ve zenginleştirdiği görülmüştür.

*Anahtar kelimeler:* Enerji kavramı, bilişsel yapı, disiplinler arası öğretim.

## Giriş

Yaşadığımız çevreyi ve karşılaştığımız doğa olaylarını keşfederek hayatı anlamlandırmaya çalıştığımız, farklı disiplinlerin bir araya geldiği sistemi veya bilimi fen olarak tanımlayabiliriz. Başka bir deyişle; fen, fiziksel ve biyolojik dünyayı tanımlamaya ve açıklamaya çalışan bir bilimdir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017). Bu amaçla fen

---

† Sorumlu Yazar: Gökhan GÜVEN, Araştırma Görevlisi Dr, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Muğla/TÜRKİYE. E-posta: [gokhanguven@mu.edu.tr](mailto:gokhanguven@mu.edu.tr)

Not: Bu çalışma, birinci yazarın doktora tez çalışmasının bir bölümünden türetilmiştir.

eğitiminde fen ile diğer disiplinleri bütünleştirerek, teorik bilgilerini ve becerilerini uygulamaya ve ürüne dönüştürme sürecini yönetebilen fen okuryazarı bireylerin yetişmesi hedeflenmektedir. Fen okuryazarı bireyler; araştıran, sorgulayan, mantıksal muhakemeyle karar veren, yenilikçi düşünen, problem çözebilen, özgüveni olan, işbirliğine açık, kendisini ifade edebilen, girişimci, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen bireylerdir. Ayrıca bu bireyler, fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, ahlaki ve milli değerlere; fen bilimlerinin, mühendislik, teknoloji, toplum ve çevre ile ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahiptir (MEB, 2017). Öğrencilerin fen okuryazar bireyler olarak yetişmelerinde, fenle ilgili temel kavram ve ilkelerin yaşantısal hale dönüştürülmesinde ve günlük yaşam deneyimlerin kazanılmasında bilimsel anlamalar ve fen kavramları önemli bir yer tutmaktadır (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007). Bu nedenle temel fen kavramlarının ilköğretim ve ortaöğretim süresince olmak üzere öğretmen eğitimi boyunca tam ve doğru öğrenilmesi son derece önemlidir. Çünkü bu kavramlar ilişkili olduğu diğer kavramların ve daha ileri seviyelerdeki fen kavramlarının öğrenilmesine de temel oluşturmaktadır (Dykstra, 1986). Özellikle fende temel kavramlardan biri olan ve diğer kavramlar arasında birleştirici özelliğe sahip olan enerji kavramının anlaşılması fen okuryazarlığının önemli bir taşıdır (Jin & Anderson, 2012; Liu & Tang, 2004).

### *Enerji Kavramı*

Enerji tüm fen dallarında ve öğretim düzeylerinde temel ve birleştirici bir kavramdır. Bu doğrultuda öğrencilerin enerji kavramını disiplinsel bağlamda temel bir kavram olarak ve aynı zamanda da enerjinin farklı disiplinler içinde aynı kavram olarak kaldığını da fark etmeyi öğrenmeleri gerekmektedir. Böylece öğrencilerin enerji kavramına bütüncül bakabilmesi ve diğer fen kavramları ile bağlantılar kurması sağlanacaktır (Park & Liu, 2016). Bu kavrama ilişkin bütüncül bakabilmek ve kavramlar arası ilişkiler kurabilmek çeşitli nedenlerden dolayı önemlidir. İlk olarak enerji kavramının çoğu fen konuları arasında yer alması gösterilebilir. Çünkü enerji kavramı iş, güç, kuvvet, hareket, fotosentez, solunum, kimyasal reaksiyonlar, kimyasal bağlar, ısı ve sıcaklık gibi çoğu olayın açıklanmasında kullanılmaktadır (Ellse, 1988; Watts, 1983). Bir diğer neden olarak enerji kavramının fosil kaynaklı enerji üretimi ve kullanımı, insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkileri, hava kirliliği, asit yağmurları, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gibi gündelik hayatta karşımıza çıkan olayların açıklanmasında ve yorumlanarak önlemlerin alınmasında anahtar bir kavram olarak rol oynamasıdır (Panwar, Kaushik, & Kothari, 2011; Worrell, Bernstein, Roy, Price, & Harnisch, 2009). Ayrıca enerji kaynakları, enerjinin kullanımı ve dağıtımı gibi bazı sosyo-bilimsel konuların

yorumlanmasında, ülkenin enerji politikalarına yönelik değerlendirmelerin yapılmasında ve sağlıklı beslenmenin öneminin açıklanmasında enerji kavramından faydalanılmaktadır (Hinrichs & Kleinbach, 2002). Bu bağlamda öğrencilerin yeterli düzeyde enerji kavramını anlayıp anlamadıkları, diğer fen kavramları veya çeşitli konular arasında ilişki kurup kuramadıklarının belirlenmesi amacıyla bilişsel yapılarının incelenmesi önem teşkil etmektedir.

### *Bilişsel Yapı*

Bilişsel yapı, bir öğrencinin uzun süreli belleğindeki kavramların ilişkilerini simgeleyen ve varsayıma dayanan bir yapıdır. Kavram kendisinin anlamını taşıdığı diğer kavram grubuyla ilişkilendirildiğinde söz konusu kavramla ilgili anlamı ve öğrencilerin bilişsel yapıları ortaya çıkmaktadır. Kavram bilgisi sadece kavramı tanımak veya kavramın tanımını ve adını bilmek değil, aynı zamanda kavramlar arasındaki geçişleri ve ilişkileri görebilmektir. Ne zaman yeni bilgi eski bilgi ile uygun bir şekilde ilişkilendirilebilirse, o zaman söz konusu kavramla ilgili bilişsel yapıları oluşmaktadır (Skemp, 1971). Ancak bireyler ilgili kavrama yönelik bilişsel yapı oluştururken güçlükler yaşamaktadırlar (Stavridou & Solomonidou, 1998). Bu güçlükler bireylerin konuyla ilgili kavramsal yapıları zihinlerinde ilişkilendirememelerinden, kavramlara ilişkin yanlış öğrenmelerin gerçekleşmesinden, kavram yanılgılarına sahip olmalarından veya ön bilgilerinin eksik olmasından kaynaklanmaktadır (Gilbert & Boulter, 2000). Bu doğrultuda öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkilerini, bilişsel yapılarını ve var olan bilgileriyle yeni bilgileri ilişkilendirip kavramsal öğrenmeyi sağlayıp sağlamadıklarını ortaya çıkarmak amacıyla çeşitli teknikler kullanılmaktadır (Bahar, 2003; Kurt, 2013). Özellikle bu çalışmada alternatif ölçme ve değerlendirme teknikleri kapsamında yer alması, kavramlar arası bağları ve ilişkileri ortaya çıkarması amacıyla bağımsız kelime ilişkilendirme testi (BKİT) ve çizme-yazma tekniği kullanılmıştır. Alan yazında da belirtildiği üzere BKİT öğrencilerin bilişsel yapılarını belirlemek (Ercan, Taşdere, & Ercan, 2010) ve kavramsal değişimlerini gözlemlemek (Bahar & Tongaç, 2009) amacıyla kullanılmaktadır. Benzer şekilde çizme-yazma tekniği de ilgili kavrama yönelik görüşlerin derinlemesine açığa çıkarılmasında ve bireyin öğrendiklerinin derinlemesine anlaşılmasında (White & Gunstone, 2000) kullanılan tekniklerden biridir.

### *Enerji Kavramı ve İlgili Araştırmalar*

Enerji kavramının anlaşılması üzerine çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde, öğrenciler tarafından enerjinin yeterince anlaşılmadığı, bilişsel

yapılarının yetersiz düzeyde olduğu ve her düzeydeki öğrencilerin çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Özellikle enerji kavramına ilişkin yapılan çalışmalarda, ilkökul ve ortaokul öğrencilerinin (Boylan, 2008; Lee & Liu, 2010; Liu & Tang, 2004; Neumann, Viering, Boone, & Fischer; 2013; Opitz, Harms, Neumann, Kowalzik, & Frank, 2015; Yürümezoğlu, Ayaz, & Çökelez, 2009), lise öğrencilerinin (Güneş & Taştan-Akdağ, 2016; Opitz, Blankenstein, & Harms, 2016), üniversite öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının (Chabalengula, Sanders, & Mumba, 2011; Köse, Bağ, Sürücü, & Uçak, 2006; Kurt, 2013; Lancor, 2014; Lee, 2016; Park & Liu, 2016; Sabo, Goodhew, & Robertson, 2016) enerji konusunu anlamada ve zihinlerinde yapılandırarak bununla ilgili konuları açıklamada zorluklar yaşadıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra ilkökul, ortaokul ve lise öğretmenlerinin de enerji kavramını yeterince kavrayamadıkları tespit edilmiştir (Bezen, Bayrak, & Aykutlu, 2016; Kruger, 1990). Bu doğrultuda enerji kavramına ilişkin tüm seviyelerdeki öğrencilerin ve öğretmenlerin bu kavramı yeterli düzeyde yapılandıramadıkları ve kavramlar arası ilişkiler kurmada zorluklar yaşadıkları söylenebilir.

