

**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK
DİSİPLİNLER ARASI ÖĞRETİM YAKLAŞIMINA DAYALI
ENERJİ EĞİTİMİ**

GÖKHAN GÜVEN

DOKTORA TEZİ

EYLÜL, 2017

MUĞLA

**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK DİSİPLİNLER ARASI
ÖĞRETİM YAKLAŞIMINA DAYALI ENERJİ EĞİTİMİ**

GÖKHAN GÜVEN

**Eğitim Bilimleri Enstitüsünce
“Doktora”**

Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 14.09.2017

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yusuf SÜLÜN

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ali YILDIRIM

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Kasım YILDIRIM

Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Nazmi DURKAN

Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. İsmail UYSAL

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Ayşe Rezan ÇEÇEN EROĞUL

EYLÜL, 2017

TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün 22/08/2017 tarih ve 205/4 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin (24/6 veya 38/7) maddesine göre, İlköğretim Anabilim Dalı Yüksek Doktora öğrencisi Gökhan GÜVEN'in "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımına Dayalı Enerji Eğitimi" başlıklı tezini incelemiş ve aday 14/09/2017 tarihinde saat 10:30'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 90 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin **kabul** edildiğine oy birliği ile karar verilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Yusuf SÜLÜN

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ali YILDIRIM

Üye

Doç. Dr. Kasım YILDIRIM

Üye

Yrd. Doç. Dr. Nazmi DURKAN

Üye

Yrd. Doç. Dr. İsmail UYSAL

Üye

ETİK BEYANI

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanan “**Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımına Dayalı Enerji Eğitimi**” başlıklı Doktora tez çalışmasında;

- Tez içinde sunulan veriler, bilgiler ve dokümanların akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiğini,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçların bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğunu,
- Tez çalışmasında yararlanılan eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterildiğini,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapılmadığını,
- Bu tezde sunulan çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 14/09/2017

GÖKHAN GÜVEN

Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK DİSİPLİNLER ARASI ÖĞRETİM YAKLAŞIMINA DAYALI ENERJİ EĞİTİMİ

GÖKHAN GÜVEN

Doktora Tezi, İlköğretim Eğitimi Ana Bilim Dalı/ Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yusuf SÜLÜN

Eylül 2017, 352 sayfa

Bu çalışmanın amacı, enerji kavramına yönelik geliştirilen etkinliklerin disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı işlenmesinin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin başarılarına, kavramsal anlamalarına, bilişsel yapılarına, kavram yanılgılarına ve gündelik hayatla ilişkili durumları açıklayabilme düzeylerine olan etkisini incelemektir.

Araştırma sorularını test etmek amacı ile nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma yöntem desenlerinden yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. Araştırma 2016-2017 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinde yapılmıştır. Çalışma bir deney ve kontrol grubunda bulunan toplam 69 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma süreci 8 hafta etkinlik uygulamaları ve 4 hafta veri toplama araçlarının uygulanması olmak üzere toplam 12 hafta sürmüştür. Enerji kavramı ile ilişkili etkinlikler deney grubunda disiplinler arası öğretimle, kontrol grubunda ise mevcut yaklaşımlara dayalı yöntem ve teknikler (gösteri deneyi, grup deneyleri, benzetim, beyin fırtınası, tartışma vb.) ile işlenmiştir. Çalışmada veri toplamak amacıyla, “Enerji Kavramları Başarı Testi”, “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi”, “Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi” ve “Çizme-Yazma Tekniği” kullanılmıştır. Ayrıca veriler öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler ile toplanmıştır. Nicel verilerin analizinde, bağımsız grup *t* testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA/Post Hoc Test) kullanılmıştır. Nitel verilerin analizinde ise, betimsel ve içerik analizleri kullanılarak veriler çözümlenmiştir. Ayrıca nitel verilerin çözümlenmesinde Nvivo programından faydalanılmıştır.

Araştırmadan elde edilen nicel bulgulara göre, enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı işlenmesinin öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik başarı düzeylerinin ve kavramsal anlamalarının artmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın nitel boyutundan elde edilen bulgularda ise disiplinler arası öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarını geliştirdiği ve zenginleştirdiği görülmüştür. Ayrıca bu uygulamaların, öğretmen adaylarının enerji kavramını daha fazla fen içerikli kavramlarla ilişkilendirmelerinde ve kavram yanılgılarını gidermelerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik gündelik hayatla ilişkili

durumları açıklayabilme düzeylerinin de enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi sonucu geliştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak, enerji eğitiminde disiplinler arası öğretim yaklaşımının kullanımının öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel düzeylerini geliştirmede etkili olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda öğretmen yetiştirme programlarında enerji eğitiminde bu kavramın tüm özelliklerine vurgu yapan ve bütünleştiren disiplinler arası uygulamalara yer verilmesi ve bu yönde fen ile ilişkili öğretim programlarının yeniden gözden geçirilmesi önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Enerji eğitimi, enerji kavramı, disiplinler arası öğretim, kavramsal anlama, bilişsel yapı, fen bilgisi öğretmen adayı.



ABSTRACT

INTERDISCIPLINARY TEACHING APPROACH-BASED ENERGY EDUCATION FOR PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS

GÖKHAN GÜVEN

Ph.D.Thesis, Department of Elementary Education

Supervisor: Assistant Professor Dr. Yusuf SÜLÜN

September 2017, 352 pages

The purpose of the present study is to investigate the effect of using interdisciplinary teaching approach for conducting instructional activities developed to teach the concept of energy on the pre-service science teachers' energy concept-related achievement, conceptual understanding, cognitive structure and level of being able to explain daily life-related situations.

One of the mixed method designs in which qualitative and quantitative methods are used together, the convergent parallel design was employed to test the research questions. The study was conducted in a state university in 2016-2017 academic year. The participants of the study are a total of 69 pre-service teachers assigned to a control group and an experimental group. The study lasted totally 12 weeks of which 8 weeks were allocated for doing the activities and 4 weeks for administering data collection tools. The activities designed for the teaching of the concept of energy were done by using the interdisciplinary approach in the experimental group and by using methods and techniques of the traditional approaches (demonstration experiment, group experiments, analogy, brain-storming, discussion vb.) in the control group. In order to collect data in the current study, "The Energy Concepts Achievement Test", "The Two-Tier Energy Concepts Diagnosis Test", "Independent Word Association Technique" and "Drawing-Writing Technique" were employed. In the analysis of the quantitative data, independent-samples *t*-test and one-way variance analysis (ANOVA/Post Hoc Test) was used. In the analysis of the qualitative data, descriptive and content analyses were used. Moreover, in the analysis of the qualitative data, Nvivo program was capitalized on.

The quantitative findings of the study revealed that when the activities designed to teach the concept of energy were instructed according to the interdisciplinary teaching approach, the pre-service teachers' energy concept-related achievement and conceptual understanding improved more. The qualitative findings of the study showed that interdisciplinary instructional applications developed and enhanced the pre-service teachers' cognitive structure about the concept of energy. Furthermore, these applications were found to be effective in the pre-service teachers' relating the concept of energy to more science-related concepts and eliminating their misconceptions. In

addition, the pre-service teachers' level of explaining daily-life situations related to the concept of energy developed more as a result of conducting the activities directed to teaching of the concept of energy through the interdisciplinary approach. In light of the findings of the current study, it can be argued that the use of the interdisciplinary approach is effective in the development of pre-service teachers' cognitive structure about the concept of energy. Thus, it can be suggested that interdisciplinary applications putting emphasis on all the features of the concept of energy in an integrated manner should be incorporated into teacher training programs and accordingly science teaching programs should be revised.

Keywords: Energy education, concept of energy, interdisciplinary instruction, conceptual understanding, cognitive structure, pre-service science teacher

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında yardımlarını esirgemeyen, bilimsel görüşleriyle ve manevi desteğiyle lisansüstü eğitimimin başından sonuna kadar beni yönlendiren ve her zaman katkıda bulunan değerli danışmanım Yrd. Doç. Dr. Yusuf SÜLÜN'e,

Doktora tezimin içeriğini oluşturmada gerekli yönlendirmeleri yapan, yol gösteren ve zamanını fedakârlıkla benden esirgemeyen tez izleme komitesindeki değerli hocalarım Doç. Dr. Kasım YILDIRIM'a ve Prof. Dr. Ali YILDIRIM'a,

Araştırmanın uygulanması sürecinde büyük desteklerini gördüğüm Doç. Dr. Güliz AYDIN'a ve Doç. Dr. Emine ÇİL'e,

Tez çalışmasında enerji kavramına yönelik muhteşem çizimler gerçekleştiren değerli arkadaşım Araş. Gör. Kahraman KILIÇ'a,

Tez yazım aşamasının başından sonuna kadar fikir alışverişinde bulunduğum ve her konuda desteklerini hissettiğim değerli arkadaşlarım Uzman Ali YAKAR'a, Araş. Gör. Cüneyd ÇELİK'e, Araş. Gör. Durmuş YANMAZ'a, Araş. Gör. Dr. İlker AYSEL'e ve Araş. Gör. Orçin KARADAĞ'a,

Hayatımın her safhasında bütün konularda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, hayatım boyunca hep varlıklarını hissettiğim sevgili aileme,

Tanıştığımız günden beri mesleki yaşamımda beni her zaman destekleyip yalnız bırakmayan, bir akademisyen eşi olmanın bütün zorluklarını yaşayarak olağanüstü fedakârlıklar gösteren, kendisine yaptıklarından dolayı büyük borçluluk hissettiğim, eşim ve hayat arkadaşım Emine GÜVEN'e,

Son olarak ise, bu tez çalışmasının yürütülebilmesi için gerekli maddi desteği sağlayan Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi Birimine (Proje No:15/244) sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Gökhan GÜVEN

Muğla 2017

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
ÖNSÖZ	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
RESİMLER VE GRAFİKLER.....	xviii
EKLER DİZİNİ	xix

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Araştırma Problemi.....	8
1.4.1. Alt Problemler.....	8
1.5. Sayıtlılar.....	9
1.6. Sınırlılıklar	9
1.7. Tanımlar.....	10

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Enerji Kavramı.....	11
2.1.1. Enerji Kavramının Özellikleri.....	14
2.2. Enerji Eğitimi.....	16
2.2.1. Enerji Eğitiminin Amaçları	17
2.2.2. Enerji Eğitim Programlarında İstenilen Özellikler.....	18
2.2.3. Enerji Eğitiminde Öğretim Programı Geliştirme	19
2.2.4. Enerji Eğitim Programlarının Sınıflandırılması	20
2.2.4.1. K-12 Enerji Eğitim Programı (KEEP)	20
2.2.4.2. K-12 Enerji Eğitime Yönelik Kavramsal Rehber Kılavuzu	25
2.2.4.3. K-12 Enerji Eğitime Yönelik Etkinlik Kılavuzu	25

2.2.4.4. Yapılabilen Yenilenebilirler: Yenilenebilir Enerji Eğitim Eki.....	26
2.2.4.5. Enerji ve Senin Okulun: Okul Binası Enerji Verimliliği Eğitim Eki	26
2.2.4.6.İlköğretim Ek: Okulunuzdaki Enerjinin Akışını Öğrenin	26
2.2.4.7.Biyogelecek: Biyokütle Enerji Eğitimi Eki	26
2.3. Enerji Öğretimi	27
2.3.1. Enerji Kavramının Gelişimi	30
2.3.2. Enerji Kavramının Öğretimine Yönelik İçerikler	32
2.3.3. Fen Öğretim Programlarında Enerji Kavramı.....	35
2.4. Disiplinler Arası Öğretim	38
2.4.1. Disiplinler Arası Yaklaşımın Kuramsal Dayanağı.....	39
2.4.2. Disiplinler Arası Yaklaşımı Etkileyen Felsefe ve Eğitim Felsefeleri	41
2.4.3. Disiplinleri Birleştirme Yöntemleri	42
2.4.4. Fen Eğitiminde Disiplinler Arası Öğretim.....	46
2.5. Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	48
2.5.1. Enerji Kavramına Yönelik Durum Tespiti Yapılan Çalışmalar	49
2.5.1.1. İlkokul ve Ortaokul Öğrencileri İle Gerçekleştirilen Çalışmalar	49
2.5.1.2. Lise Öğrencileri İle Gerçekleştirilen Çalışmalar	54
2.5.1.3. Üniversite Öğrencileri ve Öğretmen Adayları İle Gerçekleştirilen Çalışmalar	55
2.5.1.4. Öğretmenler İle Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	58
2.5.2. Enerji Kavramının Öğretimine Yönelik Yapılan Çalışmalar	59

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yöntemi	65
3.2. Araştırmanın Örnekleme/Çalışma Grubu.....	67
3.3. Araştırma Süreci	68
3.4. Enerji Kavramına Yönelik Etkinliklerin Geliştirilmesi	70
3.4.1. Konuların Belirlenmesi	70
3.4.2. Gözden Geçirme.....	71
3.4.3. Etkinliklerin Oluşturulması (Eğitim Kaynaklarının Belirlenmesi)	72
3.4.4. Etkinliklerin Organize Edilmesi.....	74
3.4.5. Sınıf Ortamının Düzenlenmesi.....	75
3.4.6. Kapanış Etkinliğinin Gerçekleştirilmesi	75

3.4.7. Değerlendirmenin Gerçekleştirilmesi	75
3.5. Veri Toplama Araçları	77
3.5.1. Enerji Kavramları Başarı Testi (EKBT).....	77
3.5.1.1. Başarı Testinin Geçerlilik ve Güvenilirlik Uygulamaları	79
3.5.2. İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi (İAEKTT).....	82
3.5.2.1. Konu İçeriğinin Belirlenmesi.....	83
3.5.2.2. Öğrencilerin Mevcut Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi	84
3.5.2.3. Teşhis Testinin Geliştirilmesi	86
3.5.2.4. Tanı Testinin Geçerlilik ve Güvenilirlik Uygulamaları.....	88
3.5.3. Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi (BKİT).....	91
3.5.4. Çizme-Yazma Tekniği	92
3.5.5. Görüşme	96
3.6. Etkinliklerin Pilot Uygulaması	100
3.7. Asıl Uygulama	101
3.8. Verilerin Analizi	107

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Nicel Verilerin Kullanılan Analiz Tekniklerine Uygunluğu	111
4.1.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT Ön ve Son Test Puanlarına Yönelik Varsayımların Sağlanması.....	111
4.1.2. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT Ön ve Son Test Puanlarına Yönelik Varsayımların Sağlanması.....	114
4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Nicel Bulgular	116
4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Nicel Bulgular	124
4.4. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular	136
4.4.1. Uygulamalar Öncesi Deney Grubu	137
4.4.2. Uygulamalar Sonrası Deney Grubu	140
4.4.3. Uygulamalar Öncesi Kontrol Grubu	144
4.4.4. Uygulamalar Sonrası Kontrol Grubu	148
4.5. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular	153
4.5.1. Uygulamalar Öncesi Deney Grubu	153
4.5.2. Uygulamalar Sonrası Deney Grubu	154
4.5.3. Uygulamalar Öncesi Kontrol Grubu	156
4.5.4. Uygulamalar Sonrası Kontrol Grubu	157

4.6. Beşinci Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular	159
4.7. Altıncı Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular	163
4.8. Yedinci Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular	165
4.9. Nicel ve Nitel Bulguların Bütünleştirilmesi	190

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma	191
5.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma	191
5.1.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma	194
5.1.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma	196
5.1.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma	200
5.1.5 Beşinci Alt Probleme İlişkin Tartışma	204
5.1.6 Altıncı Alt Probleme İlişkin Tartışma	207
5.1.7 Yedinci Alt Probleme İlişkin Tartışma	210
5.2. Sonuçlar	213
5.3. Öneriler	219
5.3.1 Uygulamaya Yönelik Öneriler	220
5.3.2 Öğretim Programlarına Yönelik Öneriler	222
5.3.3 Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler	223
KAYNAKÇA	225
EKLER	241
ÖZGEÇMİŞ	348

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Disiplinler Arası Bir Kavram Olarak Enerjinin Farklı Seviyelerdeki Öğrenilmesi Gereken Özellikleri ve Hedefleri	33
Tablo 2.2. Fen Bilimleri Dersi 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıf Kitaplarında Enerji Kavramının Özellikleri	38
Tablo 2.3. Disiplinleri Birleştirme Yöntemlerine İlişkin Becerilerin Sınıflandırılması	46
Tablo 3.1. Araştırmanın Nicel Boyutuna İlişkin Yarı Deneysel Deseni.....	66
Tablo 3.2. Gruplarda Yapılan İşlemlere İlişkin Anlam Çözümleme Tablosu	69
Tablo 3.3. Enerji Kavramlarına İlişkin Özellikler, Konular ve İlgili Kazanımları	71
Tablo 3.4. Enerji Kavramına İlişkin Etkinlikler.....	73
Tablo 3.5. Rubriğin Geçerliliğini Sağlamak İçin Cevaplandırılan Sorular.....	76
Tablo 3.6. Tek Yönlü Varyans Analiz Sonuçları.....	76
Tablo 3.7. Enerji Kavramları Başarı Testi Belirtke Tablosu	78
Tablo 3.8. Başarı Testindeki Soruların Yenilenen Bloom Taksonomisine Yönelik Dağılımı	79
Tablo 3.9. Başarı Testine Ait Madde Analiz Sonuçları	81
Tablo 3.10. İki Aşamalı Tanı Testine Ait Örnek Bir Soru.....	85
Tablo 3.11. İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi Belirtke Tablosu.....	87
Tablo 3.12. Tanı Testindeki Soruların Yenilenen Bloom Taksonomisine Yönelik Dağılımı	87
Tablo 3.13. İki Aşamalı Tanı Testine Ait Madde Analiz Sonuçları	90
Tablo 3.14. İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin Puanlanması.....	91
Tablo 3.15. Çizme-Yazma Tekniğine İlişkin Kavramsal Anlama Seviyeleri ve Açıklamaları.....	93
Tablo 3.16. Çizim ve Açıklamalarda Olması Gereken Enerji Kavramının Özelliklerine Yönelik Kavram, Olay ve Durumlar.....	95
Tablo 3.17. Resim Kartlarının İçeriği ve İlişkili Olduğu Konular	97
Tablo 3.18. Günlük Yaşam Olaylarını Açıklamadaki Düzeyleri ve Ölçütleri.....	99
Tablo 3.19. Deney Grubunda Uygulanan Haftalık İşlemler	102
Tablo 3.20. Kontrol Grubunda Uygulanan Haftalık İşlemler	105
Tablo 4.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT Ön ve Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Bulguları.....	112
Tablo 4.2. Deney ve Kontrol Grubu EKBT Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Sahpiro-Wilks Testi Sonuçları.....	113
Tablo 4.3. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT Ön ve Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Bulguları.....	114

Tablo 4.4. Deney ve Kontrol Grubu İAEKTT Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Sahpiro-Wilks Testi Sonuçları.....	115
Tablo 4.5. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Ön Test Olarak Uygulanan EKBT'ne Verdikleri Cevaplar ve Yüzdeleri	116
Tablo 4.6. Deney ve Kontrol Grubu EKBT'nin Ön Test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları	119
Tablo 4.7. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Son Test Olarak Uygulanan EKBT'ne Verdikleri Cevaplar ve Yüzdeleri	119
Tablo 4.8. Deney ve Kontrol Grubu EKBT'nin Son Test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları	122
Tablo 4.9. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT'ne İlişkin Ön ve Son Test Puanlarına Yönelik Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları	123
Tablo 4.10. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT'ne Yönelik Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Post Hoc Test Sonuçları	123
Tablo 4.11. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Ön Test Olarak Uygulanan İAEKTT'ne Verdikleri Cevaplar ve Yüzdeleri	125
Tablo 4.12. Deney ve Kontrol Grubu İAEKTT'nin Ön Test Sonuçlarına İlişkin t-testi Sonuçları	129
Tablo 4.13. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Son Test Olarak Uygulanan İAEKTT'ne Verdikleri Cevaplar ve Yüzdeleri.....	130
Tablo 4.14. Deney ve Kontrol Grubu İAEKTT'nin Son Test Sonuçlarına İlişkin t-testi Sonuçları	134
Tablo 4.15. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT'ne İlişkin Ön ve Son Test Puanlarına Yönelik Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	135
Tablo 4.16. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT'ne Yönelik Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Post Hoc Test Sonuçları	135
Tablo 4.17. Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Cevaplarının Frekans Dağılımı.....	137
Tablo 4.18. Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Sonrası Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Cevaplarının Frekans Dağılımı.....	140
Tablo 4.19. Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Cevaplarının Frekans Dağılımı.....	145
Tablo 4.20. Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Sonrası Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Cevaplarının Frekans Dağılımı.....	148
Tablo 4.21. Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulama Öncesi Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı	154
Tablo 4.22. Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı	155
Tablo 4.23. Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulama Öncesi Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı	156
Tablo 4.24. Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı	157

Tablo 4.25. Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Çizimlerine İlişkin Enerji Kavramına Yönelik Kavramsal Anlama Düzeyleri.....	159
Tablo 4.26. Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Çizimlerine İlişkin Enerji Kavramına Yönelik Kavramsal Anlama Düzeyleri.....	161
Tablo 4.27. Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Çizimlerine İlişkin Enerji Kavramına Yönelik Kavram Yanılgıları.....	163
Tablo 4.28. Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Çizimlerine İlişkin Enerji Kavramına Yönelik Kavram Yanılgıları.....	164
Tablo 4.29. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi Resimleri Açıklama Düzeyleri.....	167
Tablo 4.30. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Sonrası Resimleri Açıklama Düzeyleri.....	177



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Öğretmenlere Yönelik Mesleki Gelişim Sağlama ve Geliştirme Modeli.....	22
Şekil 2.2. Öğrencilerin Enerji Anlamalarının Gelişim Aşamaları.....	31
Şekil 2.3. Disiplinler Arası Öğretime İlişkin Örnek Bir Model	39
Şekil 2.4. Çoklu Disiplinler Modeli.....	43
Şekil 2.5. Zıt Disiplinler Modeli.....	43
Şekil 2.6. Çok Katımlı Disiplinler Modeli	44
Şekil 2.7. Disiplinler Arası Model.....	45
Şekil 2.8. Piaget (1972)'in Disiplinler Arası Modeli.....	45
Şekil 2.9. Fen Eğitiminde Entegrasyon	47
Şekil 3.1. Yakınsayan Paralel Desen	65
Şekil 3.2. Karma Yöntem: Yakınsayan Paralel Desen	70
Şekil 3.3. Enerji Kavramına İlişkin Örnek Bir Etkinlik	74
Şekil 3.4. Enerji Kavramına Ait Kavram Haritası.....	83
Şekil 3.5. Düzeylere İlişkin Örnek Çizim ve Açıklamalar	94
Şekil 3.6. Enerji Kavramı İle İlişkilendirilen Yenilenebilir Enerji ve Sera Etkisi Konularındaki Örnek Resimler	98
Şekil 4.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT'nin Ön ve Son Test Uygulamasından Aldıkları Puanların Aritmetik Ortalaması	122
Şekil 4.2. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT'nin Ön ve Son Test Uygulamasından Aldıkları Puanların Aritmetik Ortalaması	134
Şekil 4.3. Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi Enerji Kavramı İle İlişkili Bilişsel Yapılarına Ait Model.....	138
Şekil 4.4. Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Sonrası Enerji Kavramı İle İlişkili Bilişsel Yapılarına Ait Model.....	141
Şekil 4.5. Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi Enerji Kavramı İle İlişkili Bilişsel Yapılarına Ait Model	146
Şekil 4.6. Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Sonrası Enerji Kavramı İle İlişkili Bilişsel Yapılarına Ait Model	149

RESİMLER VE GRAFİKLER

Resim 3.1. Araç ve Gereç Hazırlığı, Etkinlik Kâğıtlarının Önceden Verilmesi ve Etkinliklerin Gerçekleştirilmesi.....	104
Grafik 4.1. Deney Grubu EKBT Ön ve Son Test Puanların Dağılımına İlişkin Histogram Grafikleri.....	1132
Grafik 4.2. Kontrol Grubu EKBT Ön ve Son Test Puanların Dağılımına İlişkin Histogram Grafikleri.....	113
Grafik 4.3. Deney Grubu İAEKTT Ön ve Son Test Puanların Dağılımına İlişkin Histogram Grafikleri.....	1154
Grafik 4.4. Kontrol Grubu İAEKTT Ön ve Son Test Puanların Dağılımına İlişkin Histogram Grafikleri.....	115



EKLER DİZİNİ

Ek-1. Açık-Uçlu Soruların Dereceli Puanlama Anahtarı	241
Ek-2. Uzman Görüş Formu (Enerji Kavramları Başarı Testi)	242
Ek-3. Enerji Kavramları Başarı Testi	248
Ek-4. İlgili Kazanımlara Yönelik Önerme Cümleleri	252
Ek-5. Enerji Kavramının Yer Aldığı Konulara İlişkin Kavram Yanılgıları.....	256
Ek-6. Yarı-Yapılandırılmış Mülakat Soruları ve Sonuçları	261
Ek-7. Uzman Görüş Formu (İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi)	262
Ek-8. İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi	270
Ek-9. Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi.....	277
Ek-10. Görüşmelerde Kullanılan Resim Kartları	279
Ek-11. Deney ve Kontrol Grubunda Uygulanan Etkinlikler	286

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. 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], 2013). Bu amaçla fen bilimleri ile diğer disiplinleri bütünleştirerek, teorik bilgileri ve becerileri uygulamaya ve ürüne dönüştürme sürecini yönetebilen, fen okuryazarı bireylerin yetişmesi hedeflenmektedir. Fen okuryazarı bireyler, araştıran-sorgulayan, problem çözebilen, etkili kararlar verebilen, fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değere, fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile olan ilişkisine yönelik anlayışa ve psiko-motor becerilerine sahiptir (MEB, 2013). Öğrencilerin fen okuryazarı 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 ve 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 ve Anderson, 2012;

Liu ve Tang, 2004).

Enerji kelimesi Yunanca “energeia” kelimesinden türemiştir. Aristo’ya göre enerji sadece canlıları, hareket ve faaliyetlerini içeren durumlarda var olmaktadır. Canlılar ve nesnelere yok olduğunda veya faaliyetler durduğunda enerji kaybolmaktadır (Hussey, 1983). Buradan hareketle enerji kavramı farklı disiplinlerde çeşitli tanımlamalar altında toplanmaktadır. Örneğin, fizik alanında enerji kavramı, iş yapabilme yeteneği olarak (Taber, 1989), hareket ederken, ısınırken ve aydınlanma için kullanılan; ses, ısı ve ışık gibi etkileriyle hissedilen ve hesaplanabilen; kinetik, potansiyel, elektrik, ısı ve nükleer enerji gibi çeşitleri bulunan bir büyüklük olarak (Şahan ve Tekin, 2007) tanımlanmaktadır. Biyoloji alanında, canlıların yaşaması için gerekli olan ve temel kaynağının ışık enerjisi olduğu bir kavram olarak (Sağdıç ve diğerleri, 2007), kimya alanında ise kimyasal tepkime sırasında atomlar arasındaki bağların kırılması için gereken ve yeni bağların oluşması sırasında çevreye verilen ısı olarak (Karaca ve Gökten, 2007) tanımlanmaktadır.

Bu bağlamda enerji kavramının farklı disiplinlerdeki konular arasında birleştirici bir rol üstlendiği ve diğer kavramların da anlaşılmasında yardımcı olduğu görülmektedir (Liu ve Tang, 2004). Örneğin, fen konularındaki iş, güç, kuvvet, hareket, fotosentez, solunum, kimyasal reaksiyonlar, kimyasal bağlar, ısı ve sıcaklık gibi çoğu olayın açıklanmasında enerji kavramı kullanılmaktadır (Ellse, 1988; Watts, 1983). Ayrıca bu kavram gündelik yaşamda da karşımıza çıkmakta ve çoğu olayı açıklamada ve yorumlamada enerji kavramından yararlanılmaktadır (Taber, 1989). Özellikle fosil kaynaklı enerjinin üretim ve kullanımı, insan ve çevre sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkiler meydana getirmekte, hava kirliliğine, asit yağmurlarına, küresel ısınmaya ve iklim değişikliklerine neden olmaktadır (Panwar, Kaushik ve Kothari, 2011; Worrell, Bernstein, Roy, Price ve Harnisch, 2009). Bu tür çevresel doğa olaylarının anlaşılabilmesi ve açıklanabilmesi açısından enerji kavramı önemli bir kavramdır (Boylan, 2008; Rizaki ve Kokkotas, 2013). Ayrıca bu kavram, enerji kaynakları, enerjinin kullanımı, dağıtımı gibi bazı sosyo-bilimsel konuları yorumlayabilme, ülkenin enerji politikalarına yönelik değerlendirmelerde bulunabilme ve sağlıklı beslenmede enerjinin rolünü açıklayabilme imkânı sağlamaktadır (Hinrichs ve Kleinbach, 2002).

Ancak fen öğretiminde birleştirici ve disiplinler arası bir özelliğe sahip olan enerji kavramının öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenler tarafından yapılandırılmakta çok fazla zorluk yaşandığı görülmektedir (Amettler ve Pinto, 2002; Kaper ve Goedhart,

2002; Köse, Ayas ve Taş, 2003; Köse ve Uşak, 2006; Stylianidou, Ormerod ve Ogborn, 2002). Ayrıca enerji kavramına ilişkin ilköğretimden üniversiteye her seviyedeki öğrencide kavram yanlışlığı bulunmaktadır (Çapa, 2000; Köse, Ayas ve Taş, 2003; Köse ve Uşak, 2006; Şensoy, 2002). Bu durumla ilgili Pedro (1997) ilköğretim ve liseden edinilen kavram yanlışlarının devam ederek üniversiteye kadar geldiklerini, hatta öğretmen adaylarının öğretmen olduktan sonra bile aynı kavram yanlışlıklarına sahip olduklarını belirtmiştir. Enerji kavramı üzerine son yirmi yılda yapılan çalışmalar da bu durumu destekler niteliktedir.

Özellikle enerji kavramına ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde, *ilkokul ve ortaokul öğrencilerinin* (Boylan, 2008; Hermann-Abell ve DeBoer, 2011; Hırça, Çalık ve Akdeniz, 2008; Lay, Khoo, Treagust ve Chandrasegaran, 2013; Lee ve Liu, 2010; Liu ve Tang, 2004; Neumann, Viering, Boone ve Fischer; 2013; Opitz, Harms, Neumann, Kowalzik ve Frank, 2015; Opitz, Neumann, Bernholt ve Harms, 2017; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2012; 2013; Ünal-Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007; Yılmaz, Yılmaz ve Dilber, 2014; Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009), *lise öğrencilerinin* (Dalaklıoğlu, Demirci ve Şekercioğlu, 2015; Güneş ve Taştan-Akdağ, 2016; Opitz, Blankenstein ve Harms, 2016; Yuenyong, Jones ve Yutakom, 2008), *üniversite öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının* (Benzer, Karadeniz-Bayrak, Dilek-Eren ve Gürdal, 2014a; Chabalengula, Sanders ve Mumba, 2011; Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006; Kurt, 2013; Lancor, 2014a; Lee, 2016; Park ve Liu, 2016; Sabo, Goodhew ve Robertson, 2016; Trumper, 1997) enerji konusunu anlamada ve zihinlerinde yapılandırarak bununla ilgili konuları açıklamada zorluklar yaşadıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra *ilkokul, ortaokul ve lise öğretmenlerinin* de bu konuda çeşitli kavram yanlışlıklarına sahip oldukları ve enerji kavramını yeterince kavrayamadıkları tespit edilmiştir (Bezen, Bayrak ve Aykutlu, 2016; Kruger, 1990). Bu doğrultuda enerji kavramı öğretiminin ilkokul, ortaokul, lise seviyelerinde ve öğretmen yetiştirme programlarında başarılı bir şekilde gerçekleştirilemediği söylenebilir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Enerji kavramı çoğu ülkede ilkokul, ortaokul ve lise düzeylerindeki öğretim programlarında çeşitli konular içerisinde bulunarak, bu konular arasındaki bağlantıyı

sağlamaktadır (Liu ve Tang, 2004). Ancak yapılan çalışmalarda bu programlar ile öğrenim gören hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bu kavramı zihinlerinde yapılandırmakta zorlandıkları ve enerji ile ilişkili konuları doğru bir şekilde açıklayarak yorumlayamadıkları görülmektedir. Bunun üzerine araştırmacılar enerji eğitimi konusunda iki soru üzerine yoğunlaşarak araştırmalar gerçekleştirmektedirler (Lancor, 2014b). Bu sorular,

1. Enerji kavramının özellikleri nelerdir? Bu özelliklerin hangileri öğretim programlarında yer alması gerekmektedir?
2. Enerji kavramının belirtilen özelliklerinin öğretimi nasıl olmalıdır? şeklindedir.

İlk olarak araştırmacılar enerji kavramının hangi özelliklerinin öğretim programlarında bulunması ve öğretimde bu özelliklerden hangilerinin ağırlıklı olarak yer alması gerektiği üzerine çeşitli çalışmalar yapmışlardır (Chen ve diğerleri, 2014; Domenech ve diğerleri, 2007; Driver, Squires, Rushworth ve Wood-Robinson, 1994; Duit, 1984; Gilbert ve Pope, 1986; Lancor, 2014b; Liu ve McKeough, 2005; Neumann ve diğerleri, 2013; Solomon, 1983). Bu çalışmalar ışığında, fen eğitimi araştırmacıları özellikle enerji eğitiminde “enerji farklı formlardan oluşur”, “enerji bir formdan başka bir forma dönüştürülebilir ve transfer edilebilir” ve “enerjiyi başka bir forma dönüştüğünde ya da transfer edildiğinde kayıplar olur” gibi enerjinin özelliklerinin öğrenilmesi ve fark ettirilmesi gerektiği konusunda fikir birliğine varmışlardır (Domenech ve diğerleri, 2007; Duit, 1984; Solomon, 1983). Bu özellikler ayrıntılı olarak incelendiğinde;

(a) Enerji Formları (Biçimleri): Enerji farklı türlerde olabilir. Kinetik ve potansiyel enerji vb.

(b) Enerji Kaynakları: Enerji formlarının üretim kaynağıdır. Enerji bir sisteme eklenebilir. Örneğin, bir ekosistemde güneşten bir enerji girdisine denge için ihtiyaç duyulur.

(c) Enerji Transferi (Aktarımı): Enerji bir sistemde bileşenler arasında transfer edilebilir. Bir çarpışmada, bir bilardo topu kinetik enerjisini diğerine transfer eder.

(d) Enerji Dönüşümü: Enerji bir formdan (biçimden) başka bir forma (biçime) dönüşebilir. Örneğin, bir topun çekim potansiyel enerjisi düştükçe, enerjisi kinetik enerjisine dönüşür.

İkinci olarak ise, bu özelliklerin nasıl daha etkili bir şekilde öğretim ortamında

öğretilbilir duruma getirilmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Akpınar ve Ergin, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Diakidoy, Kendeou ve Ioannides, 2003; Kurnaz, 2011; Seraphin, Philippoff, Parisky, Degnan ve Warren, 2013). Bu çalışmalarda, bilişsel ve yapılandırmacı yaklaşımı temel alan disiplinler arası öğretimin (Aydın ve Balım, 2005), disiplinler arası entegrasyonun kurulmasının (Akpınar ve Ergin, 2004), model tabanlı öğrenme yaklaşımının (Kurnaz, 2011), kavramsal değişim metinlerinin (Köse, Ayas ve Uşak, 2006), çürütme metinlerinin, kavram değişim metinlerinin ve açıklayıcı metinlerin (Diakidoy, Kendeou ve 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 ve Liu, 2012), simülasyon ile u eğimi kullanılmasının (Ispal, Ishak, Ispal ve Abdullah, 2016) öğrencilerin enerji kavramına yönelik akademik başarılarını ve anlamalarını arttırdığı görülmüştür.

Ayrıca araştırmacılar, enerji kavramının çoğu bilim dalında kullanıldığını ve disiplinler arası bir konu olduğunu, hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik boyutlarıyla ele alınması gerektiğini belirtmektedirler (Akpınar ve Ergin, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Gürdal, Şahin ve Bayram, 1999; Lancor, 2014b; 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 öğretimi ilkokuldan itibaren tüm alanlarda, özellikle Fizik, Kimya ve Biyoloji disiplinlerinde bir bütünlükle, birbiri içerisine entegre bir şekilde verilmelidir (Aydın ve Balım, 2005; Benzer ve diğerleri, 2014a; Gürdal, Şahin ve Bayram, 1999; Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006; Lancor, 2014a; Osbaldiston ve Schmitz, 2011). Bu bağlamda enerji eğitiminde disiplinler arası öğretim yaklaşımı ilkelerine göre etkinliklerin tasarlanması önemlidir (Chen, Huang ve Liu, 2013; Osbaldiston ve Schmitz, 2011; Rizaki ve Kokkotas, 2013). Bu etkinliklerin ise ilk olarak öğretmen yetiştirme programlarına entegre edilmesi gerekmektedir. Çünkü bu kavrama yönelik öğretmenlerin, hem akademik başarılarında hem de disiplinler arası öğretim uygulamalarına yönelik deneyimlerinde yetersiz oldukları çeşitli araştırmalarda ortaya konmaktadır (Akpınar ve Ergin, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Chabalengula, Sanders ve Mumba, 2011; Chen, Huang ve Liu, 2013; Gürdal, Şahin ve Bayram, 1999; Lancor, 2014b; Opitz, 2016).

Bu bağlamda, araştırmada enerji kavramının (enerji formu (biçimi), enerji kaynağı,

enerji aktarımı ve enerji dönüşümü) özellikleri arasında bir bütünlüğün sağlandığı, fizik, kimya ve biyoloji disiplinleri ile ilişkili olarak disiplinler arası ilişkilerin ve bağlantıların kurulduğu fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik öğretimlerin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, enerji kavramına yönelik geliştirilen etkinliklerin disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı işlenmesinin öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin başarılarına, kavramsal anlamalarına, bilişsel yapılarına, kavram yanılgılarına ve gündelik hayatla ilişkili durumları açıklayabilme düzeylerine olan etkisi incelenmiştir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Enerji eğitiminde disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı uygulamalarla dersleri yürütmek, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının bu kavramı zihinlerinde yapılandırmalarını ve anlamalarını sağlayarak, günlük hayata yansıtılabilmeleri ve enerjiyle ilişkili konuları açıklayabilmeleri açısından önemlidir (Akpınar ve Ergin, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Lancor, 2014b; Opitz, 2016). Ayrıca enerji kavramı, fendeki diğer kavramlar arasında birleştirici bir özelliğe sahiptir ve ilgili kavramların da öğrenilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Liu ve Tang, 2004). Ek olarak enerji kavramının öğretimi, bireylerin günlük hayatta uygun bir şekilde enerjiyi nasıl kullanacağını bilmelerini, enerji ile ilişkili davranışlar sergilemelerini, enerjinin gelişimi ve tüketimi ile ilişkili kararlar alınmasına katkıda bulunmalarını, çevre ve toplum üzerinde enerji üretiminin ve tüketiminin etkilerini fark edebilmelerini sağlamaktadır (DeWaters ve Powers, 2011). Ancak bu kavramın öğretiminde, gelecekte kendi öğrencilerine ve bulunduğu topluma yön verecek olan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu kavramı anlamadıkları, zihinlerinde yapılandıramadıkları ve bu kavrama ilişkin çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmektedir (Chabalengula, Sanders ve Mumba, 2011; Chen, Huang ve Liu, 2013; Kurnaz, 2007; Papadimitriou, 2004; Seraphin ve diğerleri, 2013). Bu bağlamda, geleceğin öğretmenleri olacak Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin akademik başarılarını arttırmak ve anlamalarını sağlamak, bu kavrama yönelik kavramsal anlama seviyelerini geliştirmek ve gündelik hayatta enerji kavramı ile ilişkili olayları açıklayabilmelerini desteklemek açısından enerji eğitimi önem teşkil etmektedir.

Enerji kavramına yönelik dünyada farklı kültürlerde ve farklı öğretim seviyelerinde pek çok çalışma yapılmasına rağmen, ülkemizde bu konudaki çalışmalara yeni yeni başlanmaktadır. Ülkemizde farklı öğrenim seviyelerinde bulunan öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bu kavrama ilişkin akademik başarılarının ve anlamalarının tespiti ile ilgili çok fazla çalışma bulunmasına rağmen (Benzer ve diğerleri, 2014a; 2014b; Çapa, 2000; Hırça, Çalık ve Akdeniz, 2008; Köse, Ayas ve Taş, 2003; Köse ve Uşak, 2006; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2013), bu kavramın daha iyi anlaşılması ve zihinde yapılandırılmasına ilişkin nasıl bir öğretimin yapılması gerektiği üzerine birkaç çalışma bulunmaktadır (Akpınar ve Ergin, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Kurnaz, 2011). Ancak enerji kavramının özelliklerini içeren ve bu özelliklerin öğretimine vurgu yaparak disiplinler arası bir öğretim uygulamasının yapıldığı bu araştırma özgün bir nitelik taşımaktadır.

Yapılan çalışma, fen bilgisi öğretmen adayları ile birlikte çeşitli enerji kavramı ile ilişkili etkinliklerin yapıldığı laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Böylece geleceğin Fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar uygulamalarına yönelik bir deneyim sağladıkları söylenebilir. Çünkü yapılan çalışmalarda Fen bilgisi öğretmenleri, laboratuvar konusunda kendilerini yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ve laboratuvar ortamında kontrolün zor olması bakımından laboratuvar uygulamalarını yapmadıklarını ifade etmektedirler. Ayrıca, fen bilgisi öğretmenleri laboratuvardaki araç gereçlerle ilgili bilgi ve becerilere sahip olma ve kullanabilme, deney sonuçlarını teorik bilgilerle bütünleştirerek yeni sonuçlar üretme gibi durumlarda kendilerini yetersiz olarak görmektedirler (Kaya ve Böyük, 2011). Bu bağlamda araştırmacı tarafından tasarlanan etkinlikler sayesinde öğretmen adayları, bu deneylerde hangi malzemenin ve aracın nasıl kullanıldığı, deneyin nasıl gerçekleştirildiği, deneylere ilişkin tartışmaların nasıl yapıldığı ve deneylerin nasıl sonuçlandırılarak günlük hayatla ilişkilendirildiği gibi durumlara yönelik deneyim sağlamış olmaktadır. Ayrıca öğretmen adayları 2013 ve 2017 fen bilimleri dersi öğretim programı kapsamında yer alan kazanımlarla ilişkili çoğu etkinliği ve konuyu gözden geçirme ve bu konulara ilişkin eksikliklerini giderme fırsatı yakalamış olmaktadır.

Buna ilaveten çalışma, fizik, kimya ve biyoloji alanlarındaki enerji kavramının özelliklerinin neler olduğu ve bu özelliklerin öğretiminde disiplinler arası bir bağlantı ile etkinliklerin nasıl tasarlandığı ve bu etkinliklerin laboratuvar ortamında nasıl uygulandığı konusunda fen alan yazınına örnek teşkil etmektedir.