Bu bağlamda enerji kavramının öğrenciler tarafından yeterli düzeyde anlaşılması ve kavramlar arası ilişkilerin sağlanabilmesi amacıyla alan yazında çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Akpınar & Ergin, 2004; Aydın & Balım, 2005; Diakidoy, Kendeou, & Ioannides, 2003; Kurnaz, 2011; Seraphin, Philippoff, Parisky, Degnan, & Warren, 2013). Bu çalışmalar incelendiğinde; bilişsel ve yapılandırmacı yaklaşımı temel alan disiplinler arası öğretimin (Aydın & Balım, 2005), disiplinler arası entegrasyonun kurulmasının (Akpınar & Ergin, 2004), model tabanlı öğrenme yaklaşımının (Kurnaz, 2011), çürütme metinlerinin, kavram değişim metinlerinin ve açıklayıcı metinlerin (Diakidoy, Kendeou, & Ioannides, 2003), sorgulama temelli öğretimin (Seraphin ve diğerleri, 2013), okul dışı bilimsel etkinliklerin (Ertaş, Şen ve Parmaksızoğlu, 2011), dijital oyun temelli öğrenme sistemlerinin (Yang, Chien, & Liu, 2012), simülasyon ile u eğimi kullanılmasının (Ispal, Ishak, Ispal, & Abdullah, 2016) öğrencilerin enerji kavramına yönelik anlamalarını sağladığı, kavramlar arası bağlantıların kurulmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmalarda enerji kavramının çoğu fen ile ilgili bilim dallarında kullanıldığı ve disiplinler arası bir kavram olduğu, hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik boyutlarıyla ele alınması gerektiği belirtilmektedir (Akpınar & Ergin, 2004; Aydın & Balım, 2005; Lancor, 2014; Opitz, 2016). Özellikle bu durumla ilgili, Opitz (2016) enerji öğreniminde her bir fen alanında disiplinler arası bağlantıların olmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca fen öğretim programlarında bu kavramın öğretiminin ilkökuldan itibaren tüm alanlarda, özellikle Fizik, Kimya ve Biyoloji disiplinlerinde bir bütünlükle,



birbiri içerisine entegre bir şekilde verilmesi gerektiği belirtilmektedir (Aydın & Balım, 2005; Köse ve diğerleri, 2006; Lancor, 2014; Osbaldiston & Schmitz, 2011). Bu bağlamda enerji kavramının öğretiminde disiplinler arası öğretim yaklaşımının kullanılması gerekmektedir (Chen, Huang, & Liu, 2013; Osbaldiston & Schmitz, 2011).

### *Çalışmanın Amacı*

Bu araştırmada enerji kavramının form, kaynak, aktarım ve dönüşüm özellikleri arasında bir bütünlüğün sağlandığı, fizik, kimya ve biyoloji disiplinleri ile ilişkili olarak disiplinler arası ilişkilerin ve bağlantıların kurulduğu öğretimlerin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilişsel yapılarına ve kavramlar arası bağlantılar üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kavramın daha iyi anlaşılması, zihinde yapılandırılması ve kavramlar arası zengin bağlantıların kurulmasına ilişkin disiplinler arası öğretime yönelik uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda yürütülen çalışmanın araştırma soruları şunlardır:

- (1) Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapıları nasıldır?
- (2) Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili çizimleri nelerdir?

## **Yöntem**

### *Araştırma Modeli*

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapılarını ve kavramlar arası ilişkilerini incelemek amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması nitel araştırmada çok yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır (Silverman, 2006). Nitel durum çalışmasının en belirgin özelliği bir ya da birkaç durumun derinliğine araştırılmasıdır. Yani bir duruma ilişkin etkenler bütüncül bir yaklaşımla araştırılır ve ilgili durumu nasıl etkiledikleri ve ilgili durumdan nasıl etkilendikleri üzerine odaklanılır (Yıldırım & Şimşek, 2016).

### *Çalışma Grubu*

Araştırmanın çalışma grubunu 2016-2017 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesinde bulunan Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nın 4. sınıfında öğrenim gören yaklaşık 66 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada ilgili anabilim dalının 4. sınıf öğretmen adaylarının seçilmesinin nedeni 1., 2. ve 3. sınıflarda enerji konusunun yer aldığı dersleri almış olmalarıdır. Araştırmada iki çalışma grubu bulunmaktadır. Bu gruplar ilgili anabilim dalı tarafından iki şubeye daha önceden ayrılmış ve her iki gruptaki

bütün öğretmen adayları lisans eğitimleri boyunca enerji kavramı ile ilişkili bütün dersleri almışlardır. Bu bağlamda şubelerden her biri araştırmacılar tarafından tesadüfi olarak çalışma grupları olarak atanmıştır. Bu doğrultuda disiplinler arası öğretimin uygulandığı birinci grupta 33 öğretmen adayı (7 erkek, 26 bayan) bulunurken; mevcut yaklaşımların kullanıldığı ikinci grupta 33 öğretmen adayı (12 erkek, 21 bayan) yer almaktadır.

#### *Veri Toplama Araçları*

Araştırmada veri toplamak amacıyla “Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi” ve “Çizme-Yazma Tekniği” kullanılmıştır.

*Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi (BKİT)*. Bu test, zihne gelen fikirleri sınırlamadan bağımsız olarak uyarıcı kelimeyle ilişkili cevaplama varsayımına dayanmaktadır (Bahar, Johnstone & Sutcliffe, 1999). BKİT iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, katılımcılar belli bir süre içinde, (bu araştırma için verilen süre 30 saniyedir) (Gussarsky & Gorodetsky, 1990), verilen kavram ile ilişkili olabilecek kelimeleri veya kavramları yazmaktadır. Bu araştırmada katılımcılara enerji ile ilgili enerjinin özelliklerini yansıtan dört anahtar kavram verilmiştir. Bunlar; “enerji çeşidi”, “enerji kaynağı”, “enerji aktarımı” ve “enerji dönüşümü”. İkinci aşamada ise; öğretmen adayları ilk aşamada yazmış oldukları kavram ile ilgili 30 saniye içerisinde cümle yazmaktadırlar.

*Çizme-Yazma Tekniği*. Çizme-yazma tekniğiyle öğretmen adaylarının enerji kavramıyla ilgili görüşlerinin derinlemesine incelenmesi amaçlanmıştır. Bu teknik, kavramlarla ilgili düşünce, anlama ve tutumlar hakkında doğal ve yüksek nitelikli veriler elde edilmesi açısından oldukça yararlıdır (White & Gunstone, 2000). Bu kapsamda katılımcılardan enerji kavramına ilişkin hem çizim yapmaları hem de çizimleri hakkında kısaca açıklama yapmaları istenmiştir. Bu doğrultuda çizimler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada katılımcılara çizimler hakkında bilgi ve farklı konularda yapılmış çizme-yazma örnekleri verilmiştir. İkinci aşamada ise katılımcıların çizim yaparak çizimleri hakkında kısa açıklamalar yapmaları amacıyla 30 dakikalık süre verilmiştir. Bu süre içerisinde katılımcıların “Enerji kavramına ilişkin bildiklerinizi çiziniz. (Çizimlerinizin daha iyi anlaşılması bakımından her çiziminizin yanına kısaca açıklama yapınız)” yönergesi verilerek çizim yapmaları istenmiştir.

#### *Uygulama*

Araştırmada enerji kavramına ilişkin etkinlikler uygulanmıştır. Bu etkinlikler araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve pilot uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

#### *Enerji Kavramı İle İlişkili Etkinlikler*

Araştırmada enerji kavramına yönelik çeşitli etkinlikler geliştirilmiştir. Bütün gruplarda uygulanan bu etkinliklerin tasarlanmasında ve geliştirilmesinde Roberts & Kellough (2000)'un önerdiği yedi basamak kullanılmıştır. Bu doğrultuda her basamakta gerçekleştirilen işlemler aşağıda açıklanmıştır.

#### a) Konuların Belirlenmesi

Bu aşamada enerji kavramı ile ilişkili form, kaynak, aktarım ve dönüşüm özellikleri doğrultusunda içerik ve konuların belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu içerik ve konular 2013 ve 2017 ilkököl (3. ve 4. sınıf) ve ortaokul (5., 6., 7. ve 8. sınıf) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki enerji kavramının yer aldığı konuları kapsamaktadır.

#### b) Gözden Geçirme

Enerji kavramının özellikleri doğrultusunda belirlenen içerik ve konuların öğretiminde yer alması gereken kazanımlar belirlenmiştir. Belirlenen kazanımların kapsamı hakkında alanında uzman 4 öğretim elemanının (biyoloji, kimya, fizik ve fen eğitimcisi) görüşlerine başvurulmuştur. Bu görüşler doğrultusunda enerji kavramının özellikleri ile ilişkili konuların etkinliklerde hangi kazanımlar dâhilinde yer alacağı belirlenmiştir.

#### c) Etkinliklerin Oluşturulması (Eğitim Kaynaklarının Belirlenmesi)

Bu aşamada enerji kavramının özellikleri ile ilişkili belirlenen konular ve kazanımlar doğrultusunda çeşitli etkinlikler tasarlanmıştır. Bu amaçla ilgili konuların yer aldığı çeşitli alan kitapları, fen bilimleri ders kitapları, üniversite genel fizik, genel kimya ve genel biyoloji alan kitapları incelenmiş ve internet ortamında bulunan çeşitli deneyler ve etkinlikler araştırılmıştır. Bu bağlamda toplam 24 etkinlik ve 4 çalışma yaprağı oluşturulmuştur. Bu etkinliklerden bazıları, daha önceden geliştirilmiş etkinliklerden seçilerek üzerinde değişiklik yapılmış ve amaca uygun yeniden tasarlanmıştır. Diğer etkinlikler ise özgün olarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Sonuç olarak tasarlanan etkinlikler ve bu etkinliklerin hangi enerji kavramının özelliği ile ilişkili hangi konuya ait olduğu Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1** Enerji Kavramına İlişkin Etkinliklerin İçeriği

Etkinlikler	Özellik	Konular
1. Yoncalı Ampul Çalışma Yaprağı-1. Işığı Bileşenlerine Ayırma		Işık Enerjisi
2. Besinlerde Depolanmış Enerji Çalışma Yaprağı-2: Kavram Haritamızı Oluşturalım		Kimyasal Bağ Enerjisi
3. Dart Oku ve Paket Lastik İle Keşif	Enerji Formu	Potansiyel Enerji
4. Dart Okunun Enerjisi		Kinetik Enerji
5. Rutherford'un Gezegen Atom Modeli		İyonlaşma Enerjisi
6. Kimyasal Tepkimelerdeki Enerji		Bağ Enerjisi
7. Pilsiz Devre Oluşturalım		Elektrik Enerjisi

<b>Etkinlikler</b>	<b>Özellik</b>	<b>Konular</b>
8. Alevi Dalgalandır		Ses Enerjisi
9. İzle-Üzül-Keşfet		Nükleer Enerji
10. Isı mı Sıcaklık mı?		Isı Enerjisi
11. Güneş Panelleri İle Enerji Üretimi		Güneş Panelleri
12. Santrallerdeki Enerji		Güç Santralleri
13. Ses Oluşumu	Enerji Kaynağı	Ses Oluşumu
14. Basit Pil Yapımı		Kimyasal Enerji Kaynakları
15. Bitki Yaprağındaki Enerji		Besinlerdeki Enerji
16. Güç Santrallerinden Evimize: Elektrik		Enerji Formlarının Aktarımı
17. Bilyelerdeki Aktarım		Enerji Formlarının Aktarımı
18. Hangi Ses Duyulur?	Enerji Aktarımı	Sesin Yayılması
19. Toplu İğneyi Düşürelim		Isı Aktarımı
20. Vücudumuzun Enerjisi		Canlılarda Enerji Aktarımı
Çalışma Yaprağı-3. Enerji Yolculuğu		
21. Newton Denge Topları		Fiziksel Enerji Dönüşümleri
22. Enerjileri Dönüştürelim		Fiziksel Enerji Dönüşümleri
Çalışma Yaprağı-4. Dönüşümleri Bulalım	Enerji Dönüşümü	Fiziksel Enerji Dönüşümü
23. Resimlerdeki Enerji Dönüşümleri		Canlılarda Enerji Dönüşümü
24. Elektroliz		Kimyasal Enerji Dönüşümleri

#### *d) Etkinliklerin Organize Edilmesi*

Etkinliklerin organize edilmesinde iki aşama kullanılmıştır. Birinci aşamada etkinliğin hangi kavramları içereceği, etkinliğin ne kadar sürede gerçekleşeceği, deney için gereken araç ve gereçlerin neler olduğu, etkinlik gerçekleştirilirken hangi yöntem ve tekniklerin kullanılacağı, etkinlik sonucunda değerlendirmenin nasıl yapılacağı ve deneyin yapılış aşamasının neler olduğu gibi durumlar belirlenmiştir. İkinci aşamada ise ilgili etkinliğin sonucunda nelerin gerçekleştiği, etkinlik ile ilgili konunun nasıl ilişkilendirildiği ve günlük yaşamla nasıl bağdaştırıldığı ile ilgili sorular hazırlanmıştır.

#### *e) Sınıf Ortamının Düzenlenmesi*

Enerji kavramına yönelik oluşturulan etkinlikler, fen laboratuvar ortamlarında gruplar halinde gerçekleştirilmeye uygun tasarlanmıştır. Çünkü laboratuvar ortamı deneyler için çeşitli araç ve gereçleri bulundurmakta ve gruplar halinde çalışmaya imkân vermektedir. Ayrıca fen laboratuvarları deneylerin gerçekleşmesi esnasında oluşabilecek her türlü kaza veya tehlikeli durumlara karşı anında önlemler alınabilecek durumlar için gerekli araç ve gereçleri ihtiva etmektedir.

#### *f) Kapanış Etkinliğinin Gerçekleştirilmesi*

Etkinliklerin kapanış veya özetlenmesi amacıyla her bir etkinliğin sonunda sınıf tartışması gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Bu tartışmada ilgili etkinliğin sonucu, gündelik hayatla ilişkisi ve hangi kavramların öğrenildiğine ilişkin bilgiler yer almaktadır.

#### *g) Değerlendirmenin Gerçekleştirilmesi*

Enerji ile ilişkili etkinliklerin değerlendirilmesi uygulama gruplarının etkinlik kâğıtlarında yer alan açık uçlu sorulara vermiş oldukları yanıtların incelenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu yanıtlar her hafta araştırmacı tarafından incelenerek geri bildirimler verilerek bir sonraki hafta gruplara dağıtılmaktadır.

#### *Araştırma Süreci*

Çalışma haftalık iki ders saati (2x50 dk) olmak üzere 10 haftalık bir süre içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte enerji ile ilişkili etkinliklerin gerçekleştirilmesi 8 hafta, veri toplama araçlarının uygulanması ise 2 hafta sürmüştür. Araştırmada enerji kavramı ile ilişkili geliştirilen aynı etkinlikler birinci grupta disiplinler arası öğretimle, ikinci grupta ise mevcut yaklaşımlara dayalı yöntem ve teknikler ile işlenmiştir. Birinci grupta, enerji kavramı ile ilgili her bir etkinlik fizik, kimya ve biyoloji disiplinleri ile birleştirilerek bir bütün olarak, disiplinler arası öğretim yaklaşımına uygun olarak ele alınmıştır. Ayrıca birinci gruptaki etkinlikler enerji kavramının özelliklerine (enerji formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü) göre de sınıflandırılmıştır. Ancak ikinci grupta enerji kavramı ile ilgili her bir etkinlik fizik, kimya ve biyoloji disiplinleri şeklinde sınıflandırılarak birbirinden bağımsız bir şekilde, mevcut yaklaşımlar kullanılarak ele alınmıştır. Burada mevcut yaklaşımlar olarak, gösteri, deney, tartışma, örnek olay ve benzetim yöntemleri ile beyin fırtınası tekniği ve grup çalışması kullanılmıştır. Bu yöntem ve teknikler etkinliklerin yapısına uygun olarak seçilmiştir.

#### *Gruplarda Gerçekleştirilen Uygulamalar*

Uygulamalar öncesinde öğretmen adaylarına veri toplama araçları her iki grupta da bir hafta boyunca ön uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca uygulamalar hakkında her iki gruptaki öğretmen adayları ilk ders bilgilendirilmiştir. Bilgilendirmeler enerji ile ilişkili etkinliklerin nasıl uygulanacağı, sınıf/grup tartışmalarının nasıl ve ne zaman yapılacağı ve etkinlik kâğıtlarına geri bildirimlerin nasıl verileceği üzerinedir. Ek olarak her iki grupta da 5'erli uygulama grupları oluşturulmuştur. Bu doğrultuda her iki grupta enerji kavramı ile ilişkili aynı etkinlikler sekiz hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikler hem fizik, kimya ve biyoloji alanı ile ilişkilidir hem de enerjinin form, kaynak, aktarım ve dönüşüm özelliklerini içermektedir. Birinci grupta üç hafta boyunca enerji formu, iki hafta boyunca enerji kaynağı, iki hafta enerji aktarımı ve bir hafta boyunca enerji dönüşümü ile ilgili etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Ancak ikinci grupta beş hafta boyunca fizik alanı, iki hafta boyunca kimya alanı ve bir hafta boyunca biyoloji alanı ile ilgili enerji kavramına yönelik etkinlikler ele alınmıştır. Bu uygulamalar öncesinde araştırmacı, etkinliklerde gerekli olan araç gereçleri ve etkinlik kâğıtlarını önceden her iki gruptaki uygulama gruplarına hazır

olarak vermiştir. Katılımcılar ise etkinliklerdeki yönergeler doğrultusunda işlemleri gerçekleştirmişler ve etkinlikleri grup içinde tartışmışlardır. Ayrıca etkinliklerde bulunan soruları da grup tartışması yaparak cevaplandırmışlardır. Ancak katılımcılar grupça tartışma yapmasına rağmen kendi etkinlik kâğıdındaki soruları kişisel olarak yanıtlamışlardır. Etkinliklerin sonunda ise öğretmen adayları ilgili etkinlik hakkında sınıf tartışması gerçekleştirmişlerdir. Sınıf tartışmasında grupların ve katılımcıların etkinlikler ile ilgili anlamadıkları ve kavrayamadıkları durumlar ele alınmış, deneylerde dikkatlerini çeken her türlü olay veya bilgi paylaşılmış ve etkinliklerin bir bakıma özeti yapılmıştır. Ayrıca sınıf tartışmasında etkinliklerin birbiri ile bağlantısı kurularak, gündelik hayat ile ilişkisi tartışılmıştır. Sınıf tartışmasının ardından ise araştırmacı katılımcıların etkinlik kâğıtlarındaki soruların yanıtlarına geri bildirimler vermek amacıyla her bir öğretmen adayının etkinlik kâğıdını toplamıştır. Geri bildirimler verilen etkinlik kâğıtları bir sonraki hafta öğretmen adaylarına geri dağıtılmıştır. Ayrıca bir önceki haftanın etkinlik kâğıdına ilişkin cevap anahtarı öğrenci panosuna asılmıştır. Böylece öğretmen adayları bir önceki etkinliklerde vermiş oldukları cevapları karşılaştırma ve doğru yanıtları görme imkânı bulmuşlardır. Son durumda ise veri toplama araçları her iki gruba da son aşamada tekrardan uygulanmıştır.

#### *Verilerin Analizi*

Bağımsız kelime ilişkilendirme testi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapılarını belirlemek amacıyla kullanılmış ve testten elde edilen veriler anahtar kavramlar doğrultusunda sınıflandırılmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının her bir anahtar kavrama ilişkin vermiş oldukları yanıtları ilişkili kavram ve kelime sayısı açısından frekansları hesaplanarak tablo halinde verilmiştir. Ancak ilişkisiz olarak görülen, diğer kelimelerle ilişkisi olmayan ve bir kez tekrarlanan kelimeler değerlendirmeye alınmamıştır. Tablolardaki veriler betimsel analiz tekniği ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bu veriler ışığında Nvivo-10 programı kullanılarak her iki gruptaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası enerji kavramına ilişkin bilişsel yapı modelleri ortaya çıkarılmıştır. Bağımsız kelime ilişkilendirme testinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi iki araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Böylece iki araştırmacının ortak görüş belirttikleri ele alınmış, görüş birliğinin oluşturulmadığı durumlarda ise fen eğitiminden bir uzmana danışılmıştır.

Çizme-yazma tekniğinden elde edilen veriler de, içerik analizi ve betimsel analiz teknikleri ile değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, öğretmen adaylarının enerji kavramıyla ilgili çizimlerinin içeriği belirlenmiş ve hangi alanla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Çizimlerin ve açıklamaların hangi alan (fizik, kimya ve biyoloji) içerisinde yer aldığı 2013 ve 2017 Fen

Bilimleri Dersi Öğretim Programı kapsamındaki ünite ve konulara göre gerçekleştirilmiştir. Bu işlem iki araştırmacı tarafından gerçekleştirilerek ortak görüş belirttikleri ele alınmış, görüş birliğinin oluşturulmadığı durumlarda ise fen eğitiminden bir uzmana danışılmıştır. Böylece her iki gruptaki öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalardaki çizimlerinde nelere yer verdiklerini gösteren içerik dağılımı frekans ve yüzde olarak tablo halinde verilmiştir. Tablolardaki veriler betimsel analiz tekniği ile değerlendirilmiştir.