1.4. Araştırma Problemi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel durumlarının incelendiği bu araştırmada iki temel problem durumuna odaklanılmıştır. Bunlar; “Enerji konusunun disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı tasarlanan etkinlikler ile işlenmesinin öğretmen adaylarının bu konuya ilişkin akademik başarılarına ve kavramsal anlamalarına etkisi nedir?” ve “Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji konusundaki bilişsel yapıları, kavramsal anlama düzeyleri, kavram yanılgıları ve günlük olayları açıklama düzeyleri nasıldır?” şeklindedir. Bu bağlamda araştırmanın nicel ve nitel boyutlarına ilişkin alt problemleri şu şekildedir:

1.4.1. Alt Problemler

Nicel boyuta ilişkin;

1. Disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı hazırlanan etkinliklerin kullanıldığı deney grubu öğretmen adaylarının ve mevcut yaklaşımlara dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı hazırlanan etkinliklerin kullanıldığı deney grubu öğretmen adaylarının ve mevcut yaklaşımlara dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Nitel boyuta ilişkin;

3. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapıları nasıldır?
4. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili çizimleri nelerdir?
5. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeyleri nasıldır?
6. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin yapılan açıklamalardaki enerji kavramına yönelik kavram yanılgıları nelerdir?
7. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik gündelik hayatla

ilişkili durumları açıklama düzeyleri nasıldır?

1.5. Sayıtlar

1. Araştırmacı tarafından tasarlanan enerji kavramına yönelik etkinliklerin planlandığı şekilde uygulandığı,
2. Öğretmen adaylarının veri toplama araçlarında yer alan sorulara ve uygulamalara samimi cevaplar verdikleri,
3. Uygulamayı yapan araştırmacının veri toplama araçlarından elde ettiği sonuçları objektif olarak yansıttığı varsayılmıştır.

1.6. Sınırlılıklar

Bu araştırma;

1. 2016-2017 eğitim-öğretim yılı güz dönemi ile,
2. Bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören 4. sınıf öğrencileri ile,
3. Çalışmanın kapsamı öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan “Bilgi” öğrenme alanı ile,
4. Araştırmacının enerji konusuna ilişkin tasarlamış olduğu etkinlikler ile,
5. Tasarlanan enerji kavramı ile ilişkili etkinlik konularının içeriği 2013 Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı ile,
6. Tasarlanan enerji kavramı ile ilişkili etkinliklerin seviyeleri Fen bilgisi öğretmen adaylarının seviyeleri ile sınırlandırılmıştır.
7. Ayrıca çalışmanın enerji kavramına yönelik kapsamının sınırlılığının 2017 Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı tarafından da desteklendiği görülmektedir.

1.7. Tanımlar

Enerji kavramı: Fizik alanında, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Taber, 1989). Ayrıca biyoloji alanında, canlıların yaşaması için gerekli olan ve temel kaynağının ışık enerjisi olduğu bir kavram olarak (Sağdıç ve diğerleri, 2007), kimya alanında ise kimyasal tepkime sırasında atomlar arasındaki bağların kırılması için gereken ve yeni bağların oluşması sırasında çevreye verilen ısı olarak (Karaca ve Gökten, 2007) tanımlanmaktadır.

Disiplinler Arası Öğretim: Belirli bir konu alanı (matematik, fen, tarih gibi) çerçevesinde yapılan öğretimdir (Yıldırım, 1996). Ayrıca bir kavramın farklı disiplinlerdeki kavramsal bütünleşmesi olarak da tanımlanabilir (Erickson, 1995).

Akademik Başarı: Öğrencilere yönelik amaçlanan bilişsel çıktılara ulaşma düzeyi olarak tanımlanabilir.

Kavramsal Anlama: Günlük yaşamda karşılaşılan problemin çözümünde kullanılabilen ve gerektiğinde farklı durumlara uyarlanabilen, kavramlar arasındaki ilişkilerin ve benzerliklerin ortaya konulduğu derinleştirilmiş öğrenmedir (Sinan, 2007).

Bilişsel Yapı: Bilişsel yapı (cognitive structure) bir ölçüde bellekte kavramlar arasında kurulan ilişkileri betimleyen bir ağ veya şebekedir (Bahar, 2003).

Kavram Yanılgısı: Bireyin zihninde oluşmuş, bilimsel olarak doğru olmayan kavramlardır.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Enerji Kavramı

Enerji kelimesi Yunanca “energeia” kelimesinden türemiştir. Aristo, ilk olarak bu kelimeyi faal durumda olmak anlamında ortaya atmıştır (Hussey, 1983). Aristo’ya göre, enerji sadece canlılarda, hareket ve faaliyetlerini içeren durumlarda var olmaktadır. Canlılar ve nesnelere yok olduğunda veya faaliyetler durduğunda enerji kaybolmaktadır. Enerji kavramının herhangi bir sözlükte anlamına baktığımızda ise, enerji kelimesine ilişkin birçok sayıda eş anlamlı kelime olduğu ve bunların çoğunun ise günlük konuşma diline ait olduğu görülmektedir. Örneğin, Thesaurus.com enerji kelimesini “kişinin canlılığı ve dinçliği” olarak tanımlamakta, aktivite, canlandırma, uygulama, gayret, hız, dürtü, etkinlik, yeterlik, verimlilik, dayanıklılık, girişim, çaba, ateş, güç, zorlama, şiddet, tahammül, dinçlik, atılganlık, girişim, kuvvet, yaşam, canlılık, kudret, kararlılık, kas gibi eş anlamlar sunmaktadır. Ayrıca enerji “yaratılan güç” olarak tanımlanmakta, yanma, iletkenlik, akım, elektrik, güç, sürtünme, yer çekimi, sıcaklık, manyetizma, potansiyel, tepkime, buhar ve voltaj gibi eş anlamlar belirtmektedir. Görüldüğü üzere enerji kavramının tek bir tanımı bulunmamakta ve çeşitli sayıda eş anlam içermektedir.

Enerji kavramının tanımına ilişkin Lancor (2014a) yanıt vermenin kolay bir şey olmadığına vurgu yapmaktadır. Ayrıca Lancor (2014a), enerji kavramının soyut bir kavram olduğunu; doğrudan gözlemlenemediğini ve direkt olarak ölçmenin mümkün olmadığını, böylece enerjiyi tanımlamanın zor olduğunu ifade etmektedir. Enerji kavramının tanımına yönelik Taber (1989) gerçekleştirmiş olduğu bir çalışmada, ders kitaplarındaki enerji ile ilişkili konuların incelenmesinde, enerjinin elli tane farklı gösteriminin olduğunu, bunların bazılarının eş anlamlı, bazılarının ise belirsiz ya da yanlış olduğunu tespit etmiştir. Taber (1989), bu durumun öğrencilerde kafa

karişıklığına yol açtığına, böylece eğitimcilerin ise enerjinin tek bir tanımını vermekten kaçınarak bu belirsizlikten kurtulmaya çalıştıklarını ifade etmektedir. Bu doğrultuda enerji kavramı ders kitaplarında ya da öğretmenler tarafından tanımlandığında, bu tanım tipik bir biçimde şu üç kategoriden birinde yer almaktadır (Lancor, 2014a). Bunlar; (a) Enerji, bir iş yapma yeteneğidir. (b) Enerji, nesnelere hareket etmesini sağlayan şeydir. (c) Enerji, sistemdeki fiziksel değişimin bir ölçümüdür.

(a) Enerji, bir iş yapma yeteneğidir: Enerji kavramının tanımı yapılırken iş kavramına atıfta bulunmaktadır (Jewett, 2008). Bu durumda enerji, bir iş yapma yeteneği olarak tanımlanır ya da iş, enerjinin bir sistemden bir diğerine aktarımı olarak tanımlanır. Bu tanım fizikçiler arasında oldukça yaygın olmasına rağmen, bu tanım döngüseldir (McIldowie, 2004). İş/enerji tanımını benimseyen araştırmacılar veya eğitimciler, bu iki kavramın birlikte öğretilmesi gerektiğine ya da iş kavramının daha önce öğretilmesi gerektiğine inanmaktadırlar (Jewett, 2008; McIldowie 2004). Ancak fizikte enerjinin iş yapma yeteneği olarak tanımlanması kısmen yanlıştır. Çünkü bu tanım sadece belirli enerji tipleri için doğrudur. Bazı enerji türlerinin bir sistemin işlemlerini mümkün kıldığı gerçek olmasına rağmen, bu enerjinin kullanışlı bir tanımı değildir (Hecht, 2007; Trumper, 1990). Ayrıca bu tanıma karşılık gelen bağlam genellikle mekanik enerjidir. Örneğin ısı ve ışık enerjisi bu tanımda gözardı edilmektedir. Enerjinin öğretiminde ise bu türden tanımlama yapmak, enerji kavramının diğer yönlerini öğrenmede sorunlar oluşturmaktadır (Hecht, 2007). Özellikle biyoloji ve kimya kitapları da bu tanıma atıf yaparak enerji kavramını açıklamaktadırlar. Ancak bu disiplinlerde tanımda vurgulanan mekanik iş, genellikle bu alanlarda açıklayıcı bir kavram değildir (Kaper ve Goedhard, 2002). Ayrıca enerjinin bu tanımı, genellikle enerjinin özelliklerinin tamamını arka planda tutmaktadır (Lancor, 2014a).

(b) Enerji, nesnelere hareket etmesini sağlayan şeydir: Enerjinin tanımında ikinci en yaygın tanım, enerjinin nedensel olduğunun ve olayların olmasını sağladığının vurgulanmasıdır (Ogborn, 1986). Bu tanımda, sistemin iki parçası arasında bir etkileşim olduğunda “nesnelere hareket eder” ve “enerji nedensel bir gereç değildir” ifadeleri ön plandadır. Bir bakıma bu tanımda da “iş yapma yeteneği ve iş yapmak” vurgusu ifade edilmektedir (Lancor, 2014a). Bu tanıma benzer şekilde bazı ders kitaplarında da “enerji maddenin hareket etmesini sağlayan şeydir” olarak tanımlanmaktadır (Hewitt, 2001). Nedensel bir araç olarak enerjinin bu tanımları, öğrencilerde kavram yanılgısına yol açmaktadır. Çünkü bir sistem içinde enerjinin nasıl korunduğunu, dönüştürüldüğünü ve

aktarıldığını anlamada öğrencilere yardımcı olmamaktadır (Lancor, 2014a).

(c) Enerji, sistemdeki fiziksel değişimin bir ölçümüdür: Öğretimde yaygın bir biçimde kullanılan üçüncü tanım, enerjinin fiziksel değişimin bir ölçüsü olduğu ve sistemde etkileşim ya da değişim üretme yetisi olduğudur (Hecht, 2007). Bu tanıma göre, enerji görülemez ya da ölçülemez, ancak bir sistemin nasıl değiştiği gözlemlenebilir ya da ölçülebilir. Ancak bu durum enerjinin ne olduğunu değil, sadece ne yaptığını açıklamaktadır (Serway, Faughn ve Vuille, 2006). Ayrıca bu tanım, enerjinin göreceli bir nicelik olduğunu ve önemli olanın enerji miktarındaki değişim olduğunu vurgulamaktadır. Bir bakıma enerjinin korunumu özelliğine de değinen bu tanım, enerjinin nasıl aktarıldığı ve dönüştürüldüğü ile ilgili açıklamalar içermemesi açısından kullanışlı bir tanım değildir (Lancor, 2014a).

Özetle enerjinin bu tanımlamaları, kendilerine özgü sorunlar barındırmaktadır. Bu tanımlardan ilk ikisi çoğu fizikçiye göre teknik olarak yanlış olarak görülmektedir. Ayrıca nesnelere hareket ettiren şey olarak enerji tanımı da, en temel düzeyde olmak dışında çok geniş bir açıklama içermektedir. Enerjinin son tanımı ise, enerjinin ne olduğundan ziyade ne yaptığını açıklamaktadır. Ancak belirli şartlar altında bu tanımlamaların her birisi değerli olmasına rağmen, gerçek sistemleri anlamada enerjinin nasıl faydalı olabileceğinin tartışılmasına yol açmamaktadırlar (Lancor, 2014a).

Enerji kavramı fende karmaşık bir kavramdır. Özellikle enerji kavramı fende günlük hayatta kullanılmasına rağmen, bu kavramın tatmin edici bir tanımı tartışma konusudur (Liu ve McKeough, 2005). Enerji tanımındaki zorluk enerjinin doğasından kaynaklanmaktadır. Çünkü enerji transfer edildiğinde görülememekte ve ölçülememektedir. Bu bağlamda enerji kavramının evrensel bir tanım eksikliğine rağmen, çeşitli öğretim programları enerji kavramının özelliklerini tanımlayarak bu kavramı tanıtmaktadır (Liu ve McKeough, 2005). Liu ve McKeough (2005)'e göre bu özellikler şu şekildedir: Enerji hem insan hem de insan dışı faaliyetler ile ilişkilidir; enerji iş yapar; enerjinin çeşitli formları ve kaynakları vardır; enerji transfer edilebilir; enerji kaybolabilir ve enerji transfer süreci tersiner değildir; enerji korunur. Ancak enerji kavramının özelliklerine ilişkin alan yazında çeşitli tanımlar ve açıklamalar bulunmaktadır.

2.1.1. Enerji Kavramının Özellikleri

Enerji kavramının anlaşılmasında öğrencilere rehberlik edecek olan öğretim ve öğrenme yaklaşımlarının tasarlanması amacıyla enerji kavramının temel özelliklerinin tanımlanması ve açıklanması önem teşkil etmektedir. Bu özellikler ise birbiri ile ve enerji ile doğrudan ilişki içerisinde. Ayrıca doğadaki, teknolojiye ve toplumdaki (özellikle enerji arzı konuları) temel enerji ile ilgili konuları anlamak için bu özellikler gereklidir (Chen ve diğerleri, 2014). Bununla ilgili alan yazında enerji kavramının özelliklerine yönelik çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Chen ve diğerleri, 2014; Domenech ve diğerleri, 2007; Driver ve diğerleri, 1994; Duit, 1984; Gilbert ve Pope, 1986; Lancor, 2014b; Liu ve McKeough, 2005; Neumann ve diğerleri, 2013; Solomon, 1983). Bu çalışmalar incelendiğinde;

Solomon (1983), 12 ve 14 yaş aralığındaki öğrencilerin enerji kavramına ilişkin kullandıkları 4 temayı tanımlamıştır: a) Canlılık (*vitalism*), b) Aktivite (*activity*), c) Hareket (*movement*), d) Enerji sıkıntısı (*energy shortage*).

Watts (1983), 14-16 yaş aralığındaki öğrencilerin enerji hakkında çoklu enerji kavramlarına sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bunlar; (a) enerji insan merkezlidir (insan aktiviteleri enerjiyi gerektirir), (b) enerji depolanmaktadır (enerji kömür gibi kaynaklardan gelmektedir), (c) enerji bir bileşendir (enerji yakıt gibi bir şeyde içerilmektedir) (d) enerji açık bir aktivitedir (hareket enerjiyi ima eder), (e) enerji bir yan üründür (yakıt yandığında enerji yayılır), (f) enerji işlevseldir (enerji daha iyi bir yaşam için bize olanak sağlar), (g) enerji taşınabilir ya da akabilir (enerji bir yerden başka bir yere yer değiştirebilir).

Duit (1984), bilimsel açıdan enerjinin temel özelliklerini; (1) enerji farklı formlardan oluşur, (2) enerji bir formdan başka bir forma dönüştürülebilir ve transfer edilebilir, (3) enerji başka bir forma dönüştürüldüğünde ya da transfer ettirildiğinde kayıplar olur, (4) enerjinin toplam miktarı korunur şeklinde 4 kategoride sınıflandırmıştır.

Gilbert ve Pope (1986), öğrencilere verilen enerji eğitiminde 7 farklı şekilde kategori ortaya koymuşlardır: (a) insan merkezli (*anthropocentric*), (b) depolama (*depository*), (c) bileşen (*ingredient*), (d) aktivite (*activity*), (e) ürün (*product*), (f) işlevsel (*functional*), (g) akış-transfer (*flow-transfer*). Bu kategorilere ilişkin, *insan merkezli kavram* özellikle insanoğlu ile canlıları ilişkilendirir. Öğrenciler genellikle enerjiyi

canlılar tarafından ihtiyaç olunan, sergilenen, sahip olunan ya da tüketilen şey olarak düşünürler. *Depolama kavramı* enerji depolayan özel nesnelere enerjiyi ilişkilendirir. Örneğin, yakıtların ve pillerin enerji içerdiği düşünülür. *Bileşen kavramı* uykuda olan ya da aniden bir uyarana ile açığa çıkan akışkan ya da bileşenler ile enerjiyi ilişkilendirir. *Aktivite kavramı* hareket, kuvvet ya da eylem ile enerjiyi ilişkilendirir. Çoğu öğrenci enerji ve kuvvet kavramlarını eşanlamlı olarak kullanır ve bazı öğrenciler enerjinin ortaya çıkması için hareketi düşünür. *Ürün kavramı* üretilen, harekete geçen ve sonrasında yok olan yan ürünün bir türü olarak enerjiyi ele alır. Enerjinin *işlevsel kavramı* enerjinin rahat bir yaşam sağladığı olgu ile ilişkilidir. Son olarak, enerjinin *akış-transfer kavramı* insanların bağlı olduğu yakıt ve elektrik düşüncesi ile ilişkilidir. Ayrıca ortaya çıkan enerji krizine yönelik enerjiyi korumayı ele almaktadır.

Driver ve diğerleri (1994), öğrencilerin enerji kavramlarına ilişkin kategoriler belirlemiş ve bunların ise belirtilen sıra ile ilerlediğini savunmuştur: (a) kişisel enerjik olma durumunun farkındalığı (b) enerjik olma durumunu diğer canlı şeylere kadar uzatma (c) cansız şeylerin kendiliğinden bir şeyler yapabilme farkındalığı (d) enerjik olma durumunu bazı cansız enerjiye sahip olan şeylere kadar uzatma (e) elastik malzemelerde enerji depolanmasının farkındalığı (f) yerçekimi potansiyel enerjinin fark edilmesi (g) enerji hikâyeleri anlatılabilme (enerji terimleriyle olayları tanımlama) (h) enerji korunumunun farkındalığı (nicel terimlerle olayları tanımlama) (i) enerji kaybı ve verimi.

Liu ve McKeough (2005), Driver ve diğerlerinin (1994) çalışmasını da birleştirerek, enerji kavramının 5 ayrı özelliğini hiyerarşik olarak ifade etmiştir. (a) İş yapmak için yetenek ya da aktivite olarak enerjinin algılanması (aktivite/iş), (b) Farklı enerji kaynak ve formlarının tanımlanması (Form/kaynak), (c) Enerji transferinin süreci ve doğasının anlaşılması (transfer), (d) Enerji kaybının tanımlanması (enerji kaybı), (e) Enerji korunumunun fark edilmesi (korunum).

Domenech ve diğerleri (2007) ile Neumann ve diğerleri (2013) enerji konusuna ilişkin 4 boyutu ele almışlardır. Bunlar; (a) enerji formları (b) enerji kaynakları (c) enerji transferi (d) enerji dönüşümü.

Chen ve diğerleri (2014), enerji kavramının önemli özelliklerini (a) enerjinin doğasının yanı sıra farklı formlarda ve kaynaklarda belirtileri (b) enerji transferi ve dönüşümleri (c) enerji kaybı (d) enerji korunumu şeklinde belirlemiştir.

Lancor (2014b) ise bir bütün olarak ele alındığında enerji kavramı ve konusunun özelliklerini beş gruba ayırmaktadır: (a) Enerji korunumu, (b) Enerji kaybı, (c) Enerji dönüşümü, (d) Enerji transferi (aktarımı), (e) Enerji kaynağı.

Enerji kavramının özelliklerine ilişkin sınıflandırmalar incelendiğinde, fen eğitimi araştırmacıları özellikle öğrencilerin “enerji farklı formlardan oluşur”, “enerji farklı kaynaklardan üretilebilir”, “enerji bir formdan başka bir forma dönüştürülebilir” ve “enerji transfer edilebilir” gibi enerjinin özelliklerinin önemi üzerine fikir birliğine varmışlardır (Domenech ve diğerleri, 2007; Duit, 1984; Solomon, 1983). Bu özellikler ise şu şekilde ifade edilebilir.

Enerji Formları (biçimleri): Enerji farklı türlerde olabilir. Kinetik ve potansiyel enerji vb.

Enerji Kaynakları: Enerji formlarının üretim kaynağıdır. Enerji bir sisteme eklenebilir. Örneğin, bir ekosistemde güneşten bir enerji girdisine denge için ihtiyaç duyulur.

Enerji Transferi (Aktarımı): Enerji bir sistemde bileşenler arasında transfer edilebilir. Bir çarpışmada, bir bilardo topu kinetik enerjisini diğerine transfer eder.

Enerji Dönüşümü: Enerji bir formdan (biçimden) başka bir forma (biçime) dönüşebilir. Örneğin, bir topun yer çekimsel potansiyel enerjisi düştükçe, enerjisi kinetik enerjisine dönüşür.

Bu bağlamda enerji kavramının çeşitli özelliklere sahip olduğu ve bu özelliklerin de öğrenciler tarafından farklı algılandığı ve ifade edildiği söylenebilir. Bununla ilgili öğrencilerin enerji kavramına ilişkin kapsamlı araştırmalarda da öğrencilerin enerji kavramını ve bu kavramın özelliklerini anlamadıkları görülmüştür (Vosniadou, 2008). Ayrıca araştırmalar öğrencilerin günlük deneyim ya da dilden kaynaklanan farklı enerji kavramları ve özellikleri ile örgün eğitime giriş yaptıklarını belirtmektedir (Duit, 1984; Solomon, 1983; Trumper, 1990; Watts, 1983). Bu doğrultuda enerji kavramının merkeze alındığı enerji eğitiminin durumu ve önemi tartışılmalıdır.

2.2. Enerji Eğitimi

Enerji çoğu ülkede ilköğretim, ortaokul ve lise düzeylerindeki öğretim programlarında çeşitli konular içerisinde bulunarak bu konular arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır (Liu

ve Tang, 2004). Ancak yapılan çalışmalarda bu programlar ile öğrenim gören hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin bu kavramı zihinlerinde yapılandırmakta zorlandıkları ve enerji ile ilişkili konuları doğru bir şekilde açıklayarak yorumlayamadıkları görülmektedir. Bunun üzerine araştırmacılar enerji eğitiminde program geliştirme üzerine arayış içerisine girmiş durumdadırlar (Lancor, 2014a). Böylece enerji eğitiminde Kandpal ve Garg (1999) önemli durumlar belirlemiş ve bu konuların enerji eğitiminde zorunlu olduğunu ifade etmiştir. Bununla ilgili konuların bazıları şunlardır:

- Enerji alanında insan gücü ihtiyaçlarının ölçme ve değerlendirilmesi.
- Farklı seviyelerdeki öğrencilere verilecek girdilerin belirlenmesi, böylece farklı iş gereksinimlerinin karşılanması.
- Genel ders programında ilgili girdilerin entegre edilmesi ve böylece enerji eğitimine yönelik bütüncül bir yaklaşımın sağlanması.
- Teknisyenler ve mühendisler yetiştirilmesi için enerji üzerine özelleşmiş derslerin tasarlanması, geliştirilmesi ve uygulanması.
- Enerji ve çevre eğitimi arasında birlikteliğin oluşturulması.

2.2.1. Enerji Eğitiminin Amaçları

Ayrıca Kandpal ve Garg (1999), enerji eğitimine yönelik bir programda olması gereken amaçları da şu şekilde açıklamaktadır:

a. Enerji krizinin doğası ve nedeni hakkında öğrencilerin bir farkındalık sağlamalarını geliştirmek.

b. Enerjinin yenilenebilir ve yenilenemeyen çeşitli kaynak türleri, bu kaynakların potansiyelleri, mevcut teknolojiler, bu teknolojilerin ekonomisi ve enerjisi, sosyo-kültürel ve çevresel yönleri hakkında öğrencilerde farkındalık oluşturmak.

c. Çeşitli enerji kaynaklarından yararlanmak için gerekli becerileri öğrencilere sağlamak.

d. Çeşitli enerji ile ilgili politika önlemlerinin sonuçlarının öğrenciler tarafından değer kazanmasını sağlamak.

e. Öğrencilerin, enerji krizini gidermeye yönelik alternatif stratejiler

önergelerine ve gelişmekte olan ülkelerdeki büyük nüfusun yaşam kalitesinde iyileştirme için ve ekonominin arzulan büyümesi için daha fazla enerji sağlamasına olanak sağlamak.

f. Sürdürülebilirlik sağlamada bütüncül çözümler geliştirmek için öğrencilere olanak sağlamak ve enerji-çevre bağının değerini bilen öğrenciler yetiştirmek.

2.2.2. Enerji Eğitim Programlarında İstenilen Özellikler

Enerji eğitimine ilişkin öğretim programları sürekli değişmekte ve gelişmektedir. Ancak bu gelişim içerisinde enerji eğitim programlarında istenen özelliklerin neler olduğuna ilişkin kapsam belirtmek oldukça zordur. Bu doğrultuda Kandpal ve Garg (1999) enerji eğitim programının gelişiminde dikkat edilmesi gereken özellikleri şu şekilde belirtmektedir:

a. Enerji eğitim programı, yerel kullanılabilirlik ihtiyaçlarına ve özelliklerine bağlı olarak belirli enerji kaynaklarına (yenilenebilir ve yenilenemez) yer vermelidir.

b. Enerji eğitim programı, enerji teknolojilerinin tüm yönlerini kapsamalıdır; kaynak değerlendirmesi, teknoloji, ekonomi ve enerjisi, sosyo-kültürel konular, ekolojik ve çevresel etkiler.

c. Farklı seviyelerde (okul, teknik okul, üniversite) ayrı öğretim programı geliştirilmelidir.

d. Enerji eğitim programları, yerel, bölgeye özgü ihtiyaçları karşılamasına rağmen, ulusal, bölgesel ve uluslararası önceliklerle ve gereksinimlerle de tutarlı olmalıdır.

e. Enerji öğretim programı, dinamik ve esnek olmalıdır, böylece gelecekteki gelişmelere izin verecektir.

f. Enerji eğitimi, tercihen daha iyi kabul ve etkinlik için yerel dilde sağlanmalıdır. Kaliteli kitaplar, öğretim araçları, vb. yerel dilde olmalıdır.

g. Program, teori ve uygulama arasında bir denge sağlamalıdır ve dersler, laboratuvarlar, gösteriler, uygulama beceri eğitimi, tasarım vb. dahil olmak üzere eğitim/öğretimin her yönünü içermelidir.

h. Herkese minimum sürede enerji eğitimi verme yeteneğine sahip olmalı ve

mevcut mali kaynaklarda maksimum sayıda kişinin eğitilebilmesi için ekonomik açıdan uygulanabilir olmalıdır.

1. Enerji eğitimi, öğrenciler için istihdam/serbest çalışmayı sağlamalıdır ve bu nedenle, enerji alanında ihtiyaç duyulan iş gücünün iş gereksinimlerine ve sorumluluklarına doğrudan bağlanmalıdır.

i. Bu yöndeki küresel çabalarla uyumlu olmalı, etkin ve karşılıklı yarar sağlayan deneyim paylaşımı ve etkileşimine izin vermelidir.

2.2.3. Enerji Eğitiminde Öğretim Programı Geliştirme

Enerji eğitimi için uygun bir öğretim programının gelişiminde bazı soruların dikkate alınması gerekmektedir. Kandpal ve Garg (1999)'a göre bu sorular; “(a) Kime yönelik program hazırlanacaktır? (b) Programın amaçları ve hedefleri nelerdir? (c) Ders ne zaman ve nerede verilecektir? (d) Enerji eğitiminde hangi yöntem ve metotlar kullanılacaktır?” şeklindedir. Bu doğrultuda enerji eğitimine yönelik öğretim programları tasarlanırken ve geliştirilirken bu sorular ışığında çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Ayrıca, enerji eğitim programı bilişsel, duyuşsal ve psiko-motor alanlarıyla ilişkili amaçları karşılamalıdır. Temel ilkelerin anlaşılması, çıkarımların ve sonuçların çizilmesi, kurulan teorik ilişkilerin doğrulanması, deneysel çalışmanın üstlenilmesi ve prosedürlerinin bilinmesi gibi bilişsel becerilerin geliştirilmesine de elverişli deneyimler sağlayabilmelidir. Aynı zamanda öğretim programı belirli bir konunun/kavramın öğrenilmesinde becerilere yönelik psiko-motor alanına ilişkin amaçları sağlamalıdır. Ayrıca öğrencilerin gözlem becerileri, insan ilişkisi ve tutumlarını da geliştirmelidir (Kandpal ve Garg, 1999).

Ancak enerji eğitiminde öğretim programları geliştirilirken farklı seviyelerde enerji eğitimi vermeye yönelik çalışmalar birbirinden bağımsız olarak yapılmaktadır. Bu durum, süreklilik eksikliğine, etkisiz programlara yönelik girdilerin tekrarı ve daha üst düzey eğitim konularının daha basit iyileştirilmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, farklı seviyelere yönelik öğretim programı, daha önceki seviyelerde sağlanan girdileri göz önüne alacak şekilde bütüncül bir şekilde geliştirilmelidir. Böylece enerji eğitimi vermenin olası tüm kanallarının kapsamlı bir değerlendirilmesi ve dolayısıyla önkoşullar açısından birbirlerine bağımlı olmasının sağlanması gerçekleştirilecektir (Kandpal ve Garg, 1999).

2.2.4. Enerji Eğitim Programlarının Sınıflandırılması

Enerji eğitimi programları, kullanılan niteliğe bağlı olarak çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Örneğin, enerji eğitim programlarının hedef grubu, politikacılar, yöneticiler veya öğrenciler olabilir. Bu programların seviyesi ise ilkökul, ortaokul, lise, lisans ve lisansüstü şeklinde sınıflandırılabilir. Bu doğrultuda ilkökul seviyesindeki enerji eğitim programları, tüm enerji kaynakları hakkında (hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen) bir farkındalık oluşturulmasına yardımcı olmalıdır. Ayrıca bu programlar enerjinin oluşumu, dönüşümü ve kullanımının çeşitli çevresel etkilerine yönelik öğrencilerin bilinçli olmalarını sağlamalıdır. Ortaokul seviyesindeki enerji eğitim programlarının amacı, yüksek seviyelerde enerji alanında ileri düzeyde çalışmalar yapmak için temel hazırlık bilgisi ve becerilerinin gelişimini sağlamalıdır. Üniversite seviyesindeki enerji eğitim programları, çeşitli enerji teknolojileri ve sistemlerinin derinlemesine teorik bilgisini içermeli ve aynı zamanda pratik uygulama becerileri, tasarım eğitimi, imalatı, montajı ve bakımına yönelik bilgiler vermelidir. Son olarak ise enerji eğitim programları, öğrencilerin beklenen iş sorumlulukları temelinde de sınıflandırılabilir. Bu yüzden teknisyenler ve mekanikçiler için enerji programlarının içeriği bu bahsedilen programlardan oldukça farklı olmalıdır (Kandpal ve Garg, 1999).

Bu doğrultuda, enerji eğitiminin sağlanmasında, çeşitli programlar tasarlanmakta ve geliştirilmektedir. Fen eğitimindeki programlarda da enerji kavramına geniş bir şekilde yer verilmekte ve öğretimi gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda bu kavramın ele alındığı enerji eğitimine yönelik kapsamlı programlardan bir tanesi de Amerika Birleşik Devletlerindeki Wisconsin eyaletine özgü K-12 Enerji Eğitim Programıdır.

2.2.4.1. K-12 Enerji Eğitim Programı (KEEP)

Wisconsin-Stevens Point Üniversitesinin Doğal Kaynaklar Bölümü tarafından Enerji Eğitimine yönelik K-12 enerji eğitim programı (KEEP) tasarlanmakta ve yürütülmektedir. Bu program Amerika Birleşik Devletlerindeki Wisconsin eyaletine özgüdür ve burada yaşayan öğrenciler ve öğretmenler için tasarlanmıştır. Böylece bu program ile enerji eğitimi gerçekleştirilmekte ve bu eğitimin gelişimi sağlanmaktadır (Lane, Windjue ve Mollica, 2013). KEEP üç evreli bir programdır. Bu evrelerin hedefi şu şekildedir:

Evre 1 (1995-97): K-12 sınıflarında enerji kavramlarını öğretmek için öğretim stratejilerini içeren bir etkinlik kılavuzu hazırlamayı ve önemli enerji kavramlarını tanımlayan kavramsal bir çerçeve geliştirmeyi hedeflemiştir. Ayrıca enerji okuryazar vatandaşların bunları anlamalarını ve bilmelerini amaç edinmiştir.

Evre 2 (1997-99): Wisconsin da öğretmenlere etkinlik kılavuzunu tanıtan akredite edilmiş bir ders tasarlamak ve öğretimini gerçekleştirmek.

Evre 3 (1999-....): KEEP'in bir sürdürülebilir kapasitede geliştirilebilir programa dönüştürülmesine odaklanılmıştır. Halen bu evreye devam edilmektedir.

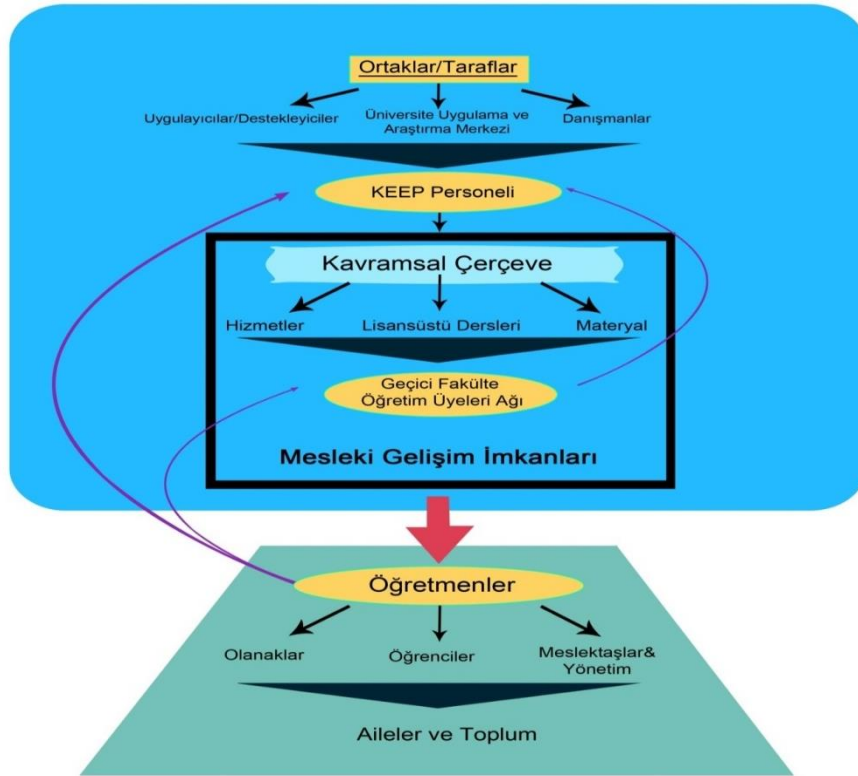
K-12 enerji eğitim programını tasarlayan ve geliştirenler, enerji kullanımı ve enerji bilgisi hakkında öğrencilere öğretimin gerçekleştirilmesinde en iyi yaklaşımın öğretmen eğitimi olduğuna inanmaktadırlar. Çünkü öğretmenler yıllık olarak binlerce öğrenci ile iletişim ve öğretim süreçleri gerçekleştirmektedirler ve öğretmenlerin öğretim içerisinde enerji ile nasıl bir bağ kurulması gerektiğini bilmeleri gerekmektedir. Bu program Loucks-Horsley, Stiles, Mundry, Love ve Hewson (2003) tarafından verilen öneriler ışığında tasarlanmaktadır. Bu araştırmacılar enerji hakkında öğrencilere en iyi eğitimi vermek için öğretmenlerin eğitilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar. Her yıl KEEP derslerine ve uygulamalarına yüzlerce öğretmen katılmaktadır. Böylece enerji eğitiminde bir deneyim elde etmiş olan öğretmenler enerji konusunda öğrencilere önemli fırsatlar sunmaktadırlar. Özellikle ortaokul öğrencileri için enerji eğitimi önemlidir. Çünkü bu yaştaki öğrencilerin soyut düşünme becerileri bu yaşta gelişmektedir. Piaget'in de vurguladığı üzere bu yaştaki öğrenciler soyut işlem dönemindedir (Lane, Windjue ve Mollica, 2013).

KEEP tarafından oluşturulan enerji eğitimi programı öğretmenler için dersleri ve gelecekteki öğretim kaynaklarını içermektedir. Böylece anlamlı ve ilişkili enerji eğitimi ile öğrencilerin ve öğretmenlerin motivasyonları artabilir ve ikisi arasındaki ağ gelişebilir. Bu enerji eğitim programının bir diğer yararı da ülke çapında enerji tasarrufuna katkıda bulunmasıdır. Wisconsin'de 6000'i aşkın öğretmen, üniversite tarafından akredite edilmiş kurslar aracılığıyla KEEP destek hizmetleri ve materyalleri almışlardır. Böylece KEEP'in 1997'de ders vermeye başladığından beri, bu öğretmenler yaklaşık 3 milyon öğrenciye enerji hakkında öğretim gerçekleştirmişlerdir. KEEP ile öğretim gören mezun olanlar, yıllarca enerji eğitiminde öğrencilerine enerji kavramının birleştirilmesinde ve bu kavramın anlaşılmasında rehberlik etmişlerdir

(Lane, Baker, Franzen, Kerlin ve Schuller, 2015). Bununla ilgili bu derslere ve kurslara katılan bir öğretmenin yorumu şu şekildedir.

“Birinci sınıf öğretmeni olarak, bu eğitim öğrencilerimin sadece enerji hakkında öğrenmelerinin yanında hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerji kaynaklarını da öğrenmeleri önemlidir. Etkinlik kılavuzunu kullanmak ve oradaki etkinlikleri uygulamalı olarak gerçekleştirmek gerçekten çok kolay. Bu harika bir başlangıç ve enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerjiyi teşvik eden daha ileri derslere yol açacak.”

Ayrıca Wisconsin-Stevens Point Üniversitesi ve diğer paydaşları tarafından enerji eğitimine ilişkin öğretmenlere yönelik mesleki gelişim sağlamaları ve geliştirmelerine yönelik bir model sunulmaktadır. Bu modele ilişkin şekil aşağıda verilmiştir:



Şekil 2.1. Öğretmenlere yönelik mesleki gelişim sağlama ve geliştirme modeli

Öğretmenlere yönelik enerji eğitimine ilişkin mesleki gelişim için tasarlanan ve geliştirilen bu modelde, ortaklar/taraflar, program tasarımı, uygulanması, geliştirilmesi ve değerlendirilmesi için sosyal bir kaynak oluşturmaktadır. Başka bir deyişle, ortaklar/taraflar eğitim bursları ve etkinlik kılavuzları, materyal kaynakları, öğretmenlere destek materyallerin temini için para ve malzeme elde edilmesine yönelik kaynak sağlamaktadırlar. Ancak ortaklar/taraflar bu işlemleri gerçekleştirirken

üniversite öğretim elemanları ile birlikte koordineli bir şekilde çalışmaktadırlar. Ayrıca, enerji eğitim programının kavramsal çerçevesinin oluşturulmasında da ortaklar/taflar KEEP personeli ile birlikte görev yapmaktadırlar. Oluşturulan kavramsal çerçevede KEEP personellerinin hizmetleri belirlenmekte, lisansüstü derslerinin tasarımı yönlendirilmekte ve gerekli materyallerin neler olduğuna yönelik tasarımlar gerçekleştirilmektedir. Bu doğrultuda KEEP personeli ve katılımcı öğretmenler eyalet çapında geçici bir fakültenin öğretim üyeleri ağını oluşturmaktadırlar. Bu ağ ile birlikte kaynaklar eyalet çapında yayılmaktadır. Bu örgütsel kaynakların desteği ile KEEP, Wisconsin'de bir enerji eğitici ağı oluşturmaktadır. Böylece enerji eğitime yönelik programlar ve uygulamalar eyalet çapındaki öğrencilere ulaşma hedefi gerçekleştirilmektedir.

Yukarıda bahsedilen modele ilişkin önemli bileşenlerin neler olduğuna yönelik açıklamalar getirildiğinde, ortaklar/taflar, kavramsal çerçeve ve mesleki gelişim ağı şeklinde sınıflandırılabilir. Bunlara ilişkin;

Ortaklar/taflar: Esnek bir enerji eğitimi programının ilk temel bileşeni olarak sosyal bir kaynak destekleyicisidir. Ortaklar/taflar, uygulayıcılar, fon sağlayıcılar, üniversite uygulama ve araştırma merkezi ve danışmanlar olabilir. Böylece bu programın başta kamu kuruluşları ve Wisconsin-Stevens Point Üniversitesi olmak üzere birçok finansman ortağına sahip olduğu söylenebilir.

Kavramsal çerçeve: Bir diğer temel bileşen ise kavramsal çerçevenin oluşturulmasıdır. Bu bileşen Wisconsin da K-12 Enerji Eğitime yönelik kavramsal bir kılavuzdur. İlk olarak 1996 yılında yayınlanan bu kılavuz, müfredat geliştirmede temel oluşturan yaklaşık altmış kavramı içermektedir. Çerçeve program, farklı konulara ve görüşlere değinen çeşitli kavramlardan oluşmaktadır. KEEP personeli bu kavramları tanımlamaktadır ve birçok açıdan enerji kaynakları yönetimi konusunda fikir birliğine varmak için ortaklarla beraber çalışmaktadır. Çerçeve program içindeki bu kavramlar dört tema altında düzenlenmiştir (Lane, Windjue ve Mollica, 2013):

- (1) Enerjiye ihtiyaç duyma,
- (2) Enerji kaynaklarının geliştirilmesi,
- (3) Enerji kaynaklarının geliştirilmesinin etkileri,
- (4) Enerji kaynak kullanımını yönetme.

Bu temalar birbirlerinin üzerine inşa edilerek tasarlanmıştır. Yani bir temadaki kavramları anlamak, sonraki temanın kapsamını desteklemektedir. Bu çerçeve program, program tasarımının birçok yönünü yönlendirmek için kullanılmıştır. Yani, başlangıçta bir etkinlik kılavuzunun geliştirilmesi amaçlanmış ve devamında pilot derslerin nasıl düzenleneceği belirlenmiştir. Ayrıca, çerçeve program ile ilişkili içerik bilgisine ve bilginin farkındalığına değinilmiştir. Programın devamında diğer temalara da değinmek için destek hizmetler ve materyaller geliştirilmiştir. Ek olarak, enerji konularını tartışmak ve analiz etmek için web tabanlı kaynaklar ve tartışma forumları oluşturulmuş ve çevrimiçi bir ders tasarlanarak öğretmenlere ve öğrencilerine ulaşılması sağlanmıştır. Son olarak ise, öğretmenlerin ve öğrencilerin okulda ve evlerinde enerji konusuna ilişkin girişimlerin başlatılmasına yönelik çalışmalar başlatılmıştır.