## Bulgular

### *Çalışmanın Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular*

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapıları nasıldır?

BKİT kapsamında her iki gruptaki öğretmen adaylarına enerji kavramına yönelik dört anahtar kavram (enerji çeşidi, enerji kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümü) verilmiştir. Öğretmen adayları bu anahtar kavramlar ile ilişkili bilişsel yapılarındaki kavramları veya kelimeleri uygulamalar öncesi ve uygulamalar sonrası bu teste yazmışlar ve her bir kavram veya kelime ile ilgili birer cümle kurmuşlardır. Katılımcılar bu testte bir anahtar kavram ile ilgili en fazla 10 kavram veya kelime yazabilmektedirler.

### *Uygulamalar Öncesi Birinci Grup*

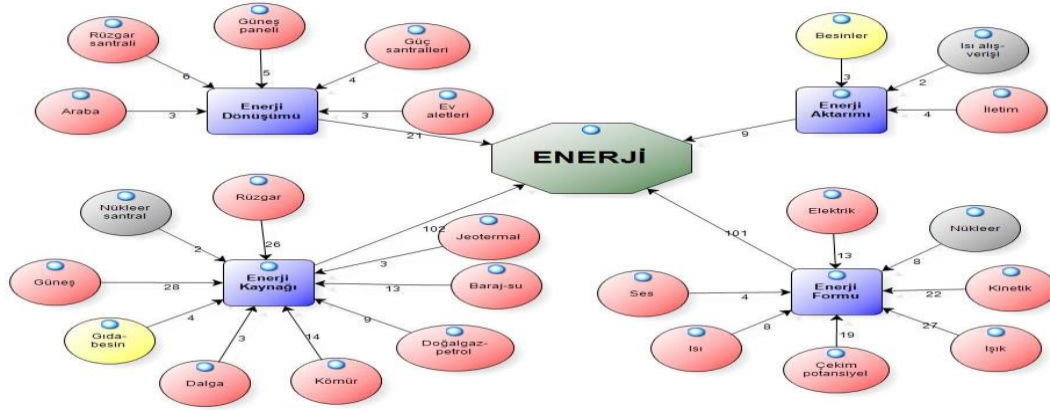
Bağımsız kelime ilişkilendirme testi, uygulamalar öncesi birinci gruba uygulanmış ve anahtar kavramlar doğrultusunda öğretmen adayları tarafından verilen yanıtların frekans dağılımı Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2** Uygulamalar Öncesi Birinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının BKİT Cevaplarının Frekans Dağılımı

Verilen Kavramlar	Uygulama Öncesi										Toplam f	
	Kavram sayısı											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Enerji formu (çeşidi)	-	2	6	12	4	2	3	1	-	-	-	101
Enerji kaynağı	-	-	10	5	7	7	1	-	-	-	-	104
Aktarım (transfer)	20	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	12
Dönüşüm	16	6	5	3								25
<b>Toplam verilen kavram</b>												<b>242</b>

Tablo 2 incelendiğinde, uygulamalar öncesinde birinci gruptaki öğretmen adayları enerji kavramının özelliklerine yönelik yanıt olarak toplam 242 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları enerji formu ile ilgili 101, enerji kaynağı ile ilgili 104, enerji aktarımı ile ilgili 12 ve enerji dönüşümü ile ilgili 25 kavramı veya kelimeyi enerji ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında birinci

gruptaki öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilgili bilişsel yapılarına ait model oluşturulmuştur. Bu modelde öğretmen adaylarının ayrıntılı olarak enerji kavramının özelliklerine ilişkin hangi kavramları veya kelimeleri verdikleri görülmektedir ve ilgili model Şekil 1’de verilmiştir.



*Kırmızı: Fizik; Sarı: Biyoloji; Gri: Kimya*

*Not: Alan ayrımı 2013 ve 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kapsamında, yapılan açıklamalar doğrultusunda yapılmıştır.*

**Şekil 1** Uygulamalar Öncesi Birinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının Enerji Kavramı ile İlişkili Bilişsel Yapılarına Ait Model

### Uygulamalar Öncesi İkinci Grup

Bağımsız kelime ilişkilendirme testi, uygulamalar öncesi ikinci gruba uygulanmış ve anahtar kavramlar doğrultusunda öğretmen adayları tarafından verilen yanıtların frekans dağılımı Tablo 3’te verilmiştir.

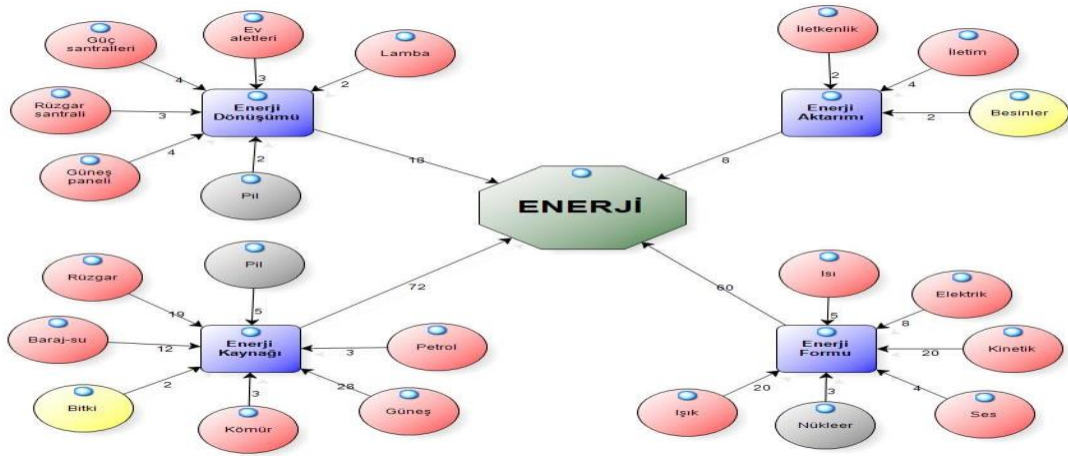
**Tablo 3** Uygulamalar Öncesi İkinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının BKİT Cevaplarının Frekans Dağılımı

Verilen Kavramlar	Uygulama Öncesi										Toplam f	
	Kavram sayısı											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Enerji formu (çeşidi)	-	11	13	2	3	1	-	-	-	-	-	60
Enerji kaynağı	-	7	10	8	3	1	1	-	-	-	-	74
Aktarım (transfer)	22	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	11
Dönüşüm	15	10	3	2	-	-	-	-	-	-	-	22
<b>Toplam verilen kavram</b>												<b>167</b>

Tablo 3 incelendiğinde, uygulamalar öncesinde ikinci gruptaki öğretmen adayları enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 167 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları enerji formu ile ilgili 60, enerji kaynağı ile ilgili 74, enerji aktarımı ile ilgili 11 ve enerji dönüşümü ile ilgili 22 kavramı veya kelimeyi enerji ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında bu gruptaki öğretmen adaylarının



enerji kavramı ile ilgili bilişsel yapılarına ait model oluşturulmuştur ve ilgili model Şekil 2’de verilmiştir.



**Şekil 2** Uygulamalar öncesi ikinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili bilişsel yapılarına ait model

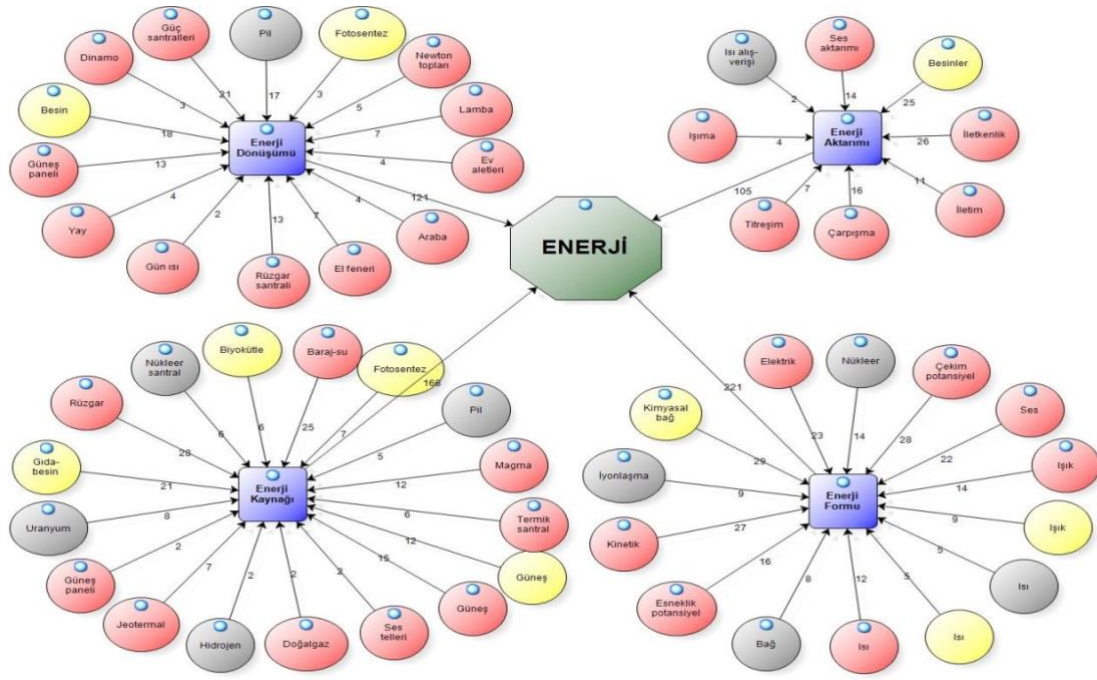
#### Uygulamalar Sonrası Birinci Grup

Bağımsız kelime ilişkilendirme testi, uygulamalar sonrası disiplinler arası öğretimin yapıldığı birinci gruba tekrar uygulanmış ve anahtar kavramlar doğrultusunda öğretmen adayları tarafından verilen yanıtların frekans dağılımı Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4** Uygulamalar Sonrası Birinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının BKİT Cevaplarının Frekans Dağılımı

Verilen Kavramlar	Uygulama Sonrası											Toplam f
	Kavram sayısı											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Enerji formu (çeşidi)	-	-	-	1	-	2	4	9	8	3	3	221
Enerji kaynağı	-	-	-	3	4	8	6	6	-	2	1	171
Aktarım (transfer)	-	-	3	13	9	5	-	-	-	-	-	106
Dönüşüm	-	4	3	4	2	11	4	2	-	-	-	123
<b>Toplam verilen kavram</b>												<b>621</b>

Tablo 4 incelendiğinde, uygulamalar sonrasında birinci gruptaki öğretmen adayları enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 621 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları enerji formu ile ilgili 221, enerji kaynağı ile ilgili 171, enerji aktarımı ile ilgili 106 ve enerji dönüşümü ile ilgili 123 kavramı veya kelimeyi enerji ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilgili bilişsel yapılarına ait model oluşturulmuştur ve ilgili model Şekil 3’te verilmiştir.