Mesleki gelişim ağı: Esnek bir programın üçüncü ana bileşenidir. Enerji kavramı hem soyut hem de çoğunlukla göz korkutucu bir konu olarak ve fen eğitiminin dışındaki öğretmenlerle alakalı olmadığı olarak görülmektedir. Bu doğrultuda öğretmen eğitimi, öğretmenlerin bazı engelleri aşmasına yardımcı olması gerekmektedir. Bu bağlamda KEEP'in insan kaynakları, öğretmenlere yönelik anlamlı ve çekici olacak yeni programlar oluşturmak için birlikte çalışmaktadırlar. Böylece Wisconsin-Stevens Point Üniversitesi'nde, KEEP tarafından oluşturulan ve üniversite tarafından akredite edilen dersler verilmektedir. Böylece öğretmenler hem lisans öğrenimlerini devam ettirmekte hem de lisans kredisi kazanmaktadırlar. Ayrıca bu derslere katılan öğretmenlere burs imkânı da sunulmaktadır. Ayrıca, her yıl ortalama KEEP bünyesinde enerji eğitime yönelik dersler verilmektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin bir enerji eğitimi lideri olma kapasitesi geliştirilmektedir. Bu derslerde, öğretmenler öğrencilerle günlük olarak çalışırlar ve örgütsel kaynakları oluşturma ve kullanmada öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarını iyi bir şekilde anlarlar. Ayrıca öğretmenler, öğretim programı içerisindeki enerji kavramları arasındaki bağlantıyı nasıl kuracaklarını öğrenirler. Öğretmenler aracılığıyla enerji eğitiminde, bu konunun öğretime ilişkin daha fazla öğrenciye ulaşılmaktadır. Geçici öğretim üyesi ağı kullanılarak ise, daha fazla öğrenci, doğrudan öğretmeni tarafından enerji eğitimi almaktadırlar. Böylece KEEP bünyesinde ders verme sürecinin ilk on iki ayında yaklaşık 400 öğretmen uygulamaya katılmıştır. Bunlardan bazıları sınıfta yaklaşık yirmi öğrencisi olan ilköğretim öğretmenleridir ve diğerleri ise yılda yaklaşık 100 öğrenciyi öğreten çok sınıflı orta öğretim öğretmenleridir. Her iki öğretmen grubunun ortalaması yaklaşık olarak yılda altmış

öğrenci şeklindedir. Bu nedenle KEEP kursuna katılan ilk öğretmen sayısı, ilk yılında 24.000 öğrenciye ders vermiştir. Bu öğrenciler de enerjiye ilişkin bilgi ve farkındalıklarını ailelerine, topluma aktarabilmektedir.

Özetle yukarıda enerji eğitime yönelik kapsamlı bir öğretim programının bileşenleri, görevleri ve içeriği tanıtılmıştır. Son olarak ise bu bölümde K-12 enerji eğitim programına yönelik rehber ve etkinlik kılavuzlarından, programa yardımcı eklerden bahsedilmektedir.

2.2.4.2. K-12 Enerji Eğitime Yönelik Kavramsal Rehber Kılavuzu

Bu kılavuz enerji eğitime yönelik dört temaya ayrılmıştır ve bu temalar enerji ile ilişkili 59 kavram ile bağlantılıdır. Bu kavramlar kılavuz içerisinde tanımlanmıştır. Bu temalar; (a) Enerjiye ihtiyaç duyma (b) Enerji kaynaklarının geliştirilmesi (c) Enerji kaynaklarının geliştirilmesinin etkileri (d) Enerji kaynak kullanımını yönetme. Bu temalarda bulunan konular şu şekildedir;

(a) Enerjiye ihtiyaç duyma: Enerjinin tanımı, enerjiyi yöneten doğal yasalar (enerji transferi ve enerji dönüşümü), sistemlerde enerji akışı, canlı olmayan sistemlerde enerji akışı, canlı sistemlerde enerji akışı ve insan topluluklarını da içeren ekosistemde enerji akışı.

(b) Enerji kaynaklarının geliştirilmesi: Enerji kaynaklarının gelişimi, enerji kaynaklarının tüketimi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal enerji).

(c) Enerji kaynaklarının geliştirilmesinin etkileri: Yaşam kalitesi (yaşam tarzı, sağlık ve güvenlik, ekonomi, sosyo-politik ve kültürel) ve çevrenin kalitesi.

(d) Enerji kaynak kullanımını yönetme: Enerji kaynak kullanımının yönetimi ve enerji kaynaklarının kullanımı ve gelişimi için geleceğe bakış.

2.2.4.3. K-12 Enerji Eğitime Yönelik Etkinlik Kılavuzu

Enerji eğitimi etkinlik kılavuzu 44 uygulamadan ve öğrencilerin günlük hayatla ilişki kurdukları enerjiye yönelik disiplinler arası derslerden oluşmaktadır. Bu etkinlik kılavuzu da kavramsal çerçeve gibi aynı dört temadan oluşmaktadır. Bu temalar altında öğretmenlere yönelik dersler verilmektedir. Bu derslerin amacı, öğretmenlere ve

öğrencilerine enerji açısından zengin dersler ve öğretim stratejileri kazandırmaktır. Ayrıca, K-4 öğretmenleri için çeşitli etkinlik kılavuzlarından yararlanılmaktadır. Bu etkinlikler “Atık Atma (Biyokütle)”, “Bırak Aksın (Hidroelektrik)”, “Okul Bahçesindeki Esinti (Rüzgâr)” ve “Güneş Keşifleri (Güneş)” içermektedir. Ek olarak ise, enerji ile ilgili küçük etkinlik el kitabı tasarlanmıştır. İçerisinde kolay inşa edilen güneş sosis pişirici, enerji kelimesini bul ve parçayı tamamla, eğlenceli bilgiler ve enerji tasarrufuna yönelik ipuçları bulunmaktadır.

2.2.4.4. Yapılabilen Yenilenebilirler: Yenilenebilir Enerji Eğitim Eki

Bu ders, öğretmenlerin enerji bilgilerini analiz etmelerine ve öğrencilerin yenilenebilir enerji anlayışlarını geliştirmeye yönelik stratejiler ve teknikler yaratmalarına yardımcı olmak için yenilenebilir enerji uygulamaları, sınıf tartışmaları ve sınıf tabanlı uygulamaları sunmaktadır. Yenilenebilir enerji öğretim programı, K-12 öğretmenlerine yönelik sınıflarında enerji ile ilgili 20 etkinliği kullanmaları için tasarlanmıştır.

2.2.4.5. Enerji ve Senin Okulun: Okul Binası Enerji Verimliliği Eğitim Eki

Bu ders, okul binalarında enerji kullanımını değerlendirmeye ve K-12 öğretmenlerini okul binasını enerji eğitimi için bir öğrenme aracı olarak kullanmaya yönlendirmeye odaklanmaktadır. Okul enerji verimliliği öğretim programı, K-12 öğretmenlerinin dersliklerinde kullanması için tasarlanan “Hayali Yüklemelede Fişi Çekme”, “Işık ve Yük”, “Bilgisayar Maliyeti” ve “Talep Edilen Okul Elektrik Faturaları” gibi etkinlikleri içermektedir.

2.2.4.6. İlköğretim Ek: Okulunuzdaki Enerjinin Akışını Öğrenin

“Okulunuzdaki Enerjinin Akışını Öğrenin” KEEP Enerji Eğitimi Etkinlik Kılavuzuna bir ektir. Bu ek özellikle anaokulu sınıfından 4. sınıf öğrencilerine öğretimi gerçekleştirecek olan öğretmenlere yöneliktir. Bu ek, Devlet Akademik Standartlarına değinen ve değerlendiren etkinlikleri içermektedir.

2.2.4.7. Biyogelecek: Biyokütle Enerji Eğitimi Eki

Bu ek, öğrencilerin yenilenebilir enerji ve biyokütle enerjisi kavramlarını anlamalarını

sağlayacak etkinlikleri içermektedir. Ayrıca, öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynakları için erken yaşta bir beğeni ve farkındalık kazanmaları çok önemlidir. Bu erken farkındalık, biyokütle enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve kullanılmasıyla ilgili daha ileri keşifleri destekleyecektir. BiyoGelecek, biyokütle enerji kaynakları konusunda farkındalığı destekleyecek çeşitli etkinlikleri içermektedir.

2.3. Enerji Öğretimi

Enerji kavramı fen öğretiminde en önemli birleştirici temalardan biri olarak görülmektedir (Hecht, 2007). Çünkü bu kavram fen ile ilgili çoğu konu içerisinde yer almakta ve bu konuların öğrenilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, fen konularındaki iş, güç, kuvvet, hareket, fotosentez, solunum, kimyasal reaksiyonlar, kimyasal bağlar, ısı ve sıcaklık gibi çoğu olayın açıklanmasında enerji kavramı kullanılmaktadır (Ellse, 1988; Watts, 1983). Ayrıca bu kavram gündelik yaşamda da karşımıza çıkmakta ve çoğu olayı açıklamada ve yorumlamada enerji kavramından yararlanılmaktadır (Taber, 1989). Özellikle fosil kaynaklı enerjinin üretim ve kullanımı, insan ve çevre sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkiler meydana getirmekte, hava kirliliğine, asit yağmurlarına, küresel ısınmaya ve iklim değişikliklerine neden olmaktadır (Panwar, Kaushik ve Kothari, 2011; Worrell ve diğerleri, 2009). Bu tür çevresel doğa olaylarının anlaşılabilmesi ve açıklanabilmesi açısından enerji kavramı önemli bir kavramdır (Boylan, 2008; Rizaki ve Kokkotas, 2013). Ek olarak enerji kavramının anlaşılması, enerji kaynakları, enerjinin kullanımı, dağıtımı gibi bazı sosyo-bilimsel konuları yorumlayabilme, ülkenin enerji politikalarına yönelik değerlendirmelerde bulunabilme ve sağlıklı beslenmede enerjinin rolünü açıklayabilme imkânı sağlamaktadır (Hinrichs ve Kleinbach, 2002). Bu bağlamda enerji kavramının çoğu fen konuları içerisinde yer aldığı görülmektedir. Ancak enerji kavramı, öğrencilerin yapılandırmakta en fazla zorluk yaşadıkları kavramlardan biridir (Stylianidou, Ormerod ve Ogborn, 2002). Bu yüzden öğrencilerin enerji kavramına ilişkin anlamaları çoğu araştırmacılar tarafından incelenmektedir (Amettler ve Pinto, 2002; Kaper ve Goedhart, 2002; Köse, Ayas ve Taş, 2003; Köse ve Uşak, 2006; Stylianidou ve diğerleri, 2002).

Alan yazında enerji kavramına yönelik anlamalar ve sahip olunan kavram yanılgılar

incelendiğinde, farklı seviyelerdeki öğrencilerin bu kavramı anlayamadıkları görülmektedir (Benzer ve diğerleri, 2014a; 2014b; Boylan, 2008; Constantinou ve Papadouris, 2012; DeWaters ve Powers, 2011; Hırça, Çalık ve Akdeniz, 2008; Ünal-Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007). Özellikle ilköğretimden üniversiteye her seviyedeki öğrencide enerji ile ilişkili kavram yanlışlığı tespit edilmiştir (Çapa, 2000; Köse, Ayas ve Taş, 2003; Köse ve Uşak, 2006; Şensoy, 2002). Bu durumla ilgili Pedro (1997) ilköğretim ve liseden edinilen kavram yanlışlarının devam ederek üniversiteye kadar geldiklerini, hatta öğretmen adaylarının öğretmen olduktan sonra bile aynı kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmiştir. Enerji kavramı üzerine son yirmi yılda yapılan çalışmalar da bu durumu destekler niteliktedir.

Enerji eğitiminde kavram yanlışları konusu ile ilgili yapılan çalışmalarda, *ilkokul ve ortaokul öğrencilerinin* (Boylan, 2008; Hermann-Abell ve DeBoer, 2011; Hırça, Çalık ve Akdeniz, 2008; Lay ve diğerleri, 2013; Lee ve Liu, 2010; Liu ve Tang, 2004; Neumann ve diğerleri, 2013; Opitz ve diğerleri, 2015; Opitz ve diğerleri, 2017; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2012; 2013; Ünal-Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007; Yılmaz, Yılmaz ve Dilber, 2014; Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009), *lise öğrencilerinin* (Dalaklıoğlu ve diğerleri, 2015; Güneş ve Taştan-Akdağ, 2016; Opitz, Blankenstein ve Harms, 2016; Yuenyong, Jones ve Yutakom, 2008), *üniversite öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının* (Benzer ve diğerleri, 2014a; Chabalengula, Sanders ve Mumba, 2011; Köse ve diğerleri, 2006; Kurt, 2013; Lancor, 2014a; Lee, 2016; Park ve Liu, 2016; Sabo ve diğerleri, 2016; Trumper, 1997) enerji konusunu anlamada ve zihinlerinde yapılandırarak bununla ilgili konuları açıklamada zorluklar yaşadıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra *ilkokul, ortaokul ve lise öğretmenlerinin* de bu konuda çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları ve enerji kavramını yeterince kavrayamadıkları tespit edilmiştir (Bezen, Bayrak ve Aykutlu, 2016; Kruger, 1990).

Disiplinler arası bir kavram olan enerji, çeşitli disiplinlerde yer almaktadır. Bu durum enerji kavramının anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Örneğin enerji kavramına ilişkin fizik, kimya ve biyoloji alanında gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde;

Fizik alanında yapılmış olan çalışmalardan elde edilen bulgular, öğrencilerin enerji ile diğer fen kavramlarını ayırt etmede güçlük yaşadıklarına işaret etmektedir. Örneğin, öğrenciler güç ve enerjiyi (Watts, 1983), enerji ve voltajı (Goldring ve Osborne, 1994), sıcaklık ve ısıyı (Harrison, Grayson ve Treagust, 1999) birbirinden ayırt etmekte zorlanmaktadırlar. Ayrıca, öğrenciler sadece hareket halinde olan nesnelerin enerjisi

olduğunu ve enerjinin bir şeyi yapmak için gerekli olduğunu düşünme eğilimindedirler (Trumper, 1998).

Kimya alanında yürütülen bazı çalışmalar, bağ kırılmasının enerji salınımına neden olduğunun öğrenciler arasında yaygın bir görüş olduğunu belirtmişlerdir (Cooper ve Klymkowsky, 2013; Teichert ve Stacy, 2002). Becker ve Cooper (2014), pek çok öğrencinin bağ kırılması ile enerji salınımına birbirine bağlandırmasının temel sebebinin potansiyel enerjinin “depolanmış” enerji olarak kavramlaştırılması olduğunu işaret etmekte ve depolanmış enerji anlatılırken, elektrostatik güçler bakımından iki parçacık arasında meydana gelen etkileşimlerin açıklamaları ile birlikte bunun yapılması gerektiğini ifade etmektedirler. Öğrenciler, genellikle moleküler düzeyde kimyasal etkileşimler ile bağlantılı enerji değişimlerinin kökenini yeterli miktarda anlamadan kimyasal enerjinin anlamını anlayamamaktadırlar (Cooper ve Klymkowsky, 2013).

Biyoloji alanında ise Barak, Gorodetsky ve Chipman (1997) çoğu öğrencinin enerjiyi yaşamsallık ile ilgili bir kavram olarak gördüklerini tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, öğrencilerin ve öğretmenlerin enerji korunumu kanununu yaşayan olgulara uygulamada başarısız olduklarını ve termal enerjiyi yaşayan canlılar için kullanılabilir enerji olarak gördüklerini de ortaya çıkarmışlardır. Lin ve Hu (2003) ise fotosentez ve solunum bağlamında enerji akışı ile bağlantılı çeşitli kavramlar arasındaki karşılıklı ilişkileri ortaya koymada pek çok öğrencinin başarısız olduğunu belirtmektedirler. Barman, Griffiths ve Okebukola (1995) da çok az sayıda öğrencinin beslenme ilişkilerini yiyecek zincirleri ve ağlarında organizmalar arasında bir enerji aktarımı aracı olarak tanımladığını tespit etmişlerdir. Öğrenciler, genellikle bir ekosistem içinde maddenin ve enerjinin nasıl aktığını anlamamakta (Hogan, 2000), bunun yerine enerjinin yiyecek piramidinde yukarıdan aşağıya doğru bir akış içinde olduğuna inanmaktadırlar. Ayrıca, Boyes ve Stanisstreet (1991) öğrencilerin bitkilerin enerjilerini güneşten aldıklarını anladıklarını ve aynı zamanda da toprak, hava, su ve hayvanların ekosistem içinde yer alan ilave enerji kaynakları olduklarını düşündüklerini tespit etmişlerdir.

Görüldüğü üzere enerji kavramı fizik, kimya ve biyoloji gibi alanlarda birbirinden kopuk bir şekilde ele alınmakta ve fen ile ilgili konuların öğretiminde zorluklar yaşanmaktadır. Liu ve McKeough (2005) ise bu kavramın öğretiminde ve tanıtımında çok yönlü ve bütünsel bir yaklaşımın olması gerektiğini ifade etmektedir. Araştırmacıların bu çok yönlü ve bütünsel bir yaklaşımdan kastettikleri, enerji

kavramının ve özelliklerinin öğrencilerin gelişimsel sırasına uygun bir şekilde ele alınması ve bu sıra ile enerji kavramının tüm yönlerini içeren bir öğretimle öğrencilere aktarılması gerekliliğidir. Ayrıca tüm seviyelerde, enerji kavramının öğretimi sadece öğrencilerin bu kavrama yönelik bilişsel seviyelerine değil aynı zamanda çeşitli alan ve disiplinlerdeki enerji kavramına ilişkin uygulamaları da içermelidir (Liu ve McKeough, 2005).

2.3.1. Enerji Kavramının Gelişimi

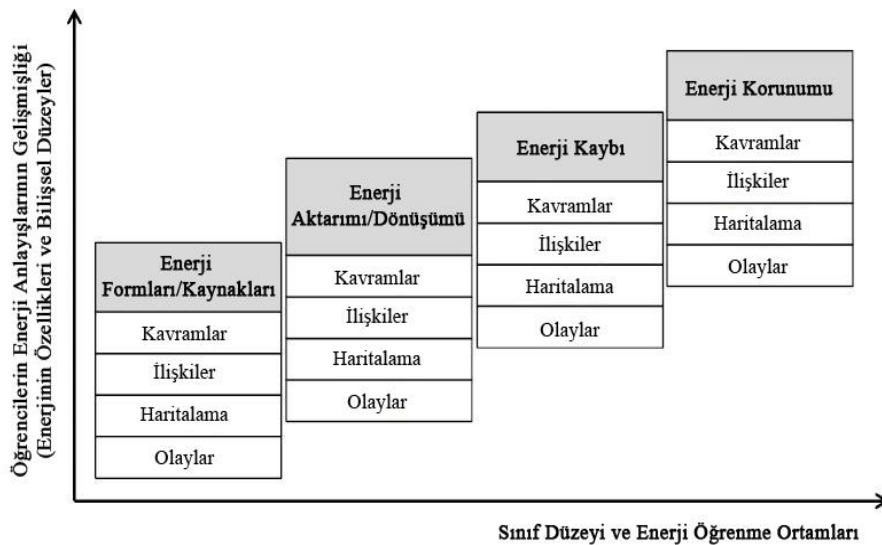
Fen öğretim programlarında ve öğretim uygulamalarında enerji kavramına yer verilmeli ve bu kavramın gelişimi dikkate alınmalıdır (Liu ve McKeough, 2005). Özellikle enerji kavramının gelişiminde bilişsel alanın gelişimi önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca bu kavrama yönelik özelliklerin öğrenilmesinde de bilişsel gelişim önemli bir yer tutmaktadır. Enerji kavramının gelişimi ile öğrencilerin yaş özelliklerinin ilişkili olduğu ve bu doğrultuda öğretim programlarında bu kavramın özelliklerine yer verilirken dikkatli olunması gerekmektedir (Liu ve McKeough, 2005). Bu bağlamda enerji kavramının gelişimine yönelik bu kavramın özelliklerinin belirli bir sıra ile verilmesi gerektiği çeşitli çalışmalarda vurgulanmaktadır (Liu ve Tang, 2004; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2013). Enerji kavramının gelişimsel aşamalarına ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde;

Driver ve diğerleri (1994), enerji kavramının gelişimine yönelik özelliklerinin bir sırasını önermişlerdir. Bu aşamalar şu şekildedir; kişisel enerjisizlik farkındalığı, diğer canlılara enerjisizliği genişletme, kendiliğinden bir şeyler yapabilen cansız şeylerin farkındalığı, enerjiye sahip olan bazı cansız şeylerin enerjisizliğine genişletme, esnek materyallerde depolanmış enerjinin farkındalığı, yer çekimsel potansiyel enerjinin farkındalığı, enerji hikâyesi anlatabilme, yeni enerji ile ilgili olayları tanımlama, enerji korunumunun farkındalığı ve enerji kaybının farkındalığı.

Liu ve McKeough (2005), enerji kavramının anlaşılmasında 5 ayrı özelliğe yönelik hiyerarşik bir düzen ifade etmişlerdir. Bunlar; iş yapmak için yetenek ya da aktivite olarak enerjinin algılanması (aktivite/iş), farklı enerji kaynak ve formlarının tanımlanması (form/kaynak), enerji transferinin süreci ve doğasının anlaşılması (transfer), enerji kaybının tanımlanması (enerji kaybı) ve enerji korunumunun fark edilmesi (korunum) şeklindedir.

Alan yazında enerji kavramının gelişiminde ilk olarak enerji formlarının ve kaynaklarının, devamında ise aktarımı ve dönüşümü gibi özelliklerin öğrenilmesi gerektiği de vurgulanmaktadır (Hermann-Abell ve DeBoer, 2011; Liu ve McKeough, 2005; Liu ve Ruiz, 2008; Neumann ve diğerleri, 2013). Araştırmacılara göre enerji kavramına yönelik öğrenciler ilk olarak enerji çeşitlerini bilmeli, bu enerji çeşitlerinin kaynaklarının neler olduğunu fark etmelidir. Devamında ise enerji formlarının bir sistem içerisinde bir yerden başka bir yere nasıl aktarıldığını ve bir formdan başka bir forma nasıl dönüştüğünü öğrenmelidir.

Enerji kavramının anlaşılmasındaki gelişim aşamalarının analizi için Neumann ve diğerleri (2013) enerjinin dört özelliği ile bilişsel alanın dört seviyesini içeren bir model tanımlamışlardır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Öğrencilerin enerji anlamalarının gelişim aşamaları.

(Bu model enerji kavramının 4 özelliğini ve 4 bilişsel seviyeyi ele almaktadır.)

Bu model enerji kavramına yönelik özelliklerin belli bir sıra içerisinde öğrenildiğini ve bilişsel düzey ile ilişkisini göstermektedir. Başka bir deyişle model, öğrencilerin enerji kavramına yönelik anlamalarının bir seviyeden bir sonraki seviyeye nasıl geldiğinin gösterilmesi ve tanımlanması amacıyla, öğrencilerin giderek karmaşıklaşan bilgiyi elde etme boyunca kavramsal anlamalarının nasıl geliştiğini ifade etmede bizlere yardımcı olmaktadır (Neumann ve diğerleri, 2013). Bu modelde enerji kavramının özellikleri, öğrenme aşamalarının 4 temel seviyeleri yer almaktadır. Bu modele göre enerji kavramının öğrenme aşamalarında öğrenciler ilk olarak enerjinin formları ve kaynakları hakkında öğrenmeler gerçekleştireceklerdir. Öğrenciler enerjinin farklı formlardan

oluşturduğunu ve nasıl üretildiğini öğreneceklerdir (olaylar/formlar/kaynaklar). Bu formlar ve kaynaklar kinetik enerjide hız gibi fiziksel ölçümlerle gösterilmektedir (haritalama/formlar/kaynaklar). Öğrenciler fiziksel ölçümler ile ilgili ve ayrı ayrı enerjinin formları ve kaynakları arasındaki ilişki hakkında öğrenmeler gerçekleştireceklerdir (ilişkiler/formlar/kaynaklar) ve bu süreç boyunca enerjinin gözlenmiş ölçümlere dayalı farklı formlara dayanan oldukça soyut bir nicelik olduğunun ve farklı kaynaklardan üretildiğinin farkına varacaklardır (kavramlar/formlar/kaynaklar). Öğrenme, enerji dönüşümü ve aktarımı hakkında gerçeklere dayanan bilgilerin elde edilmesi ile devam etmektedir (olaylar/dönüşüm/aktarım), enerji dönüşümlerinin ve aktarımlarının kavramsal anlamasını geliştirmek ve devam eden uygulamalı derslerde olgular arasındaki bağlantıları belirlemek (kavramlar/dönüşüm/aktarım). Benzer süreçler olarak, öğrenciler enerji kavramının kapsamlı bir anlamasına yönelik ilerleme sağladığında enerji kaybı ve korunumu için de ele alınmaktadır (kavramlar / kayıp / korunum).

Yukarıda belirtilen enerji kavramının anlaşılmasındaki gelişim aşamalarını gösteren model, fizikte, kimyada, biyolojide ve disiplinler arası bağlamlarda kullanılmak üzere enerji öğretimi için enerjinin özellikleri doğrultusunda gerekli içerikler ile öğretim içerisinde yer almalıdır (Jin ve Anderson, 2012; Liu ve McKeough, 2005; Neumann ve diğerleri, 2013; Park ve Liu, 2016). Bu doğrultuda enerji kavramına yönelik öğretim programlarında içeriklerin neler olması gerektiğine ilişkin çalışmalar önem teşkil etmektedir.

2.3.2. Enerji Kavramının Öğretimine Yönelik İçerikler

Enerji kavramının öğretimi ve öğrenimi için ilgili içerikler birçok çalışmada tartışılmaktadır (Doménech ve diğerleri, 2007). Bilgi bütünlüğünü desteklemek için, enerji öğrenme beklentileri doğrultusunda, çalışmalar enerji hakkında düşünme yollarının daha sofistike gelişimi üzerine odaklanmaktadır. Böylece, enerji anlayışı anaokulundan liseye kadar nasıl geliştiği ortaya çıkarılabilir. Bu bağlamda, Nordine (2016, p.21) tarafından özetlenen ABD Yeni Nesil Fen Standartları (*US Next Generation Science Standards*) doğrultusunda merkez enerji öğrenme amaçları Tablo 2.1'de gösterilmektedir.

Tablo 2.1

Disiplinler Arası Bir Kavram Olarak Enerjinin Farklı Seviyelerdeki Öğrenilmesi Gereken Özellikleri ve Hedefleri

Özellikler	İlkokul	Ortaokul	Lise
Disiplinler arası bir fikir olarak enerji			
Tanımlar	Enerjiyi hareket, ses, ışık, ısı ve elektrik ile ilişkilendirmek.	<p>*Enerji formları (potansiyel ve kinetik gibi) ve gözlenen olaylar arasındaki bağlantıları biçimlendirmek.</p> <p>*Enerji formlarının bazı değişkenlere bağlı olduğunu fark etmek (örneğin kinetik enerji maddenin kütesine bağlıdır).</p> <p>*Madde ve enerji arasında bağlantı kurmak (tanecikli yapıların hızı arttığında ısı enerjisi de artar).</p>	<p>*Sistemler aracılığıyla enerjinin izlenmesine imkân tanıyan nicel modellerin kullanımı.</p> <p>*Aynı enerjinin belirtileri ve göstergeleri olarak tüm enerji formlarını tanımlamak.</p> <p>*Canlı ve cansız varlıklar arasında enerji bağlantısı kurmak.</p> <p>*Enerji analizi ile atom teorisini bağdaştırmak.</p> <p>*Atom altı parçacıkları ve onların etkileşimleri ile gözle görülür enerji göstergeleri arasında bağlantı kurmak.</p>
Enerji aktarımı ve enerji korunumu	<p>*Çeşitli olaylardaki enerji aktarım (ses, ısı gibi) türlerini araştırmak.</p> <p>*Bir nesnenin enerjisi artarken diğer nesnenin enerjisi azalır anlayışını geliştirmek.</p>	<p>*Sistemler içerisindeki enerji aktarımı ve enerji dönüşüm göstergelerini izlemek.</p> <p>*Bir sistemdeki enerji artışı farklı bir sistemdeki azalmaya olan bağımlılığı hakkında bilginin genişletilmesi.</p> <p>*Enerjinin görünmediği veya kaybolamayacağına ilişkin farkındalık oluşturmada kanıtların kullanılması.</p>	<p>*Bir sistemdeki değişiklikleri sınırlayan sayısal bir nicelik olarak enerji korunum ilkesini ele almak.</p> <p>*İşlemlerin sınırlarını belirlemek için nicel hesaplamalarda enerji korunumunu kullanmak.</p>

Özellikler	İlkokul	Ortaokul	Lise
<i>Disiplinler arası bir fikir olarak enerji</i>			
Enerji ve kuvvet	<p>*Nesnelerin birbirlerine itilebileceğini veya çekilebileceğini, böylece enerjinin aktarıldığının tanıtılması.</p> <p>*Kuvvetin nesnelere temas etmeden uygulanabileceğinin fark edilmesi.</p> <p>*Farklı nesnelerin etkileşimi ile enerji aktarımı arasında bağlantı kurmak.</p>	<p>*Potansiyel enerji kavramı ile kuvveti ilişkilendirmek.</p> <p>*Bir sistemin potansiyel enerjisi ile elektrik, manyetik ya da yerçekimsel kuvvetler aracılığıyla nesnelerin etkileşimi arasında bağlantı kurmak.</p> <p>*Sistemler arasındaki enerji aktarımının farklı kuvvetler aracılığıyla uzun mesafelerde oluşabildiğinin fark edilmesi.</p> <p>*Elektromanyetik radyasyon vasıtasıyla enerji transferlerini tanımlamak.</p>	<p>*Enerji ve kuvvetleri ilişkilendirmek için alandaki kavramları kullanmak.</p> <p>*Yayılan alan salınımlarının enerjiyi uzaklıklar / sistemler boyunca aktarabileceğini bilmek.</p> <p>*Alanların potansiyel enerjisi nasıl sakladığını/aktardığını açıklamak için modeller kullanmak.</p>
Günlük hayatta ve kimyasal işlemlerde enerji	<p>*Canlı ve cansız sistemlerde enerji giriş çıkışı üzerine odaklanmak.</p> <p>*Sistemlerin ısı formunda çevreye enerji yaydığını fark etmek.</p>	<p>*Enerjinin sistemlerde aktarılma süreçlerini öğrenme (fotosentez gibi).</p> <p>*Bitkiler tarafından üretilen ve salınan enerjinin nasıl depolandığının tanımlanması.</p> <p>*Organizmalar ya da yapay sistemlerin ısı olarak enerjiyi nasıl yaydığının tanımlanması.</p>	<p>*Canlı/cansız sistemlerde meydana gelen enerji dönüşüm süreçlerinin derinlemesine araştırılması.</p> <p>*Reaksiyonların ve enerji dönüşümlerin verimliliğinin değerlendirilmesi.</p> <p>*Farklı enerji kaynaklarının durumu, etkililiği, atık sorunu, avantajı ve dezavantajı açısından karşılaştırılması.</p>

Özellikler	İlkokul	Ortaokul	Lise
<i>Disiplinler arası bir fikir olarak enerji</i>			
Disiplinler arası bağlamda enerjinin beş özelliğinin uygulaması	<i>1, 2 ve 3 no'lu özelliklerin hazırlanması</i>	<i>1, 2 ve 3 no'lu özelliklerin biçimlendirilmesi, 4 ve 5 nolu özelliklerin hazırlanması</i>	<i>Enerjinin bütün özelliklerinin uygulanması</i>
(1) Enerji Formları	*Maddeye odaklanmak. *Farklı enerji formlarını tanımak.	*Işık veya hareket benzeri enerji göstergelerini kinetik enerjiyle ilişkilendirmek. *Enerji göstergelerinin azalması/artması için kanıtlar sağlamak.	*Çeşitli olaylarda enerji formlarını tanımak ve onun değerini hesaplamak. *Niceliksel olarak enerji değişimlerini takip etmek. *Niceliksel olarak korunumu modellemek.
(2) Enerji Dönüşümü	*Gözlemlenen belirtileri bir temel kavrama bağlamak.	*Enerjideki artışlar bir sistem içerisindeki enerji aktarımındaki ya da enerjideki azalmalar ile bağlantılı olduğunun fark edilmesi.	*İdealleştirilmiş model varsayımlarını gerçek dünya deneyleriyle karşılaştırarak nicel olarak test etmek.
(3) Enerji Aktarımı	*Enerji aktarımı için kanıt göstermek.	*Yaşayan ve tasarlanan sistemlerin sabit enerji girişi olmadan çalışmayacağını tanımlamak.	*Enerji kaybını fark etmek ve miktarını hesaplamak.
(4) Enerji Korunumu	*Çarpışma gibi bazı süreçlerde enerjiyi gözlemlemek.	*Sistemden çevreye enerji aktarıldığında süreçlerin duracağını fark edilmesi.	*Farklı disiplinler arası bağlamlardan çeşitli olayları açıklamak için analitik bir model olarak sürekli enerjiyi kullanmak.
(5) Enerji Kaybı			

Tablo 2.1 incelendiğinde, enerji kavramına yönelik özellikler hem disiplinler içinde hem de disiplinler arasında öğrenme beklentilerini yansıtacak şekilde içeriklerde yer almaktadır. Enerji kavramının bu özellikleri ilk olarak Duit (1984) tarafından ve daha sonra çeşitli araştırmacılar tarafından (Jin ve Anderson, 2012; Lancor, 2015; Liu ve McKeough, 2005; Neumann ve diğerleri, 2013) onaylanarak öğretim programlarında yer almasının önemi ve diğer bilimsel bilgilerin anlaşılmasındaki bağlantısı vurgulanmıştır. Bu doğrultuda enerji kavramının ülkemizde fen öğretim programlarındaki konumu ve içeriğinin incelenmesi önem teşkil etmektedir.

2.3.3. Fen Öğretim Programlarında Enerji Kavramı

Ülkemizdeki fen ile ilgili öğretim programlarında enerji kavramı, ilköğretim, ortaokul, lise ve üniversite düzeyinde yer almaktadır. Bu doğrultuda ilköğretim kurumları olan

ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar 2013 ve 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarını incelediğimizde, bütün sınıf düzeylerinde enerji kavramına yer verilmiştir. Her ne kadar bu kavram, hem okul öncesi eğitiminde, hem de ilkokul 1. ve 2. sınıf hayat bilgisi dersi öğretim programında yer alsada öğrenciler bu kavramla ilk olarak ilkokul 3. sınıf fen bilimleri dersinde “Elektrik ve su gibi kaynakların tasarruflu kullanılmasının önemini kavrar ve bu kaynakların kullanımında tasarruflu davranır.” kazanımıyla karşı karşıya kalmaktadırlar. İlkokul 4. sınıfta enerji kaynağının güneş olduğunu ve elektrik, ses, ışık gibi enerji türlerini öğrenmektedir. Ortaokul 5. sınıfta enerji kavramını hava, toprak ve su kirliliği gibi çevresel sorunlarla ilişkilendirmektedir. Ortaokul 6. sınıfta fosil yakıtlar gibi yenilenemez enerji kaynakları ve güneş, jeotermal, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji kavramını öğrenmektedir. Ortaokul 7. ve 8. sınıfta ise enerji kavramını iş ve kuvvet kavramları ile ilişkilendirerek kinetik ve potansiyel enerji ile tanışmaktadır. Ayrıca enerji kavramının fotosentez ve solunum gibi olaylarda da kullanıldığını fark ederek canlı-enerji ilişkilerini ayırt etmektedir.

Ortaöğretim programlarında ise enerji kavramı ağırlıklı olarak fizik, kimya ve biyoloji gibi farklı disiplinlerdeki öğretim programlarında yer almaktadır. Fizik Öğretim Programında özellikle 9. sınıf “Enerji” ünitesi içerisinde enerji korunumu, enerji dönüşümü, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile ilişkili kazanımlar bulunmaktadır. Biyoloji Öğretim Programında 10. sınıf “Canlılarda enerji dönüşümleri” ünitesinde, enerji çeşitleri, enerji dönüşümleri, enerji akışı ve madde döngüsü ile ilişkili kazanımlar içerisinde bu kavrama değinilmektedir. Kimya Öğretim Programında ise 10. sınıf “Kimyasal türler arası etkileşim” ünitesinde, kimyasal tepkimelerde enerji ile bağlantılı kazanımlar yer almaktadır (MEB, 2014a; 2014b; 2014c).

Üniversite düzeyinde enerji kavramı ile ilişkili dersler ve konular incelendiğinde, 1. sınıfta Genel Fizik, Genel Kimya, Genel Biyoloji ve Çevre eğitimi veya Ekoloji gibi temel dersler içerisinde yer almaktadır. Genel Fizik dersinde “İş ve enerji” ünitesinde, Genel Kimya dersinde “Kimyasal reaksiyonlar” ünitesinde, Genel Biyolojide “Metabolizma” ünitesinde, Çevre eğitimi veya Ekoloji dersinde ise “Besin zinciri ve enerji akışı” ünitesinde ağırlıklı olarak enerji kavramına yönelik kazanımlar bulunmaktadır (Töman, 2011).

Enerji kavramına yönelik diğer ülkelerdeki öğretim programlarını incelediğimizde de, benzer şekilde bu kavram ilkokuldan üniversiteye kadar her kademedeki fen ile ilgili derslerde işlenmektedir. Örneğin, Amerikan Ulusal Fen Eğitim Standartlarına göre

anaokulundan 4. sınıfa kadar olan öğrencilere ısı, elektrik ve manyetizma konuları tanıtılmaktadır. Ancak bu konularda enerji kavramına vurgu yapılmamaktadır. Devamında ise 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine, ısı, ışık, elektrik, mekanik, hareket, ses, nükleer ve kimyasal enerji gibi enerji formları, aralarındaki ilişki ve birbirlerine dönüşümü gibi olaylar öğretilmektedir. Ayrıca 9., 10., 11. ve 12. sınıf öğretim programlarında, enerji korunumu, enerji dönüşümleri, enerji kaybı ve enerji aktarımı konularına vurgu yapılmaktadır. Bir başka örnek olarak, Kanada da ise fen öğretim programında 4. sınıftan 6. sınıfa kadar enerji kavramı elektrik, ışık, ısı, ses, hareket ve manyetizma konuları içerisinde birbirleri ile ilişkileri verilerek ele alınmaktadır. Ayrıca 7., 8. ve 9. sınıfta enerji kaynaklarına ve özelliklerine, enerji aktarım ve dönüşüm olaylarına değinilerek enerji kavramının özelliklerine vurgu yapılmaktadır. Son olarak ise 10. sınıftan 12. sınıfa kadar öğrencilere momentum ve enerjinin korunum yasaları öğretilmekte ve sistem içerisindeki etkileşimleri tartışılmaktadır (Liu ve Tang, 2004).

Görüldüğü üzere, ilkokuldan üniversiteye kadar enerji konusunun öğretiminde disiplinler arası entegrasyonun sağlanamadığı, her bir alanda ayrı bir konu olarak yer aldığı ve bir bütünlük içinde verilmediği görülmektedir. Ayrıca programlarda ağırlıklı olarak enerji kavramı genellikle fizik öğrenme alanı ile ilişkili bir şekilde yer almaktadır (Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006; Töman, 2011). Yapılan çalışmalarda da bu durum gözler önüne serilmektedir. Örneğin, Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak (2006) yapmış oldukları bir çalışmada, öğrencilerin enerji kavramı ile ilişkili olayları genelde fizikteki enerji kavramı ile ilişkilendirdiklerini belirtmektedirler. Benzer şekilde Chabalengula ve diğerleri (2011), öğrencilere enerji hakkında sorular yönelttiklerinde, öğrencilerin bütün cevaplarında fiziksel enerjiden bahsettiklerini, biyoloji bağlamında enerjiye hiç değinmediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğretim programlarında enerji kavramının enerji formları, enerji kaynakları, enerji transferi, enerji dönüşümü özelliklerine yer verilip verilmediğini incelediğimizde, bu özellikler arasında bir bağlantının kurulmadığı görülmektedir. Enerji kavramı ile öğrenciler ilk olarak ilkokul ve ortaokul düzeylerinde karşılaştıklarından, bu kavramın özellikleri ile bir bütün olarak öğrenmeleri önemlidir. Bu doğrultuda bu sınıflara ait Fen Bilimleri ders kitapları incelendiğinde, enerji kavramına yönelik ele alınan özellikler Tablo 2.2’de verilmektedir.

Tablo 2.2

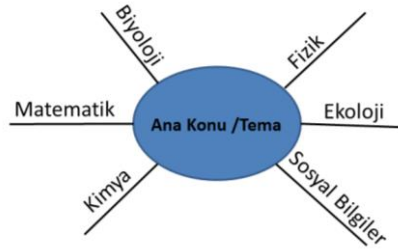
Fen Bilimleri Dersi 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıf Kitaplarında Enerji Kavramının Özellikleri

Sınıf	Enerji Formları			Enerji Kaynakları			Enerji Transferi			Enerji Dönüşümü		
	Fiz	Kim	Biy	Fiz	Kim	Biy	Fiz	Kim	Biy	Fiz	Kim	Biy
3	x			x	x	x				x		
4	x			x		x	x			x		
5	x			x		x	x			x		
6	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x			x		x	x		x	x		x
8	x			x		x	x	x	x	x	x	x

Bu bağlamda, enerji kavramının form, kaynak, aktarım ve dönüşüm gibi özelliklerinin fizik alanı ağırlıklı olarak verildiği, kimya ve biyoloji alanlarına çok fazla vurgu yapılmadığı görülmektedir. Böylece enerji kavramına ilişkin özelliklerin Fen Bilimleri Öğretim Programlarında tam olarak yansıtılmadığı ve aralarında ilişkiler kurularak öğretimde yer almadığı söylenebilir. Özellikle fizik alanında enerji kavramının tüm özellikleri programda yer almaktadır. Biyoloji alanında ise enerji formlarına hiç değinilmemiş, enerji transferi ve dönüşümünde üst kademedeki programlarda bahsedilmiştir. Buna karşılık programda kimya alanında enerji kavramının özellikleri yetersiz seviyede bulunmaktadır. Bu doğrultuda öğretim uygulamalarında enerji konusuna ilişkin bir bütünlüğün sağlandığı farklı disiplinlere ait enerjinin özellikleri arasında ilişkilerin ve bağlantıların kurulması açısından disiplinler arası öğretim uygulamaları önem kazanmaktadır (Aydın ve Balım, 2005; Lancor, 2014a; Opitz, 2016).

2.4. Disiplinler Arası Öğretim

Disiplinler arası öğretim, belirli bir konu alanı (matematik, fen, tarih gibi) çerçevesinde yapılan öğretimdir (Yıldırım, 1996). Erickson (1995) ise disiplinler arası öğretimi “bir kavramın farklı disiplinlerdeki kavramsal bütünleşmesidir” şeklinde tanımlamaktadır. Bununla ilgili örnek bir model Şekil 2.3’te verilmektedir.



Şekil 2.3. Disiplinler arası öğretime ilişkin örnek bir model

Disiplinler arası öğretim yaklaşımında merkezde bir tema, konu ya da kavram vardır. Bu konu ya da kavram değişik disiplinlerle ilişkilendirilerek öğretilmeye çalışılır. Ancak bu yaklaşım bir ders saati içerisinde biraz Tarih, biraz Coğrafya, biraz Matematik ya da Müzik işlemek olarak algılanmamalıdır (Yıldırım, 1996). Çünkü bu yaklaşımda amaç, disiplin perspektiflerini bir araya getirmek, hedef, tema, konu ve problemlerin araştırılmasına odaklanmaktır. Böyle bir öğretim yaklaşımının sonunda öğrenciler, değişik bakış açılarıyla farklı disiplinler arasında daha derin ilişki kurmayı öğrenerek, olaylar, olgular, kavramlar ve fikirler arası ilişkileri daha açık olarak öğrenirler ve bunlar üzerine yeni ve farklı bilgileri daha kolay yapılandırırılar (McDonald ve Czerniak, 1994).

Ayrıca disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı uygulamalar öğrencilerin gerçek yaşamla ilgili durumları anlamalarını ve bu durumların büyük bir resmini görmelerini sağlamakta (Drake ve Burns, 2004), okula ilgisini ve öğrenmeye katılımını arttırmakta (Suraco, 2006), derse ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını arttırmakta (Guercio, 1998), uzun süreli öğrenmelerini gerçekleştirmekte (McDonald ve Czerniak, 1994), yeni bakış açıları kazanmalarını, farklı disiplinlere ait fikirler arasındaki ilişkileri sentez etmelerini, eleştirel ve üst düzey düşüncelerini sağlamakta (Drake ve Burns, 2004) ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilemektedir (White ve Carpenter, 2008).

2.4.1. Disiplinler Arası Yaklaşımın Kuramsal Dayanağı

Disiplinler arası yaklaşımın temellerinin, Dewey'in ilerlemeci eğitim felsefesine dayanan "öğrenmede yaratıcılık ve deneyime odaklanan çocuk merkezli yaklaşımı", Piaget'in bireyin kendi tecrübesiyle kendi bilgisini oluşturmasına dayanan "yapılandırmacılık teorisi", Gardner'in "çoklu zekâ kuramı" ve "beyin temelli öğrenme kuramı" ile ilişkilendirildiği ve benzerlikler gösterdiği söylenebilir (Head, 1977).

Dewey'in çocuk merkezli öğrenme yaklaşımını incelediğimizde, bu yaklaşımın bireysel ihtiyaçlara ve etkinliklere önem verdiği görülmektedir. Dewey, bu yaklaşımda okulu bir parça olarak görmek yerine gerçek yaşamla bütünleştirerek çocukların deneyimlerinin daha anlamlı olabileceğini savunmaktadır (McKenna, 2007). Ayrıca Dewey, okul dışındaki yaşam ile bireyin yaşantılarını ilişkilendirerek bireyi yaşama hazırlayan okul modellerini önermektedir (Diker, 2003). Bu bağlamda, okul yaşantısı ve günlük yaşantıyı birleştirmeyi hedef alan bu yaklaşım disiplinler arası yaklaşımla benzerlik göstermektedir.

Piaget'in yapılandırmacılık teorisine göre bireyin anlayarak bilgiyi oluşturabilmesi için ön bilgileriyle yaşantısı sonucu edindiği bilgileri ilişkilendirmesi gerekmektedir. Birey, ön bilgilerini var olan duruma entegre edebilmeli, ön bilgiler ile yeni bilgiler arasında ilişki kurabilmeli, böylece kendi bilgisini oluşturmalıdır. Piaget'e göre, beyinde yer alan ve bilginin işlenmesini sağlayan birbirine bağlı parçalardan oluşan "şemalar" bulunmaktadır. Çocuk ve çevresi arasında kurulan ilişkiler sonucu, özümseme ve uyumsama yöntemleri ile şemalarda ilişkiler kurularak bilişsel gelişim sağlanmaktadır. Özümseme ile yeni bilgi, bireyin var olan bilişsel şeması ile ilişkilendirilerek var olan şemalarda uygun olan yere yerleştirilmektedir. Uyumsama da ise, yaşantı sonucu edinilen yeni bilgi ile var olan şemalar arasında herhangi bir ilişki kurulamadığında, o bilgiyi içeren yeni bir bilişsel şema oluşturulmaktadır. Uyumsama ve özümseme ile denge sağlandığında, bireyin yaşantısı sonucu edindiği tecrübe ve eski bilgileri arasında bağ kurularak bilişsel gelişim gerçekleşmektedir. Diğer bir deyişle, birey edindiği bilgiyi zihninde anlamlandırmaya çalışıp zihninde yapılandırdığı şekliyle bilgiyi kendisine mal etmektedir. Benzer bir şekilde, disiplinler arası yaklaşımda da öğrencilere yeni şemalar kazandıran ya da oluşan şemaları yeniden yorumlamalarını sağlayan öğrenme yaşantıları önemlidir (Roberts ve Kellough, 2000). Dolayısıyla, disiplinler arası yaklaşım, zihinde bilgiler arasında ilişki kurulmasına önem veren yapılandırmacı yaklaşımın bilgi edinme süreciyle benzerlik göstermektedir.

İnsan zekâsını tanımlayan Gardner'ın çoklu zekâ kuramına göre, insanlar farklı tip zekâlara sahiptir. Örneğin bazı insanların matematiksel zekâsı daha iyi olurken bazı insanların dilsel zekâsı daha baskın olabilmektedir. Gardner'a göre insan zekâsı bir sayıyla ölçülmemektedir ve var olan ölçme araçlarıyla belirlenemeyen insan zekâsını göstermek için birçok yol bulunmaktadır (Soccodato, 2007). Gardner'in "Çoklu Zekâ" kuramı, sınıfta disiplinler arası yaklaşıma göre derslerin yapılmasına temel

oluşturabilmektedir. Çoklu zekâ kuramında bireyin sahip olduğu zekâ tipini ortaya çıkarmak ve ona uygun eğitim vermek önemlidir. Örneğin, sanatsal zekâsı baskın öğrencilerin olduğu bir sınıfta, öğretmen diğer disiplinlere ait kavram ve becerileri öğretirken öğrencilerin daha iyi kavramalarına fırsat vermek için konuları sanatla ilişkilendirebilir. Böylece sanatsal zekâyâ sahip olan öğrenciler, sanatla birleştirilen diğer disiplinlerin bilgi ve becerilerini daha iyi anlama fırsatı yakalayabilir (Coşkun, 2009).

Disiplinler arası yaklaşımın ilkeleri, beyin temelli öğrenme kuramına da dayanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, beynin daha iyi öğrenme için örüntü ve ilişkiler aradığı ortaya çıkmıştır. Bilgi, kişiye özgü anlam yüklenerek ve diğer bilgilerle ilişkiler kurularak saklandığında daha hızlı öğrenme gerçekleşmekte ve daha uzun süre hafızada tutulabilmektedir (Ellis ve Fouts, 2001). Beyinde bilgilerin birleştirilmesi, bağıntı ve ilişkilerin kurulması açısından bakıldığında, beyin temelli öğrenme, kavramlar arasında ilişkilerin kurulmasına önem veren disiplinler arası yaklaşımla benzerlik göstermektedir. Bu nedenle, beyin temelli öğrenme disiplinler arası yaklaşımın ilkelerine temel olabilmektedir (Coşkun, 2009).

Genel olarak bakıldığında disiplinler arası yaklaşımın kuramsal temelleri yapılandırmacılık teorisine, çoklu zekâ kuramına ve beyin temelli öğrenmeye dayandığı söylenebilir.

2.4.2. Disiplinler Arası Yaklaşımı Etkileyen Felsefe ve Eğitim Felsefeleri

Disiplinler arası yaklaşımı etkileyen felsefelerden biri varoluşçu felsefedir. Bu felsefeye göre, bireyin deneyim ve tercihleri yaşamını şekillendirmede önemlidir. Varoluşçu felsefe, bireyin doğru olanı seçmek için gerekli kriterleri belirlemesine ve doğruyu kendisinin seçmesine fırsat vermektedir (Ornstein ve Hunkins, 2004). Bireyler için, ilerlemek istedikleri bilgiyi seçebilme fırsatı veren ortamlar oluşturulmasını desteklemektedir. Sarı ve Önkal (2007)'a göre, varoluşçuluktan yani insanı özgür bireyler yapan bu felsefi yaklaşımdan uzak olan eğitim anlayışında bireyler sorgulamaktan ve yaratıcı düşünmekten uzakta olan, ezber ve tekrar yapan aktörlerdir. Varoluşçu felsefeye, bireye özgür iradesiyle seçim yapma, eleştirel düşünme ve yaşamına yön verebilme imkânı sağlaması açısından bakıldığında disiplinler arası yaklaşıma destek veren bir felsefe olduğu söylenebilir.

Disiplinler arası yaklaşımın etkilendiği en önemli “eğitim felsefelerinden” biri de “ilerlemecilik”tir. Öğrenmenin birleştirilmesi ve disiplinler arası yaklaşıma uygun program oluşturulması ilerlemeci eğitim felsefesinin bir parçasıdır (Ellis ve Fouts, 2001). Varoluşçu felsefeden gelişen ilerlemeci eğitim felsefesi eğitim ve sosyal açıdan yenilikleri temsil etmektedir. İlerlemeci düşünce, bireyin değişen dünyaya uyum sağlayabilmesi için öğrenmenin; problem çözme yöntemlerini, deneyimi ve işbirlikçi öğrenmeyi destekleyen yaşantıları, içermesini öngörür. Eğitim öğrenci merkezli, öğretmen ise rehber olmalıdır. İlerlemeci eğitim felsefesinin desteklediği bu düşünceler, disiplinler arası yaklaşımın prensipleri ile örtüştüğünden disiplinler arası yaklaşımın dayanağını oluşturabilmektedir (Yarımca, 2010).

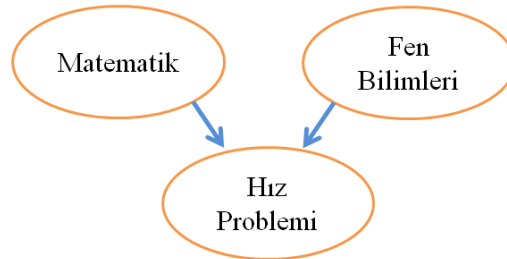
2.4.3. Disiplinleri Birleştirme Yöntemleri

Disiplinleri arası yaklaşımda amaç, merkezde bulunan bir tema, konu ya da kavramı disiplin odağında bir araya getirerek birbirleri arasında bağlantı kurarak bütüncül bir bakış açısı ile öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamaktır. Bu durumun sağlanmasında ise farklı yöntemler kullanılabilir. Bu doğrultuda araştırmacılar disiplin birleştirme yöntemi olarak çeşitli seçenekler sunmuşlardır (Choi ve Park, 2006; Jacobs, 1989; Kezar ve Elrod, 2012). Jacobs (1989) disiplin birleştirme yöntemi olarak “paralel disiplinler, çoklu disiplinler, disiplinler arası, bütünleştirilmiş ve tamamlanmış entegrasyon” olmak üzere beş seçenek sunmuştur. Choi ve Park (2006), Kezar ve Elrod (2012) çok disiplinli (Multidisciplinary), disiplinler arası (Interdisciplinary) ve disiplinler üstü (Transdisciplinary) disiplin birleştirme yöntemlerini tanımlamışlardır. Bu disiplinleri birleştirme yöntemlerine ilişkin ayrıntılı açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Paralel Disiplinler (Parallel disciplines): İki farklı öğretmen, eş zamanlı olarak aynı genel konu ya da kavram dâhilinde fikir birliği oluşturarak koordineli çalışmaktadır. Ancak öğretmenler birlikte çalışmalarına rağmen, kendi disiplinlerinin bilgi ve becerilerine odaklanmaktadırlar. Disiplinler arası ilişkinin kurulması öğrenciye bağlıdır ve öğretmenler ilişkiyi açık olarak söylememektedir. Örneğin, Fen Bilimleri dersinde karışımlar konusunda oran orantıdan bahsedilmesi ve matematik dersinde de oran orantı konusunun ele alınması aynı zamanda gerçekleştirilmektedir.

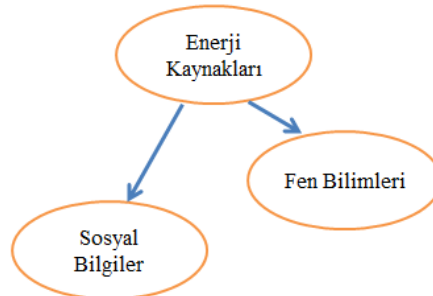
Çoklu Disiplinler (Multidisciplinary): Bu yöntemde ilk olarak disiplinlere ağırlık verilmektedir. İlgili temanın işlenmesinde disiplinler arasında bağlantı

kurulmamakta, tek bir disiplin kapsamında ele alınmaktadır. Özellikle farklı disiplinlerdeki öğretmenler ortak bir tema etrafında birleşseler de öğretimi ayrı ayrı gerçekleştirmektedirler. Örneğin, hız problemleri, matematik ve fen bilimleri dersinde ayrı ayrı işlenmekte ve aralarında ya da diğer disiplinlerle bir bağlantı ve ilişkilendirme yapılmamaktadır. Şekil 2.4, hız problemleri konusunun matematik ve fen bilimleri dersinde bağlantı kurulmadan işlendiğini ifade etmektedir.



Şekil 2.4. Çoklu disiplinler modeli

Zıt Disiplinler (Crossdisciplinary): Bir disiplindeki tema veya kavramın bir başka disiplinin penceresinden bakılarak işlenmesidir. Zıt disiplinler ortak becerileri vurgulamasına rağmen bir disiplin daha baskındır. Örneğin, fen bilimleri dersinde enerji kaynakları konusunda enerjinin nasıl üretildiği elektrik enerjisi ile ilişkilendirilerek ele alınmaktadır. Ayrıca bu konu sosyal bilgiler dersinde de doğal kaynaklar konusu içerisinde bu kaynakların türü, yapısı işlenmektedir. Bu yöntem ile enerji kaynaklarının öğretimi beraber yapılırken fen bilimleri dersinin bilgi ve becerileri, sosyal bilgiler dersinin bilgi ve becerilerine göre daha baskın durumdadır. Şekil 2.5, zıt disiplinler olarak bir örnek olan enerji kaynakları konusunu modellemektedir.



Şekil 2.5. Zıt disiplinler modeli

Geçişli Disiplinler (Transdisciplinary): Bu yöntemde, programlar öğrencilerin soru, ilgi ve endişelerine göre planlanmaktadır. Ayrıca gerçek yaşam durumlarına vurgu yapılmaktadır. Disiplinler gerçek yaşam durumları doğrultusunda birbirleri ile

ilişkilendirilerek disiplinler arası bağlantılar kurulmakta ve geçişler yapılmaktadır. Örneğin, “Matematiğin günlük hayattaki önemi nedir?” sorusuna yönelik günlük hayatta karşımıza çıkabilecek durumları ilgili disiplinlerle bağdaştırarak ortak bir tema oluşturulabilir. Bu temada çeşitli disiplinlerde kullanılan matematik ile ilgili konular günlük hayatla ilişkilendirilerek öğretim gerçekleştirilmektedir. Böylece öğrencilerin bu soruya ilişkin ilgileri çeşitli disiplinlerin birbirleri ve günlük hayatla ilişkilendirilmesi ile çözüme kavuşmaktadır.

Çok Katımlı Disiplinler (Pluridisciplinary): Bu yöntem, bir problemle başlayarak o problemle ilgili disiplinleri birleştirmektedir. İletişimin çeşitli disiplinler arasında yer aldığı öne süren bu yöntemde disiplinler arasındaki bağlantı zıt disiplinlerdeki bağlantıdan daha azdır. Matematik ve fizik gibi disiplinlerin birlikte çalışması bu modele örnek olarak gösterilebilir. Örneğin, basınç konusunun işlenirken basıncı ölçülecek maddenin hangi halde olduğunu belirlemek için fizik dersindeki basınç formülleri kullanılmakta ve matematiksel beceri gerektiren hesaplar yapılmaktadır. Şekil 2.6, çok katımlı disiplinler modelinde, matematik, fizik ve kimya disiplinleri arasında nasıl etkileşim kurulduğunu modellemektedir.

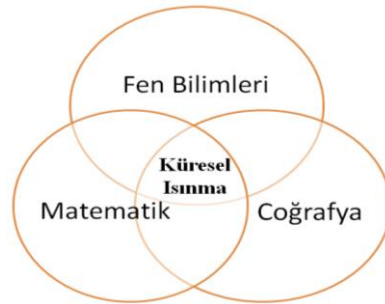


Şekil 2.6. Çok katımlı disiplinler modeli

Bütünleşmiş disiplinler (Integrated Discipline): Bu birleştirme yönteminde, küresel bir konu etrafında onu oluşturan disiplinler ilişkilendirilmektedir. Bu yöntemde, bir disiplin başka bir disiplinin konu alanı içinde incelenmektedir. Ancak konuyu işlerken onu oluşturan alt disiplinleri belirlemek zordur. Örneğin; matematik, fizik dersi içerisinde ele alınmasına rağmen, fizik dersinin içerisinde matematik ayrı bir şekilde yer almamaktadır.

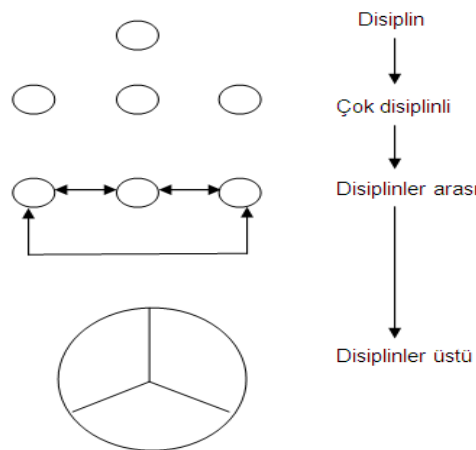
Disiplinler Arası (Interdisciplinary): Bir temanın veya kavramın öğretimi için birden fazla disiplinin bilgi ve becerisi bir araya gelmektedir. Bu yöntemde farklı disiplinler merkezde yer alan ortak bir temanın veya kavramın öğretilmesi için birleşmektedir. Ancak bu yöntemde disiplinler ayırt edilmesine rağmen, disiplinler ön planda değildir. Örneğin “küresel ısınma” teması işlenirken, coğrafya dersindeki

yeryüzü şekilleri ve iklim konusu ile fen bilimleri dersindeki erime ve ısınma konularının bilgi ve becerileri birleştirilerek disiplinler arası bir öğretim gerçekleştirilebilir. Şekil 2.7, disiplinler arası bir örnek olan küresel ısınma temasını modellemektedir.



Şekil 2.7. Disiplinler arası model

Disiplinleri birleştirme yöntemleri farklı bir şekilde birbirlerinden ayrılıyor gibi gözükse de, bütün yöntemler temel olarak iki ya da daha fazla temayı, konuyu veya kavramı bir araya getirmekte ve bir çatı altında toplamaktadır. Ancak disiplinleri birleştirme yöntemlerindeki asıl ayırım konu alanlarının birleştirilme ya da ayrılma derecesidir. Ayrıca tüm disiplinleri birleştirme modelleri incelendiğinde, bütün yöntemlerin bir temayı öğretmek için disiplinler arası ilişkilerin kurulduğu, bireye farklı disiplinlerin bilgi ve becerilerini birleştirme fırsatı verildiği ve bu yönde öğretimlerin gerçekleştirildiği görülmektedir (Coşkun, 2009). Bununla ilgili Piaget (1972) disiplinleri birleştirme yöntemlerine ilişkin görüşleri görselleştirir nitelikte disiplinler arası bir model geliştirmiştir. Bu model Şekil 2.8’de gösterilmektedir.



Şekil 2.8. Piaget (1972)'in disiplinler arası modeli

Piaget'in modeline bakıldığında, disiplinler arasındaki ilişkilendirmeler görülmektedir.

Bu aşamalı gösterimi, bilgi ve becerilerin zihinde yapılandırılmasının görsel bir ifadesi olarak da düşünülebilir. Frodeman, Klein ve Pacheco (2010) da, bu gösterimi beceri açısından inceleyerek detaylandırmış ve farklı disiplinleri bir araya getiren yöntemleri belirterek her birinde işe koşulması gereken becerileri sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırma Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3

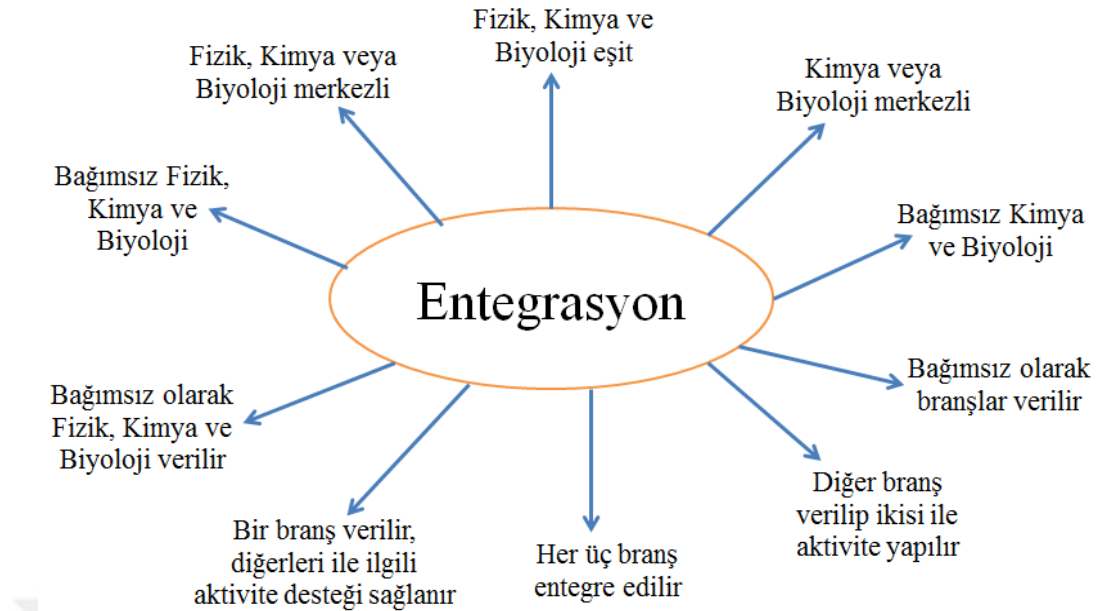
Disiplinleri Birleştirme Yöntemlerine İlişkin Becerilerin Sınıflandırılması

Çok Disiplinli (Multidisciplinary)	Disiplinler Arası (Interdisciplinary)	Disiplinler Üstü (Transdisciplinary)
➤ Yan yana koymak	➤ Entegre	➤ Ötesine geçmek
➤ Art arda sıralamak	➤ etmek/bütünleştirmek	➤ Sınırları aşmak
➤ Düzenlemek	➤ Karşılaştırmak	➤ Dönüştürmek/değiştirmek
	➤ Bağlantı kurmak	
	➤ Odaklanmak	

Tablo 2.3'te görüldüğü üzere, disiplinleri birleştirmede bazı becerilerin yerine getirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Özellikle disiplinler arasına ilişkin belirtilen becerilerin, enerji kavramı gibi merkez bir kavramı fizik, kimya ve biyoloji disiplinlerinde ilişkilendirmelerin yapılmasını olanak kılacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda çalışmada enerji kavramının öğretiminde, disiplinleri bütünleştirmek, birbiri içerisine entegre etmek, kavramları karşılaştırmak, bağlantı kurmak ve bir kavrama odaklanmak amacıyla disiplinler arası öğretim yaklaşımı tercih edilmiştir.

2.4.4. Fen Eğitiminde Disiplinler Arası Öğretim

Fen eğitiminde konu ve kavramlar, doğası gereği diğer birçok disiplinle ilişkilidir. Bu nedenle, fen konuları hem kendi içerisinde (fizik, kimya biyoloji vb.) hem de diğer disiplinlerle entegre bir şekilde verilmelidir. Böylece fen ile ilgili bir tema, konu veya kavramın birden fazla disiplin içerisinde bir bütün olarak kavramsal bütünleşmesi gerçekleştirilmiş olacaktır. Bununla ilgili Gürdal, Şahin ve Bayram (1999) fen eğitiminde fizik, kimya ve biyolojinin entegrasyonunun nasıl olması gerektiği ve neden önemli olduğuna ilişkin açıklamalar yapmışlardır.



Şekil 2.9. Fen eğitiminde entegrasyon

Gürdal, Şahin ve Bayram (1999)'a göre fen eğitimi içerisinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik kavramlar bulunmaktadır. Bu kavramlar da birbirleri ile ilişki içerisindeyler. Bu ilişkileri kurmak, anlamlı öğrenme sağlamak ve ilişkileri öğrencilere göstermek için ise entegrasyon gereklidir. Aynı zamanda fen eğitiminde entegrasyon fen bilimlerindeki olayları bir bütün içinde açıklamayı kolaylaştırır ve öğrenmeyi olumlu yönde etkilemektedir.

Özellikle disiplinler arası bir konu olan enerji eğitiminde fizik, kimya ve biyoloji disiplinleri arasında bir entegrasyon kurmak, yani disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı uygulamalarla dersleri yürütmek, öğrencilerin bu kavramı zihinlerinde yapılandırmalarını ve anlamalarını sağlayarak, günlük hayata yansıtılabilmeleri ve enerjiyle ilişkili konuları açıklayabilmeleri açısından önemlidir (Akpınar ve Ergin, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Lancor, 2014b; Opitz, 2016). Bu bağlamda enerji eğitiminde disiplinler arası öğretim yaklaşımı ilkelerine göre etkinliklerin tasarlanması önemlidir (Chen, Huang ve Liu, 2013; Osbaldiston ve Schmitz, 2011; Rizaki ve Kokkotas, 2013). Bu amaçla disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı etkinliklerin geliştirilmesinde Roberts ve Kellough (2000) tarafından yedi basamak önerilmektedir. Bunlar;

1) Konu ya da temanın belirlenmesi: İlk aşamada genel bir konu, tema seçilir ve seçilen temaya isim verilir.

2) **Gözden geçirme:** Bu aşamada temanın amaçları, içeriği ve temada yer alan kavramlar belirlenmektedir. Seçilen tema ile ilgili tüm disiplinlerin ilişki kurulan konularına ait kazanımlar belirlenmektedir.

3) **Eğitim kaynaklarının belirlenmesi:** Seçilen temanın işlenmesine uygun eğitim kaynaklarının belirlendiği aşamadır.

4) **Temanın organize edilmesi:** Seçilen konu ya da temaların organize edildiği, gerekli soruların yazıldığı ve ilgili potansiyel etkinliklerin (resim yapma, deney yapma, gözlem, değerlendirme, dinleme vb.) belirlendiği aşamadır.

5) **Sınıf ortamının düzenlenmesi:** Bu basamakta öğrencilerin ilgisini çekebilecek, disiplinler arası öğretime uygun olan bir sınıf ortamı planlanıp düzenlenmektedir.

6) **Ünite finali, kapanış etkinliğinin belirlenmesi:** Grubun durumuna uygun kapanış etkinliği hazırlanabilir. Öğrencilerin ne öğrendiğini özetleyip diğer öğrencilerle paylaşması sağlanabilir. Bu sunumlar, görsel destekli olacak şekilde sözlü ya da yazılı olarak yapılabilir.

7) **Değerlendirmenin gerçekleştirilmesi:** Tanımlayıcı (diagnostic), biçimlendirici (formative) ve sonuç (summative) değerlendirmesi yapılabilir. Sürecin başında yapılan tanımlayıcı değerlendirmede öğrencilerin ne bildiği; biçimlendirici değerlendirmede süreçte ne yaptıkları; sonuç değerlendirmede ise ne öğrendikleri hakkında bilgi edinilmektedir.

Roberts ve Kellough (2000)'un önerdiği yedi basamak kullanılarak enerji kavramına yönelik disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı etkinliklerin geliştirilmesi ve bu etkinliklerin derslerde uygulanması, öğrencilerin akademik başarılarının artması, derse ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarının artması, konuları gündelik hayata yansıtabilmeleri, eleştirel ve üst düzey düşünebilmeleri ve kavrama ilişkin olayları açıklayabilmeleri açısından önemlidir.

2.5. Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, çalışma kapsamında ele alınan enerji kavramına yönelik alan yazında belirtilen çalışmaların özeti yer almaktadır. Bu bağlamda ilk olarak enerji kavramına

yönelik durum tespiti yapılan çalışmalar özetlenmiş, devamında ise bu kavramın öğretimine yönelik gerçekleştirilen araştırmalara ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

2.5.1. Enerji Kavramına Yönelik Durum Tespiti Yapılan Çalışmalar

Enerji kavramı ilkököl, ortaokul, lise ve üniversite olmak üzere tüm öğretim düzeylerindeki fen ile ilgili öğretim programlarında yer alan bir kavramdır. Bu kavramın öğrenciler tarafından bilişsel olarak anlamaları, zihinde yapılandırılmaları, diğer kavramlarla ilişki kurabilmeleri, çeşitli disiplinlerle ve günlük hayatla bağlantı kurabilmeleri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Yapılan çeşitli araştırmalarda *ilkokul ve ortaokul öğrencilerinin* (Boylan, 2008; Hermann-Abell ve DeBoer, 2011; Hırça, Çalık ve Akdeniz, 2008; Lay ve diğerleri, 2013; Lee ve Liu, 2010; Liu ve Tang, 2004; Neumann ve diğerleri, 2013; Opitz ve diğerleri, 2015; Opitz ve diğerleri, 2017; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2012; 2013; Ünal-Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007; Yılmaz, Yılmaz ve Dilber, 2014; Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009), *lise öğrencilerinin* (Dalaklıoğlu, Demirci ve Şekercioğlu, 2015; Güneş ve Taştan-Akdağ, 2016; Opitz, Blankenstein ve Harms, 2016; Yuenyong, Jones ve Yutakom, 2008), *üniversite öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının* (Benzer ve diğerleri, 2014a; Chabalengula ve diğerleri, 2011; Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006; Kurt, 2013; Lancor, 2014a; Lee, 2016; Park ve Liu, 2016; Sabo, Goodhew ve Robertson, 2016; Trumper, 1997) ve *öğretmenlerin* (Bezen, Bayrak ve Aykutlu, 2016; Kruger, 1990) enerji kavramına yönelik yeterli bilişsel düzeyde olmadıkları, bu kavramı anlamada zorluklar yaşadıkları ve enerji ile ilişkili çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu doğrultuda alan yazında yer alan enerji kavramına yönelik çalışmaların kısa bir özetine bu bölümde yer verilmiştir.

2.5.1.1. İlkokul ve Ortaokul Öğrencileri İle Gerçekleştirilen Çalışmalar

Liu ve Tang (2004) çalışmalarında, enerji kavramına yönelik kesitsel bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, 4., 8. ve 12. sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramına ilişkin gelişim aşamalarını ve sahip oldukları kavram yanılgılarını incelemişlerdir. Bu doğrultuda araştırmacılar yaklaşık 250 öğrenciye açık-uçlu sorulardan oluşan bir ölçek uygulamışlardır. Bu sorular, enerji kavramı ve enerjinin ilişkili olabileceği diğer kavramlar ile ilgilidir. Araştırma sonucunda, öğrencilerde hem

kavram yanlışları hem de bilimsel kavramlar aynı anda görülmüştür ve kavram yanlışlarının 4. sınıftan 12. sınıfa kadar sabit olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, fen öğretim programlarının öğrenme çıktılarının sınıf düzeylerine göre ilerleme ve gelişim gösterecek şekilde dizayn edilmesine rağmen, çalışmada yer alan öğrencilerin enerji kavramına yönelik ilerleme ve gelişimlerinin yeterli seviyede olmadığı tespit edilmiştir. Ek olarak araştırmacılar, enerji kavramının bir düzen içerisinde sıra ile ele alınarak, daha bütüncül ve çok yönlü yaklaşım içerisinde programlarda yer alması gerektiğini ve öğretim içerisinde buna dikkat edilmesi gerektiğini önermişlerdir.

Ünal-Çoban, Aktamış ve Ergin (2007) yapmış oldukları çalışmalarında, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin enerji kavramına yönelik görüşlerini incelemiştir. Araştırmacılar öğrencilerin bu kavramı günlük yaşamla ilişkilendirebilme ve doğru yapılandırabilme seviyelerini araştırmışlardır. Bu doğrultuda 30 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin enerji gibi önemli ve soyut bir konuyu zihinlerinde yapılandırmalarında eksiklikler ve alternatifler olduğunu belirtmişlerdir.

Boylan (2008) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, ilkökuller fen öğretim programının anahtar kavramları olan enerji, iklim değişikliği, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları konuları ile ilgili ilkökuller öğrencilerinin anlama düzeylerini incelemiştir. Bu doğrultuda, araştırmacı 132 ilkökuller öğrencisine iki şıklı ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir anket uygulamıştır. Araştırma sonucunda, ilkökuller öğrencilerinin enerji kavramı ve özellikleri ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları, enerji kavramını anlamada zorluklar yaşadıkları, enerji kaynaklarını yenilenebilir ve yenilenemeyen şeklinde ayırt edemedikleri görülmüştür.

Hırça, Çalık ve Akdeniz (2008) gerçekleştirmiş oldukları araştırmalarında, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin enerji kavramına yönelik anlamalarını ve yeni durumlar ile teorik bilgileri arasındaki bağlantıyı ne derece yapabildiklerini incelemiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar, 171 öğrenciye 18 çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir kavram testi uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, enerji kavramı ile ilgili çok sayıda ilişkili kavramlardan dolayı, öğrencilerin enerji kavramını kavramada zorluklar yaşadığı ve enerji kavramı yerine bu ilişkili kavramları açıklama eğiliminde oldukları görülmüştür.

Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez (2009) “İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Enerji ve Enerji İle İlgili Kavramları Algulamaları” isimli çalışmalarında, 6., 7. ve 8.

sınıf öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları zihinlerinde nasıl algıladıklarını ve bunların zaman içerisinde nasıl değiştiğini araştırmışlardır. Bu amaçla, ilköğretim ikinci kademedeki öğrenim gören toplam 120 öğrenciye dört açık uçlu sorudan oluşan bir anket uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin enerji, enerjinin kaynağı, enerjinin formu ve enerjinin transferi ilgili kavramları zihinlerinde yapılandırmalarında eksiklikler olduğu saptanmıştır.

Lee ve Liu (2010) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, ortaokul öğrencilerinin enerji kavramına yönelik öğrenmelerini incelemişlerdir. Bu amaçla araştırmacılar, 2688 ortaokul öğrencisine, enerji kavramı ve özellikleri ile ilgili 10 gerekçeli çoktan seçmeli soru yönelmişlerdir. Araştırma sonucunda, ortaokul öğrencilerinin, enerji formu, enerji kaynağı, enerji aktarımı, enerji kaybı ve enerji korunumu özelliklerinde öğrenme eksiklikleri yaşadıkları ve yapılandırmada sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir.

Herrmann-Abell ve DeBoer (2011) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, standart temelli değerlendirme maddeleri kullanarak ortaokul, lise ve üniversite öğrencilerinin enerji dönüşümünü, enerji aktarımı (transfer) ve enerji korunumu hakkındaki düşüncelerini ve anlamalarını incelemişlerdir. Bu amaçla araştırmacılar, bu kavramları içeren bir alan testini 9739 ortaokul, 5870 lise, 176 üniversite öğrencisine uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, her seviyedeki öğrencilerin, yani ortaokuldan üniversiteye kadar öğrenim gören öğrencilerin enerji aktarımı ve enerji korunumu konularında çeşitli kavram yanlışlarına ve enerjinin dönüşmeyeceği konusunda düşüncelere sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu sonucun ise öğrencilerin enerji formları hakkında bilgi eksikliğinden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir. Bu bağlamda, çalışma sonucunda da öğrencilerin enerji formuna yönelik bilgi düzeyleri ile enerji dönüşümüne ilişkin bilgi düzeyleri arasında pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Yılmaz, Yılmaz ve Dilber (2014) çalışmalarında, ortaokul öğrencilerinin enerji, enerji kaynakları, enerji formu ve bu kavramların nasıl değiştiği hakkındaki anlamalarını incelemişlerdir. Bu amaçla, dört açık uçlu sorudan oluşan bir anketi, yaşları 11-14 arasında değişen 60 öğrenciye uygulamışlardır. Toplanan verilerden elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin enerji, enerji kaynakları, enerji formu ve enerji transferi ile ilişkili kavramları yapılandırmada sorunlar yaşadıkları ve enerji kavramını doğru bir şekilde yapılandıramadıkları görülmüştür. Ayrıca, ortaokul öğrencilerinin enerji kavramına yönelik çok sayıda kavram yanlışlığına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Töman ve Odabaşı-Çimer (2012) “Enerji Dönüşümü Kavramının Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumunun Araştırılması” adlı çalışmalarında, ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji dönüşümü kavramını anlama düzeylerini ve mevcut kavram yanılgılarını incelemiştir. Bu amaçla araştırmacılar, ilköğretimden 35, ortaöğretimden 35 ve üniversiteden 25 öğrenci olmak üzere 95 öğrenciye kavramsal anlama testi uygulamışlar ve 15 öğrenciyle ise mülakatlar gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, enerji dönüşümü kavramıyla ilgili anlamaların farklı kategorilerde olduğu ve bu kavramın her üç öğrenim seviyesindeki öğrenciler tarafından yeterince anlaşılamadığı belirlenmiştir. Ayrıca, ilköğretim seviyesindeki öğrencilerin enerji dönüşümü kavramını günlük hayattaki kullanımı ile ilişkilendirdikleri, ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin ise açıklamalarında daha çok bilimsel tanım ve okul bilgisine bağlı kaldıkları tespit edilmiştir. Ek olarak, tüm öğrenim seviyelerinde bu kavramlarla ilgili kavram yanılgılarının olduğu ifade edilmiştir.

Töman ve Odabaşı-Çimer (2013) bir diğer çalışmalarında ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarını anlama düzeylerini ve mevcut kavram yanılgılarını incelemiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar, ilköğretimden 35, ortaöğretimden 35 ve üniversiteden 25 öğrenci olmak üzere 95 öğrenciye kavramsal anlama testi uygulamışlar ve 15 öğrenciyle ise mülakatlar gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarının her üç öğrenim seviyesindeki öğrenciler tarafından yeterince anlaşılamadığı görülmüştür. Ayrıca, ilköğretim seviyesinde bu kavramların günlük hayatta kullanımı ile ilgili anlamı, ortaöğretim ve üniversite seviyelerinde ise daha çok bilimsel tanım ve okul bilgisi ön plana çıkmıştır. Ek olarak, tüm öğrenim seviyelerinde bu kavramlarla ilgili kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Neumann, Viering, Boone ve Fischer (2013) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, enerji kavramına ilişkin öğrencilerin gelişim aşamalarını incelemiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar, formlar ve kaynaklar, aktarım ve dönüşüm, enerji kaybı ve enerji korunum kavramlarını içeren çoktan seçmeli bir testi 6., 8. ve 10. sınıfta öğrenim gören 1856 öğrenciye uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, enerji formları ve enerji kaynaklarının anlaşılmasının en fazla 6. sınıf öğrencileri tarafından sağlandığı, 8. sınıf öğrencilerinin de enerji transferi ve enerji dönüşümü kavramlarını anladıkları tespit edilmiştir. 10. sınıf öğrencilerinin ise sadece enerji korunum özelliğini derinlemesine

anladıkları görülmüştür. Ayrıca, enerjinin bu dört özelliğine ilişkin seviyeler arasında farklılaşmaların olduğu ve öğrencilerin anlamalarında eksiklikler olduğu belirlenmiştir.

Lay, Khoo, Treagust ve Chandrasegaran (2013) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, 8. sınıf öğrencilerinin enerji ile ilgili bilgi ve tutumlarının enerji ile ilişkili davranışlarına katkısını incelemiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar, 276 öğrenciye “Enerji Okuryazarlık Anketi” uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin enerji okuryazarlık seviyelerinin düşük olduğu ve uygulanan öğretim programının öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerini enerji ile ilişkilendirmelerini sağlasa bile, bu durumu karşılamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, öğretim programlarında enerji ile ilgili içeriklerin olmasının yanında, bağlam temelli öğretim programlarının gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Ek olarak öğretim programlarında enerji ile ilişkili bilgilerin uygulamalarına, karar verme becerilerine yönelik uygulamalara, etik ve ahlaki boyutlara, enerji kaynaklarının gelişimi ve tüketimine yönelik kişisel sorumluluklarına yönelik konulara da yer verilmesini belirtmektedirler.

Opitz, Harms, Neumann, Kowalzik ve Frank (2015) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, ilkökul ve ortaokul öğrencilerinin biyoloji alanındaki enerji kavramını anlamalarındaki gelişimlerini araştırmışlardır. Araştırma nicel kesitsel bir çalışmadır ve araştırmada 3-6 sınıflara (n=540) yönelik karışık çoktan seçmeli maddeler kullanılmıştır. Araştırmacılar öğrencilerin enerji kavramlarını enerji formu ve kaynağı, enerji aktarımı ve dönüşümü, enerji kaybı ve enerji korunumu özelliklerine göre incelemiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin enerji kavram puanlarının 3. sınıftan 6. sınıfa kadar önemli ölçüde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin enerji formlarındaki madde puanlarının artmasıyla kavramın dört özelliğinin anlaşılmasında ilerleme gösterdikleri görülmüştür. Ek olarak araştırmacılar, öğrencilerin entegre bir enerji anlayışına sahip olmadıklarını belirtmişler ve genç öğrencilere enerji öğretmek için daha açık bir yaklaşım gerekliliğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde araştırmacılar, her bir fen disiplininde ilişkili içerikler arasında enerji öğrenimi için daha fazla disiplinler arası bağlantıların olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Opitz, Neumann, Bernholt ve Harms (2017) çalışmalarında, fizik, kimya ve biyolojideki enerjinin ortaokul öğrencileri tarafından nasıl algılandığını ve nasıl anlaşıldığını incelemiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar, biyoloji, kimya ve fizik disiplinleri ile ilişkili enerji anlayışına yönelik sistematik karşılaştırmalı geçerli ve güvenilir bir araç geliştirmişlerdir. Çalışmada geliştirilen araç 752 öğrenciye (6., 8. ve 10. sınıf)

uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, biyoloji, kimya ve fizikte öğrencilerin enerji anlayışlarında benzer gelişim aşamalar görülmüştür. Ancak enerji formu, transferi, kaybı ve korunumu gibi enerjinin dört özelliğine göre disipline özgü farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin enerji anlayışları puanlarının üç disiplin arasında ilişkili olduğu ve akademik başarı ile enerji test puanları arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

2.5.1.2. Lise Öğrencileri İle Gerçekleştirilen Çalışmalar

Yuenyong, Jones ve Yutakom (2008) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, lise 9. sınıf öğrencilerinin teknolojik ve sosyal konular ile ilişkili enerji hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Çalışmada üç amaç üzerine odaklanılmıştır. Bunlar; (a) teknolojik ve toplumsal boyutların enerji üzerindeki etkileri (b) teknoloji, toplum ve enerji ilişkileri (c) enerji tüketimine öğrencilerin tutumlarının ve değerlerinin etkisi. Bu doğrultuda araştırmacılar, 9. sınıfta öğrenim gören 30 öğrenciye çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir test uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin büyük çoğunluğu enerji ve toplum arasındaki ilişkiyi açıklayamadıkları ve bu konuda bir görüş belirtmedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin enerji konusuna ilişkin yeterli bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir.

Dalaklıoğlu, Demirci ve Şekercioğlu (2015) lise öğrencileri ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, fizikteki enerji kavramına yönelik öğrencilerin kavram yanılgılarını ve bu konuya ilişkin zorluklarını incelemiştir. Bu amaçla, araştırmacılar enerji kavramı ile ilgili 21 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir testi 284 lise 11. sınıf öğrencisine uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin enerji kavramı hakkında çeşitli kavram yanılgısına sahip oldukları ve kavramlar arasında ilişki kurmada ve uygulamada zorluklar ve problemler yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Opitz, Blankenstein ve Harms (2016) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, öğrencilerin biyolojik bağlamda enerji ile ilgili kavramlarını incelemiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar, 5., 7., 9. ve 11. sınıflarda öğrenim gören 30 öğrenci ile görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Bu görüşmelerde öğrencilerin, enerji ile ilgili (1) formlar ve kaynaklar (2) aktarım ve dönüşüm (3) kayıp (4) korunum özellikleri hakkındaki görüşleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin enerjinin bu özelliklerine yönelik çeşitli kavram yanılgılarına sahip

oldukları görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin enerji ile ilgili kavramlarının biyoloji disiplinine özgü olduğu ve açıklamaları biyoloji kavramları ile bağdaştırıldığı, yani enerji ile ilgili anlayışlarının bir disipline dayandığı tespit edilmiştir.