**Şekil 3** Uygulamalar sonrası birinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili bilişsel yapılarına ait model

#### *Uygulamalar Sonrası İkinci Grup*

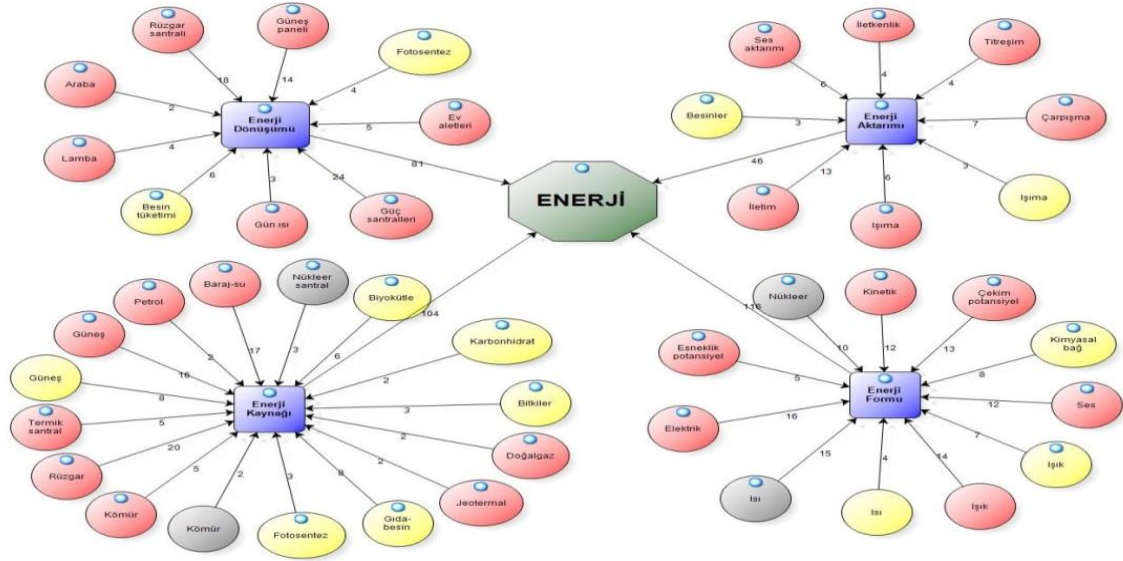
Bağımsız kelime ilişkilendirme testi, uygulamalar sonrası mevcut yaklaşımların kullanıldığı ikinci gruba tekrar uygulanmış ve anahtar kavramlar doğrultusunda öğretmen adayları tarafından verilen yanıtların frekans dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5** Uygulamalar Sonrası İkinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının BKİT Cevaplarının Frekans Dağılımı

Verilen Kavramlar	Uygulama Sonrası										Toplam f	
	Kavram sayısı											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Enerji formu (çeşidi)	-	1	-	2	4	7	5	4	-	-	-	116
Enerji kaynağı	-	-	2	7	7	4	3	1	1	-	-	106
Aktarım (transfer)	8	7	8	5	-	2	-	-	-	-	-	48
Dönüşüm	3	2	6	10	6	2	-	-	1	-	-	86
<b>Toplam verilen kavram</b>												<b>356</b>

Tablo 5 incelendiğinde, uygulamalar sonrasında ikinci gruptaki öğretmen adayları enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 356 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları enerji formu ile ilgili 116, enerji kaynağı ile ilgili 106, enerji aktarımı ile ilgili 48 ve enerji dönüşümü ile ilgili 86 kavramı veya kelimeyi enerji ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında bu gruptaki öğretmen

adaylarının enerji kavramı ile ilgili bilişsel yapılarına ait model oluşturulmuştur ve ilgili model Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4 Uygulamalar sonrası ikinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili bilişsel yapılarına ait model

#### Çalışmanın İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili çizimleri nelerdir?

Çizme-yazma tekniği kapsamında her iki gruptaki öğretmen adaylarından uygulamalar öncesi ve sonrası enerji ile ilgili çizimler yapmaları ve bu çizimlere ilişkin açıklamalara yer vermeleri istenmiştir.

#### Uygulamalar Öncesi Birinci Grup

Birinci gruptaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi yapmış oldukları çizimlerinin ne olduğu ve hangi alanla ilişkilendirildiği iki araştırmacı tarafından incelenmiş ve yanıtların içerik dağılımı Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6 Uygulamalar Öncesi Birinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı

Fizik			Kimya			Biyoloji		
İçerik	f	%	İçerik	f	%	İçerik	f	%
Rüzgâr enerjisi	26	16,2	Nükleer santral	3	1,8	Besinlerdeki enerji	3	1,8
Güneş paneli	25	15,6	Pil	1	0,7	Biyokütle enerjisi	1	0,7
Ses enerjisi	14	8,8						
Hidroelektrik santral	13	8,2						
Işık enerjisi	12	7,5						
Kinetik enerji	12	7,5						
Çekim potansiyel	10	6,3						
Fosil yakıtlar	9	5,6						
Enerji dönüşümü	9	5,6						

Jeotermal enerji	8	5,0					
Isı enerjisi	8	5,0					
Elektrik enerjisi	6	3,7					
<b>TOPLAM</b>	<b>152</b>	<b>95,0</b>	<b>4</b>	<b>2,5</b>	<b>4</b>	<b>2,5</b>	<b>4</b>

Tablo 6 incelendiğinde, uygulamalar öncesi birinci gruptaki öğretmen adayları, çizimlerinde ağırlıklı olarak fizik alanındaki enerji kavramlarına yer vermişlerdir. Çizimlerin içerik dağılımının % 95'ini fizik alanı, % 2,5'ini kimya alanı ve % 2,5'ini biyoloji alanındaki enerji kavramları oluşturmaktadır. Öğretmen adayları enerji ile ilgili çizim olarak en fazla rüzgâr enerjisinin üretimini gösteren rüzgâr pervanelerini ve elektrik enerjisinin üretimini gösteren güneş panellerini çizerek açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adayları kimya alanından sadece nükleer santralleri ve elektrik enerjisi veren pilleri, biyoloji alanından ise besinleri ve biyokütle enerji santrallerini çizerek, bunlar hakkında açıklamalar yapmışlardır.

#### *Uygulamalar Öncesi İkinci Grup*

İkinci gruptaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi yapmış oldukları çizimlerinin ne olduğu ve hangi alanla ilişkilendirildiğine yönelik yanıtların içerik dağılımı Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7** Uygulamalar Öncesi İkinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı

Fizik			Kimya			Biyoloji		
İçerik	f	%	İçerik	f	%	İçerik	f	%
Güneş paneli	26	20,5	Nükleer santral	3	2,4	Besinlerdeki enerji	3	2,4
Rüzgâr enerjisi	24	18,9	Pil	2	1,5	Fotosentez	2	1,5
Enerji dönüşümü	22	17,3				Besin zinciri	1	0,9
Kinetik enerji	10	7,8						
Işık enerjisi	8	6,2						
Ses enerjisi	6	4,8						
Hidroelektrik santral	6	4,8						
Isı enerjisi	6	4,8						
Çekim potansiyel	4	3,1						
Elektrik enerjisi	4	3,1						
<b>TOPLAM</b>	<b>116</b>	<b>91,3</b>		<b>5</b>	<b>3,9</b>		<b>6</b>	<b>4,8</b>

Tablo 7 incelendiğinde, uygulamalar öncesi ikinci gruptaki öğretmen adayları, çizimlerinde ağırlıklı olarak fizik alanındaki enerji kavramlarına yer vermişlerdir. Çizimlerin içerik dağılımının % 91,3'ünü fizik alanı, % 3,9'unu kimya alanı ve % 4,8'ini biyoloji alanındaki enerji kavramları oluşturmaktadır. Öğretmen adayları enerji ile ilgili çizimlerinde en fazla enerji kaynağına yönelik elektrik enerjisi üreten güneş panelleri, rüzgâr enerjisini üreten rüzgâr pervaneleri ve enerji dönüşümlerini gösteren çeşitli enerji formlarının birbirlerine dönüştüğü cihaz ve aletleri çizmişlerdir ve bunlara yönelik açıklamalar yapmışlardır. Ayrıca öğretmen adayları kimya alanından sadece nükleer santralleri ve elektrik

enerjisi veren pilleri, biyoloji alanından ise besinlerin sahip olduğu enerjiyi gösteren bir besini, fotosentez olayını ve enerji aktarımını ifade eden besin zincirini çizerek açıklamışlardır.