Güneş ve Taştan-Akdağ (2016) “Fen Lisesi Öğrencilerinin Enerji Konusundaki Algıları ve Disiplinlerarası İlişkilendirme Düzeylerinin Belirlenmesi” adlı çalışmalarında, lise öğrencilerinin enerji konusu ile ilgili algılamaları, disiplinler arası ilişkilendirme ve bilgiyi kullanmalarına yönelik durumlarını incelemişlerdir. Bu doğrultuda araştırmacılar, fen lisesinde öğrenim gören 40 öğrenciye açık uçlu yarı yapılandırılmış sorular yönelmişlerdir. Çalışma sonunda, öğrencilerin kavramsal algılama, enerjinin tanımı, dönüşümü ve disiplinler arası bilgi transferini beklenen düzeyde yapamadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, enerji konusunun Fizik, Kimya ve Biyoloji disiplinlerinin ortak konusu olarak öğretilmesinin yararlı olacağını vurgulamışlardır.

2.5.1.3. Üniversite Öğrencileri ve Öğretmen Adayları İle Gerçekleştirilen Çalışmalar

Trumper (1997) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının enerji kavramının anlaşılmasında ve gelecekte kendi öğrencilerine öğretebilmede yeterli seviyede olup olmadıklarını incelemiştir. Bu amaçla araştırmacı, iki aşamadan oluşan bir anket kullanmıştır. Anketin ilk aşamasında, öğretmen adayları enerji kelimesi ile ilişkili 3 kelime yazmakta ve bunlarla ilgili cümleler oluşturmaktadır. Ayrıca bu aşamada, katılımcılar enerji ile ilişkili 8 resimden üçünü seçmekte ve seçilen resimleri enerji ile ilişkilendirerek açıklamaktadırlar. Anketin ikinci aşamasında ise, öğretmen adayları 42 enerji ile ilişkili durumlara “doğru”, “yanlış”, “anlamadım” ya da “emin değilim” şeklinde cevaplar vermişlerdir. İkinci aşamada yer alan durumlar, enerji formu, enerji dönüşümü, enerji kaybı, enerjinin depolanması ve soyut bir kavram olarak enerji ile ilişkilidir. Bu doğrultuda veri toplama aracı, 175 birinci sınıf, 129 ikinci sınıf, 151 üçüncü sınıf ve 153 dördüncü sınıf olmak üzere toplam 608 öğretmen adayına uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının kabul edilen bilimsel kavramlar yerine, fiziksel durumların açıklanmasında alternatif kavramlar kullandıklarını, çoğunlukla enerjinin somut bir varlık olduğunu düşündüklerini, enerji korunum ve enerji kaybı fikrini kabul etmediklerini ve enerjinin farklı türlerini tanımadıklarını ifade etmiştir.

Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak (2006) “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Canlılardaki Enerji Kaynaklarıyla İlgili Görüşleri” adlı çalışmalarında, öğretmen adaylarının enerji ve enerji kaynakları konusundaki kavram yanlışlarını belirlemişlerdir. Bu doğrultuda araştırmacılar, Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıfında öğrenim gören 100 öğretmen adayına bir anket uygulamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, 10 katılımcı ile yarı yapılandırılmış mülakat gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının % 93’ünün bitkilerin enerjilerini nereden sağladıkları, % 88’inin hayvanların enerjilerini nereden sağladıkları ve % 96’sının enerji veren maddeler konularında kavram yanlışlarına sahip oldukları saptanmıştır. Ayrıca enerji denilince adayların çoğunluğunun (% 63) fizikteki enerji kavramı üzerine yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

Chabalengula, Sanders ve Mumba (2011) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, biyoloji öğretmen adaylarının biyolojik bağlamdaki enerji kavramları hakkındaki anlamalarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, biyolojik bağlamda enerjinin farklı biyolojik koşullarda nasıl yer aldığını, enerji formlarını ve enerjinin biyoloji ile ilişkili olaylarda yer alıp almaması üzerine odaklanmışlardır. Bu amaçla araştırmacılar, 90 öğretmen adayına üç temel açık-uçlu sorudan oluşan tanımlayıcı test uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının enerji ve enerji ile ilişkili kavramları anlamada ve ifade etmede bazı sorunlar yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca, öğrencilere enerji hakkında açıklama yapmaları istenilmesine rağmen, sadece enerjinin tanımını yaptıkları tespit edilmiştir. Ek olarak, öğrencilerin biyolojik bağlamda enerjinin nerede hangi formlarda bulunduğuna ilişkin yeterli açıklama yapamadıkları görülmüştür.

Kurt (2013) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, biyoloji öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarını incelemiştir. Nitel bir durum çalışması olarak yapılan çalışmada, 44 biyoloji öğretmen adayından veriler, kelime ilişkilendirme testi ve çizme-yazma tekniği kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen veriler içerik analiz tekniği ile kategorilere ayrılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, biyoloji öğretmen adaylarının enerji kavramını çoğunlukla ATP, solunum, fotosentez ve metabolizma gibi biyolojik enerji-metabolizma kategorisi ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Ayrıca katılımcıların, çizimlerinde en fazla güneş/ışık enerjisi, rüzgâr paneli, ısı enerjisi, hidroelektrik santrali ve termik santrali gibi doğadaki enerji kaynaklarına, enerji formlarına ve yenilenebilir enerji türlerine yer verdikleri tespit edilmiştir.

Benzer, Karadeniz-Bayrak, Dilek-Eren ve Gürdal (2014a) “Öğretmen Adaylarının Enerji ve Enerji Kaynaklarıyla İlgili Bilgi ve Görüşleri” adlı çalışmalarında, fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji konusundaki bilgileri ve farklı enerji kaynaklarıyla ilgili görüşlerini incelemiştir. Bu amaçla araştırmacılar, bu programda öğrenim gören 1. ve 4. sınıflardaki 383 öğretmen adayına yedi açık uçlu sorudan oluşan bir ölçme aracı uygulanmıştır. Elde edilen veriler içerik çözümlemesi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, enerji ve enerji kaynakları ile ilgili bilgi kazandırmada lisans öğretim programının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, fen bilgisi lisans programında enerji ve enerji kaynakları konusunda içeriğin zenginleştirilmesinin ve bu konuda disiplinler arası işbirliğine gidilmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır.

Lancor (2014a) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, üniversite öğrencilerinin enerji kavramına yönelik görüşlerini incelemiştir. Bu amaçla araştırmacı, biyoloji, kimya ve fizik giriş derslerinde lisans öğrencilerinden ekosistem (n=49), kimyasal reaksiyonlar (n=36), mekanik sistemler (n=65) ve elektrik devreleri (n=44) konularında enerjinin rolünü anlamalarını yansıtan analogiler yazmalarını istemiştir. Farklı konulardaki öğrencilerin kavramsallaştırmış olduğu enerjinin anlaşılmasına yönelik elde edilen analogiler, metafor teorisi kullanılarak niteliksel olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, öğrenciler çeşitli bilimsel konularda enerjinin rolünü açıklamak için 7 farklı kavramsal metafor kullanmışlardır. Bu metaforlar; bir madde olarak enerji hesaplanabilir, akabilir, taşınabilir, formları değiştirilebilir, kaybolabilir, bileşen olabilir, bir şekilde bir ürün ya da depolanmış olabilir şeklindedir. Bu sonucun öğrencilerin enerji kavramını farklı bilimsel bağlamlarda kavramsallaştırdıklarını gösterdiğini ifade etmiştir.

Park ve Liu (2016) “Assessing Understanding of the Energy Concept in Different Science Disciplines” adlı çalışmalarında üniversite öğrencilerinin farklı fen disiplinleri içerisindeki enerji kavramını anlamalarının değerlendirilmesini gerçekleştirmişlerdir. Bu doğrultuda araştırmacılar, çoktan seçmeli ve açık-uçlu sorulardan oluşan 49 maddelik “Enerji Kavramı Değerlendirmesi” ölçme aracı geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu ölçek 356 üniversite öğrencisine uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, fizik, kimya, biyoloji ve çevre gibi dört fen disiplini arasında öğrencilerin enerji kavramını anlamaları açısından pozitif ilişki bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin enerji kavramına ilişkin atom yapısı, dalga, elektrik ve manyetik enerji, modern fizik konularını anlamada zorluklar

yaşadıkları görülmüştür. Bu sonuç bağlamında araştırmacılar, öğrencilerin enerji kavramını anlamadaki zorlukları belirli fen içerikleriyle birleştirilmesini önermişlerdir.

Sabo, Goodhew ve Robertson (2016) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, temel fizik dersini alan üniversite öğrencilerinin enerji kavramının anlaşılmasına yönelik kavramsal kaynaklarını incelemiştir. Çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinin enerji hakkındaki düşüncelerini araştırmak ve öğrencilerin enerjiyi anlamak için kullandıkları çerçeveler ile bu kavramın yapısını ortaya çıkarmaktır. Bu doğrultuda araştırmacılar, enerji formu, enerji ile ilişkili kavramlar ve birbirleri ile ilişkili konuları içeren açık uçlu soruları 807 üniversite öğrencisine yöneltmişlerdir. Araştırma sonucunda, üniversite öğrencilerinin enerjiyi insan aktiviteleri ve hareketli nesnelere veya aktiviteler ile ilişkilendirdikleri, enerjiyi akan ve aktarılan bir madde, bir yakıt ya da uyarıcı olarak düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca üniversite öğrencilerinin enerjinin özelliklerini anlayamadıkları ve aralarında ilişki kuramadıkları görülmüştür.

Lee (2016) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, üniversite öğrencilerinin enerji kaynaklarına yönelik algılamalarını ve sahip oldukları kavram yanılgılarını ve ön yargılarını incelemiştir. Çalışmanın amacı, üniversite öğrencilerinin, ülkenin enerji konusundaki çoklu enerji kaynaklarının rolü konusunda kavram yanılgılarının olup olmadığını ve ne derecede sahip olduklarını araştırmaktır. Bu doğrultuda çalışmada, 728 üniversite öğrencisine enerji bilgisi, duyuşsal enerji imgeleri ve duyuşsal algı alt kategorilerinden oluşan bir ölçek uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, üniversite öğrencilerinin enerji kaynaklarına yönelik (nükleer, fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları) çeşitli kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ülkenin gelecekte kullanması gerektiği enerji kaynaklarına yönelik üniversite öğrencilerinin görüşlerinin yanlış bilgiler içerdiği görülmektedir. Bu doğrultuda araştırmacı, konu ile ilgili olarak öğrencilerin enerji kaynaklarına yönelik bilgilerinin artırılması gerektiğini ve karar verme becerileri ile eleştirel düşünme becerilerine yönelik öğretimlerin gerçekleştirilmesini vurgulamıştır.

2.5.1.4. Öğretmenler İle Gerçekleştirilen Çalışmalar

Kruger (1990) yapmış olduğu çalışmada, sınıf öğretmenlerinin enerji kavramına ilişkin görüşlerini incelemiştir. Araştırmacı, sınıf öğretmenlerinin enerji kavramına yönelik ne tür kavram yanılgılarına sahip olduklarını yapmış olduğu görüşmeler ile ortaya

çıkarmıştır. Bu doğrultuda, 20 sınıf öğretmenine enerji ile ilişkili resim kartları göstererek bu resimleri enerji ile ilişkilendirerek açıklamalarını ve enerji kaynaklarına yönelik bilgi vermelerini istemiştir. Araştırma sonucunda, öğretmenlerin enerji kavramına yönelik çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları ve bu kavrama ilişkin yeterli düzeyde açıklama yapamadıkları tespit edilmiştir.

Bezen, Bayrak ve Aykutlu (2016) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, fizik öğretmenlerinin enerji konusunun öğretimine yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, enerji konusunun öğretimine, enerji konusunun öğretiminin içerisinde yer aldığı yeni fizik öğretim programına, yapılandırmacı öğrenme kuramına ve enerji konusunun bu kurama uygunluğuna ilişkin öğretmen görüşlerini belirlemeye çalışmışlardır. Bu doğrultuda, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması ile öğretmenlerle yapılan görüşmeler ayrıntılı bir şekilde betimlenmiştir. Çalışmada, en az iki yıl süre ile dokuzuncu sınıfların öğretimini gerçekleştirmiş fizik öğretmenleri ile yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, enerji konusunun öğretiminde zaman yetersizliğinden dolayı laboratuvarların kullanılmamasından ve öğretmenlerin bilgilerinin eksik olmasından kaynaklı enerji konusunun öğretiminin yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak yapılamadığı, ancak enerji konusunun yapılandırmacı yaklaşıma uygulanabilir olduğu ve öğretim sırasında öğretmen, öğrenci ve ortam açısından sorunlarla karşılaştığı belirlenmiştir.

2.5.2. Enerji Kavramının Öğretimine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Enerji kavramına yönelik her seviyedeki öğrencilerin çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları ve bu kavramın anlaşılmasında zorluklar yaşadıkları alan yazındaki çeşitli araştırmalar ile tespit edildiği görülmektedir. Bu bağlamda enerji kavramının etkili bir şekilde öğretiminin gerçekleştirilmesine yönelik de alan yazında çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde bilişsel ve yapılandırmacı yaklaşımı temel alan disiplinler arası öğretimin (Aydın ve Balım, 2005), disiplinler arası entegrasyonun kurulmasının (Akpınar ve Ergin, 2004), model tabanlı öğrenme yaklaşımının (Kurnaz, 2011), kavramsal değişim metinlerinin (Köse, Ayas ve Uşak, 2006), çürütme metinlerinin, kavram değişim metinlerinin ve açıklayıcı metinlerin (Diakidoy, Kendeou ve 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 ve Liu, 2012), simülasyon ile u eğimi kullanılmasının (Ispal, Ishak, Ispal ve Abdullah, 2016) enerji kavramının öğretiminde etkili olduğuna ilişkin veriler sunmaktadır. Konu ile ilgili olarak alan yazında yer alan bu çalışmalara ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir:

Diakidoy, Kendeou ve Ioannides (2003) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, enerji kavramına ilişkin öğrenmede ve kavramsal değişimde metin yapısının etkilerini incelemişlerdir. Başka bir deyişle araştırmacılar, enerji kavramının zihinde yapılandırılmasında, anlaşılmasında ve enerji ile ilişkili belirli kavram yanlışlarının üstesinden gelmede metin yapısının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaya, Kıbrıs'da 6 kırsal okuldan toplam 215 (109 erkek ve 106 kız) 6. sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmada, 2 deneysel grup ve bir kontrol grubu tesadüfi olarak atanmıştır. Deneysel grupların birinde çürütme metinleri, diğerinde açıklayıcı metinler kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise standart öğretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Araştırmada katılımcılara "Enerji Testi" uygulamalar öncesi ve sonrası olmak üzere iki defa uygulanmış ve öğrencilerden her ifadeyi dikkatli okumaları ve cevaplarını verilen boşluğa yazmaları veya doğru cevabı vermeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda, çürütme metninin kullanıldığı sınıfların enerji testi toplam puan ortalamaları, açıklayıcı metnin kullanıldığı deney grubu ve standart öğretim uygulamalarının kullanıldığı kontrol grubu sınıflarının enerji testi toplam puan ortalamalarından daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, çürütme metni, standart öğretime ek olarak sınıflarda uygulandığında enerji ile ilgili kavramsal ayrımların elde edilmesinde öğrencilere yardımcı olduğu ve enerji kavramının öğretimini kolaylaştırdığı görülmüştür.

Akpınar ve Ergin (2004), "Fen Öğretiminde Fizik, Kimya ve Biyolojinin Entegrasyonuna Yönelik Örnek Bir Uygulama" isimli çalışmalarını 8. sınıf fen bilgisi dersinde "Canlılar İçin Madde ve Enerji" ünitesinde yer alan "Canlı ve Enerji İlişkisi, Güneş Enerjisini Canlılar Nasıl Kullanır?, Hücrenin Kullanabileceği Enerji, Hücre İçerisinde Çok Atomlu Yüksek Enerjili Moleküllerin Enerjileri Nasıl Açığa Çıkar?" konularının öğretimine yönelik gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmayı, enerji kavramının merkezde yer aldığı ve üç disiplinin entegre edildiği bir öğrenme ortamında öğrencilerin bilişsel düzeylerini incelemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Ortaokul 8. sınıfta öğrenim gören 62 öğrenci (31 deney grubu, 31 kontrol grubu) ile 5 haftalık bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, deney grubunda entegrasyona yönelik hazırlanan materyallerle, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yapılmıştır.

Uygulama öncesi ve sonrası her iki gruba da başarı testi ve açık uçlu sorular verilmiştir. Ayrıca, uygulama bittikten sonra her iki gruptan 9 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, deney ve kontrol grubu arasında bilişsel düzeyde deney grubu lehine anlamlı farkların olduğu görülmüştür. Ayrıca araştırmacılar, fen öğretiminde entegrasyonun öğrencilerin enerji kavramına yönelik bilişsel düzeylerinin gelişmesine önemli derecede katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Aydın ve Balım (2005), “Yapılandırmacı Yaklaşımına Göre Modellendirilmiş Disiplinler Arası Uygulama: Enerji Konularının Öğretimi” adlı çalışmalarında, enerji konularının öğretiminde disiplinler arası uygulamaların etkililiğini araştırmışlardır. Bu amaçla araştırmacılar, disiplinler arası bir nitelik taşıyan enerji konularından biri olan ortaokul 7. sınıf “İş, Güç, Enerji, Basit Makineler” konularını, Fizik, Kimya ve Biyoloji alanları ile birlikte ilişkili olarak ele almışlar ve “enerji dönüşümü”, “enerji korunumu” gibi kavramları öğrencilerin zihinlerinde anlamlı bir şekilde yapılandırabilmelerini sağlamaya çalışmışlardır. Bu doğrultuda, 7. sınıfta öğrenim gören 68 öğrenci (deney grubunda 34, kontrol grubunda 34) ile 8 haftalık bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, deney grubunda sosyal yapılandırmacı yaklaşıma uygun olan disiplinler arası etkinlikler yapılmış, kontrol grubunda ise düz anlatım, soru-cevap gibi geleneksel öğretim teknikleri kullanılarak dersler işlenmiştir. Araştırma verileri, Fen dersine yönelik tutum ölçeği ve ‘İş, Güç, Enerji ve Basit Makineler’ başarı testi ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin Fen başarıları ve tutumları arasında başlangıçta anlamlı bir fark olmadığı, öğretimden sonra ise bilişsel ve duyuşsal düzeylerde deney grubunun lehine anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar, enerji kavramının öğretiminde disiplinler arası uygulamaların ve bütünleştirmelerin önemine vurgu yapmışlardır.

Köse, Ayas ve Uşak (2006), “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi” adlı makalelerinde, kavram değişim metinlerinin öğretmen adaylarında enerji kavramı ile ilişkili olan fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanılgılarının giderilmesine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırmaya, Fen Bilgisi Öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören 100 öğretmen adayı (deney grubu 50, kontrol grubu 50) katılmıştır. Deney grubunda, kavram değişim metinleri, kontrol grubunda ise biyoloji öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, 20 sorudan oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli “Fotosentez ve

Bitkilerde Solunum Kavram Testi” geliştirilerek öğretmen adaylarına ön ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, birçok öğretmen adayının bitkilerde gerçekleşen fotosentez ve solunum konularında kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca, bu kavramların öğretmen adayları tarafından anlaşılmasında ve bu konulardaki yanlışların giderilmesinde, kavram değişim metinlerinin geleneksel biyoloji öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ertaş, Şen ve Parmaksızoğlu (2011), “Okul Dışı Bilimsel Etkinliklerin 9. Sınıf Öğrencilerinin Enerji Konusunu Günlük Hayatla İlişkilendirme Düzeyine Etkisi” isimli çalışmalarını, informal eğitim çevrelerinden biri olan Enerji Parkı’nda gerçekleştirilen etkinliklerin, öğrencilerin enerji konusunu anlama ve günlük hayatla ilişkilendirme düzeyine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışma, 9. sınıfta öğrenim gören 58 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmada, “Enerji” konusu fizik dersinde ele alındıktan sonra, konu ile ilgili hazırlanan 12 açık uçlu soru, Enerji Parkı’na yapılan gezi öncesinde ve sonrasında öğrencilere yöneltilmiştir. Uygulamalar, okulda “enerji” konusu ele alındıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Okulda yürütülen derslerde, öğretmen tarafından öğrencilere enerji eldesi ile ilgili animasyon izletilmiş, konu üzerinde tartışma yapmaları sağlanmıştır. Dersler, ders kitabına ve mevcut öğretim programına göre yürütülmüştür. Daha sonra, okul dışı öğretim ortamı olarak seçilen Enerji Parkı’na gezi düzenlenmiştir. Uygulama sırasında, öğrencilere, iki rehber, bir öğretmen ve bir araştırmacı eşlik etmiştir. Araştırma sonucunda, yapılan okul dışı bilimsel etkinliklerin, öğrencilerin “enerji” konusunu anlama ve konuyu günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Kurnaz (2011), “Enerji Konusunda Model Tabanlı Öğrenme Yaklaşımına Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamlarının Zihinsel Model Gelişimine Etkisi” adlı tez çalışmasında, Üniversite Temel Fizik dersi konuları arasında yer alan enerji konusuna yönelik olarak Model Tabanlı Öğrenme yaklaşımı çerçevesinde bir öğrenme ortamı tasarlama, uygulama ve bu ortamın öğrencilerin alternatif fikirlerini gidermesi, eksik bilgilerini tamamlaması ve bu konudaki zihinsel modellerini geliştirmesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada araştırma yöntemi olarak Didaktiksel Mühendislik yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda, çalışma Matematik Öğretmenliği Programında Temel Fizik I dersi alan 68 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan öğrenme ortamının etkilerini değerlendirmek amacıyla 23 açık uçlu sorudan oluşan bir başarı sınavı öğretim süreci öncesi ve sonrası uygulanarak çalışmanın verileri toplanmıştır.

Elde edilen veriler mülakatlar ve gözlemlerle desteklenmiştir. Öğrenme ortamının etkililiği, ön ve son başarı sınavları analizinden elde edilen bulguların karşılaştırmasıyla tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, tasarlanan öğrenme ortamının çalışma grubunun alternatif fikirlerini gidermede, anlama seviyelerini artırmada ve bu konudaki zihinsel modellerini geliştirmede etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, öğretim modeli temelinde yapılandırılan öğrenme ortamının çalışma grubunun enerji konusuyla ilgili algılarını geliştirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Son olarak araştırmacı, çalışmada tasarlanan öğrenme ortamının enerji konusunun öğretimi sürecinde kullanılmasının önemini vurgulamıştır.

Yang, Chien ve Liu (2012) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, enerji eğitiminde dijital oyun temelli bir öğrenme sistemi geliştirmişlerdir. Araştırmacılar bu öğrenme sistemi içerisinde bilgisayar programı ile bir evcil hayvan avatarı kullanmışlardır. Araştırmaya yaşları 23 ve 31 arasında olan ve lisansüstü öğrenim gören toplam 23 öğrenci katılmıştır. Katılımcılar bir evcil hayvan avatarın kullanımı ile eğlenceli ve ilgi çekici bir şekilde evdeki enerji tasarrufunu gerçekleştirmişlerdir. Bu uygulamada amaç, enerji kavramına ilişkin enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik farkındalık ve bilgi kazandırmaktır. Araştırmada katılımcılara uygulamalar öncesi ve sonrası “enerji tüketimi öz farkındalık” ölçeği uygulanmıştır. Ayrıca uygulamalar sonrası katılımcılara “öğrenme motivasyonu” ve “enerji tasarrufu istekliliği” ölçekleri uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, dijital oyun temelli öğrenme sisteminin öğrencilerin öz farkındalığını, öğrenme motivasyonunu ve enerjiyi koruma isteğini önemli ölçüde destekleyerek gelişimini sağladığı tespit edilmiştir.

Seraphin, Philippoff, Parisky, Degnan ve Warren (2013) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, ortaokul ve lise öğretmenlerinin enerji kavramına yönelik bilişsel düzeylerine sorgulama temelli öğretimin etkisini incelemişlerdir. Bu doğrultuda araştırmacılar, öğretmenlerin akredite edilmiş mesleki gelişim derslerini almalarını sağlamışlardır. Derslerde toplam 22 saatlik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamalarda, 16 saatlik yüz yüze atölye çalışmaları (enerji ile ilişkili sorgulama temelli etkinlikler), 2 saatlik enerji ile ilgili çevrimiçi sunumların gerçekleştirilmesi, 4 saatlik katılımcıların uygulamaların sonucu hakkında sunumlar hazırlaması gibi içerikler bulunmaktadır. Araştırmada veriler, katılımcıların sorgulama temelli öğretim ile ilişkili uygulamalarını ve pedagojik bilgilerini belirlemek amacıyla dörtlü likert tipli bir ölçek ile toplanmıştır. Ayrıca uygulamalarda katılımcıların etkinliklerde

gerçekleştirdikleri ürünlerin değerlendirilmesinden de veriler elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, ortaokul ve lise öğretmenlerinin enerji kavramına yönelik bilgilerinin ve anlamalarının sorgulama temelli öğretim ve mesleki gelişim dersleri ile geliştiği tespit edilmiştir.

Ispal, Ishak, Ispal ve Abdullah (2016) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, enerji kavramının gelişiminde simülasyon ile u eğimi kullanımının etkisini incelemişlerdir. Araştırmaya 16 yaşında 6 fizik öğrencisi katılmıştır. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak katılımcılar ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak enerji kavramına ilişkin bilgi düzeyleri belirlenmiştir. İkinci aşamada ise araştırmacılar enerji kavramının özelliklerini (form, kaynak, dönüşüm, aktarım ve korunum) içeren uygulamalar yapılmıştır. Bu özelliklerin öğrenciler tarafından anlaşılması için bilgisayar simülasyonları kullanılmıştır. Bu simülasyonlarda u eğimi kullanılarak uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların performanslarının değerlendirilmesi için uygulamalı etkinlikler yapılmıştır. Etkinlikler kamera ile kayıt edilerek veriler, üçleme (görüşme, döküman ve gözlem) ile analiz edilmiştir. Son olarak uygulamalar bitiminde, katılımcılar ile tekrar görüşmeler yapılmış ve ilk görüşmedeki sorular yöneltmiştir. Araştırma sonucunda, çalışmaya katılan öğrencilerin her biri bilimsel kavramlara dayalı olarak enerji kavramlarını farklı tanımlayarak, çeşitli kavram yanılgılarını ifade etmişlerdir. Ayrıca, katılımcılar enerji kavramını doğru bir şekilde açıklayamamışlardır. Çalışma sonucunda katılımcıların enerji kavramına ilişkin bilişsel seviyelerinin üst bilişsel seviyelere çıktığı gözlenmiştir. Çalışmada uygulamalara katılan öğrencilerin son görüşmede enerji kavramlarını doğru bir şekilde tanımlayabildikleri tespit edilmiştir. Bu seviyedeki öğrenciler enerjinin bir formdan başka bir forma dönüşebildiğini, enerjinin bir yerden başka bir yere aktarılabilirdiğini ve enerjinin korunduğunu doğru bir şekilde açıklayabilmişlerdir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın yöntemi, araştırmanın örnekleme ve çalışma grubu, araştırma süreci, enerji kavramına yönelik etkinliklerin geliştirilmesi, veri toplama araçları, etkinliklerin pilot uygulaması, asıl uygulama ve verilerin analizi ile ilgili detaylı bilgi verilmektedir.

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Araştırma, nicel ve nitel boyutların bir arada kullanıldığı karma modele göre tasarlanmıştır. Bir araştırmada amaçlı olarak iki ya da daha fazla analiz veya veri toplama yolunun kullanılması karma yöntem yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Greene, Kreider ve Mayer, 2005). Karma yöntemler, yapılan araştırmanın niteliğini arttırarak daha geçerli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Creswell, 2013). Ayrıca bu çalışmada karma yöntem desenlerinden “yakınsayan paralel desen” kullanılmıştır. Bu desen araştırmacının, nitel ve nicel aşamaları araştırma sürecinin aynı olan bir aşamasında eş zamanlı olarak uygulanmasıyla oluşur. Desen, yöntemlere eşit öncelik verir, çözümleme sırasında bu aşamaları birbirinden ayrı tutar ve daha sonra genel yorumlama yaparken sonuçları birleştirir (Creswell ve Clark, 2014).



Şekil 3.1. Yakınsayan paralel desen

Nicel Boyut: Çalışma disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı geliştirilen etkinliklerin öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin akademik başarılarına ve kavramsal anlamalarına etkisini incelemek amacıyla kontrol gruplu ön test-son test modeline uygun yarı deneysel çalışma olarak gerçekleştirilmiştir. Yarı deneysel desen, özellikle eğitim alanındaki araştırmalarda, bütün değişkenlerin kontrol altına alınmasının mümkün olmadığı durumlarda en çok kullanılan deneysel desendir (Cohen, Manion ve Marrison, 2000).

Nitel Boyut: Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapılarını, kavramsal anlama düzeylerini, günlük olayları açıklama düzeylerini incelemek ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak 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 ve Şimşek, 2016).

Tablo 3.1

Araştırmanın Nicel Boyutuna İlişkin Yarı Deneysel Deseni

Gruplar	Ön Test	Uygulama	Son Test
Deney	Enerji Kavramları Başarı Testi İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi	Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımı	Enerji Kavramları Başarı Testi İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi
	Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Çizme-Yazma Tekniği Görüşme		Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Çizme-Yazma Tekniği Görüşme
Kontrol	Enerji Kavramları Başarı Testi İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi	Mevcut Yaklaşımlar	Enerji Kavramları Başarı Testi İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi
	Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Çizme-Yazma Tekniği Görüşme		Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Çizme-Yazma Tekniği Görüşme

Araştırmanın nicel boyutunda yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu desene göre bir deney ve bir kontrol olmak üzere iki grup bulunmaktadır. Bu gruplara uygulamalar öncesi ön testler, uygulamalar sonrası ise son testler uygulanmıştır. Ayrıca deney grubunda enerji kavramına ilişkin geliştirilen etkinlikler disiplinler arası öğretim yaklaşımı ile kontrol grubunda ise aynı etkinlikler mevcut yaklaşımlar ile işlenmiştir. Bu uygulamalar ile ilgili ayrıntılı bilgi araştırma sürecinde verilmiştir.

3.2. Araştırmanın Örnekleme/Çalışma Grubu

Araştırmanın örneklemini 2016-2017 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin Eğitim fakültesinde bulunan Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nın 4. sınıfında öğrenim gören yaklaşık 69 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Uygulamalar "Özel Öğretim Yöntemleri II" dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu ders teorik ve uygulama kısımlarından oluşmakta ve ilgili anabilim dalı tarafından iki şubeye ayrılmaktadır. Böylece araştırmanın nicel aşamasına ilişkin şubeler deney ve kontrol grupları şeklinde rastgele atanmıştır. Bu doğrultuda deney grubunda 33 öğretmen adayı (7 erkek, 26 bayan) bulunurken; kontrol grubunda 36 öğretmen adayı (12 erkek, 24 bayan) bulunmaktadır. Ayrıca uygulamaların bu ders kapsamında yapılmasının nedeni, dersin amaçları içerisinde öğrenme kuramları, kavram öğrenme, çeşitli öğretim yöntemlerinin uygulamalarının ele alınması ve fen eğitiminde değerlendirmelerin nasıl gerçekleştirildiğinin öğretilmesinin bulunmasıdır. Böylece öğretmen adaylarının uygulamalar hakkında fikir yürütme ve değerlendirebilme imkânı bulabilmeleri hedeflenmektedir. Ek olarak öğretmen adayları "Özel Öğretim Yöntemleri I" dersini üçüncü sınıfın bahar döneminde almaktadırlar. Böylece bu derse ilişkin bir deneyime de sahip oldukları söylenebilir. Ayrıca ilgili anabilim dalının 4. sınıf öğretmen adaylarının seçilmesinin nedeni 1., 2. ve 3. sınıflarda enerji konusunun yer aldığı dersleri almış olmalarıdır.

Çalışma grupları incelendiğinde, her iki gruptaki öğretmen adayları lisans eğitimleri boyunca enerji kavramına ilişkin "Genel Fizik I, II ve III", "Genel Fizik Lab I, II ve III", "Genel Kimya I ve II", "Genel Kimya Lab I ve II", "Genel Biyoloji I ve II", "Genel Biyoloji Lab I ve II", "Fen Öğretimi Lab Uygulamaları I ve II" ve "Çevre Bilimi" gibi zorunlu dersleri almaktadırlar. Böylece Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin detaylı bir bilgi ile öğretmen yetiştirme programından mezun olmaları beklenilmektedir. Ayrıca bu dersler zorunlu olduğundan ve araştırmacı tarafından öğretmen adaylarının transkriptlerinin incelenmesi doğrultusunda, çalışmaya katılan 3 öğretmen adayı dışında, tüm öğretmen adaylarının bu dersleri aldıkları görülmüştür. Üç öğretmen adayı ise uygulamalara katılmış, ancak uygulama verileri araştırmaya dâhil edilmemiştir.

3.3. Araştırma Süreci

Çalışma, 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde 12 hafta süreyle bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programının dördüncü sınıfında öğrenim gören toplam 69 öğretmen adayına uygulanmıştır. Çalışmada disiplinler arası öğretim ile yürütülen enerji kavramı ile ilişkili etkinliklerin, öğretmen adaylarının bu kavrama ilişkin akademik başarılarına ve kavramsal anlamalarına etkisi araştırılmıştır. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji konusundaki bilişsel yapıları, kavramsal anlama düzeyleri, kavram yanılgıları ve günlük olayları açıklama düzeyleri de incelenmiştir. Bu amaçla, enerji kavramı ile ilişkili etkinlikler deney grubunda disiplinler arası öğretimle, kontrol grubunda ise mevcut yaklaşımlara dayalı yöntem ve teknikler ile işlenmiştir. Deney grubunda 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 deney grubundaki etkinlikler enerji kavramının özelliklerine (enerji formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü) göre de sınıflandırılmıştır. Ancak kontrol grubunda 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. Böylece her iki grupta da aynı etkinlikler aynı yöntem ve teknikler ile ele alınmıştır. Ancak deney grubunda hem disiplinlerin birleştirilmesi ile hem de enerji kavramının özelliklerine göre sınıflandırılması ile işlenirken, etkinlikler kontrol grubunda sadece mevcut programdaki gibi fizik, kimya ve biyoloji disiplinlerine göre sınıflandırılması ile işlenmiştir. Deney ve kontrol grubunda yapılan işlemler ve farklı durumlar anlam çözümleme tablosunda verilmiştir.

Tablo 3.2

Gruplarda Yapılan İşlemlere İlişkin Anlam Çözümleme Tablosu

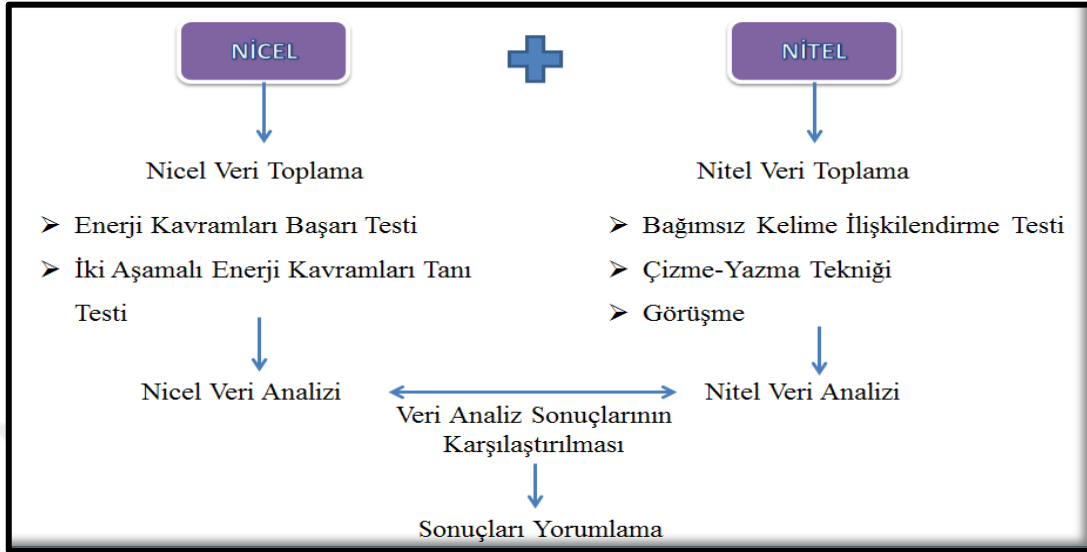
Yapılan İşlemler	Deney	Kontrol
Enerji kavramı ile ilgili etkinliklerin işlenmesi	X	X
Her bir etkinliğe uygun yöntem ve tekniklerin kullanılması	X	X
Etkinliklerin aynı araştırmacı tarafından yürütülmesi	X	X
Etkinliklerin fizik, kimya ve biyoloji disiplinleri ile birleştirilmesi	X	
Etkinliklerin enerji kavramının özelliklerine (formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü) göre sınıflandırılarak işlenmesi	X	
Etkinliklerin fizik, kimya ve biyoloji disiplinlerine göre sınıflandırılması ve birbirinden bağımsız işlenmesi		X

Örneğin “Etkinlik-11 (Güneş panelleri ile enerji üretimi)” adlı etkinlik, deney grubunda gösteri yöntemi kullanılarak sınıf tartışması ve grup çalışması ile birlikte yürütülmüştür. Ayrıca bu etkinlik deney grubunda enerjinin kaynağı özelliği ile ilişkili etkinlikler ile birlikte ele alınarak kimya disiplinine ilişkin iyonlaşma enerjisi, fizik disiplinine ilişkin elektrik enerjisi ve biyoloji disiplinine ilişkin güneş enerjisi ile ilişkilendirilerek işlenmiştir. Kontrol grubunda ise aynı etkinlik, yani “Etkinlik-11” gösteri yöntemi kullanılarak sınıf tartışması ve grup çalışması ile birlikte yürütülmüştür. Ayrıca kontrol grubunda bu etkinlik fizik disiplini ile ilişkili etkinlikler ile birlikte ele alınmıştır. Ancak söz konusu etkinliğin işlenmesi esnasında öğretmen adaylarına ne enerjinin özelliklerinden ne de diğer disiplinlerdeki enerjilerden bahsedilmemiştir. Bu grupta her bir etkinlik diğer etkinliklerden bağımsız bir şekilde ele alınmıştır.

Araştırmada uygulamalar, 12 hafta boyunca, haftada 2 ders saatini (2 x 50 dk.) kapsayacak şekilde “Özel Öğretim Yöntemleri-II” dersi programına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kontrol ve deney grubunda enerji kavramına yönelik etkinlikler araştırmacının kendisi tarafından yürütülmüştür. Araştırmacı daha önceden “Genel Kimya Lab I ve II”, “Genel Fizik Lab I, II ve III” ve “Genel Biyoloji Lab I ve II” laboratuvar uygulamalarında yardımcı öğretim elemanı olarak görev yaptığından araştırmacının bu etkinlikleri yürütebilecek bir deneyime sahip olduğu söylenebilir.

Uygulamalar öncesinde öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin akademik başarılarını belirlemek amacıyla “Enerji Kavramları Başarı Testi”, kavramsal anlamalarını incelemek amacıyla “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi” kullanılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapılarını belirlemek amacıyla “Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi” ve bu kavrama ilişkin görüşlerinin derinlemesine incelenmesi amacıyla “Çizme Yazma Tekniği”

uygulanmıştır. Son olarak ise öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili günlük yaşam olaylarını nasıl açıkladıklarını belirlemek amacıyla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın yöntemi Şekil 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Karma yöntem: yakınsayan paralel desen

3.4. Enerji Kavramına Yönelik Etkinliklerin Geliştirilmesi

Araştırmada enerji kavramına yönelik çeşitli etkinlikler geliştirilmiştir. Bu etkinliklerin tasarlanmasında Roberts ve Kellough (2000)’un önerdiği yedi basamak kullanılmıştır. Bu doğrultuda her basamakta gerçekleştirilen işlemler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.4.1. Konuların Belirlenmesi

İlk aşamada enerji kavramı ile ilişkili özelliklerin ve konuların belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda enerji kavramının hangi özelliklerinin içerikte yer alması gerektiği ile ilgili alan yazındaki çalışmalar incelenmiştir. Özellikle bu çalışmalarda enerjinin formu, enerjinin kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümü gibi özelliklerin öğretim içerisinde yer almasının gerekliliği vurgulanmaktadır (Chen ve diğerleri, 2014; Domenech ve diğerleri, 2007; Driver ve diğerleri, 1994; Duit, 1984; Gilbert ve Pope, 1986; Lancor, 2014b; Liu ve McKeough, 2005; Neumann ve diğerleri, 2013; Solomon, 1983). Bu doğrultuda öğretmen adaylarının düzeylerine uygun bir

şekilde enerji kavramının bu özelliklerine yönelik konular belirlenmiştir. Bu konular 2013 ilkököl (3. ve 4. sınıf) ve ortaokul (5., 6., 7. ve 8. sınıf) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki enerji kavramının yer aldığı konuları da kapsayacak niteliktedir. Ayrıca belirlenen konular 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının kapsamı içerisinde de yer almaktadır.

3.4.2. Gözden Geçirme

İlk aşamada enerji kavramına yönelik özellikler ve konular belirlenmesine rağmen konuların hangi kazanımlar doğrultusunda öğretimde yer alacağı bu aşamada oluşturulmuştur. Bu amaçla hem enerji kavramına yönelik alan yazın incelenerek hem de fen bilimleri öğretim programlarındaki kazanımlar dikkate alınarak her bir özelliği içeren konuların kazanımları belirlenmiştir.

Enerji kavramına yönelik belirlenen hem özelliklerin ve konuların hem de ilgili kazanımların kapsamı hakkında alanında uzman 4 öğretim elemanının (biyoloji, kimya, fizik ve fen eğitimcisi) görüşlerine başvurulmuştur. Bu görüşler doğrultusunda belirlenen özellikler, konular ve ilgili kazanımlar Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3

Enerji Kavramlarına İlişkin Özellikler, Konular ve İlgili Kazanımları

Özellikler	Konular	Kazanımlar
1. Enerji Formu	Işık enerjisi	1.1. Işığın bir enerji formu olduğunu fark eder.
		1.2. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğrulabileceğini keşfeder. *
		1.3. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.*
	Kimyasal bağ enerjisi	1.4. Besinlerdeki enerjinin kimyasal bağ enerjisi olarak depolandığını fark eder.
		1.5. Canlıların hücrelerinde kullanabileceği enerji türünün ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi olduğu çıkarımında bulunur.
	Potansiyel ve kinetik enerji	1.6. Potansiyel enerji, çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi şeklinde sınıflandırılır. *
		1.7. Çekim ve esneklik potansiyel enerjilerini örneklerle açıklar.
		1.8. Kinetik enerjinin nelere bağlı olduğunu sebepleriyle irdeler.
	İyonlaşma enerjisi	1.9. Kinetik enerjiyi örneklerle açıklar.
		1.10. Atomdan elektron koparılmasını ve atom yarıçapını enerji ile ilişkilendirir.
	Bağ enerjisi	1.11. İyonlaşma enerjisini atomdan elektron koparılması ile ilişkilendirerek açıklar.
		1.12. Kimyasal tepkimelerde enerji kullanıldığını veya ortaya çıktığını deneyerek keşfeder.
	Elektrik enerjisi	1.13. Kimyasal tepkimeleri, bağ oluşumu ve bağ kırılımı temelinde açıklar.
		1.14. Elektrik enerjisini fark ederek oluşumu hakkında çıkarımda bulunur.
	Ses enerjisi	1.15. Sesin madde ile etkileşimi sonucunda oluşabilecek durumları kavrar.
		1.16. Sesin bir enerji türü olduğunu fark eder.*
	Nükleer enerji	1.17. Nükleer enerjinin bir enerji formu olduğunu fark eder.
		1.18. Nükleer enerjinin ortaya çıkmasında tepkimedeki kütle kaybından kaynaklandığı sonucunu çıkarır.

Özellikler	Konular	Kazanımlar		
2. Enerji Kaynağı	Isı enerjisi	1.19. Isı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar. * 1.20. Isı enerjisini örneklerle açıklar.		
	Güneş panelleri	2.1. Güneş panellerinin enerji üretim kaynağı olduğu çıkarımında bulunur. 2.2. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiadaki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir ve kaynakların etkili kullanımı bakımından Güneş enerjisinin önemini tartışır.*		
	Güç santralleri (yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji)	2.3. Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar. * 2.4. Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerini diğer enerji formları ile ilişkilendirerek açıklar. 2.5. Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerinin üretilmesinin çevreye etkisini açıklar.		
	Ses oluşumu	2.6. Ses enerjisinin nasıl oluştuğunu kavrar.		
	Kimyasal enerji kaynakları	2.7. Elektrik kaynakları olarak akü, pil ve bataryanın çalışma prensibini kavrar. 2.8. Pil atıklarının çevreye vereceği zararları ve bu konuda yapılması gerekenleri tartışır.*		
	Besinlerdeki enerji	2.9. Besin içeriklerinin, canlıların yaşamsal faaliyetleri için gerekli olduğunu fark eder. 2.10. Canlıların kullanmış olduğu enerji formlarının kaynağını açıklar.		
	3. Enerji Aktarımı	Enerji formlarının aktarımı	3.1. Elektrik enerjisi kaynaklarının elektrik devrelerine elektrik akımı sağladığını ve elektrik akımının bir çeşit enerji aktarımı olduğunu bilir. 3.2. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır. * 3.3. Kinetik enerjinin maddelerde aktarılabildiğini fark eder.	
		Sesin yayılması	3.4. Ses enerjisinin farklı ortamlarda nasıl aktarıldığını fark eder.	
		Isı aktarımı	3.5. Isı enerjisinin maddelerde aktarılabildiğini fark eder. 3.6. Maddelerdeki enerji aktarımını kinetik enerji ile ilişkilendirir.	
		Canlılarda enerji aktarımı	3.7. İnsan vücudundaki enerjiyi besinlerle ilişkilendirerek açıklar. 3.8. Kimyasal bağ enerjisinin canlılar için önemini açıklar.	
4. Enerji Dönüşümü		Fiziksel enerji dönüşümleri	4.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır. * 4.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler verir. * 4.3. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar. * 4.4. Güç santrallerindeki enerji dönüşümlerini fark eder. 4.5. Çeşitli enerji formlarının dönüşümlerini açıklar.	
	Canlılarda enerji dönüşümü		4.6. İnsan vücudunda gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklar. 4.7. Fotosentez ve solunum olaylarında meydana gelen enerji dönüşümlerini fark eder. 4.8. Çeşitli enerji formları arasında gerçekleşen dönüşümleri açıklar.	
			Kimyasal enerji dönüşümleri	4.9. Elektroliz olayında gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklar. 4.10. Elektroliz olayını yenilenebilir enerji kaynakları ile ilişkilendirir.

*2013 ve 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki kazanımlar arasında yer almaktadır.

3.4.3. Etkinliklerin Oluşturulması (Eğitim Kaynaklarının Belirlenmesi)

Bu aşamada öğretim sürecinde hangi kaynağın kullanılacağı belirlenmektedir. Ancak bu çalışmada eğitim kaynağı olarak enerji kavramına yönelik etkinliklerin kullanımı amacıyla belirlenen konular ve kazanımlar dâhilinde çeşitli etkinlikler oluşturulmuştur. Bu doğrultuda bu konuların yer aldığı çeşitli alan kitapları, fen bilimleri ders kitapları, üniversite genel fizik, genel kimya ve genel biyoloji alan kitapları incelenmiştir. Bu konulara ilişkin internet ortamında bulunan çeşitli deneyler ve etkinlikler araştırılmıştır. Sonuç olarak 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 oluşturulmuştur. Örneğin, “Besinlerde Depolanmış Enerji” etkinliği biyoloji aktivitelerinin yer aldığı internet ortamından, “Dart Oku ve Paket Lastik ile Keşif” ve “Toplu İğneyi Düşürelim” etkinlikleri ortaöğretim fizik 9. sınıf ders kitabından, “Ses Oluşumu” etkinliği Çepni, Ayvacı ve Çil’e (2012) ait Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları kitabından, “Bitki Yaprağındaki Enerji” etkinliği Doğan, Dökme ve Yılmaz’a (2013) ait Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamalar I-II kitabından ve “Bilyelerdeki Aktarım” etkinliği ortaöğretim fizik 10. sınıf ders kitabından alınarak gerekli düzenlemeler ile oluşturulmuştur. Son durumda oluşturulan etkinlikler ve bu etkinliklerin hangi özelliğe, konuya ve kazanıma ait olduğu Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4

Enerji Kavramına İlişkin Etkinlikler

Etkinlikler	Özellik	Konular	Kazanımlar
1. Yoncalı Ampul			
Çalışma Yaprağı-1. Işığı Bileşenlerine Ayırma	Enerji Formu	Işık Enerjisi	1.1, 1.2, 1.3
2. Besinlerde Depolanmış Enerji			
Çalışma Yaprağı-2: Kavram Haritamızı Oluşturalım	Enerji Formu	Kimyasal Bağ Enerjisi	1.4, 1.5
3. Dart Oku ve Paket Lastik İle Keşif	Enerji Formu	Potansiyel Enerji	1.6, 1.7,
4. Dart Okunun Enerjisi	Enerji Formu	Kinetik Enerji	1.8, 1.9
5. Rutherford’un Gezegen Atom Modeli	Enerji Formu	İyonlaşma Enerjisi	1.10, 1.11
6. Kimyasal Tepkimelerdeki Enerji	Enerji Formu	Bağ Enerjisi	1.12, 1.13
7. Pilsiz Devre Oluşturalım	Enerji Formu	Elektrik Enerjisi	1.14
8. Alevi Dalgalandır	Enerji Formu	Ses Enerjisi	1.15, 1.16
9. İzle-Üzül-Keşfet	Enerji Formu	Nükleer Enerji	1.17, 1.18
10. Isı mı Sıcaklık mı?	Enerji Formu	Isı Enerjisi	1.19, 1.20
11. Güneş Panelleri İle Enerji Üretimi	Enerji Kaynağı	Güneş Panelleri	2.1, 2.2
12. Santrallerdeki Enerji	Enerji Kaynağı	Güç Santralleri	2.3, 2.4, 2.5
13. Ses Oluşumu	Enerji Kaynağı	Ses Oluşumu	2.6
14. Basit Pil Yapımı	Enerji Kaynağı	Kimyasal Enerji Kaynakları	2.7, 2.8
15. Bitki Yaprağındaki Enerji	Enerji Kaynağı	Besinlerdeki Enerji	2.9, 2.10
16. Güç Santrallerinden Evimize: Elektrik	Enerji Aktarımı	Enerji Formlarının Aktarımı	3.1, 3.2
17. Bilyelerdeki Aktarım	Enerji Aktarımı	Enerji Formlarının Aktarımı	3.3
18. Hangi Ses Duyulur?	Enerji Aktarımı	Sesin Yayılması	3.4
19. Toplu İğneyi Düşürelim	Enerji Aktarımı	Isı Aktarımı	3.5, 3.6
20. Vücudumuzun Enerjisi			
Çalışma Yaprağı-3. Enerji Yolculuğu	Enerji Aktarımı	Canlılarda Enerji Aktarımı	3.7, 3.8
21. Newton Denge Topları	Enerji Dönüşümü	Fiziksel Enerji Dönüşümleri	4.1
22. Enerjileri Dönüştürelim	Enerji Dönüşümü	Fiziksel Enerji Dönüşümleri	4.2, 4.3, 4.4,
Çalışma Yaprağı-4. Dönüşümleri Bulalım			4.5

Etkinlikler	Özellik	Konular	Kazanımlar
23. Resimlerdeki Enerji Dönüşümleri	Enerji Dönüşümü	Canlılarda Enerji Dönüşümü	4.6, 4.7, 4.8
24. Elektroliz	Enerji Dönüşümü	Kimyasal Enerji Dönüşümleri	4.9, 4.10

3.4.4. Etkinliklerin Organize Edilmesi



Bu aşamada oluşturulan etkinliklerin nasıl organize edildiği açıklanmıştır. Enerji kavramına yönelik oluşturulan etkinlikler, ilgili konu ve kazanım dâhilinde deneyler ile ilişkilendirilerek gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 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 belirlenerek etkinlikler organize edilmiştir. Devamında ise deney sonucunda nelerin gerçekleştiği, deney ile ilgili konunun nasıl ilişkilendirildiği ve günlük yaşamla nasıl bağdaştırıldığı ile ilgili sorular hazırlanmıştır. Bu duruma örnek bir etkinlik Şekil 3.3'te verilmiştir.

ETKİNLİK-8: ALEVİ DALGALANDIR

Kazanımlar:

- Sesin madde ile etkileşimi sonucunda oluşabilecek durumları kavrar.
- Sesin bir enerji türü olduğunu fark eder (6.5.3.1)

Güvenlik Sembolleri

Isı güvenliği Yangın güvenliği

Anahtar Kavramlar: Ses enerjisi ve enerji formu.

Süre: 15 dakika


Araç ve Gereçler: Balon, mum, ateş, makas, karton boru, toplu iğne.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

- Karton borunun her iki açık tarafına balonu gerdirerek bağlayınız.
- Balon gerdirilen bir uca tam ortadan toplu iğne ucu kadar bir delik açınız.
- Şekilde de gösterildiği gibi mumu yakın ve karton borunun balon gerdirilmiş delikli kısma yaklaştırınız.
- Elimizle gerdirilmiş balona vurum ve mumdaki alevleri gözlemleyiniz.




Şekil 3: Deney düzeni (Darling, 1991).

Sonuçlandırma

Bu deneyde ses madde ile karşılaşınca ne olmuştur?

Mum alevinin dalgalanmasını nasıl açıklarsınız? Bu duruma sebep olan nedir?

Elimizi gergin balona vurduğumuz andan mum alevinin dalgalanmasına kadar gelişen olayları mikro düzeyde bir çizimle gösteriniz.



Genellelim

Bütün sesler bu tür etkiye sebep olur mu? Açıklayınız.

Sonuç olarak ses maddenin enerjinin bir formudur? Açıklayınız.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Sizce bir opera sanatçısı gerçekten bir cam bardağı sesi ile kırabilir mi? Açıklayınız.

Şekil 3.3. Enerji kavramına ilişkin örnek bir etkinlik

3.4.5. 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. Örneğin “Besinlerde Depolanmış Enerji” ve “Bitki Yaprağındaki Enerji” etkinliklerinde ısıtıcı kullanılmakta ve ateş yakılmaktadır. Bir başka etkinlikte ise aşındırıcı özelliği olan sülfürik asit kimyasal maddesi kullanılmaktadır. Benzer şekilde “Santrallerdeki Enerji” ve “Güç Santrallerinden Evimize: Elektrik” etkinliklerinde de ısıtıcı yer almakta ve elektrik ile deneyler yapılmaktadır. Özellikle belirtilen bu etkinliklerde her türlü önlemlerin alınması için laboratuvar ortamında düzenlenmiştir. Oluşturulan etkinliklerde de bu durumlara yönelik gerekli güvenlik sembolleri yer almaktadır.

3.4.6. Kapanış Etkinliğinin Gerçekleştirilmesi

Bu aşamaya uygun olarak, etkinlikler oluşturulurken her etkinliğin sonunda nelerin yapıldığı, deneyin nasıl sonuçlandığı, nasıl açıklanacağı, gündelik hayatla nasıl ilişkilendirileceği ve nelerin öğrenildiğine yönelik sorular bulunmaktadır. Bu sorular gruplar arasında tartışma ortamının oluşturulmasına olanak vermektedir. Böylece etkinliklerin sonunda sınıf tartışması gerçekleştirilerek etkinlikler sonlandırılmaktadır.

3.4.7. Değerlendirmenin Gerçekleştirilmesi

Etkinliklerin laboratuvar ortamında gerçekleştirilmesinin ardından değerlendirmeler, grupların etkinliklerde bulunan açık-uçlu sorulara vermiş oldukları yanıtlar ile yapılmaktadır. Gruplar etkinlikte yer alan açık-uçlu soruları yapılan her etkinlik için grup tartışmaları yaparak cevaplandırmaktadır. Bu yanıtlar her hafta araştırmacı tarafından dereceli puanlama anahtarı ile analiz edilerek sorularla ilgili geri bildirimler verip bir sonraki hafta gruplara dağıtılmaktadır. Bu amaçla öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik geliştirilen etkinliklerde yer alan açık-uçlu sorulara vermiş oldukları yanıtları değerlendirmek amacıyla çeşitli kaynaklardan yararlanılarak (Abraham,

Williamson ve Westbrook, 1994; Güven, Sülün ve Çam, 2014) analitik türde dereceli puanlama anahtarı (rubrik) hazırlanmıştır. Analitik türde rubrikler sadece belli parçaların değerlendirildiği, test edildiği, yanıtın ya da yapılan işin aşama aşama puanlandığı durumlarda kullanılan yönergelerdir (Atılğan, 2009).

Hazırlanan dereceli puanlama anahtarının geçerliliği, üç tip kanıt kullanılarak hesaplanmıştır. Moskal ve Leydens (2000)'e göre rubrikte geçerlik, kullanılan yorumların biçim ve doğruluğunu destekleyen kanıtların derecelerine işaret etmektedir. Bu üç tip kanıt: İçerik, yapı ve ölçüt ile ilgili kanıtlardır. Kanıtların sağlanıp geçerliliğinin denetlenmesi için Tablo 3.5'teki sorular uzman görüşleri doğrultusunda cevaplandırılmıştır.

Tablo 3.5

Rubriğin Geçerliliğini Sağlamak İçin Cevaplandırılan Sorular

İçerik	1. Değerlendirme ölçütleri herhangi bir konu dışı içeriği tanımlıyor mu? 2. Değerlendirme ölçütleri içeriğin tüm açılarını tanımlıyor mu? 3. Rubrikle değerlendirilecek olan açık-uçlu soruların tanımlanmamış herhangi bir içerik alanı var mı?
Yapı	1. Puanlama ölçütleriyle değerlendirilen yapının tüm önemli yüzeyleri mevcut mu? 2. İlgili yapıyla ilişkili olmayan herhangi bir değerlendirme ölçütü var mı?
Ölçüt	1. Puanlama ölçütleri ilgili performansın veya gelecekteki başarının öğelerini nasıl yansıtmaktadır? 2. Rubrik kullanılarak değerlendirilen ilgili performansın ya da geleceğin önemli öğeleri nedir? Puanlama ölçütleri bu öğeleri nasıl ölçmektedir? 3. Puanlama ölçütlerinde yansıtılmayan ilgili performansın herhangi bir yüzeyi mevcut mu?

Hazırlanan dereceli puanlama anahtarının güvenilirliğine ilişkin ise üç puanlayıcının vermiş olduğu puanların tutarlılığını ve tutarlılığın güvenilirliğini belirlemede tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Ayrıca puanlayıcıların vermiş oldukları puanlar arasındaki korelasyona bakılmıştır. Tek yönlü varyans analiz sonuçları Tablo 3.6'da verilmektedir.

Tablo 3.6

Tek Yönlü Varyans Analiz Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	,154	2	,077	,059	,943
Gruplarıçi	46,923	36	1,303		
Toplam	45,590	38			

* $p < 0,05$

Analiz sonucu puanlayıcıların aynı açık-uçlu soruların yanıtlarına vermiş oldukları

puanlar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($F = ,589; p > 0,05$) ve her bir puanlayıcının puanlarının birbiri ile tutarlı olduğu görülmüştür. Puanlayıcılar arasındaki korelasyona baktığımızda ise 1. ve 2. puanlayıcı arasında 0,942; 1. ve 3. puanlayıcı arasında 0.878; 2. ve 3. puanlayıcı arasında ise 0.902 pearson momentler çarpımı korelasyon katsayıları bulunmuştur. Bulunan katsayıların yüksek ve pozitif bir ilişki içinde olması, puanlayıcıların birbirlerine yakın puan verdiklerini yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, hazırlanan açık-uçlu sorulara ilişkin dereceli puanlama anahtarının güvenilir olduğunu göstermektedir.

Etkinliklerde yer alan her bir aşamadaki açık-uçlu soruların geçerliliği ve güvenilirliği hesaplanan rubrikte belirlenen ölçütler dikkate alınarak her bir aşama 1 (zayıf), 2 (orta), 3 (iyi), 4 (çok iyi) şeklinde puanlandırılmıştır. Geliştirilen açık-uçlu dereceli puanlama anahtarı Ek 1’de verilmiştir.

3.5. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplamak amacıyla “Enerji Kavramları Başarı Testi”, “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi”, “Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi” ve “Çizme Yazma Tekniği” kullanılmıştır. Ayrıca veriler öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler ile toplanmıştır. Bu doğrultuda veri toplama araçları hakkında detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.5.1. Enerji Kavramları Başarı Testi (EKBT)

Çalışmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramları hakkındaki bilgi alanına ait bilişsel alan düzeylerini ölçmek amacıyla “Enerji Kavramları Başarı Testi” geliştirilmiştir. Özellikle bu test ile yenilenen Bloom taksonomisine ait bilgi boyutundaki olgu, kavramsal, işlemsel ve üstbilişsel bilgi ile bilimsel süreç boyutundaki hatırlama, anlama ve uygulama düzeylerinde sorular ile öğretmen adaylarının bilişsel alan düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada belirlenen enerji kavramına ilişkin her konu dâhilinde ilgili kazanımı içeren ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir soru havuzu oluşturulmuştur. Bu soru havuzunun oluşturulma aşamasında ilgili alan yazında bulunan enerji konuları ile ilgili çalışmalardaki başarı testlerinden

(Boylan, 2008; Hırça ve diğerleri, 2008; Köse, Ayas ve Uşak, 2006; Yuenyong ve diğerleri, 2008), bu konuları içeren soru bankalarından, test yapıklarından ve fizik, kimya ve biyoloji alan kitaplarından yararlanılmıştır. Ayrıca özgün çoktan seçmeli sorular hazırlanarak soru havuzuna katkıda bulunulmuştur.

Soruların hazırlanması aşamasında yenilenen Bloom taksonomisine ait bilgi boyutu ile bilişsel süreç boyutu dikkate alınmıştır. Özellikle bu çalışmada enerji kavramları başarı testindeki soruların olgusal, kavramsal, işlemsel ve üstbilişsel bilgi boyutları ile hatırlama, anlama ve uygulama bilişsel süreç boyutlarında olması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda Fen Bilgisi 3. ve 4. sınıf öğretmen adaylarına yönelik 30 soruluk çoktan seçmeli bir test hazırlanmıştır. Başarı testine ait belirtke tablosu Tablo 3.7’de, soruların taksonominin hangi boyutunda olduğu ise ayrıntılı olarak Tablo 3.8’de gösterilmektedir.

Tablo 3.7

Enerji Kavramları Başarı Testi Belirtke Tablosu

Sorular	Konu	Bilgi Boyutu	Bilişsel Süreç Boyutu	Kazanım
Soru 1	Işık enerjisi	Kavramsal	Anlama	1.1; 1.2
Soru 2	Işık enerjisi	Üstbilişsel	Anlama	1.3
Soru 3	Elektrik enerjisi	Üstbilişsel	Uygulama	1.14
Soru 4	Ses oluşumu	İşlemsel	Hatırlama	2.6
Soru 5	Potansiyel ve kinetik enerji	İşlemsel	Hatırlama	1.7; 1.9
Soru 6	Güneş panelleri	İşlemsel	Anlama	2.1; 2.2
Soru 7	Güç santralleri	Kavramsal	Anlama	2.3; 2.4
Soru 8	Enerji formlarının aktarımı	Kavramsal	Hatırlama	3.1; 3.2
Soru 9	Potansiyel ve kinetik enerji	Kavramsal	Anlama	1.6; 1.8
Soru 10	Isı enerjisi	İşlemsel	Anlama	1.20
Soru 11	Isı enerjisi	Olgusal	Hatırlama	1.19
Soru 12	Güç santralleri	Üstbilişsel	Anlama	2.5
Soru 13	Fiziksel enerji dönüşümleri	Olgusal	Anlama	4.4
Soru 14	Ses enerjisi	Kavramsal	Uygulama	1.15; 1.16
Soru 15	Sesin yayılması	Olgusal	Hatırlama	3.4
Soru 16	Fiziksel enerji dönüşümleri	İşlemsel	Uygulama	4.1
Soru 17	Fiziksel enerji dönüşümleri	İşlemsel	Anlama	4.5
Soru 18	Isı aktarımı	Kavramsal	Anlama	3.3; 3.5; 3.6
Soru 19	İyonlaşma enerjisi	Olgusal	Anlama	1.10; 1.11
Soru 20	Bağ enerjisi	Kavramsal	Anlama	1.12; 1.13
Soru 21	Nükleer enerji	Kavramsal	Hatırlama	1.17; 1.18
Soru 22	Kimyasal enerji kaynakları	Kavramsal	Anlama	2.7; 2.8
Soru 23	Kimyasal enerji dönüşümleri	İşlemsel	Anlama	4.9; 4.10
Soru 24	Kimyasal bağ enerjisi	Olgusal	Hatırlama	1.14
Soru 25	Kimyasal bağ enerjisi	Üstbilişsel	Anlama	1.5
Soru 26	Canlılarda enerji aktarımı	Üstbilişsel	Hatırlama	3.7
Soru 27	Canlılarda enerji aktarımı	Üstbilişsel	Anlama	3.8
Soru 28	Canlılarda enerji dönüşümü	Kavramsal	Anlama	4.6; 4.7; 4.8
Soru 29	Fiziksel enerji dönüşümleri	Olgusal	Uygulama	4.2; 4.3
Soru 30	Besinlerdeki enerji	Kavramsal	Anlama	2.9; 2.10

Tablo 3.8

Başarı Testindeki Soruların Yenilenen Bloom Taksonomisine Yönelik Dağılımı

BİLGİ BOYUTU	BİLİŞSEL SÜREÇ BOYUTU					Yeniden oluşturma
	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	
Olgusal	11; 15; 24	13; 19	29			
Kavramsal	8; 21	1; 7; 9; 18; 20; 22; 28; 30	14			
İşlemsel	4; 5	6; 10; 17; 23	16			
Üstbilişsel	26	2; 12; 25; 27	3			

3.5.1.1. Başarı Testinin Geçerlilik ve Güvenilirlik Uygulamaları

Enerji Kavramları Başarı Testinin geçerliliğini belirlemek amacıyla kapsam geçerliliği için uzman görüşleri alınmış ve uzmanlar arasındaki tutarlılık Fleiss Kappa uyum katsayısı ile değerlendirilmiştir. Ayrıca başarı testindeki soruların anlaşılabilirliğinin ve açıklığının tespit edilmesi bakımından öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmıştır. Ek olarak başarı testinin madde ve test analizleri gerçekleştirilmiştir. Madde analizleri kapsamında madde güçlük ve madde ayırt edicilik katsayıları incelenmiştir. Ayrıca Enerji Kavramları Başarı Testinin güvenilirliğini belirlemek amacıyla ise “Bir Testi İki Eşdeğer Yarıya Bölme” yöntemi kullanılarak güvenilirlik katsayısı bulunmuş, bulunan değer ise Sperman Brown güvenilirlik katsayısına göre düzeltilmiştir.

Başarı testinin kapsam geçerliliğinin sağlanmasında uzman 5 öğretim elemanının (biyoloji eğitimi, kimya eğitimi, fizik eğitimi ve 2 fen eğitimcisi) görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlar başarı testinin hazırlanan belirtke tablosuna uygun olup olmadığı veya düzeltilmesi gerektiği konusunda görüşlerini belirtmişlerdir. Ayrıntılı olarak başarı testinin tamamının enerji kavramının tüm özelliklerini kapsayıp kapsamadığı, soruların ilgili kazanımları ölçüp ölçmediği ve her bir sorunun ilgili bilişsel süreç ve bilgi boyutuna ait olup olmadığı konusunda görüş bildirmişlerdir. Uzmanlardan başarı testine ilişkin görüşleri “Uzman Görüş Formu” kullanılarak alınmıştır. Kullanılan bu form Ek 2’de verilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda başarı testindeki 7., 14., 17. ve 25. sorular düzeltilmiştir. 7. ve 17. sorular kazanımla ilişkisi, 14. soru bilişsel boyut ve 25. soru bilgi boyutu açısından tekrar gözden geçirilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca uzmanlar arasındaki görüşlerin tutarlılığı Fleiss kappa katsayısı ile hesaplanmıştır. Fleiss (1971), puanlayıcıların ikiden

fazla olması ve test sonuçlarının kategorik ya da sıralı yapıda olması durumunda aralarındaki uyumun genellenmiş bir Kappa istatistiği ile ortaya çıkarılmasını önermektedir. Bu bağlamda başarı testine ilişkin konu alanı için 0.87, ilişkili kazanımlar için 0.79, bilişsel süreç boyutu için 0.95 ve bilgi boyutu için 0.92 Fleiss kappa uyum katsayıları elde edilmiştir. Fleiss'e (1971) göre $kappa < .40$ kötü uyum; $.40 \leq kappa < .59$ zayıf uyum; $.60 \leq kappa < .74$ iyi uyum; $.75 \leq kappa$ mükemmel uyum göstermektedir. Böylece başarı testine ilişkin konu alanı, ilişkili kazanımlar, bilişsel süreç ve bilgi boyutu konusunda uzmanların mükemmel bir uyum gösterdikleri söylenebilir. Sonuç olarak başarı testinin enerji kavramının tüm özelliklerini yansıttığı, belirtke tablosuna uygun olduğu ve testin kapsam geçerliliğinin sağlandığı söylenebilir.

Başarı testindeki soruların anlaşılabilirliğinin ve açıklığının tespit edilmesi bakımından 5 öğretmen adayı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda başarı testindeki 5., 7., 8. ve 17. maddeler yeniden düzenlenerek soruların anlaşılabilirliği ve açıklığı sağlanmıştır.

Başarı testinin madde ve test analizlerine yönelik testin madde güçlük ve madde ayırt edicilik katsayıları hesaplanmıştır. Başarı testindeki 30 soruluk çoktan seçmeli test ilk olarak bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. sınıfında öğrenim gören 41 öğretmen adayına uygulanmıştır. Yapılan uygulamalar ile test maddelerinin madde ayırt edicilik puanı 0.30'un altında olan 2., 9., 11., 18., 25. ve 28. maddeler yeniden düzenlenmiştir. Son durumda ise başarı testi 2015-2016 öğretim yılında üç devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programlarında öğrenim gören toplam 293 üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Uygulamaya katılan öğretmen adaylarının % 47.09 (n = 138)'ü üçüncü sınıfta, % 52.91 (n = 155)'i ise dördüncü sınıfta öğrenim görmektedir. Uygulamalar sonucu başarı testindeki maddelerin güçlük indeksi ve madde ayırt ediciliği hesaplanmıştır. Başarı testinde madde güçlüğü 0,00-0,34 arasında olan zor düzeyde 7 soru, 0,35-0,64 arasında olan orta düzeyde 21 soru ve 0,65-1,00 arasında olan kolay düzeyde 2 soru bulunmaktadır. Testte ayırt edicilik indeksleri 0,20'nin altında olan herhangi bir madde bulunmadığından testten hiçbir soru çıkarılmamıştır. İndeks çalışmaları sonucunda 4., 9., 12., 14., 16. ve 20. maddeler gerekli görüldüğü için yeniden düzenlenmiştir. Son durumda soruların madde analiz sonuçları Tablo 3.9'da gösterilmektedir.

Tablo 3.9

Başarı Testine Ait Madde Analiz Sonuçları

Madde No	Madde Toplam Korelasyon	Madde Güçlüğü	Madde Ayırt Ediciliği	Üst Grup (N=79)		Alt Grup (N=79)		p
				X	S	X	S	
1	,313	,43	,33	,59	,49	,27	,44	,000
2	,407	,78	,37	,96	,19	,59	,49	,000
3	,550	,51	,62	,82	,38	,20	,40	,000
4	,148	,46	,20	,56	,49	,35	,48	,000
5	,363	,32	,41	,52	,50	,11	,31	,000
6	,323	,47	,37	,66	,48	,29	,46	,000
7	,246	,29	,30	,44	,50	,14	,35	,000
8	,487	,49	,54	,76	,43	,22	,41	,000
9	,181	,37	,24	,49	,50	,25	,44	,000
10	,535	,57	,56	,85	,36	,29	,46	,000
11	,416	,78	,37	,96	,19	,59	,49	,000
12	,032	,21	,24	,23	,42	,19	,39	,000
13	,375	,35	,32	,51	,50	,19	,39	,000
14	,218	,39	,25	,52	,50	,27	,44	,000
15	,473	,53	,51	,78	,41	,28	,45	,000
16	,176	,13	,24	,20	,40	,06	,24	,000
17	,470	,47	,46	,70	,46	,24	,43	,000
18	,492	,53	,53	,80	,40	,27	,44	,000
19	,346	,28	,30	,42	,49	,14	,35	,000
20	,103	,21	,24	,28	,45	,14	,35	,000
21	,306	,55	,37	,73	,44	,37	,48	,000
22	,508	,41	,47	,65	,48	,18	,39	,000
23	,411	,27	,39	,47	,50	,07	,27	,000
24	,518	,43	,53	,70	,46	,16	,37	,000
25	,438	,46	,47	,70	,46	,23	,42	,000
26	,505	,37	,49	,62	,49	,13	,33	,000
27	,503	,49	,53	,76	,43	,23	,42	,000
28	,430	,49	,48	,73	,44	,25	,44	,000
29	,406	,47	,42	,68	,47	,27	,44	,000
30	,141	,35	,30	,49	,50	,22	,41	,000

Tablo 3.9’da gösterildiği üzere katılımcılar arasından toplam puanlara göre oluşturulan %27’lik üst grup (N=79) ve %27’lik alt grup (N=79) katılımcılara ilişkin madde analizlerine göre aritmetik ortalama, standart sapma ve anlamlılık düzeyi değerleri incelendiğinde, üst grupta bulunan katılımcıların, alt grupta bulunan katılımcılara göre daha yüksek ortalamalara sahip oldukları ve yapılan bağımsız gruplar t-testine ilişkin olarak anlamlılık (p) değerlerinin hepsinin $p=,000$ ($p<,001$) olarak bulunduğu görülmektedir. Bu değerler, “Enerji Kavramları Başarı Testinin” üst grup – alt grup farkı açısından ayırt edici ve dolayısıyla geçerli bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

Başarı testinin güvenilirliğini de kontrol etmek amacıyla ise “Bir Testi İki Eşdeğer

Yarıya Bölme” yöntemi kullanılmıştır. İki ölçüm arasındaki korelasyon “Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı” formülü ile hesaplanarak, bulunan değer “Spearman Brown” formülü ile düzeltilmiş ve güvenilirlik katsayısı bulunmuştur. Son durumda 30 sorudan oluşan başarı testinin Spearman Brown formülü kullanılarak güvenilirlik katsayısı $r_x = 0.75$ olarak bulunmuştur.

Geliştirilen 30 soruluk “Enerji Kavramları Başarı Testi”ndeki her bir soruya verilen doğru cevap için “1” puan, yanlış ve boş cevaplar için “0” puan verilerek puanlama yapılmıştır. Bu puanlama sonucunda başarı testinden alınabilecek en yüksek puan bütün soruların doğru olması halinde “30” puan olarak ve en düşük puan olarak ise bütün soruların yanlış cevaplanması halinde “0” puan olarak hesaplanmıştır. Son durumda ise “Enerji Kavramları Başarı Testi”nin son hali Ek 3’te verilmiştir.

3.5.2. İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi (İAEKTT)

Çalışmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramları hakkındaki bilgi alanına ilişkin bilişsel alan düzeylerini ölçmek ve bu konuya ilişkin kavramsal anlamalarını belirlemek amacıyla “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi” geliştirilmiştir. Özellikle bu test ile yenilenen Bloom taksonomisine ait bilgi boyutundaki olgu, kavramsal, işlemsel ve üstbilişsel bilgi ile bilimsel süreç boyutundaki uygulama ve çözümlene düzeylerinde sorular ile öğretmen adaylarının bilişsel alan düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır.

Tanı testinin geliştirilmesinde Karataş, Köse ve Coştu (2003) tarafından önerilen aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

1. Konu içeriğinin belirlenmesi
 - a) Konuyla ilgili bilgi önermelerinin belirlenmesi
 - b) Konu içeriğiyle ilgili kavram haritasının geliştirilmesi
 - c) Bilgi önermelerinin kavram haritalarıyla ilişkilendirilip haritaya dâhil edilmesi
 - d) Kapsam geçerliliğinin sağlanması
2. Öğrencilerin mevcut kavram yanılgılarının belirlenmesi
 - a) İlgili literatürün incelenmesi
 - b) Yarı-yapılandırılmış öğrenci mülakatlarının gerçekleştirilmesi
 - c) Gerekçe kısmı açık uçlu olan çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi

3. Teşhis testinin geliştirilmesi
 - a) İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi
 - b) Belirtke tablosunun oluşturulması
 - c) Düzenlemelerin devam ettirilmesi

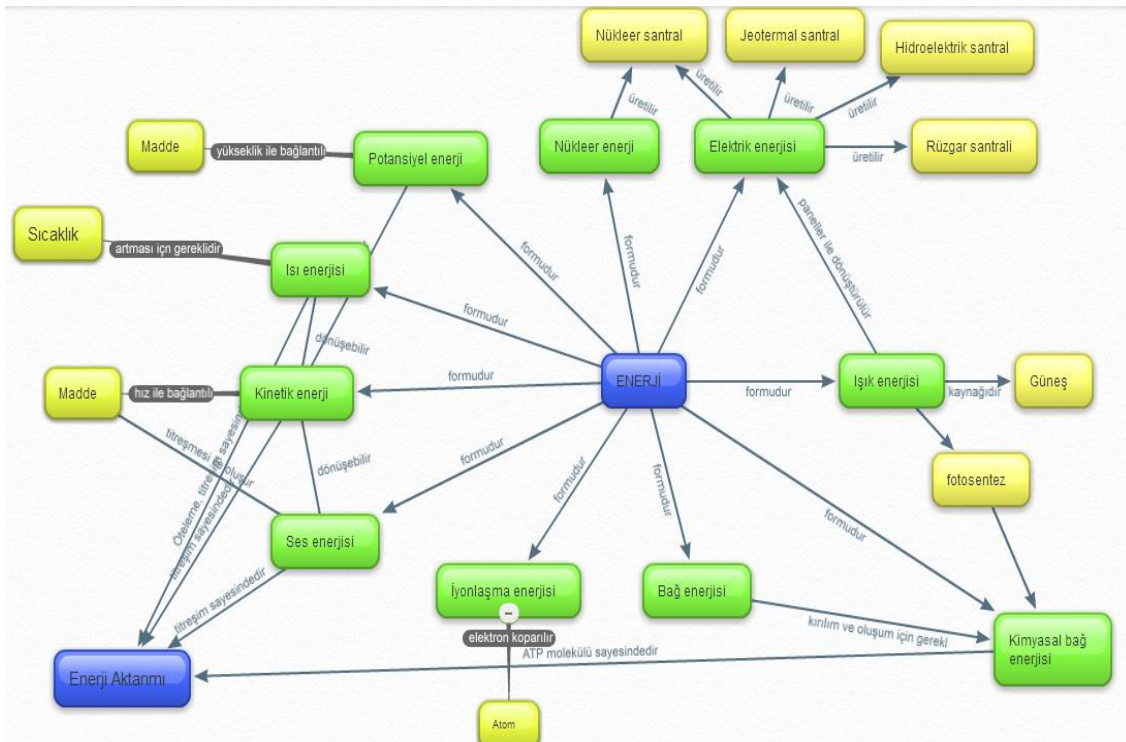
3.5.2.1. Konu İçeriğinin Belirlenmesi

a) Konuyla İlgili Bilgi Önermelerinin Belirlenmesi

Bu adımda enerji kavramının yer aldığı konularla ilgili ders kitaplarında, alan sınavı konu anlatım kitaplarında ve çeşitli makalelerde yer alan bilgilere bağlı olarak çok sayıda önerme yazılmıştır. Enerji kavramını içeren ve ilgili kazanıma yönelik yazılan 81 önerme cümlesi Ek 4’te verilmiştir.

b) Konu İçeriğiyle İlgili Kavram Haritasının Geliştirilmesi

İki aşamalı tanı testinin geliştirilmesinde, araştırmacıya etraflı düşünme ve konunun doğasını anlama fırsatı tanıma açısından kavram haritası oluşturulmuştur. Kavram haritası, enerji kavramının ilişkili olduğu konular arasında bağlantıların açığa çıkarılmasında önemli bir anahtardır. Bu amaçla çalışmada oluşturulan kavram haritası Şekil 3.4’te gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Enerji kavramına ait kavram haritası

c) Bilgi Önermelerinin Kavram Haritalarıyla İlişkilendirilip Haritaya Dâhil Edilmesi

Çalışmada oluşturulan kavram haritası önerme cümleleri ile doğrudan ilişkilidir. Böylece hem önerme cümlelerinin hem de kavram haritasının birbiriyle örtüşmesi sağlanmıştır. Bu durum ise hazırlanacak olan iki aşamalı testin iç tutarlılığını arttırmıştır.

d) Kapsam Geçerliliğinin Sağlanması

Çalışmada oluşturulan önerme cümlelerinin bilimsel olarak doğruluğu fizik, kimya ve biyoloji alan uzmanları tarafından kontrol edilmiştir. Benzer şekilde kavram haritası da fen eğitimcisi ve alan uzmanları tarafından incelenmiştir. Uzman görüşleri sonucunda hem önerme cümlelerindeki hem de kavram haritasındaki düzensizlikler ve çelişkiler ayıklanmış, önermelerin doğruluğu kanıtlanmış ve önerme cümleleri ile kavram haritası yeniden düzenlenmiştir. Böylece çalışmada oluşturulan hem önerme cümlelerinin hem de kavram haritasının kapsam geçerliliği sağlanmıştır.

3.5.2.2. Öğrencilerin Mevcut Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

a) İlgili Literatürün İncelenmesi

Öğrencilerin enerji kavramına ilişkin alan yazında belirlenen çok sayıda kavram yanılgısı bulunmaktadır. Bu aşamada da öğrencilerin enerji kavramına ilişkin alan yazında yer alan kavram yanılgıları incelenmiştir. Yapılan incelemelerden elde edilen veriler hem testin geliştirilmesinde hem de testin gerekçe kısmındaki seçeneklerin oluşturulmasında kullanılmıştır. Alan yazında enerji kavramının yer aldığı konulara ilişkin belirlenen kavram yanılgıları Ek 5’te verilmiştir.

b) Yarı-Yapılandırılmış Öğrenci Mülakatlarının Gerçekleştirilmesi

Bir önceki adımda, alan yazında yer alan enerji kavramının ilişkili olduğu konulardaki kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Ancak alan yazında enerji kavramının yer aldığı “kimyasal bağ enerjisi”, “ses enerjisi”, “nükleer enerji”, “güneş panelleri”, “güç santralleri (yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji)” ve “canlılarda enerji aktarımı” konularında doğrudan enerji kavramına yönelik kavram yanılgılarına rastlanılmamıştır. Bu doğrultuda söz konusu konulara yönelik öğrencilerde bulunan kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacıyla yarı-yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Fen Bilgisi öğretmenliği son sınıfta öğrenim gören 5 öğretmen adayı ile 30

dakikalık mülakatlar yapılmıştır. Mülakatta her öğretmen adayına o konu hakkında belirli sorular sorulmuş, devamında ise konu hakkındaki görüşleri alınmıştır. Sonuç olarak enerji kavramına yönelik öğretmen adaylarına yöneltilen sorular ve bu konudaki kavram yanlışları ayrıntılı olarak Ek 6’da verilmiştir.

c) Gerekçe Kısmı Açık Uçlu Olan Çoktan Seçmeli Test Maddelerinin Geliştirilmesi

Testin geliştirilmesinin bu aşamasında, yapılan alan yazın taramasının ve yarı-yapılandırılmış mülakatların sonucunda tespit edilen kavram yanlışlarından yararlanılarak özgün çoktan seçmeli sorular ve çeldiriciler geliştirilmiştir. Konuyla ilgili çoktan seçmeli sorular hem rastlanan kavram yanlışları ile hem de ilgili önerme cümleleri ile ilişkilendirilerek oluşturulmuştur. Ayrıca testin çeldiricilerine ilgili kavram yanlışları yerleştirilmiştir. Her çoktan seçmeli sorudan sonra “çünkü” şeklinde bir ifade ile sorunun doğru cevabının gerekçesi de istenmiştir. Gerekçeli kısımlar altı seçenekten oluşmaktadır. Bu altı seçeneğin beşi çoktan seçmeli şeklinde, biri ise boş seçenektir. Bazı sorularda doğru gerekçe şıklara yerleştirilmiş, bazılarında ise boş seçenek kısmına katılımcıların gerekçeyi belirtmeleri istenmiştir. Bu duruma ilişkin örnek bir soru Tablo 3.10’da gösterilmektedir.

Tablo 3.10

İki Aşamalı Tanı Testine Ait Örnek Bir Soru

Soru-3. Potaya doğru eğik atışa benzer bir atışla atılan bir basketbol topunun izlediği yol boyunca sahip olduğu enerjilere ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Top potaya yaklaşırken potansiyel enerji azalır, kinetik enerji artar.
- B) Basketbol topu potaya ulaşana kadar kinetik, potansiyel ve ısı enerjilerine sahiptir.
- C) Top en tepede iken çekim potansiyel enerjisi en yüksek değerdedir.
- D) *Basketbol topunun çekim potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşürken toplam enerjisi artar.
- E) Basketbol topu yere düşüp durduğunda da belli bir enerjiye sahiptir.

Çünkü-3:

- A) Sabit duran cismin enerjisi yoktur.
- B) *Enerji korunumuna göre, cismin potansiyel ve kinetik enerjileri değişse bile toplam enerji olan mekanik enerji değişmez.
- C) Bir cisim düşmeye bırakıldığında, çekim potansiyel enerjinin tamamı aynı anda kinetik enerjiye dönüşür.
- D) Çekim potansiyel enerjisi yüksekliğe bağlı değildir.
- E) Kinetik ve ısı enerjileri de potansiyel enerjideki gibi cisimlerin yükseklik ve kütlelerine bağlı olarak değişir.

F)

*Doğru cevap ve doğru gerekçeyi göstermektedir.