#### Uygulamalar Sonrası Birinci Grup

Birinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim yaklaşımıyla işlenmesi sonrası yapmış oldukları çizimlerinin ne olduğu ve hangi alanla ilişkilendirildiğine yönelik yanıtların içerik dağılımı Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8** Uygulamalar Sonrası Birinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı

Fizik			Kimya			Biyoloji		
İçerik	f	%	İçerik	f	%	İçerik	f	%
Rüzgâr enerjisi	25	6,9	Pil	14	3,9	Kimyasal bağ	33	9,2
Hidroelektrik santral	22	6,1	Kimyasal enerji	11	3,1	Fotosentez	17	4,7
Güneş paneli	21	5,8	Nükleer enerji	10	2,7	Besinlerdeki enerji	17	4,7
Ses enerjisi	21	5,8	Bağ enerjisi	8	2,3	Biyokütle enerjisi	13	3,5
Enerji dönüşümü	19	5,3	Nükleer santral	7	1,8	Mitokondri	12	3,4
Jeotermal enerji	17	4,8	Elektroliz	4	1,2	Solunum	10	2,7
Işık enerjisi	14	3,9	İyonlaşma enerjisi	3	0,7			
Elektrik enerjisi	12	3,4						
Enerji aktarımı	11	3,1						
Çekim potansiyel	11	3,1						
Kinetik enerji	9	2,5						
Esneklik potansiyel	9	2,5						
Isı enerjisi	8	2,3						
Fosil yakıtlar	4	1,2						
<b>TOPLAM</b>	<b>203</b>	<b>56,1</b>		<b>57</b>	<b>15,7</b>		<b>102</b>	<b>28,2</b>

Tablo 8 incelendiğinde, uygulamalar sonrası birinci gruptaki öğretmen adaylarının, enerji ile ilişkili çizimlerinde fizik, kimya ve biyoloji alanlarındaki enerji kavramlarına yer verdikleri görülmektedir. Yani çizimlerinde yer vermiş oldukları enerji kavramına yönelik çizimlerin sayılarının ve çeşitlerinin arttığı ve diğer alanlardaki enerji kavramlarına da değindikleri görülmektedir. Çizimlerin içerik dağılımının % 56,1’ini fizik alanı, % 15,7’sini kimya alanı ve % 28,2’sini biyoloji alanındaki enerji kavramı oluşturmaktadır. Bu durum öğretmen adaylarının sadece fizik alanındaki enerjiye odaklanmadıklarını, kimya ve biyoloji alanındaki enerjiyi de dikkate aldıklarını göstermektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayları, fizik alanındaki enerjiyi çoğunlukla rüzgâr pervanesi, barajlar, güneş paneli, ses enerjisi, çeşitli alet ve cihazlardaki enerji dönüşümleri ve enerji aktarımı ile ilişkili çizimler ile göstermişlerdir. Kimya alanındaki enerjiyi genellikle pillerin sahip olduğu kimyasal enerji ve nükleer santrallerdeki enerji ile bağdaştırmışlardır. Biyoloji alanındaki enerjiyi ise besinlerin

sahip olduğu kimyasal bağ, fotosentez olayındaki enerji üretimi ve organik bileşiklerin yanması ile ortaya çıkan biyokütle enerjisi ile çizerek açıklamışlardır.

Birinci gruptaki öğretmen adayları, uygulamalar sonrası çizimlerinde ilk defa fizik alanından esneklik potansiyel enerji formuna değinmişlerdir. Ayrıca elektrik enerjisi ve ısı enerjisinin nasıl transfer edildiğini göstermek amacıyla enerji aktarımına da ilk defa vurgu yapmışlardır. Kimya alanında ise pillerdeki kimyasal enerjiye, nükleer santrallerdeki nükleer enerjiye, bileşiklerdeki veya tepkimeye giren maddelerin yapısındaki bağ enerjisine, elektroliz olayına ve bir enerji formu olan iyonlaşma enerjisine ilk defa bu çizimlerinde yer vermişlerdir. Ayrıca biyoloji alanından bir enerji formu olan kimyasal bağ enerjisini, fotosentez olayını, mitokondride gerçekleşen enerji ile ilgili olayları ve solunum olayındaki enerji üretimini ilk defa çizerek bunlarla ilgili açıklama yapmışlardır.

#### *Uygulamalar Sonrası İkinci Grup*

İkinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili etkinliklerin mevcut yaklaşımlarla işlenmesi sonrası yapmış oldukları çizimlerinin ne olduğu ve hangi alanla ilişkilendirildiğine yönelik yanıtların içerik dağılımı Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9** Uygulamalar Sonrası İkinci Gruptaki Öğretmen Adaylarının Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı

Fizik			Kimya			Biyoloji		
İçerik	f	%	İçerik	f	%	İçerik	f	%
Rüzgâr enerjisi	27	14,1	Nükleer enerji	7	3,6	Kimyasal bağ	10	5,2
Güneş paneli	19	9,9	Kimyasal enerji	6	3,1	Besinlerdeki enerji	7	3,6
Hidroelektrik santral	17	8,9	Pil	5	2,6	Fotosentez	6	3,1
Enerji dönüşümü	17	8,9	Nükleer santral	4	2,1	Mitokondri	1	0,6
Ses enerjisi	12	6,2			Besin zinciri	1	0,6	
Işık enerjisi	9	4,8						
Isı enerjisi	9	4,8						
Çekim potansiyel	8	4,1						
Kinetik enerji	8	4,1						
Jeotermal enerji	6	3,1						
Esneklik potansiyel	6	3,1						
Elektrik enerjisi	3	1,5						
Enerji aktarımı	2	1,0						
Fosil yakıtlar	2	1,0						
<b>TOPLAM</b>	<b>145</b>	<b>75,5</b>		<b>22</b>	<b>11,4</b>		<b>25</b>	<b>13,1</b>

Tablo 9 incelendiğinde uygulamalar sonrası ikinci gruptaki öğretmen adaylarının, enerji ile ilişkili çizimlerinde fizik, kimya ve biyoloji alanlarındaki enerji kavramlarına yer verdikleri görülmektedir. Ancak bu gruptaki öğretmen adaylarının çizimlerinde yer vermiş oldukları enerji kavramının yine ağırlıklı olarak fizik alanından seçildiği ve bu alana özgü olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının çizimlerinde belirtilen enerji ile ilgili çizim ve açıklamaların sayısının uygulamalar öncesi yapılan çizim sayısına yakın olduğu

görülmektedir. Çizimlerin içerik dağılımının % 75,5'ini fizik alanı, % 11,4'ünü kimya alanı ve % 13,1'ini biyoloji alanındaki enerji kavramı oluşturmaktadır. Bu durum öğretmen adaylarının çoğunluk olarak fizik alanındaki enerjiye odaklandıklarını, kimya ve biyoloji alanındaki enerjiye ise çizimlerinde çok az yer verdiklerini göstermektedir. Ayrıca öğretmen adayları fizik alanındaki enerjiyi çoğunlukla rüzgâr enerjisi, güneş paneli, hidroelektrik santral, enerji dönüşümü ve ses enerjisi ile ilişkilendirmişlerdir. Kimya alanındaki enerjiyi en fazla nükleer enerji, kimyasal enerji, piller ve nükleer santralleri ile bağdaştırmışlardır. Biyoloji alanındaki enerjiyi ise kimyasal bağ, besinlerdeki enerji, besin zinciri, fotosentez, fotosentez olaylarını ve mitokondri organelini çizerek açıklamışlardır.

İkinci gruptaki öğretmen adayları, uygulamalar sonrası çizimlerinde ilk defa fizik alanından esneklik potansiyel enerji formuna, jeotermal enerjiye ve fosil yakıtlara değinmişlerdir. Ayrıca elektrik enerjisi ve ısı enerjisinin nasıl transfer edildiğini gösteren enerji aktarımına da ilk defa vurgu yapmışlardır. Kimya alanında ise pillerdeki kimyasal enerjiye ve nükleer santrallerdeki nükleer enerjiye ilk defa bu çizimlerinde yer vermişlerdir. Ayrıca biyoloji alanına yönelik kimyasal bağ enerjisini, fotosentez olayını ve mitokondride gerçekleşen enerji ile ilgili olayları ilk defa çizerek bunlarla ilgili açıklama yapmışlardır. Ancak enerji ile ilişkili bu kavram veya olaylar az sayıda öğretmen adayının çizimlerinde yer almaktadır.

## **Sonuç ve Tartışma**

### *Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma*

Araştırmada, uygulamalar öncesi her iki gruptaki fen bilgisi öğretmen adaylarının yapmış oldukları enerji kavramına yönelik ilişkilendirmelerin genellikle fizik alanı ile ilgili olduğu, kimya ve biyoloji alanındaki kavram veya kelimelere az sayıda vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. Bu sonuç, fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilgili anlamalarının fizikteki enerjiye dönük olduklarını ve enerji kavramını çoğunlukla günlük hayattaki enerji anlamaları ile ilişkilendirdiklerini göstermektedir. Böylece öğretmen adaylarının fizik disiplinine ait enerji ile ilişkili kavram ve kelimeleri genellikle günlük hayatta kullandıkları söylenebilir. Bu sonuca paralel olarak, öğretmen adaylarının ne tür kavram ve kelimeleri enerji ile ilişkilendirdiklerini incelediğimizde de günlük hayattan etkilendikleri görülmektedir. Örneğin, öğretmen adaylarının fizik alanı ile yapmış oldukları ilişkilendirmelerinin günlük hayatta çok fazla karşımıza çıkan yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Kimya alanına ilişkin yapılan ilişkilendirmelerin ise şuan bir tartışma konusu olan

“nükleer santrallerin kurulumu ile enerji üretimi” hakkında olduğu görülmektedir. Ayrıca biyoloji alanında enerji kavramı günlük hayatta sağlıklı beslenmede besinlerin rolü ile ilişkilendirilmiştir. Enerji kavramına yönelik diğer çalışmalar incelendiğinde ise benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Örneğin; Kurt (2013) ve Trumper, Raviolo & Shnersch (2000) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, öğretmen adaylarının enerji kavramını genellikle günlük hayatta karşımıza çıkan enerji ile ilişkili kavram ve kelimelere yer verdikleri tespit edilmiştir. Köse ve diğerleri (2006) yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının enerji ile ilgili tanımlamalarının % 63’ünün fizikteki enerji kavramı üzerine yoğunlaştığını ifade etmişlerdir. Opitz ve diğerleri (2015) ise öğrencilerin enerjiyi çoğunlukla fizik alanı ile açıklamalarının nedeni olarak, günlük hayatta bu kavramın genellikle fizik ile ilişkilendirilerek kullanılıyor olmalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının enerji ile ilgili ilişkilendirme yaparken günlük hayatı dikkate aldıkları ve genellikle enerji ile ilişkili olayları fizik disiplini ile açıkladıkları söylenebilir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bütüncül bir bilişsel yapıya sahip olmadıkları görülmektedir. Çünkü enerji kavramına yönelik bütüncül bir anlayışa sahip olmak için enerjinin bütün özelliklerine ilişkin kavram ve kelimelerle açıklamalar yapılması gerekmektedir. Ancak bu çalışmada uygulamalar öncesi her iki gruptaki öğretmen adaylarının enerji kavramının form ve kaynak özelliklerini, aktarım ve dönüşüm özelliklerine nispeten daha fazla ilişkilendirme ile açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Böylece uygulamalar öncesi öğretmen adaylarının enerji formu ve enerji kaynağı özelliklerine ilişkin bilişsel yapılarının, enerji aktarım ve enerji dönüşüm özelliklerine yönelik bilişsel yapılarından daha zengin ve karmaşık olduğu söylenebilir. Bu durumun ortaya çıkmasında fen ile ilgili öğretim programlarında enerji kavramına yönelik özelliklerin yeterince vurgulanarak öğrencilere fark ettirilmemesi etkili olmuş olabilir. Ayrıca enerji kavramının diğer disiplinlerle birlikte ele alınarak bütüncül olarak öğretim programlarında yer almaması da önemli bir etken olabilir. Bununla ilgili Park (2013) çalışmasında ortak ders kitaplarında enerjinin tüm özelliklerinin entegrasyonuna yer verilmemesinden ve enerji kavramının bütünsel bir anlayışla kitaplarda bulunmamasından dolayı öğrencilerin enerjinin tüm özelliklerini yeterince yansıtamadıklarını ifade etmiştir. Bu doğrultuda Park (2013), fen öğretiminde ve öğretim programlarında, enerjinin tüm özelliklerinin entegre edilmesi ve bütünleştirilmesi için fen ders kitaplarının daha bütünleşik ve parçalanmamış olması gerektiğini önermektedir. Ispal ve arkadaşları (2016) ise enerji eğitimine ilişkin öğretim programlarında ilk olarak enerji kavramının enerji formu ve enerji kaynağı özelliklerine yer verilmesi gerektiğini, devamında ise enerji