Tablo 3.10’da verilen örnek bir soruda, ilk olarak çoktan seçmeli bir soru verilmiştir ve beş seçenekten oluşmaktadır. Bu sorunun doğru cevabının gerekçesi ise “çünkü” kısmında katılımcılardan istenmektedir. Bu kısım ise altı seçenekten oluşmaktadır. Seçeneklerden biri doğru gerekçeyi, 4’ü kavram yanlışını içermektedir. Bu kavram

yanılgılarının bazıları alan yazında da var olan çalışmalardaki kavram yanılgılarından oluşturulmuştur. Diğer kavram yanılgıları ise öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucu ortaya çıkan kavram yanılgılarıdır.

Geliştirilen testin uygulamasına geçilmeden, hazırlanan test sorularının köklerinin ve cevap şıklarının, ifade açıklığını ve bilimsel tutarlılığını kontrol etmek amacıyla fen eğitimcisinin ve alan uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Alınan görüşler doğrultusunda testteki bazı maddelerin soru kökleri değiştirilmiş, bazılarının ise çeldiricileri yeniden yazılmıştır. Örneğin, 12., 13., 14., 15. ve 19. maddelerinin çeldiricilerinde değişiklikler yapılmış, 21. maddenin hem soru kökü hem de çeldiricileri yeniden yazılmıştır. Son durumda test uygulama için hazır duruma getirilmiştir.

3.5.2.3. Teşhis Testinin Geliştirilmesi

a) İki Aşamalı Teşhis Testinin Geliştirilmesi

Enerji kavramına yönelik çoktan seçmeli test sorularının ikinci aşaması da çoktan seçmeli olarak hazırlanmıştır. İkinci aşamadaki doğru cevabın dışındaki her bir gerekçe seçeneği öğretmen adaylarının o konu hakkında sahip oldukları kavram yanılgılarını içermektedir. Bu durumda 21 sorudan oluşan iki aşamalı test geliştirilmiştir. İki aşamalı test sorularının gerekçe kısımlarının tamamı altı maddeden oluşmaktadır.

b) Belirtke Tablosunun Oluşturulması

Bu adımda geliştirilen iki aşamalı enerji kavramları tanı testindeki her bir sorunun hangi önerme cümlelerini içerdiğini, hangi konuya yönelik olduğunu ve hangi kazanımı ölçtüğünü gösteren bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Böylece açıkta kalan önerme cümlesinin olup olmadığı, soruların kazanımlara yönelik olup olmadığı ve her konuda bir sorunun yazılıp yazılmadığı Tablo 3.11'deki belirtke tablosu ile kontrol edilmiştir. Ayrıca testte bulunan her bir sorunun hangi bilgi boyutunda ve hangi süreç boyutunda olduğu da ayrıntılı olarak Tablo 3.12'de gösterilmektedir.

Tablo 3.11

İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi Belirtke Tablosu

Madde No	Konu Alanı	Kazanım	Önerme Cümlesi	Bilgi Boyutu	Bilişsel Süreç Boyutu
Madde 1	Işık enerjisi	1.1, 1.2, 1.3	1, 2, 3, 4	Üstbilişsel	Uygulama
Madde 2	Kimyasal bağ enerjisi	1.4, 1.5	5, 6, 7	Kavramsal	Uygulama
Madde 3	Potansiyel ve kinetik enerji	1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 4.1	8, 9, 10, 11, 12, 67	Olgusal	Çözümleme
Madde 4	İyonlaşma enerjisi	1.10, 1.11	13, 14, 15, 16	Kavramsal	Çözümleme
Madde 5	Bağ enerjisi	1.12, 1.13	17, 18, 19, 20, 21	İşlemsel	Uygulama
Madde 6	Elektrik enerjisi	1.14	22, 23, 24	Kavramsal	Uygulama
Madde 7	Ses enerjisi	1.15, 1.16	25, 26, 27	Olgusal	Uygulama
Madde 8	Güç santralleri	2.3, 2.4, 2.5	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45	Üstbilişsel	Çözümleme
Madde 9	Nükleer enerji	1.17, 1.18	28, 29	Olgusal	Çözümleme
Madde 10	Isı enerjisi	1.19, 1.20	30, 31, 32	Olgusal	Uygulama
Madde 11	Güneş panelleri	2.1, 2.2	33, 34, 35, 36	İşlemsel	Uygulama
Madde 12	Kimyasal enerji kaynakları	2.7, 2.8	47, 48, 49	Üstbilişsel	Uygulama
Madde 13	Besinlerdeki enerji	2.9, 2.10	50, 51, 52	İşlemsel	Çözümleme
Madde 14	Kimyasal enerji dönüşümleri	4.9, 4.10	80, 81	Kavramsal	Çözümleme
Madde 15	Enerji formlarının aktarımı	3.1, 3.2	53, 54, 55, 56, 57	Üstbilişsel	Uygulama
Madde 16	Enerji formlarının aktarımı	3.3	58	Kavramsal	Uygulama
Madde 17	Fiziksel enerji dönüşümleri	4.2, 4.3, 4.4, 4.5	68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75	Kavramsal	Çözümleme
Madde 18	Ses oluşumu ve yayılması	2.6, 3.4	46, 59, 60	İşlemsel	Uygulama
Madde 19	Canlılarda enerji aktarımı	3.7, 3.8	64, 65, 66	İşlemsel	Çözümleme
Madde 20	Isı aktarımı	3.5, 3.6	61, 62, 63	İşlemsel	Uygulama
Madde 21	Canlılarda enerji dönüşümü	4.6, 4.7, 4.8	76, 77, 78, 79	Üstbilişsel	Çözümleme

Tablo 3.12

Tanı Testindeki Soruların Yenilenen Bloom Taksonomisine Yönelik Dağılımı

BİLGİ BOYUTU	BİLİŞSEL SÜREÇ BOYUTU					
	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yeniden oluşturma
Olgusal			7; 10	3; 9		
Kavramsal			2; 6; 16	4; 14; 17		
İşlemsel			5; 11; 18; 20	13; 19		
Üstbilişsel			1; 12; 15	8; 21		

c) Düzenlemelerin Devam Ettirilmesi

Geliştirilen tanı testinin geçerliliğinin ve güvenilirliğinin sağlanması için gerekli analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlardan yararlanılarak test üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

3.5.2.4. Tanı Testinin Geçerlilik ve Güvenilirlik Uygulamaları

İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin geçerliliğini belirlemek amacıyla kapsam geçerliliği için uzman görüşleri alınmış ve uzmanlar arasındaki tutarlılık Fleiss Kappa uyum katsayısı ile değerlendirilmiştir. Ayrıca tanı testindeki soruların anlaşılabilirliğinin ve açıklığının tespit edilmesi bakımından öğretmen adayları ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Ek olarak tanı testinin madde ve test analizleri gerçekleştirilmiştir. Madde analizleri kapsamında madde güçlük ve madde ayırt edicilik katsayıları incelenmiştir. Ayrıca İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin güvenilirliğini belirlemek amacıyla ise Cronbach alfa iç tutarlılık değeri hesaplanmıştır.

Tanı testinin kapsam geçerliliğinin sağlanmasında uzman 5 öğretim elemanının (biyoloji eğitimi, kimya eğitimi, fizik eğitimi ve 2 fen eğitimcisi) görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlar tanı testinin hazırlanan belirtke tablosuna uygun olup olmadığı veya düzeltilmesi gerektiği konusunda görüşlerini belirtmişlerdir. Ayrıntılı olarak tanı testinin tamamının enerji kavramının tüm özelliklerini kapsayıp kapsamadığı, soruların ilgili kazanımları ölçüp ölçmediği, soruların önerme cümleleri ile ilişkili olup olmadığı ve her bir sorunun ilgili bilişsel süreç ve bilgi boyutuna ait olup olmadığı konusunda görüş bildirmişlerdir. Uzmanlardan tanı testine ilişkin görüşleri “Uzman Görüş Formu” kullanılarak alınmıştır. Kullanılan bu form Ek 7’de verilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda tanı testindeki 3., 5., 17., 20. ve 21. sorular düzeltilmiştir. 3. soru bilişsel boyut, 5. ve 17. sorular kazanımla ilişkisi, 20. soru bilgi boyutu ve 21. soru önerme cümleleri ile ilişkisi açısından tekrar gözden geçirilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca uzmanlar arasındaki görüşlerin tutarlılığı Fleiss kapa katsayısı ile hesaplanmıştır. Bu bağlamda tanı testine ilişkin konu alanı için 0.92, ilişkili kazanımlar için 0.81, önerme cümleleri için 0.69, bilişsel süreç boyutu için 0.77 ve bilgi boyutu için 0.73 Fleiss kapa uyum katsayıları elde edilmiştir. Fleiss’e (1971) göre $kappa < .40$ kötü uyum; $.40 \leq kappa < .59$ zayıf uyum; $.60 \leq kappa < .74$ iyi uyum; $.75 \leq kappa$ mükemmel uyum göstermektedir. Böylece tanı testine ilişkin konu alanı,

ilişkili kazanımlar ve bilişsel süreç boyutu konusunda uzmanların mükemmel bir uyum, önerme cümleleri ve bilgi boyutu için iyi uyum gösterdikleri söylenebilir. Sonuç olarak tanı testinin enerji kavramının tüm özelliklerini yansıttığı, belirtke tablosuna uygun olduğu, önerme cümleleri ile ilişkilendirildiği ve testin kapsam geçerliliğinin sağlandığı söylenebilir.

Tanı testindeki soruların anlaşılabilirliğinin ve açıklığının tespit edilmesi bakımından 5 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda tanı testindeki 2., 5., 7., 9., 10., 12. ve 18. maddeler yeniden düzenlenerek soruların anlaşılabilirliği ve açıklığı sağlanmıştır.

Tanı testinin madde ve test analizlerine yönelik testin madde güçlük ve madde ayırt edicilik katsayıları hesaplanmıştır. Tanı testindeki 21 soruluk iki aşamalı çoktan seçmeli test ilk olarak bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. sınıfında öğrenim gören 35 öğretmen adayına uygulanmıştır. Yapılan uygulamalar ile test maddelerinin madde ayırt edicilik puanı 0.30'un altında olan 8., 11., 13., 14., 15., 16., 17. ve 21. maddeler yeniden düzenlenmiştir. Son durumda ise başarı testi 2015-2016 öğretim yılında dört devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği Programlarında öğrenim gören toplam 247 üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Uygulamaya katılan öğretmen adaylarının % 47.37 (n=117)'si üçüncü sınıfta, % 52.63 (n=130)'ü ise dördüncü sınıfta öğrenim görmektedir. Uygulamalar sonucu tanı testindeki maddelerin güçlük indeksi ve madde ayırt ediciliği hesaplanmıştır. Tanı testinde madde güçlüğü 0,00-0,34 arasında olan zor düzeyde 8 soru, 0,35-0,64 arasında olan orta düzeyde 12 soru ve 0,65-1,00 arasında olan kolay düzeyde 1 soru bulunmaktadır. Testte ayırt edicilik indeksleri 0,20'nin altında olan herhangi bir madde bulunmadığından testten hiçbir soru çıkarılmamıştır. İndeks çalışmaları sonucunda yeniden düzenlenmesi gerekli olan 5., 8., 9., 11., 13., 14., 15., 16., 17. ve 21. maddeler gerekli görüldüğü için yeniden düzenlenmiştir. Son durumda soruların madde analiz sonuçları Tablo 3.13'te gösterilmektedir.

Tablo 3.13

İki Aşamalı Tanı Testine Ait Madde Analiz Sonuçları

Madde No	Madde Toplam Korelasyon	Madde Güçlüğü	Madde Ayırt Ediciliği	Üst Grup (N=67)		Alt Grup (N=67)		p
				X	S	X	S	
1	,126	,66	,43	,88	,33	,45	,50	,000
2	,177	,54	,43	,76	,43	,33	,47	,000
3	,166	,39	,43	,62	,49	,18	,39	,000
4	,109	,55	,38	,75	,44	,36	,48	,000
5	,006	,40	,25	,48	,50	,33	,47	,000
6	,234	,55	,51	,80	,40	,30	,46	,000
7	,088	,52	,41	,74	,44	,31	,47	,000
8	,052	,34	,25	,42	,50	,27	,45	,000
9	,044	,29	,20	,34	,48	,24	,43	,000
10	,133	,25	,31	,39	,49	,12	,33	,000
11	,035	,32	,23	,42	,50	,22	,42	,000
12	,141	,39	,21	,49	,50	,28	,45	,000
13	,072	,32	,24	,36	,48	,28	,45	,000
14	,016	,26	,25	,30	,46	,24	,43	,000
15	,006	,16	,23	,18	,39	,15	,36	,000
16	,076	,24	,26	,33	,47	,16	,37	,000
17	,029	,41	,26	,45	,50	,38	,49	,000
18	,075	,47	,40	,67	,47	,27	,45	,000
19	,140	,46	,40	,66	,48	,25	,44	,000
20	,074	,50	,37	,69	,47	,31	,47	,000
21	,006	,42	,26	,51	,50	,34	,48	,000

Tablo 3.13'te gösterildiği üzere katılımcılar arasından toplam puanlara göre oluşturulan %27'lik üst grup (N=67) ve %27'lik alt grup (N=67) katılımcılara ilişkin madde analizlerine göre aritmetik ortalama, standart sapma ve anlamlılık düzeyi değerleri incelendiğinde, üst grupta bulunan katılımcıların, alt grupta bulunan katılımcılara göre daha yüksek ortalamalara sahip oldukları ve yapılan bağımsız gruplar t-testine ilişkin olarak anlamlılık (p) değerlerinin hepsinin $p=,000$ ($p<,001$) olarak bulunduğu görülmektedir. Bu değerler, “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin” üst grup – alt grup farkı açısından ayırt edici ve dolayısıyla geçerli bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

Tanı testinin güvenilirliğini de kontrol etmek amacıyla Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır. Bu doğrultuda yapılan analizler sonucu tanı testinin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .88 olarak bulunmuştur.

Geliştirilen 21 soruluk “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi”ndeki tüm sorulara öğretmen adaylarının doğru cevap ve doğru gerekçe vermesi durumunda alacağı en fazla puan 63'tür. Tanı testinin puanlanmasına ilişkin kriterler Tablo 3.14'te verilmiştir.

Ayrıca “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi”nin son hali Ek 8’de verilmiştir.

Tablo 3.14

İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin Puanlanması

Değerlendirme Kriterleri	Puan
Doğru Seçenek – Doğru Gerekçe	3
Yanlış Seçenek – Doğru Gerekçe	2
Doğru Seçenek – Yanlış Gerekçe	1
Yanlış Seçenek – Yanlış Gerekçe	0

3.5.3. Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi (BKİT)

Öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapılarını belirlemek amacıyla bağımsız kelime ilişkilendirme testi kullanılmıştır. Yani bu test ile öğretmen adaylarının kavramlar arası bağları, bu bilgi ağlarının çözümlenmesi, uzun dönemli hafızalarında bulunan kavramlar arasındaki ilişkilerin yeterli olup olmadığı tespit edilmiştir.

Bilişsel yapı, bir öğrencinin uzun süreli belleğindeki kavramların ilişkilerini simgeleyen ve varsayım 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).

Bu test, zihne gelen fikirleri sınırlamadan bağımsız olarak uyarıcı kelimeyle ilişkili cevaplama varsayımına dayanmaktadır (Bahar, Johnstone ve Sutcliffe, 1999). Ayrıca test iki aşamadan oluşmaktadır. Teste ait uygulama formu Ek 9’da verilmiştir.

İlk aşamada; Katılımcılar bağımsız kelime ilişkilendirme testinde, belli bir süre içinde, (bu araştırma için verilen süre 30 saniyedir) (Gussarsky ve Gorodetsky, 1990), verilen kavram ile ilişkili olabilecek kelimeleri veya kavramları yazmaktadır. Bu çalışmada 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.

3.5.4. Çizme-Yazma Tekniği

Çizme-yazma tekniğiyle öğretmen adaylarının enerji kavramıyla ilgili görüşlerinin derinlemesine incelenmesi amaçlanmıştır (Rennie ve Jarvis, 1995). Ayrıca öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları bu teknik ile belirlenmiştir. Çizme-yazma tekniği, kavramlarla ilgili düşünce, anlama ve tutumlar hakkında doğal ve yüksek nitelikli veriler elde edilmesi açısından oldukça yararlıdır (White ve Gunstone, 1992). 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.

Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarının yapmış oldukları çizimlerin kavramsal anlama seviyeleri belirlenmiştir. Buradaki amaç çizimlerin enerji kavramının özelliklerini ne kadar yansıttığı ve bu özelliklerin doğru anlaşılıp anlaşılmadığının ortaya çıkarılmasıdır. Bu doğrultuda çizimlere ilişkin kavramsal anlamanın beş seviyesi belirlenmiştir. Bunlar; çizim yok, kavramsal olmayan çizimler, kavram yanılgılarını içeren çizimler, kısmi çizimler ve kapsamlı temsili çizimler şeklindedir. Bu çalışmada belirlenen çizimlere ilişkin kategoriler alan yazında bazı çalışmalarda da yer almaktadır (Köse, 2008; Reiss ve Tunnicliffe, 2001). Bu seviyelere ilişkin ayrıntılar Tablo 3.15’te verilmiştir.

Tablo 3.15

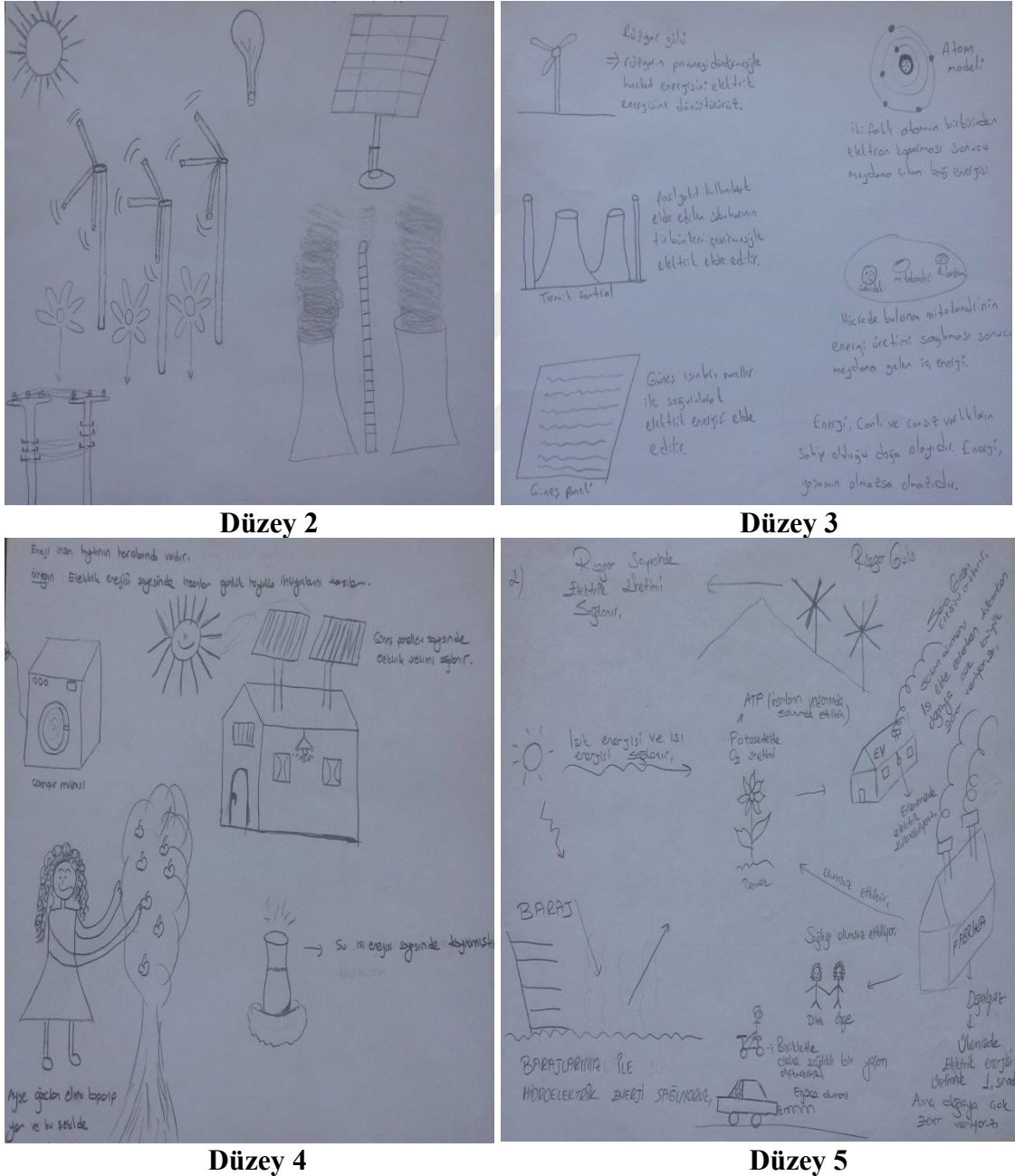
Çizme-Yazma Tekniğine İlişkin Kavramsal Anlama Seviyeleri ve Açıklamaları

Düzeyleer	Seviyeler	Açıklamalar
Düzey 1	<i>Çizim yok</i>	Öğrenciler bilmediklerini belirtmekte ya da cevap vermemektedir. Herhangi bir çizim bulunmamaktadır.
Düzey 2	<i>Kavramsal olmayan çizimler</i>	Bu çizimler enerji kavramına yönelik temel bileşenlerin gösterimini içermekte, ancak bu çizimlerin açıklamasına yer verilmemiştir. Yani bu kategorideki çizimlerde çizimlere ilişkin açıklama bulunmamaktadır.
Düzey 3	<i>Kavram yanlışlarını içeren çizimler</i>	Bu çizimler enerji kavramının özelliklerinin (enerji formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü) anlaşıldığını göstermekte, aynı zamanda bu özellikler ile ilişkili yanlış anlamaları içermektedir. Bu kategorideki çizimlerde çizimlere yapılan açıklamaların çoğunluğu kavram yanlışlığı içermektedir. Çizimlerde hem kavram yanlışlığı hem de bilimsel olarak doğru açıklamaların olması durumunda kavram yanlışlığı fazla ise bu kategoride, doğru bilimsel açıklamalar fazla ise düzey 4 kategorisinde yer almaktadır.
Düzey 4	<i>Kısmi çizimler</i>	Bu çizimler enerjinin özelliklerinin kısmi anlaşıldığını göstermektedir. Çizimlerde enerjinin tüm özelliklerine yer verilmemiştir. Aynı zamanda bu çizimlerin kısmi olarak doğru bir şekilde bilimsel açıklamaları yapılmıştır. Bu kategorideki çizimlerde enerji kavramının bazı özelliklerine yer verilmiştir. Örneğin enerji formu ve kaynağına ilişkin çizimler bulunuyor ve açıklamaları doğru bilimsel bilgi içeriyor ise katılımcıların çizimleri bu kategoriye yerleştirilmiştir.
Düzey 5	<i>Kapsamlı temsili çizimler</i>	Bu kategorideki çizimler enerji kavramının özelliklerine yönelik kapsamlıdır. Aynı zamanda bu çizimlerin bilimsel doğru ifadelerle anlatımı yapılmıştır. Bu kategorideki çizimlerde enerji formu, enerji kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümüne ilişkin çizimler ve doğru bilimsel açıklamaları aranmaktadır.

Araştırmacı tarafından belirlenen “Çizme-Yazma Tekniğine İlişkin Kavramsal Anlama Seviyeleri ve Açıklamaları”nın geçerliliği, üç tip kanıt kullanılarak hesaplanmıştır. Moskal ve Leydens (2000)’e göre rubrikte geçerlik, kullanılan yorumların biçim ve doğruluğunu destekleyen kanıtların derecelerine işaret etmektedir. Bu üç tip kanıt: İçerik, yapı ve ölçüt ile ilgili kanıtlardır. Kanıtların sağlanıp geçerliliğin denetlenmesi için Tablo 3.5’teki sorular uzman görüşleri doğrultusunda cevaplandırılmıştır. Hazırlanan şemanın güvenilirliğine ilişkin ise üç puanlayıcının vermiş olduğu puanların tutarlılığını ve tutarlılığın güvenilirliğini belirlemede tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Ayrıca puanlayıcıların vermiş oldukları puanlar arasındaki korelasyona bakılmıştır. Tek yönlü varyans analiz sonucu, öğretmen adaylarının çizimlerinin kavramsal anlama seviyeleri ve açıklama düzeylerine ilişkin farklı puanlayıcıların vermiş oldukları puanlar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($F = ,482; p > 0,05$) ve her bir puanlayıcının puanlarının birbiri ile tutarlı olduğu görülmüştür. Puanlayıcılar arasındaki korelasyona baktığımızda ise 1. ve 2. puanlayıcı arasında 0.918; 1. ve 3. puanlayıcı arasında 0.972; 2. ve 3. puanlayıcı arasında ise 0.825 pearson momentler çarpımı korelasyon katsayıları bulunmuştur. Bulunan katsayıların yüksek ve pozitif bir

ilişki içinde olması, puanlayıcıların birbirlerine yakın puan verdiklerini yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, belirlenen “Çizme-Yazma Tekniğine İlişkin Kavramsal Anlama Seviyeleri ve Açıklamaları”nın güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.15’te görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının çizimleri ve çizimlere ilişkin açıklamaları kavramsal olup olmadığı, kavram yanlışlığı içerip içermediği, kısmı veya kapsamlı olup olmadığı yönünden incelenmiştir ve bu doğrultuda kavramsal anlama düzeyleri belirlenmiştir. Bu bağlamda her bir düzeye ilişkin öğretmen adayları tarafından yapılan örnek çizim ve açıklamalar Şekil 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.5. Düzeylere ilişkin örnek çizim ve açıklamalar

Şekil 3.5 incelendiğinde, düzey 2'ye ait çizimde sadece enerji kavramına yönelik çizimler bulunmakta, ancak bunlarla ilgili herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Düzey 3'te bulunan çizim ve açıklamalar, enerji kaynağı gibi enerji kavramının özelliğini yansıtmakta ancak yapılan açıklamalarda çeşitli kavram yanılgıları bulunmaktadır. Düzey 4'te yapılan çizimler enerji formu ve enerji kaynağı gibi enerjinin özelliklerini kısmi bir şekilde göstermektedir. Aynı zamanda bunlara yapılan açıklamalar bilimsel olarak doğru ifadelerdir. Düzey 5'te yapılan çizimlerde ise enerji formu, enerji kaynağı, enerji dönüşümü ve enerji aktarımı gibi enerjinin tüm özellikleri yansıtılmıştır ve yapılan açıklamalar da bilimsel olarak doğru ifadelerdir.

Öğretmen adaylarının çizim ve açıklamalarına ilişkin araştırmacı tarafından enerji kavramına yönelik anahtar kavramlar, durumlar veya olaylar belirlenmiştir. Çalışma kapsamındaki konular ve kazanımların incelenmesi ve uzman görüşlerinin alınması doğrultusunda, bu kavramlar, durumlar ve olaylar ortaya çıkarılmıştır. Bu bağlamda öğretmen adaylarından söz konusu kavramlar, durumlar veya olaylar ile ilgili çizim ve açıklamalar yapmaları beklenilmektedir. Ayrıntılı olarak enerji kavramına ilişkin özellikler ve bu özelliklere yönelik kavram, durum veya olaylar Tablo 3.16'da verilmiştir.

Tablo 3.16

Çizim ve Açıklamalarda Olması Gereken Enerji Kavramının Özelliklerine Yönelik Kavram, Olay ve Durumlar

Özellikler	İstenilen Durumlar
Enerji formu	Işık, çekim ve esneklik potansiyel, kinetik, elektrik, ses ve ısı enerjisi, kimyasal bağ enerjisi, iyonlaşma, bağ ve nükleer enerji gibi enerji türlerini içeren durumlar.
Enerji kaynağı	Güneş panelleri, rüzgâr gülleri, hidroelektrik, termik, jeotermal, biyokütle santralleri, pil, akü ve bataryadaki kimyasal enerji, besinlerdeki enerji, ses enerjisinin oluşumunu gösteren durumlar, fotosentez ve solunum olayı.
Enerji aktarımı	Trafo ve elektrik telleri, hareketli bir maddelerin duran bir cismi harekete geçirmesi ile kinetik enerji aktarımına ilişkin durumlar, iletim, ışıma ve konveksiyon ile ısı aktarımı, insanların besinlerden enerji elde etmesi ve sesin yayılmasını içeren durumlar.
Enerji dönüşümü	Elektrikli ev aletleri, enerji üretim santrallerindeki (hidroelektrik, termik, jeotermal, biyokütle, nükleer), rüzgar gülleri ve güneş panellerindeki enerji dönüşümleri, kimyasal tepkimelerdeki enerji dönüşümleri, fotosentez ve solunum olaylarındaki enerji dönüşümü, elektroliz olayı ve çeşitli enerji formlarında gerçekleşen enerji dönüşümleri.

Son olarak uygulanan “çizme-yazma tekniği” sonucunda öğretmen adaylarının çizimlere yönelik yapmış oldukları enerji kavramı ile ilişkili açıklamalarından sahip oldukları kavram yanılgıları da ortaya çıkarılmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının

çizimlere ilişkin açıklamaları araştırmacı tarafından incelenmiş, incelenen açıklamalarda bilimsel olarak yanlış olduğu dūřünölen ifadeler belirlenmiştir. Bu ifadelerin bilimsel olarak yanlış olup olmadığı konusunda fizik, kimya ve biyoloji eğitimi alanındaki uzman kişilere danışılmıştır. Böylece uzman görüşleri doğrultusunda, öğretmen adaylarının çizimlere yönelik açıklamalarındaki kavram yanılığları tespit edilmiştir.

3.5.5. Görüşme

Çalışmada öğretmen adaylarının enerji kavramının ilişkili olduğu günlük hayattan örnek durumlara yönelik açıklamalarını incelemek amacıyla yapılandırılmamış görüşmeler gerçekteştirilmiştir. Başka bir deyişle araştırmada öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili günlük hayattaki bazı olayları nasıl açıkladıkları ve bu açıklamaların da hangi düzeyde olduğu incelenmiştir.

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler gerçekte durumlarla ilgili resim kartları ile gerçekteştirilmiştir. Resim kartlarının kullanımı, günlük hayattaki olayların açıklanmasında enerji kavramının nasıl ve ne kadar kullanıldığının belirlenmesinde önemli bir araçtır (Opitz, 2016; Papadouris, Constantinou ve Kyratsi, 2008; Trumper, 1997). Bu bağlamda resim kartlarının oluşturulmasında çeşitli aşamalar gerçekteştirilmiştir. Bunlar; içeriğin belirlenmesi ve çizimlerin gerçekteştirilmesi, içerik ve çizim ile ilişkisinin incelenmesine yönelik uzman görüşlerinin alınması, ön uygulamanın yapılması ve resim kartlarının son halinin verilmesi şeklinde-dir.

İlk olarak resim kartlarının ne ile ilgili olması gerektiğinin belirlenmesi gerçekteştirilmiştir. Bu amaçla çalışma kapsamında ele alınan konular dâhilinde içerikler belirlenmiştir. Başka bir deyişle çalışma kapsamında enerji kavramı ile ilişkili olan konulara göre resim kartlarının içeriği oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma kapsamında belirlenen konular “Enerji Kavramına Yönelik Etkinliklerin Geliştirilmesi-Gözden Geçirme” başlığı altında Tablo 3.3’te belirtilmiştir. Bu doğrultuda her bir resim kartının içeriğinin ne olduğu ve ilişkili olduğu konular Tablo 3.17’de verilmiştir.

Tablo 3.17

Resim Kartlarının İçeriği ve İlişkili Olduğu Konular

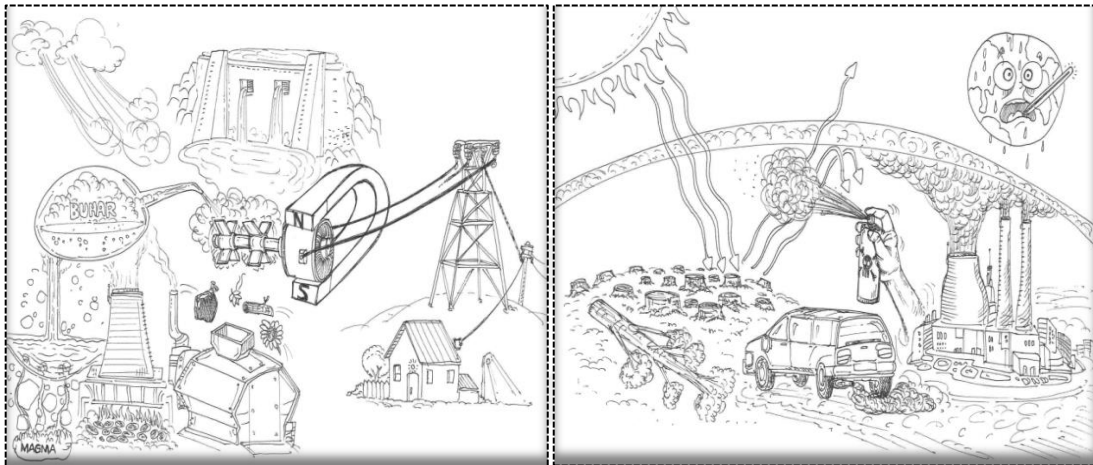
Resimler	İçerik	Konular
Resim-1	Sera etkisi ve fosil yakıt kullanımı	Işık enerjisi, ısı enerjisi, ısı aktarımı, güç santralleri (yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji)
Resim-2	Yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji kaynakları	Elektrik enerjisi, ısı enerjisi, potansiyel ve kinetik enerji, güç santralleri (yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji), fiziksel enerji dönüşümleri
Resim-3	Işık enerjisi	Işık enerjisi, ısı enerjisi, ısı aktarımı
Resim-4	Obezite ve sağlıklı beslenme	Kimyasal bağ enerjisi, besinlerdeki enerji, canlılarda enerji dönüşümü
Resim-5	Güneş panelleri ve enerji kullanımı	Işık enerjisi, elektrik enerjisi, ısı enerjisi, güneş panelleri, ısı aktarımı
Resim-6	Ses enerjisi	Ses enerjisi, ses oluşumu, sesin yayılması
Resim-7	Fotosentez ve besin tüketimi	Işık enerjisi, kimyasal bağ enerjisi, besinlerdeki enerji, canlılarda enerji dönüşümü
Resim-8	Besin ve gıdalardan elde edilen enerji	Kimyasal bağ enerjisi, besinlerdeki enerji, canlılarda enerji aktarımı, canlılarda enerji dönüşümü
Resim-9	Hava, toprak ve su kirliliği	Güç santralleri (yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji),
Resim-10	Asit yağmurları	Güç santralleri (yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji)
Resim-11	Bağ enerjisi	Bağ enerjisi, ısı enerjisi, besinlerdeki enerji
Resim-12	Nükleer santraller ve çevre ile olan ilişkisi	Nükleer enerji, ısı enerjisi, kimyasal enerji dönüşümleri
Resim-13	Küresel ısınma	Işık enerjisi, ısı enerjisi, güç santralleri (yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji), ısı aktarımı
Resim-14	Enerji tasarrufu	Elektrik enerjisi, ısı enerjisi, güç santralleri (yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji), fiziksel enerji dönüşümleri

Tablo 3.17’de görüldüğü üzere, resim kartlarının her biri çeşitli konuları içermektedir. Resim kartlarının ilgili konuyla ilişkisi belirlendikten sonra resimler çizilmiştir. Çizimler bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Resim-İş Eğitimi Anabilim Dalı’nda görevli bir öğretim elemanı tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı her bir resim kartına yönelik çizim içeriğini ve çizimde olması gereken ayrıntıları sözel olarak öğretim elemanına anlatmıştır. Öğretim elemanı ise bu doğrultuda resimleri çizmiştir. Devamında ise çizilen her bir resim kartının içeriği ve konuyla olan ilişkisi fizik, kimya, biyoloji ve fen eğitimi alanında uzman kişilere sunulmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda resim 4, resim 7 ve resim 12’de bazı değişiklikler yapılmıştır.

Araştırmada kullanılacak olan resim kartlarının anlaşılabilirliğini, yeterliliğini, sıralamasını, istenilen kavrama yönelik olup olmadığını ve ilgili kavramla ilişkilendirilip ilişkilendirilmediğini belirlemek amacıyla pilot görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Pilot görüşmeler 2015-2016 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği son sınıfta öğrenim gören 5 öğretmen adayı

ile yapılmıştır. Görüşmelerde kullanılan toplam 14 resim kartı her öğretmen adayına sırasıyla gösterilip, her birini enerji ile ilişkilendirerek açıklaması istenmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde her resim için açıklamalar yaklaşık 2 dakika sürmüştür. Her bir öğretmen adayı ile yapılan görüşmelerin toplam süresi ise 30 dakikadır.

Son durumda görüşmelerde kullanılan resim kartlarından örnek çizimler Şekil 3.6'da, resim kartlarının tamamı ise Ek 10'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Enerji kavramı ile ilişkilendirilen yenilenebilir enerji ve sera etkisi konularındaki örnek resimler

Şekil 3.6'da gösterilen resimlerden ilki enerji üretiminin gerçekleştiği enerji üretim santrallerini, diğeri ise sera etkisine yol açan durumları ve sonucunda gerçekleşen küresel ısınmayı yansıtmaktadır. Öğretmen adaylarından beklenen ise resimleri inceleyerek enerji ile ilişkilendirmeleri ve bu yönde açıklama yapmalarıdır.

Bu doğrultuda öğretmen adayları ile hem uygulamalar öncesi hem uygulamalar sonrası 14 resim kartı kullanılarak, her resim için 2 dakika süre verilerek yaklaşık 30 dakikalık görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler uygulamalar öncesinde toplam 30 öğretmen adayı ile yapılmış, aynı öğretmen adayları ile uygulamalar sonrasında da görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeye katılan 15 öğretmen adayı kontrol grubunda, 15 öğretmen adayı ise deney grubunda yer almaktadır.

Yapılan görüşmeler sonucu öğretmen adaylarının bu resim kartlarından her birine ayrı ayrı yapmış oldukları açıklamaların düzeylerinin belirlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanmış olan beşli puanlama şeması kullanılmıştır. Bu düzeyler "Günlük Yaşam Olaylarını Açıklama Şemasına" göre tespit edilmiştir. Şemaya ilişkin

açıklamalar Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3.18

Günlük Yaşam Olaylarını Açıklamadaki Düzeyleri ve Ölçütleri

Düzeyler		Açıklamalar
0	Yanıt yok	Yanıt bulunmamaktadır. Boş bırakma, açık olmayan ya da soruyla ilgisiz cevaplar veya tek kelimelik cevaplar vardır.
1	Kavram yanılgısı içeren açıklamalar	Resimlere verilen yanıtların tamamı bilimsel olarak yanlıştır.
2	Kısmi açıklama	Resimlere verilen yanıtların bir kısmı hem bilimsel olarak doğrudur hem de resim kartını kısmi bir şekilde açıklamaktadır.
3	Kapsamlı açıklama	Resimlere verilen yanıtların tamamı hem bilimsel olarak doğrudur hem de resim kartını kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır.
4	Hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama	Resimlere verilen yanıtların tamamı bilimsel olarak doğrudur, resmi kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır ve enerjinin özellikleriyle veya diğer fen kavramları ile ilişkilendirilmektedir.

Hazırlanan “Günlük Yaşam Olayları Açıklama Şeması”nın geçerliliği, üç tip kanıt kullanılarak hesaplanmıştır. Bu üç tip kanıt: İçerik, yapı ve ölçüt ile ilgili kanıtlardır. Kanıtların sağlanıp geçerliliğin denetlenmesi için Tablo 3.5’teki sorular uzman görüşleri doğrultusunda cevaplandırılmıştır. Hazırlanan şemanın güvenilirliğine ilişkin ise üç puanlayıcının vermiş olduğu puanların tutarlılığını ve tutarlılığın güvenilirliğini belirlemede tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Ayrıca puanlayıcıların vermiş oldukları puanlar arasındaki korelasyona bakılmıştır. Tek yönlü varyans analiz sonucu puanlayıcıların resim kartlarına ilişkin verilen aynı açıklamalara vermiş oldukları puanlar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($F = ,745; p > 0,05$) ve her bir puanlayıcının puanlarının birbiri ile tutarlı olduğu görülmüştür. Puanlayıcılar arasındaki korelasyona baktığımızda ise 1. ve 2. puanlayıcı arasında 0.845; 1. ve 3. puanlayıcı arasında 0.912; 2. ve 3. puanlayıcı arasında ise 0.852 pearson momentler çarpımı korelasyon katsayıları bulunmuştur. Bulunan katsayıların yüksek ve pozitif bir ilişki içinde olması, puanlayıcıların birbirlerine yakın puan verdiklerini yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, hazırlanan “Günlük Yaşam Olayları Açıklama Şeması”nın güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.18 doğrultusunda, deney ve kontrol grubundaki her bir öğretmen adayının 14 farklı resim kartına vermiş oldukları açıklamaları incelenmiştir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve uygulamalar sonrası enerji kavramının günlük yaşam olayları ile bağdaştırılmasına yönelik açıklamalarının düzeyleri belirlenerek tablolar halinde sunulmuştur.

3.6. Etkinliklerin Pilot Uygulaması

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin akademik başarılarını arttırmak, kavramsal anlamalarını geliştirmek, bu kavrama ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermek, bilişsel yapılarını zenginleştirmek ve günlük hayatla ilişkili olay ve durumları açıklama düzeylerini geliştirmek amacıyla araştırmacı tarafından tasarlanan etkinliklerin pilot uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla 2015-2016 bahar dönemi içerisinde bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği son sınıfında öğrenim gören 25 öğretmen adayı ile etkinliklerin denemesi gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamada, geliştirilen etkinliklerin amaca ve katılımcı seviyesine uygunluğu, yapılabilirliği ve uygulama süresi denenmiştir.

Fen Bilgisi öğretmen adayları ile fen laboratuvarında etkinliklerin gerçekleştirilmesi toplam beş hafta sürmüştür. Birinci ve ikinci hafta enerji formuna ait etkinlikler, üçüncü hafta enerji kaynağı, dördüncü hafta enerji aktarımı ve son hafta ise enerji dönüşümü ile ilgili etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Etkinliklerin uygulamasına geçilmeden önce öğretmen adayları beşerli beş grup oluşturmuş ve gruplar halinde etkinlikleri yapmışlardır. Araştırmacı tarafından gerçekleştirilen pilot çalışmada, etkinlikler için gereken araç ve gereçler gruplara hazır olarak verilmiştir. Katılımcılar ise etkinlik planları dâhilinde etkinlikleri sırasıyla yapmışlardır. Katılımcılar bir yandan etkinlikleri gerçekleştirmişler bir yandan da etkinlik planında bulunan açık-uçlu soruları cevaplandırmışlardır. Soruların cevaplandırılma sürecinde ise zaman zaman grup içerisinde tartışmalar yapmışlardır. Planda yer alan etkinliklerin bitiminde ise araştırmacı sınıf tartışması oluşturarak gerçekleştirilen etkinliklerin tartışılmasını sağlamıştır. Bu süreç içerisinde hem katılımcılardan gelen dönütler hem de araştırmacının gözlemleri doğrultusunda bazı etkinlikler çıkarılmış bazı etkinlikler ise tekrar gözden geçirilmiştir. Örneğin, “Tepkimeyi Başlatalım” etkinliği laboratuvar ortamında katılımcılara tehlikeli durumlar oluşturması bakımından etkinlik planından çıkarılmış, yerine tehlikeli durum oluşturmayan “Kimyasal Tepkimelerdeki Enerji” etkinliğine yer verilmiştir. Benzer şekilde “Basit Pil Yapımı” etkinliği katılımcılar tarafından gerçekleştirilememiş ve bu etkinliğin içeriği değiştirilerek daha uygulanabilir ve gerçekleştirilebilir duruma getirilmiştir. Bir başka etkinlikte ise katılımcılar çok fazla zaman harcayarak “Santrallerdeki Enerji” etkinliğini yapmışlardır. Bu etkinlik ise tekrar gözden geçirilerek son hali verilmiştir.