korunumu tanıtılmadan önce enerji aktarımı ve enerji dönüşümünün yer almasının önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Uygulamalar sonrası öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapıları incelendiğinde, birinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji kavramını çoğunlukla fizik alanı ile ilişkilendirmelerine rağmen, enerji kavramını çok sayıda kimya ve biyoloji alanı ile de ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir. Ancak ikinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji kavramını uygulamalar öncesinde olduğu gibi çoğunlukla fizik alanı ile bağdaştırdıkları görülmüştür. Ayrıca ikinci gruptaki ilişkilendirmelerin birinci gruptaki ilişkilendirmeler kadar çok ve çeşitli sayıda yapılmadığı da tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, birinci grupta uygulanan disiplinler arası öğretimin, öğretmen adaylarının bir olaya ilişkin enerji ile ilgili açıklamalar yapmalarında onlara bütüncül bir bakış açısı ortaya koymalarını sağlaması bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olmuş olabilir. Böylece birinci grupta uygulanan enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi, enerji kavramına yönelik öğretmen adaylarının daha zengin ve karmaşık bilişsel yapılara sahip olmalarını sağladığı söylenebilir. Bu durumla ilgili çoğu araştırmacı disiplinler arası uygulamaların ve alanlar arası entegrasyonların enerji kavramına yönelik daha karmaşık öğrenmeler sağladığını ifade etmişlerdir (Akpınar & Ergin, 2004; Aydın & Balım, 2005; Jin & Anderson, 2012; Klemow, 2015; Liu & McKeough, 2005; Liu & Tang, 2004; Nordine, Krajcik & Fortus, 2010). Bu sonucu destekler nitelikte öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili kavram ve kelimeleri incelediğimizde, birinci gruptaki öğretmen adayları fizik alanına ilişkin elektrik, çekim potansiyel, ses, ışık, ısı, esneklik potansiyel ve kinetik enerji, kimya alanına ilişkin nükleer, ısı, bağ ve iyonlaşma enerjisi, biyoloji alanına ilişkin ışık, ısı ve kimyasal bağ enerjisi gibi enerji formlarından bahsetmişlerdir. Yani bu gruptaki öğretmen adayları enerji formlarını tek bir alanla sınırlamadığı, ışık ve ısı gibi enerji formlarının diğer disiplinlerde de olabileceğini belirterek enerji form özelliğine yönelik bütüncül bir anlayış gösterdikleri söylenebilir. Buna karşın, ikinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji formunu fizik alanında kinetik, çekim potansiyel, ses, ışık ve elektrik enerjisi ile, kimya alanında nükleer enerji ile, biyoloji alanında kimyasal bağ enerjisi ile ilişkilendirme yaptıkları görülmüştür. Bu durumun ikinci gruptaki öğretmen adaylarının enerji formlarını tek bir disiplin çatısı altına alma çabası içerisinde olduklarını ve enerjiyi disiplin bazında düşündüklerini gösterdiği söylenebilir. Görüldüğü üzere, birinci grupta enerji ile ilgili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bütüncül bir bakış açısı kazandırmasının yanında, öğretmen adaylarının enerji kavramının özelliklerini fark etmelerini ve kapsamlı bir

öğrenme gerçekleştirmelerini sağladığı söylenebilir. Buna karşılık ikinci grupta enerji ile ilişkili etkinliklerin mevcut öğretim yaklaşımları ile işlenmesi, öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilgilerini arttırdığı, ancak bu kavramın özelliklerini fark etmede yardımcı olmadığı görülmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına paralel olarak, Liu & McKeough (2005), Liu & Tang (2004) enerji kavramının öğretiminde disiplinler arası öğretim uygulamalarının, bu kavramın çok yönlü ve bütüncül bir şekilde öğrenilmesini sağladıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca Klemow (2015) da enerji kavramının öğretiminde disiplinler arası öğretim yaklaşımının önemli olduğunu vurgulamaktadır. Gamez, Ruz & Gallego (2014) ise ders kitaplarına vurgu yaparak, enerji eğitiminde disiplinler arası bağlantıların kitaplarda olması gerektiğini belirtmişlerdir.

### *İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma*

Araştırmada, uygulamalar öncesi her iki gruptaki öğretmen adaylarının çizimlerinin ağırlıklı olarak fizik alanındaki enerji kavramları ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, fen ile ilgili öğretim programlarında enerji kavramının çoğunlukla fizik alanı ile ilişkilendirilerek bu disiplin içerisinde ağırlıklı olarak yer almasından kaynaklanabilir. Çünkü 2013 ilköğretim kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde, enerji ile ilişkili kazanımların çoğunlukla fizik alanı ile ilişkilendirildiği görülmektedir (Güven, Yakar ve Sülün, 2016). Benzer şekilde Köse ve diğerleri (2006) da fen programlarında ağırlıklı olarak enerji kavramının genellikle fizik öğrenme alanı ile ilişkili bir şekilde yer aldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, Köse ve diğerleri (2006) yapmış oldukları bir çalışmada, öğrencilerin enerji kavramı ile ilişkili olayları genelde fizikteki enerji kavramı ile ilişkilendirdiklerini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Chabalengula ve diğerleri (2011), öğrencilere enerji hakkında sorular yönelttiklerinde, öğrencilerin bütün cevaplarında fiziksel enerjiden bahsettiklerini, biyoloji bağlamında enerjiye hiç değinmediklerini ifade etmişlerdir. Ancak uygulamalar öncesi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik çizimlerine sadece öğretim programlarının içeriğinin etki etmesinin yanında, bu kavrama ilişkin gündelik hayat enerji bilgilerinin de çizimlerinde etkin bir rol oynadığı söylenebilir. Çünkü öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde çizimlerinde nelere yer verdikleri incelendiğinde, çizimlerinin öğretmen adaylarının BKİT'nde ilişkilendirmiş oldukları kavram ve kelimeler ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Yani öğretmen adayları enerji ile ilgili ilişkilendirmiş oldukları kavram ve kelimeleri çizimlerinde de yansıtmışlardır. Bu sonuç öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin sahip oldukları gündelik enerji bilgilerinden etkilendiği söylenebilir. Bununla ilgili Jin & Anderson (2012) enerjinin öğrenilmesinde bilimsel ve günlük enerji

çağrışımları arasındaki çatışmanın engel olduğunu ve edinilen bilgilerde günlük enerjinin etkin rol oynadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca Park (2013) da enerji kavramının öğrenilmesine gündelik dilin önemli bir etken olduğunu vurgulamıştır. Enerji kavramının çizimlerde yansıtılmasına yönelik benzer araştırmalar incelendiğinde ise, Kurt (2013) ve Opitz, Blankestein & Harms (2016) da çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişler ve öğrencilerin enerji ile ilgili anlayışlarının bir disipline dayandığını ifade etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise, Yürümezoğlu ve arkadaşları (2009) öğrencilerin günlük hayattan etkilenip çevrelerinden duydukları enerji kavramı ile ilgili objeleri çizdiklerini belirtmişlerdir.

Uygulamalar sonrası öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin çizimleri incelendiğinde, birinci gruptaki öğretmen adaylarının çizimlerinde yer vermiş oldukları enerji kavramına yönelik çizimlerin sayılarının ve belirtmiş oldukları enerji ile ilişkili kavramların çeşitlerinin arttığı ve diğer alanlardaki enerji kavramlarına da değindikleri tespit edilmiştir. Ancak, ikinci gruptaki öğretmen adaylarının çizimlerinde yer vermiş oldukları enerji kavramının yine ağırlıklı olarak fizik alanından seçildiği ve bu alana özgü olduğu görülmüştür. Bu sonucun ortaya çıkmasında, birinci grupta uygulanan disiplinler arası öğretimin enerji kavramının dört temel özelliğini öğretmen adaylarına fark ettirmesi ve bu özelliklere yönelik bilgilerini arttırması etkili olmuş olabilir. Ayrıca, disiplinler arası öğretim ile enerji kavramının diğer disiplinler ile bağlantısının kurulması da yapılan çizimlerin fizik alanı ile sınırlandırılmasının önüne geçmiş olabilir. Ancak ikinci grupta yapılan etkinlikler öğretmen adaylarının bu kavrama ilişkin bilgilerini arttırsa da, enerji ile ilişkili çizimlerinde fizik dışındaki diğer alanlarda da bu kavrama değinmelerinde etkili olamamıştır. Çünkü bu grupta enerji kavramının öğretiminde alanlara özgü enerji ele alınmış, alanlar arasında bağlantı kurulmamıştır. Bu doğrultuda enerji kavramının disiplinler arası öğretim uygulamaları ile ele alınmasının, bu kavramın öğretiminde bütüncül bir bakış açısının ortaya çıkmasını ve gündelik enerji bilgisinin artmasını sağladığı söylenebilir. Benzer şekilde, Liu & Tang (2004) enerji kavramının bir düzen içerisinde sıra ile ele alınarak, daha bütüncül ve çok yönlü yaklaşım içerisinde işlenmesinin bu kavramın öğretiminde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Opitz ve diğerleri (2015) enerji kavramının öğretiminde anlamlı ve disiplinler arası öğrenmeye dayalı olarak, disiplin bağlamları arasındaki uygun bağlantıların öğrenciler için yapı iskelesi olarak gerekli olduğunu ve enerji uygulamalarının desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmanın sonuçları ile paralellik gösteren başka bir çalışmada ise enerji öğretiminde okul dışı bilimsel etkinliklerin öğrencilerin enerji ile ilişkili çizimleri üzerinde etkili değişiklikler meydana getirdiği belirtilmektedir. Ertaş, Şen &

Parmaksızoğlu (2011) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada okul dışı bilimsel etkinliklere katılan öğrencilerin gezi sonrası çizimlerinde enerji kavramını günlük hayatla daha iyi ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Yürümezoğlu, Ayaz & Çökelek (2009) ise enerji konusunun işlenirken enerjinin özelliklerine vurgu yapılması, enerji ile ilgili ayrıntılı olarak günlük hayattan örnekler verilmesi ve bu kavramla ilgili değişik deney ve etkinliklerin yapılması gerektiğini önermişlerdir. Ayrıca Keser, Özmen & Akdeniz (2003) enerji öğretiminde enerji kaynakları, enerji tüketimi ve enerji ihtiyacı gibi konulara da vurgu yapılmasının gerektiğini ifade etmişlerdir. Bununla ilgili olarak, Güneş & Taştan-Akdağ (2016) ise enerji konuları işlenirken enerjinin kavramlarının birbiriyle ilişkilendirilerek anlatılması ve öğrencilere yaşamlarının her anında enerjiyi kullandıkları, enerjiyle karşılaştıkları ve enerjinin hayatın tam da kendisi olduğunun fark ettirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

## **Öneriler**

Yapılan çalışmanın sonuçları doğrultusunda, fen bilgisi öğretmen adayı yetiştirme programlarında enerji kavramının öğretiminde disiplinler arası öğretimin kullanılması önerilmektedir. Bu öğretimlerde ise enerji kavramının tüm özellikleri ayrı ayrı ele alınarak enerji formu, enerji kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümü şeklinde gelişimsel sıra ile uygulamalar gerçekleştirilmelidir. Ayrıca öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarını zenginleştirmek ve kavramlar arası ilişkileri arttırmak için enerji kavramının özellikleri öğretim sürecinde farklı deney ve etkinlikler ile ele alınmalı ve gündelik hayat ile ilişkisi kurulmalıdır.

## **Kaynakça**

- Akpınar, E. & Ergin, Ö. (2004). Fen öğretiminde fizik kimya ve biyolojinin entegrasyonuna yönelik örnek bir uygulama. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 19(1), 1-16.
- Aydın, G. & Balım, A. G. (2005). An interdisciplinary application based on constructivist approach: Teaching of energy topics. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 38(2), 145-166.
- Bahar, M. (2003). Biyoloji eğitiminde kavram yanılgıları ve kavram değişim stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 55-64.

- 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(3), 134-141.
- Bahar, M. & Tongaç, E. (2009). The Effect of Teaching Approaches on the Pattern of Pupils' Cognitive Structure: Some Evidence from the Field. *Asia-Pacific Education Researcher*, 18,1 21-45.
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370.
- Bezen, S., Bayrak, C. & Aykutlu, I. (2016). Physics teachers' views on teaching the concept of energy. *Eurasian Journal of Educational Research*, 64, 109-124.
- Boylan, C. (2008). Exploring elementary students' understanding of energy and climate change. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(1), 1-15.
- Chabalengula, V. M., Sanders, M. & Mumba, F. (2011). Diagnosing students' understanding of energy and its related concepts in biological contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 241-266.
- Chen, K. L., Huang, S. H. & Liu, S. Y. (2013). Devising a framework for energy education in Taiwan using the analytic hierarchy process. *Energy Policy*, 55, 396-403.
- Diakidoy, I. A. N., Kendeou, P. & Ioannides, C. (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 335-356.
- Dykstra, D. (1986). Science education in elementary school: Some observations. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(9), 853-856.
- Ellse, M. (1988). Transferring, not transforming energy. *School Science Review*, 69(248), 427-437.
- Ercan, F., Taşdere, A. & Ercan, N. (2010). Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla Bilişsel Yapının ve Kavramsal Değişimin Gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7 (2), 136-154.
- Ertaş, H., Şen, A. İ., & Parmaksızoğlu, A. (2011). Okul dışı bilimsel etkinliklerin 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusunu günlük hayatla ilişkilendirme düzeyine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 178-198.

- Gamez, M. C., 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. K. & Boulter, C. J. (2000) Learning science through models and modeling. In K Tobin and B Frazer (Eds). *The international handbook of science education* (pp. 53-66). Dordrecht: Kluwer.
- Gussarsky, E. & Gorodetsky, M. (1990). On the concept “chemical equilibrium: The associative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 197-204.
- Güneş, T., & Taştan-Akdağ, F. (2016). Determination of perceptions of science high school students on energy and their levels of interdisciplinarity association. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(2), 774-787.
- Güven, G., Yakar, A., & Sülün, Y. (2016, Mayıs-Haziran). *Enerji okuryazarlığı: Bir ölçek uyarlama çalışması*. III. International Eurasian Educational Research Congress, Muğla, Turkey.
- Hinrichs, R. & Kleinbach, M. (2002). *Energy: Its use and the environment*. Boston: Thomson Learning.
- Ispal, A., Ishak, M.Z., Ispal, M.A. & Abdullah, N. (2016). Energy concept development using the u slope. *Researchers World: Journal of Arts, Science and Commerce*, 7(1), 1-7.
- Jin, H. & Anderson, C. W. (2012). A learning progression for energy in socio-ecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1149-1180.
- Keser, Ö. F. Özmen, H. & Akdeniz, F. (2003). Energy, environment and education relationship in developing countries' policies: A case study for Turkey. *Energy sources*, 25(2), 123-133.
- Klemow, K. (2015). Undergraduate energy education: The interdisciplinary imperative. *Journal of Sustainability Education*, 8, 1-3.
- 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.
- Kruger, C. (1990). Some primary teachers' ideas about energy. *Physics Education*, 25(2), 86-91.
- Kurnaz, M. A. (2011). *Enerji konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının zihinsel model gelişimine etkisi*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Trabzon.

- Kurt, H. (2013). Determining biology teacher candidates' conceptual structures about energy and attitudes towards energy. *Journal of Baltic Science Education*, 12(4), 399-423.
- Lancor, R. A. (2014). Using student-generated analogies to investigate conceptions of energy: A multidisciplinary study. *International Journal of Science Education*, 36(1), 1-23.
- Lee, R. P. (2016). Misconceptions and biases in German students' perception of multiple energy sources: Implications for science education. *International Journal of Science Education*, 38(6), 1036-1056.
- Lee, H. S. & Liu, O. L. (2010). Assessing learning progression of energy concepts across middle school grades: The knowledge integration perspective. *Science Education*, 94(4), 665-688.
- Liu, X. & McKeough, A. (2005). Developmental growth in students' concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 493-517.
- Liu, X. & Tang, L. (2004). The progression of students' conceptions of energy: A cross-grade, cross-cultural study. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(1), 43-57.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J. & Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 162-188.
- Nordine, J., Krajcik, J. & Fortus, D. (2010). Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. *Science Education*, 95(4), 670-699.
- Opitz, S. (2016). *Students' progressing understanding of the energy concept: an analysis of learning in biological and cross-disciplinary contexts*, (Unpublished Doctoral Dissertation). Christian-Albrechts University: Kiel.
- Opitz, S. T., Blankenstein, A. & Harms, U. (2016). Student conceptions about energy in biological contexts. *Journal of Biological Education*, 1-14.
- 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.

- Osbaldiston, R. & Schmitz, H. (2011). Evaluation of an energy conservation program of 9th grade students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(2), 161-172.
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C. & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1513-1524.
- Park, M. (2013). *Developing an instrument for assessing students' understanding of the energy concept across science disciplines*, (Unpublished Doctoral Dissertation). State University of New York: Buffalo.
- Park, M. & Liu, X. (2016). Assessing understanding of the energy concept in different science disciplines. *Science Education*, 100(3), 483-516.
- Roberts, P. & Kellough, R. D. (2000). *A guide for developing interdisciplinary thematic units*. United States: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Sabo, H. C., Goodhew, L. M. & Robertson, A. D. (2016). University student conceptual resources for understanding energy. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 1-28.
- Seraphin, K. D., Philippoff, J., Parisky, A., Degnan, K. & Warren, D. P. (2013). Teaching energy science as inquiry: Reflections on professional development as a tool to build inquiry teaching skills for middle and high school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 235-251.
- Silverman, D. (2006). *Interpreting Qualitative Data*. London: Sage Publication.
- Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Middlesex, England: Penguin Books.
- Stavridou, H. & Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and construction of the chemical reaction concept during secondary school. *International Journal of Science Education*, 20(2), 205-221.
- Trumper, R., Raviolo, A. & Shnersch, A. M. (2000). A cross-cultural survey of conceptions of energy among elementary school teachers in training empirical results from Israel and Argentina. *Teaching and Teacher Education*, 16(7), 697-714.
- Watts, D. M. (1983). Some alternative view of energy. *Physics Education*, 18(5), 213-217.
- White, R. T. & Gunstone, R. F. (2000). *Probing understanding*. The Falmer Press.
- Worrell, E., Bernstein, L., Roy, J., Price, L. & Harnisch, J. (2009). Industrial energy efficiency and climate change mitigation. *Energy Efficiency*, 2, 109-123.



- Yang, J. C., Chien, K. H. & Liu, T. C. (2012). A digital game-based learning system for energy education: An energy conservation pet. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(2), 27-37.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. & Çökelez, A. (2009). Grade 7-9 students' perceptions of energy and related concepts. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 52-73.