Pilot uygulama sonucunda, uygulanma süresi uzun olan, amaca hizmet etmeyen, malzeme temininde zorluklar yaşanan, yapılabilirliği zor ve düzeye uygun olmayan etkinlikler çıkarılmış ya da düzeltilmiştir.

3.7. Asıl Uygulama

Bu çalışma, 2016-2017 eğitim-öğretim yılı güz döneminde (I. yarıyıl) on iki hafta süreyle bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı dördüncü sınıfında öğrenim gören toplam 69 öğretmen adayına uygulanmıştır. Programdaki gruplardan biri deney grubu, diğeri de kontrol grubu olarak rastgele seçilmiştir. Deney grubunda 7 erkek, 26 kız öğretmen adayı bulunurken; kontrol grubunda 12 erkek, 24 kız öğretmen adayı vardır. Çalışmada enerji kavramı ile ilişkili disiplinler arası öğretim ile yürütülen etkinliklerin öğretmen adaylarının akademik başarılarına, kavramsal anlamalarına, bilişsel yapılarına, kavramsal anlama düzeylerine, kavram yanılgılarına ve günlük hayat olaylarını açıklama düzeylerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, enerji kavramı ile ilişkili etkinlikler deney grubunda disiplinler arası öğretimle, kontrol grubunda ise mevcut yaklaşımlara dayalı yöntem ve teknikler (gösteri deneyi, grup deneyleri, benzetim, beyin fırtınası, tartışma vb.) ile işlenmiştir. Uygulamalar öncesinde öğretmen adaylarının bilişsel alanın bilgi boyutu ile ilişkilendirilen bilişsel süreç boyutları olan hatırlama, anlama ve uygulama düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla “Enerji Kavramları Başarı Testi”, bilişsel alanın bilgi boyutu ile ilişkilendirilen bilişsel süreç boyutları olan uygulama ve çözümlenme düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi” kullanılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapılarını belirlemek ve uygulamalar sonrası bir farklılığın oluşup oluşmadığını belirlemek amacıyla “Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi” ve enerji kavramıyla ilgili görüşlerinin derinlemesine incelenmesi amacıyla “Çizme Yazma Tekniği” uygulanmıştır. Son olarak ise her iki gruptaki öğretmen adayları ile uygulamalar başlangıcında ve sonunda görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Uygulama, 12 hafta boyunca, haftada 2 ders saatini (2 x 50 dk.) kapsayacak şekilde “Özel Öğretim Yöntemleri-II” dersi programına uygun olarak yapılmıştır. Deney ve

kontrol grubundaki uygulamalar araştırmacının kendisi tarafından yürütülmüştür. Deney grubunda uygulanan haftalık işlem basamakları, yapılan uygulamalar ve süreleri Tablo 3.19’da verilmiştir.

Tablo 3.19

Deney Grubunda Uygulanan Haftalık İşlemler

Haftalar	Uygulamalar	Süre
1. Hafta	Uygulamalar hakkında öğrencilere bilgi ve yönergelerin verilmesi	20 dk.
	Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testinin uygulanması (ön test)	30 dk.
	Enerji Kavramları Başarı Testinin uygulanması (ön test)	50 dk.
2. Hafta	İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin uygulanması (ön test)	50 dk.
	Çizme-Yazma Tekniğine ilişkin açıklamalar ve örnek çizimler	20 dk.
	Çizme-Yazma Tekniğinin gerçekteştirilmesi (ön test)	30 dk.
3. Hafta	Enerji Formuna ait etkinliklerin gerçekteştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-1; Çalışma yaprağı-1; Etkinlik-2; Çalışma Yapradı-2; Etkinlik-3; Etkinlik-4	
	Sınıf tartişmasının yapılması	
4. Hafta	Enerji Formuna ait etkinliklerin gerçekteştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-5; Etkinlik-6; Etkinlik-7	
	Sınıf tartişmasının yapılması	
5. Hafta	Enerji Formuna ait etkinliklerin gerçekteştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-8; Etkinlik-9; Etkinlik-10	
	Sınıf tartişmasının yapılması	
6. Hafta	Enerji Kaynağına ait etkinliklerin gerçekteştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-11; Etkinlik-12; Etkinlik-13	
	Sınıf tartişmasının yapılması	
7. Hafta	Enerji Kaynağına ait etkinliklerin gerçekteştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-14; Etkinlik-15	
	Sınıf tartişmasının yapılması	
8. Hafta	Enerji Aktarımına ait etkinliklerin gerçekteştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-16; Etkinlik-17; Etkinlik-18	
	Sınıf tartişmasının yapılması	
9. Hafta	Enerji Aktarımına ait etkinliklerin gerçekteştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-19; Etkinlik-20; Çalışma Yapradı-3	
	Sınıf tartişmasının yapılması	
10. Hafta	Enerji Dönüşümüne ait etkinliklerin gerçekteştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-21; Etkinlik-22; Çalışma Yapradı-4; Etkinlik-23; Etkinlik-24	
	Sınıf tartişmasının yapılması	
11. Hafta	Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testinin uygulanması (son test)	30 dk.
	Enerji Kavramları Başarı Testinin uygulanması (son test)	50 dk.
12. Hafta	İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin uygulanması (son test)	50 dk.
	Çizme-Yazma Tekniğinin gerçekteştirilmesi (son test)	30 dk.

Tablo 3.19’da görüldüğü üzere, deney grubunda uygulamalar toplam 12 hafta sürmüştür. Etkinlik uygulamaları 8 hafta, veri toplama araçlarının uygulanması ise ilk 2 hafta ve son iki hafta olmak üzere toplam 4 hafta boyunca gerçekteştirilmiştir. Bu gruptaki uygulamaları aşamalar olarak belirttiğimizde; a) uygulamalar hakkında bilgilendirme b) veri toplama araçlarının ön uygulamaları c) araç-gereç hazırlığı ve etkinlik kâğıtlarının dağıtımı d) etkinliklerin gerçekteştirilmesi ve grup tartişması e)

sınıf tartışması ve günlük hayatla ilişkilerin kurulması f) etkinlik kâğıtlarının toplanması ve geri bildirimlerin verilmesi g) cevapların panoya asılması şeklindedir.

Bu aşamalar ayrıntılı olarak incelendiğinde, uygulamalar öncesinde ilk olarak öğretmen adaylarına veri toplama araçları iki hafta boyunca ön test olarak uygulanmıştır. Ayrıca uygulamalar hakkında öğretmen adayları ilk hafta bilgilendirilmiştir. Bilgilendirmeler etkinliklerin ve tartışmaların nasıl yapılacağı, grup tartışmalarının nasıl gerçekleştirileceği ve etkinlik kâğıtlarına geri bildirimlerin nasıl verileceği üzerinedir. Ek olarak uygulamalardaki grupların belirlenmesi işlemi de ilk hafta yapılmıştır. Gruplar belirlenirken öğretmen adayları kendi istekleri doğrultusunda 5'erli gruplar oluşturmuşlardır. Devamında ise enerji kavramına yönelik geliştirilen etkinlikler disiplinler arası yöntem ile sekiz hafta gerçekleştirilmiştir. Yani üç hafta boyunca enerji formu, iki hafta boyunca enerji kaynağı, iki hafta enerji aktarımı ve bir hafta boyunca enerji dönüşümü ile ilgili etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikler öncesinde araştırmacı, etkinliklerde gerekli olan araç gereçleri ve etkinlik kâğıtlarını önceden gruplara 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. Bu bağlamda deney grubundaki uygulamalara ilişkin resimler aşağıda verilmiştir:



Resim 3.1. Araç ve gereç hazırlığı, etkinlik kâğıtlarının önceden verilmesi ve etkinliklerin gerçekleştirilmesi

Özellikle deney grubunda enerji kavramı ile ilgili etkinliklerin birbiri ile bağlantı kurularak gerçekleştirilmesi ve enerji kavramının özelliklerinin (enerji formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü) fark ettirilmesi amaçlanmıştır. Başka bir deyişle, bu gruptaki etkinliklerin amacı enerji kavramının enerji formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü özelliklerini öğretmen adaylarına fark ettirmek ve fizik, kimya ve biyoloji alanlarına ait enerji kavramının özelliklerinin birbiri ile ilişki kurabilmelerini sağlamaktır.

Son olarak ise deney grubunda etkinlik uygulamalarının bitiminde, öğretmen adaylarına veri toplama araçları son test olarak uygulanmıştır. Deney grubunda gerçekleştirilen etkinliklerin tamamı Ek 11’de verilmiştir.

Kontrol grubunda ise; enerji ile ilişkili aynı etkinlikler mevcut yaklaşımlara dayalı soru-cevap, tartışma, düz anlatım, benzetim, beyin fırtınası vb. yöntem ve teknikler ile gerçekleştirilmiştir. Buradaki uygulamalarda 12 hafta boyunca, haftada 2 ders saatini (2 x 50 dk.) kapsayacak şekilde “Özel Öğretim Yöntemleri-II” dersi programına uygun

olarak yapılmıştır. Kontrol grubunda uygulanan haftalık işlem basamakları, yapılan uygulamalar ve süreleri Tablo 3.20’de verilmiştir.

Tablo 3.20

Kontrol Grubunda Uygulanan Haftalık İşlemler

Haftalar	Uygulamalar	Süre
1. Hafta	Uygulamalar hakkında öğrencilere bilgi ve yönergelerin verilmesi	20 dk.
	Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testinin uygulanması (ön test)	30 dk.
	Enerji Kavramları Başarı Testinin uygulanması (ön test)	50 dk.
2. Hafta	İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin uygulanması (ön test)	50 dk.
	Çizme-Yazma Tekniğine ilişkin açıklamalar ve örnek çizimler	20 dk.
	Çizme-Yazma Tekniğinin gerçekleştirilmesi (ön test)	30 dk.
3. Hafta	Fizik Alanına ait etkinliklerin gerçekleştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-1; Çalışma Yapağı-1; Etkinlik-7; Etkinlik-11; Etkinlik-12	
	Sınıf tartışmasının yapılması	20 dk.
4. Hafta	Fizik Alanına ait etkinliklerin gerçekleştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-16; Etkinlik-3; Etkinlik-4	
	Sınıf tartışmasının yapılması	20 dk.
5. Hafta	Fizik Alanına ait etkinliklerin gerçekleştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-10; Etkinlik-17	
	Sınıf tartışmasının yapılması	20 dk.
6. Hafta	Fizik Alanına ait etkinliklerin gerçekleştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-19; Etkinlik-8; Etkinlik-13	
	Sınıf tartışmasının yapılması	20 dk.
7. Hafta	Fizik Alanına ait etkinliklerin gerçekleştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-18; Etkinlik-21; Etkinlik-22; Çalışma Yapağı-4	
	Sınıf tartışmasının yapılması	20 dk.
8. Hafta	Kimya Alanına ait etkinliklerin gerçekleştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-5; Etkinlik-6; Etkinlik-14	
	Sınıf tartışmasının yapılması	20 dk.
9. Hafta	Kimya Alanına ait etkinliklerin gerçekleştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-9; Etkinlik-24	
	Sınıf tartışmasının yapılması	20 dk.
10. Hafta	Biyoloji Alanına ait etkinliklerin gerçekleştirilmesi	80 dk.
	Etkinlik-2; Çalışma Yapağı-2; Etkinlik-15; Etkinlik-20; Çalışma Yapağı-3; Etkinlik-23	
	Sınıf tartışmasının yapılması	20 dk.
11. Hafta	Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testinin uygulanması (son test)	30 dk.
	Enerji Kavramları Başarı Testinin uygulanması (son test)	50 dk.
12. Hafta	İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinin uygulanması (son test)	50 dk.
	Çizme-Yazma Tekniğinin gerçekleştirilmesi (son test)	30 dk.

Tablo 3.20’de gösterildiği üzere, kontrol grubunda da uygulamalar toplam 12 hafta sürmüştür. Etkinlik uygulamaları 8 hafta, veri toplama araçlarının uygulanması ise ilk 2 hafta ve son iki hafta olmak üzere toplam 4 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Bu gruptaki uygulamaları aşamalar olarak belirttiğimizde; a) uygulamalar hakkında bilgilendirme b) veri toplama araçlarının ön uygulamaları c) araç-gereç hazırlığı ve etkinlik kâğıtlarının dağıtımı d) etkinliklerin gerçekleştirilmesi ve grup tartışması e) sınıf tartışması ve günlük hayatla ilişkilerin kurulması f) etkinlik kâğıtlarının toplanması

ve geri bildirimlerin verilmesi g) cevapların panoya asılması şeklindedir.

Bu aşamalar ayrıntılı olarak incelendiğinde, uygulamalar öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarına veri toplama araçları ön-son test olarak uygulanmıştır. Uygulamalar hakkında öğretmen adayları ilk hafta bilgilendirilmiştir. Bilgilendirmeler etkinliklerin ve tartışmaların nasıl yapılacağı, grup tartışmalarının nasıl gerçekleştirileceği ve etkinlik kâğıtlarına geri bildirimlerin nasıl verileceği üzerinedir. Ayrıca uygulamalardaki grupların belirlenmesi işlemi de ilk hafta yapılmıştır. Gruplar belirlenirken öğretmen adayları kendi istekleri doğrultusunda 5'erli gruplar oluşturmuşlardır. Devamında ise enerji kavramına yönelik geliştirilen etkinlikler mevcut yaklaşımlara dayalı sekiz hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Yani beş hafta boyunca fizik alanı, iki hafta boyunca kimya alanı ve bir hafta boyunca biyoloji alanı ile ilgili enerji kavramına yönelik etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikler öncesinde araştırmacı, etkinliklerde gerekli olan araç gereçleri ve etkinlik kâğıtlarını önceden gruplara 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 gündelik hayat ile ilişkisi ele alınmıştır. 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.

Özellikle kontrol grubunda, yapılan etkinliklerde enerji kavramının özelliklerine (enerji formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü) vurgu yapılmamıştır. Ayrıca, etkinlik içerisindeki sorularda da bu özelliklere değinilmemiş ve ilişkisi kurulmamıştır. Bu gruptaki etkinliklerde sadece fizik, kimya ve biyoloji alanlarında ki enerji kavramı ele

alınarak birbiri ile ilişkisi kurulmadan öğretimi gerçekleştirilmiştir. Başka bir deyişle etkinlikler fizik, kimya ve biyoloji modülleri içerisinde sarmal bir yapı ile düzenlenerek enerji kavramının öğretimi gerçekleştirilmiştir. Ancak modüller arasında herhangi bir ilişkilendirme ya da bağdaştırma yapılmamıştır.

Son olarak ise kontrol grubunda etkinlik uygulamalarının bitiminde, öğretmen adaylarına veri toplama araçları son test olarak uygulanmıştır. Kontrol grubunda gerçekleştirilen etkinliklerin tamamı Ek 11’de verilmiştir. Ancak bu grupta işlenen etkinlikler deney grubunda işlenen etkinlikler ile aynı olmasına rağmen 3 açıdan farklılaşmaktadır. Birinci farklılık, etkinliklerin işleniş sırası ve bu sıra Tablo 3.20’de de gösterilmiştir. İkinci farklılık anahtar kavramlar kısmında verilen kavramların enerji kavramının özelliklerini belirtmemesidir. Son farklılık ise etkinlik içerisindeki enerji kavramının özellikleri ile ilişkilendirilen soruların bu grupta ele alınmamasıdır. Ayrıca bu farklılıklar Ek 11’de verilen etkinliklerde belirtilmiştir.

3.8. Verilerin Analizi

Bu çalışmada toplanan veriler; enerji kavramları başarı testi ve iki aşamalı enerji kavramları tanı testi ön-son test uygulamalarından elde edilen veriler, bağımsız kelime ilişkilendirme testinden elde edilen veriler, çizme-yazma tekniği kullanılarak toplanan veriler ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucu elde edilen veriler olmak üzere beş gruba ayrılmaktadır.

Enerji kavramları başarı testindeki her bir soruya verilen doğru cevap için “1” puan, yanlış ve boş cevaplar için “0” puan verilerek puanlama yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 21 paket programı ile analiz edilmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak başarı testi ön uygulamalar ve son uygulamalar sonucu elde edilen verilere ilişkin deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının her bir soruya yönelik cevapları ve bu yanıtların doğru, yanlış ve boş soru frekansları ve yüzdeleri tablolar halinde verilmiştir. Böylece her iki gruptaki öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalardaki başarı testindeki her bir soruyu doğru cevaplama oranları ortaya çıkarılmıştır. Devamında ise deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön testten ve son testten aldıkları puanların arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiştir. Ayrıca hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının başarı testi ön ve son test

uygulama puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Ek olarak ise ortaya çıkan farklılığın hangi grubun hangi test sonuçlarından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Post-Hoc Scheffe Testi yapılmıştır.

İki aşamalı enerji kavramları tanı testindeki her bir soruya ilişkin doğru seçenek ve doğru gerekçe için “3” puan, yanlış seçenek ve doğru gerekçe için “2” puan, doğru seçenek ve yanlış gerekçe için “1” puan ve yanlış seçenek ve yanlış gerekçe için “0” puan verilerek puanlama yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 21 paket programı ile analiz edilmiştir. Tanı testinden ön uygulamalar ve son uygulamalar sonucu elde edilen verilere ilişkin deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının her bir soruya yönelik içerik aşamasına (ilk aşama) ve gerekçe aşamasına (ikinci aşama) verilen cevapların doğru, yanlış ve boş soru frekans ve yüzdeleri tablolar halinde verilmiştir. Böylece her iki gruptaki öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalardaki tanı testindeki her bir sorunun seçenek ve gerekçe kısımlarını doğru cevaplama oranları ortaya çıkarılmıştır. Devamında ise deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön testten ve son testten aldıkları puanların arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiştir. Ayrıca hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının tanı testi ön ve son test uygulama puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Ek olarak ise ortaya çıkan farklılığın hangi grubun hangi test sonuçlarından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Post-Hoc Scheffe Testi yapılmıştır.

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. Böylece öğretmen adaylarının hangi anahtar kavrama ilişkin ne tür enerji ile ilişkili hangi kavram ve kelimeleri kullandıkları ortaya çıkarılmıştır. Her iki gruptaki öğretmen adaylarının da hem uygulamalar öncesindeki hem de uygulamalar sonrasındaki cevaplarının verileri f ve % değerleri verilerek karşılaştırmalı olarak tablolar halinde sunulmuştur. Tablolardaki veriler betimsel analiz

tekniki ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bu veriler ışığında Nvivo-10 programı kullanılarak deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası enerji kavramına ilişkin bilişsel yapı modelleri ortaya çıkarılmıştır. Bağımsız kelime ilişkilendirme testinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi iki kişi (araştırmacı ve danışman) tarafından gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının bu teste ilişkin yanıtlarındaki enerji kavramı ile ilişkili olabilecek kavram ve kelimelerinin belirlenmesinde, iki kişinin ortak görüş belirttikleri ele alınmış, görüş birliğinin oluşturulmadığı durumlarda ise fen eğitiminden bir uzmana danışılmıştır. Böylece bağımsız kelime ilişkilendirme testinden elde edilen verilerin tutarlı olduğu söylenebilir.

Çizme-yazma tekniğinde enerji kavramıyla ilgili çizimler ve açıklamalara ait veriler 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 alması gerektiği 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kapsamında yer alan ünite ve konulara göre gerçekleştirilmiştir. Bu işlem iki kişi (araştırmacı ve danışman) tarafından gerçekleştirilerek ortak görüş belirttikleri ele alınmış, görüş birliğinin oluşturulmadığı durumlarda ise fen eğitiminden bir uzmana danışılmıştır. Böylece deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalardaki çizimlerinde nelere yer verdiklerini gösteren içerik dağılımı frekans ve yüzde olarak tablo halinde verilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yapmış oldukları çizimlerinin ve bu çizimlerle ilgili açıklamalarının kavramsal anlama düzeyleri kavramsal anlamanın beş seviyesine göre analiz edilmiştir. Bu doğrultuda çizimler “*çizim yok, kavramsal olmayan çizimler, kavram yanlışlarını içeren çizimler, kısmi çizimler ve kapsamlı temsili çizimler*” şeklinde kategorilendirilmiştir. Bu işlemde üç puanlayıcı öğretmen adaylarının çizim ve açıklamalarını birbirlerinden bağımsız olarak analiz etmiş ve aralarındaki tutarlılık için Fleiss Kappa uyum katsayısı hesaplanmıştır. Yapılan uyum istatistiği sonucu Fleiss Kappa katsayısı 0.88 bulunmuştur. Fleiss’e (1971) göre bu değer değerlendiriciler arasındaki uyuma korelasyon katsayısının mükemmel olduğunu göstermektedir. Son olarak ise öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin yapmış oldukları açıklamalarındaki kavram yanlışları ortaya çıkarılmıştır. Araştırmacı tarafından deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası sahip oldukları kavram yanlışları belirlenerek tablo halinde verilmiştir. Ancak araştırmacı tarafından

belirlenen öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışları uzman görüşlerine sunulmuştur. Uzmanlar bu kavram yanlışlarının enerji ile ilişkili olup olmadığı ve bilimsel olarak yanlış olup olmadığı açısından incelemişlerdir.

Son olarak, öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen veriler doğrultusunda öğretmen adaylarından enerji kavramı ile ilişkili günlük yaşam olaylarını nasıl açıkladıkları belirlenmeye çalışılmış ve açıklamaların düzeyleri belirlenmiştir. Bu düzeyler “Günlük Yaşam Olaylarını Açıklama Şemasına” göre tespit edilmiştir. Şemaya ilişkin ayrıntılı bilgiler veri toplama araçları, görüşme başlığı altında verilmiştir. Bu işlemde üç puanlayıcı öğretmen adaylarının her bir resim kartına ilişkin verilerini birbirlerinden bağımsız olarak analiz etmiş ve aralarındaki tutarlılık için Fleiss Kappa uyum katsayısı hesaplanmıştır. Yapılan uyum istatistiği sonucu Fleiss Kappa katsayısı 0.77 bulunmuştur. Fleiss’e (1971) göre bu değer, değerlendiriciler arasındaki uyuma korelasyon katsayısının mükemmel olduğunu göstermektedir. Böylece deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası resim kartlarına ilişkin açıklamalarının düzeyleri belirlenerek, her bir resim kartına yönelik düzeylerinin frekans ve yüzdeleri tablo halinde sunulmuştur. Ayrıca bu tablolara ilişkin öğretmen adaylarının açıklama düzeyleri betimsel analiz tekniği kullanılarak değerlendirilmiş ve öğretmen adaylarının görüşlerinden alıntılara yer verilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Nicel Verilerin Kullanılan Analiz Tekniklerine Uygunluğu

Bu bölümde birinci ve ikinci alt problemler doğrultusunda çeşitli nicel veriler analiz edilmektedir. Araştırma verilerinin istatistiksel analiz tekniklerine uygun bir şekilde kullanılabilmesi için bazı varsayımların sağlanması gerekmektedir. Kullanılan analiz teknikleri, bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA)'dır. Bu testlerin yapılabilmesi için sağlanması gereken varsayımlar şunlardır:

1. Gruplar bağımsız ve veri türü sayısal olmalıdır.
2. Test edilecek sayısal değişkenin verileri normal dağılımalıdır.
3. Grupların varyansları homojen olmalıdır.

Bu varsayımların sağlanması konusunda, çalışmada deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının Enerji Kavramları Başarı Testi (EKBT) ön ve son test puanlarına yönelik ve İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi (İAEKTT) ön ve son test puanlarına yönelik incelemeler iki başlık altında yapılmıştır.

4.1.1. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT Ön ve Son Test Puanlarına Yönelik Varsayımların Sağlanması

1. Araştırmada deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının Enerji Kavramları Başarı Testinden aldıkları ön ve son test puanları karşılaştırılmaktadır. Dolayısı ile deney ve kontrol grupları bağımsızdır. Ayrıca, bu test puanlarının veri türü sayısaldır.

2. Sürekli bir değişkenden elde edilen puanların normal dağılım özelliği gösterip göstermediği üç yöntemle belirlenir (Büyüköztürk, 2017). Birinci yöntem, çarpıklık katsayısı (ÇK), aritmetik ortalama, ortanca ve mod gibi betimsel istatistiklerin kullanılmasıdır. İkinci yöntem, grafik incelemesidir. Üçüncü yöntem ise, normallik test sonuçlarının kullanılmasıdır.

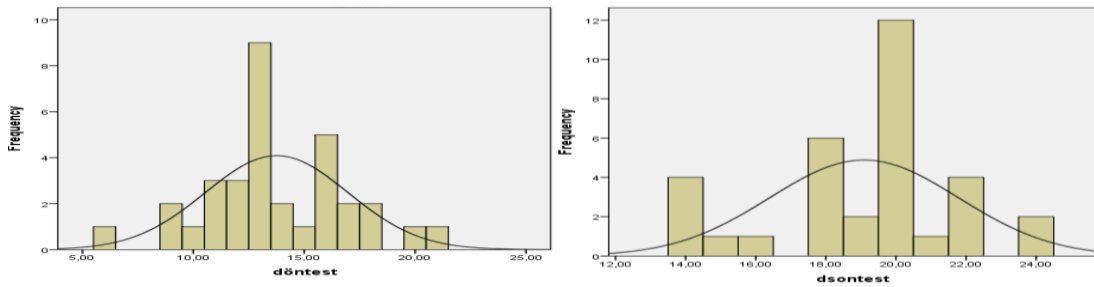
Birinci yöntem doğrultusunda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının başarı testi puanlarına ilişkin betimsel istatistik bulguları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1

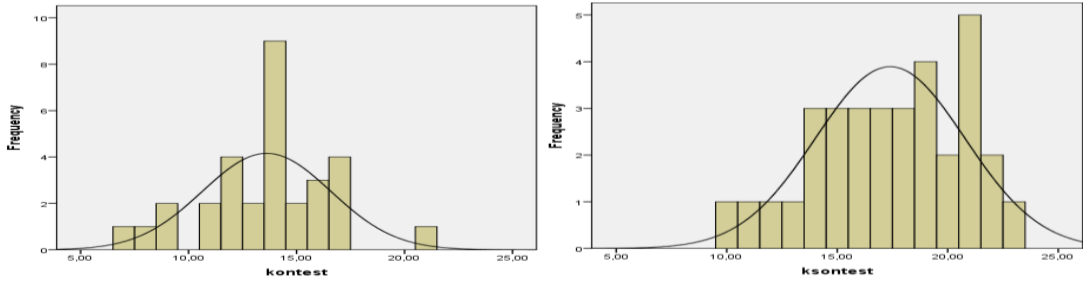
Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT Ön ve Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Bulguları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
N	33	33	31	31
Minimum	6	14	7	10
Maksimum	21	24	21	23
Aritmetik ortalama	13,75	19,09	13,61	17,39
Standart sapma	3,22	2,69	2,97	3,38
Varyans	10,37	7,27	8,84	11,43
Çarpıklık (Skewness)	,084	-,479	-,149	-,357
Basıklık (Kurtosis)	,309	-,070	,600	-,638

Tablo 4.1 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının EKBT ön ve son test puanlarının çarpıklık ve basıklık katsayı değerlerinin normal dağılım sınırları (+1, -1) içerisinde olduğu görülmektedir. İkinci yöntem grafiklerin çizdirilmesidir. Bu doğrultuda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının EKBT ön ve son test puanlarının histogram grafikleri incelenmiştir.



Grafik 4.1. Deney grubu EKBT ön ve son test puanların dağılımına ilişkin histogram grafikleri



Grafik 4.2. Kontrol grubu EKBT ön ve son test puanlarının dağılımına ilişkin histogram grafikleri

Histogram grafiklerinde puanların orta noktalarda yoğunlaştığı ve uç noktalarda seyrekleştiği bir dağılım beklenilmektedir (Büyüköztürk, 2017). Yapılan çalışmadaki puanların histogram grafikleri incelendiğinde ise, bu durumu sağladıkları ve normal dağılıma uygunluk gösterdikleri görülmektedir. Araştırma verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğine yönelik üçüncü yöntemde ise normallik test sonuçları incelenmiştir. Grup büyüklüğü 50'den küçük ise Shapiro-Wilks, büyük olması durumunda Kolmogorow-Smirnov (K-S) testi kullanılır (Büyüköztürk, 2017). Bu bağlamda her iki gruptaki öğretmen adaylarının EKBT ön ve son test puanlarına yönelik Shapiro-Wilks testi uygulanmıştır ve sonuçlar Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2

Deney ve Kontrol Grubu EKBT Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Shapiro-Wilks Testi Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test
İstatistik	,965	,891	,960	,962
df	31	31	31	31
p	,383	,400	,289	,331

Tablo 4.2 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının EKBT ön ve son test puanlarının normal dağıldığı görülmektedir ($p > .05$).

3. Puan dağılımlarına ilişkin son varsayım ise grupların varyanslarının homojen olup olmadığının incelenmesidir. Bu duruma yönelik varyans homojenliği Levene Testi ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, bu puanların kullanıldığı alt problemin test sonuçları arasında verilmiştir.

Yapılan işlemler sonucu puan dağılımlarının normal dağılım gösterip göstermediği çeşitli yöntemlerle sınanmıştır. Bu doğrultuda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının EKBT ön ve son test puanlarının normal dağılım gösterdiği görülmektedir.

Böylece bu puanlara ilişkin parametrik test tekniklerinin kullanılmasının uygun olduğu söylenebilir.

4.1.2. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT Ön ve Son Test Puanlarına Yönelik Varsayımların Sağlanması

1. Araştırmada deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinden aldıkları ön ve son test puanları karşılaştırılmaktadır. Dolayısı ile deney ve kontrol grupları bağımsızdır. Ayrıca, bu test puanlarının veri türü sayısalıdır.

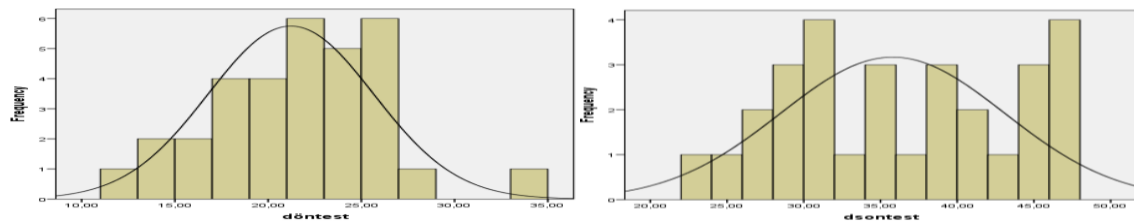
2. Birinci yöntem doğrultusunda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının tanı testi puanlarına ilişkin betimsel istatistik bulguları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3

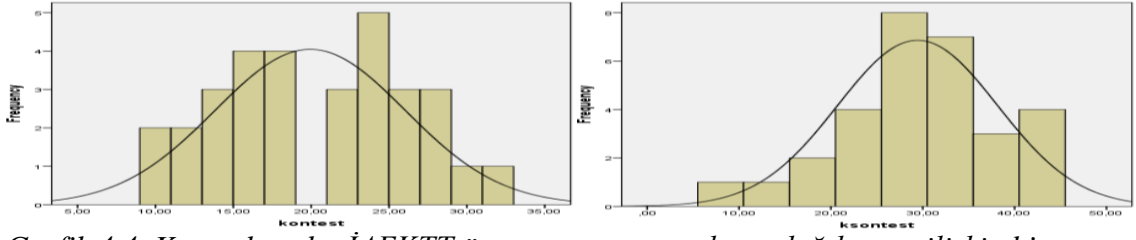
Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT Ön ve Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Bulguları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
N	32	29	31	30
Minimum	12	23	10	8
Maksimum	33	47	32	42
Aritmetik ortalama	21,21	35,79	19,93	29,43
Standart sapma	4,44	7,30	6,11	8,72
Varyans	19,725	53,313	37,396	76,047
Çarpıklık (Skewness)	,144	,014	,033	-,533
Basıklık (Kurtosis)	,501	-,223	-,077	-,094

Tablo 4.3 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İAEKTT ön ve son test puanlarının çarpıklık ve basıklık katsayı değerlerinin normal dağılım sınırları (+1, -1) içerisinde olduğu görülmektedir. İkinci yöntem grafiklerin çizdirilmesidir. Bu doğrultuda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İAEKTT ön ve son test puanlarının histogram grafikleri incelenmiştir.



Grafik 4.3. Deney grubu İAEKTT ön ve son test puanların dağılımına ilişkin histogram grafikleri



Grafik 4.4. Kontrol grubu İAEKTT ön ve son test puanlarının dağılımına ilişkin histogram grafikleri

Yapılan çalışmadaki puanların histogram grafikleri incelendiğinde, bu durumu sağladıkları ve normal dağılıma uygunluk gösterdikleri görülmektedir. Ayrıca her iki gruptaki öğretmen adaylarının İAEKTT ön ve son test puanlarına yönelik Shapiro-Wilks testi uygulanmıştır ve sonuçlar Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4

Deney ve Kontrol Grubu İAEKTT Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Shapiro-Wilks Testi Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test
İstatistik	,981	,945	,948	,962
df	29	29	29	29
p	,874	,136	,158	,367

Tablo 4.4 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İAEKTT ön ve son test puanlarının normal dağıldığı görülmektedir ($p > .05$).

3. Puan dağılımlarına ilişkin son varsayım ise grupların varyanslarının homojen olup olmadığının incelenmesidir. Bu duruma yönelik varyans homojenliği Levene Testi ile ölçülmüştür. İlgili sonuçlar, bu puanların kullanıldığı alt problemin test sonuçları arasında verilmiştir.

Yapılan işlemler sonucu puan dağılımlarının normal dağılım gösterip göstermediği çeşitli yöntemlerle sınanmıştır. Bu doğrultuda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İAEKTT ön ve son test puanlarının normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Böylece bu puanlara ilişkin parametrik test tekniklerinin kullanılmasının uygun olduğu söylenebilir.

4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Nicel Bulgular

Çalışma kapsamında birinci alt problem “Disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı hazırlanan etkinliklerin kullanıldığı deney grubu öğretmen adaylarının ve mevcut yaklaşımlara dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir.

Bu alt problem doğrultusunda, Enerji Kavramları Başarı Testi (EKBT) uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarına ön test olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sonrası ise aynı test öğretmen adaylarına son test olarak uygulanarak, disiplinler arası öğretimin yapıldığı deney grubu ile mevcut yaklaşımların kullanıldığı kontrol grubu öğretmen adayları başarı testi puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön teste ilişkin verdikleri cevaplar ve bunların yüzdeleri Tablo 4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.5

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Ön Test Olarak Uygulanan EKBT’ne Verdikleri Cevaplar ve Yüzdeleri

Sorular	Deney Grubu (N=33)						Kontrol Grubu (N=31)					
	D	%	Y	%	B	%	D	%	Y	%	B	%
1	17	51	16	49	0	0	16	52	14	45	1	3
2	29	88	4	12	0	0	24	77	7	23	0	0
3	9	27	24	73	0	0	9	29	21	68	1	3
4	23	70	9	27	1	3	17	55	13	42	1	3
5	6	18	27	82	0	0	11	35	20	65	0	0
6	11	33	22	67	0	0	12	39	19	61	0	0
7	14	42	18	55	1	3	10	32	18	58	3	10
8	14	42	19	58	0	0	5	16	26	84	0	0
9	19	58	13	39	1	3	21	68	10	32	0	0
10	20	61	12	36	1	3	17	55	14	45	0	0
11	22	67	10	30	1	3	24	77	7	23	0	0
12	3	9	30	91	0	0	6	19	23	81	2	6
13	15	45	16	48	2	7	15	48	13	52	3	10
14	15	45	18	55	0	0	16	52	15	48	0	0
15	17	51	15	46	1	3	12	39	19	61	0	0
16	6	18	25	75	2	7	7	23	24	77	0	0
17	15	45	14	42	4	13	13	42	17	55	1	3
18	23	70	10	30	0	0	21	68	10	32	0	0
19	11	33	22	67	0	0	7	23	22	71	2	6
20	8	24	24	73	1	3	4	13	27	87	0	0
21	13	39	19	58	1	3	17	55	14	45	0	0
22	11	33	22	67	0	0	12	39	19	61	0	0

Sorular	Deney Grubu (N=33)						Kontrol Grubu (N=31)					
	D	%	Y	%	B	%	D	%	Y	%	B	%
23	9	27	21	64	3	9	12	39	17	55	2	6
24	15	45	18	55	0	0	19	61	12	39	0	0
25	14	42	18	55	1	3	8	26	23	74	0	0
26	16	48	15	45	2	7	14	45	17	55	0	0
27	24	73	9	27	0	0	18	58	13	42	0	0
28	13	39	18	54	2	7	17	55	13	42	1	3
29	20	61	13	39	0	0	16	52	15	48	0	0
30	22	67	9	26	2	7	22	71	9	29	0	0

D: Doğru; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 4.5'te görüldüğü gibi *deney grubundaki* öğretmen adaylarının ön testteki sorulara verdikleri doğru cevap oranları % 9-88 arasında değişmektedir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının başarılarının 1., 2., 4., 9., 10., 11., 15., 18., 27., 29. ve 30. sorular haricindeki diğer sorularda % 50'nin altında olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, *kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ön testteki doğru cevap oranları % 13-77 arasında değişmektedir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının başarılarının ise 1., 2., 4., 9., 10., 11., 14., 18., 21., 24., 27., 28., 29. ve 30. sorular haricindeki diğer sorularda % 50'nin altında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ayrıntılı olarak deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının başarı testindeki en başarılı, en başarısız ve en fazla boş bıraktıkları sorulara yönelik durumları incelenmiştir.

En başarılı sorulara yönelik, *deney grubundaki* öğretmen adaylarının ön uygulamalarda başarı testinde en fazla 2., 27., 4. ve 18. sorularda başarı gösterdikleri Tablo 4.5'te görülmektedir. Katılımcılar 2. soruya % 88 oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu soruda ışık enerjisi konusu ele alınmaktadır ve soru sadece 4 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 27. soru % 73 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru canlılarda enerji aktarımı konusu ile ilgilidir ve 9 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 4. ve 18. sorulara ise % 70 oranında katılımcı doğru cevap vermiştir. Bu sorulardan ilki ses oluşumu ile ilgilidir ve 9 katılımcı tarafından yanlış cevaplandırılmış, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. Diğer soru ise ısı aktarımı konusu hakkındadır ve bu soruya 10 katılımcı yanlış cevap vermiştir. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ise ön uygulamalarda başarı testinde en fazla 2., 11. ve 30. sorularda başarı gösterdikleri Tablo 4.5'te görülmektedir. Bu gruptaki katılımcılar 2. ve 11. sorulara % 77 oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu sorulardan 2. soru ışık enerjisi, 11. soru ise ısı enerjisi konularını ele almaktadır. Ayrıca bu sorular 7 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 30. soru ise % 71 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu

soru besinlerdeki enerji konusu ile ilgilidir ve 9 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır.

En başarısız sorulara yönelik, *deney grubundaki* öğretmen adaylarının ön uygulamalarda başarı testinde en fazla 12., 5. ve 16. sorularda başarısız oldukları Tablo 4.5'te görülmektedir. Katılımcılar 12. soruya % 91 oranında yanlış cevap vermişlerdir. Bu soruda elektrik üreten güç santralleri ele alınmaktadır ve soru sadece 3 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. 5. soru % 82 oranında katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru potansiyel ve kinetik enerji konuları ile ilgilidir ve 6 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. 16. soruya ise % 75 oranında katılımcı yanlış cevap vermiştir. Bu soru fiziksel enerji dönüşümleri ile ilgilidir ve 6 katılımcı tarafından doğru cevaplandırılmış, 2 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ise ön uygulamalarda başarı testinde en fazla 20., 8. ve 12. sorularda başarısız oldukları Tablo 4.5'te görülmektedir. Bu gruptaki katılımcılar 20. soruya % 87 oranında yanlış cevap vermişlerdir. Bu soru bir enerji formu olan bağ enerjisi konusunu ele almaktadır ve soruyu 4 katılımcı doğru bir şekilde cevaplandırmıştır. 8. soruya % 84 oranında katılımcı yanlış cevap vermiştir. Bu soru enerji formlarının aktarımı ile ilgilidir ve 5 katılımcı tarafından doğru cevaplandırılmıştır. 12. soru ise % 81 oranında katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru güç santralleri konusu ile ilgilidir ve 6 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmış, 2 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır.

En fazla boş bırakılan sorulara yönelik, Tablo 4.5 incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön uygulamada enerji kavramları başarı testinde bazı sorulara cevap vermedikleri veya veremedikleri görülmektedir. Deney grubundaki katılımcılar başarı testinde en fazla 17. ve 23. soruları, kontrol grubundaki katılımcılar ise bu testte en fazla 7. ve 13. soruları boş bırakmışlardır. Bu sorulardan 17. soru fiziksel enerji dönüşümleri, 23. soru kimyasal enerji dönüşümleri, 7. soru güç santralleri ve 13. soru fiziksel enerji dönüşümleri ile ilgilidir.

Enerji kavramları başarı testinde 30 çoktan seçmeli soru yer almaktadır. Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön teste verdikleri her bir soruya verilen doğru cevap için "1" puan, yanlış ve boş cevaplar için "0" puan verilerek puanlama yapılmıştır. Yapılan hesaplamada deney grubu öğretmen adaylarının EKBT'nin ön test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalaması deney grubu için 13.75, kontrol grubu için 13.61 olarak hesaplanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen

adaylarının ön testten aldıkları puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiştir. Ancak analiz öncesinde varyansların homojenliğini kontrol etmek için Levene Testi uygulanmıştır. Bu test sonuçlarına göre gruplar arasında varyansların eşit olduğu, yani homojen oldukları görülmektedir [$F(1,62)=0,357$, $p > .05$]. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6

Deney ve Kontrol Grubu EKBT'nin Ön Test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	t	p
Deney	33	13.75	3.22	.186	.853
Kontrol	31	13.61	2.97		

Tablo 4.6’da görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji kavramları başarı testi ön test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır [$t=0.186$; $p > .05$].

Enerji kavramları başarı testi uygulama sonrasında hem deney hem de kontrol grubu öğretmen adaylarına son test olarak yeniden uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının son test olarak uygulanan başarı testine verdikleri cevaplar ve yüzdeleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Son Test Olarak Uygulanan EKBT'ne Verdikleri Cevaplar ve Yüzdeleri

Sorular	Deney Grubu (N=33)						Kontrol Grubu (N=33)					
	D	%	Y	%	B	%	D	%	Y	%	B	%
1	22	67	11	33	0	0	20	61	13	39	0	0
2	32	97	1	3	0	0	30	91	3	9	0	0
3	23	70	10	30	0	0	22	67	11	33	0	0
4	21	64	12	36	0	0	25	76	8	24	0	0
5	7	21	26	79	0	0	8	24	25	76	0	0
6	24	73	9	27	0	0	13	39	20	61	0	0
7	22	67	10	30	1	3	18	55	15	45	0	0
8	28	85	4	12	1	3	27	82	6	18	0	0
9	18	55	15	45	0	0	25	76	8	24	0	0
10	31	94	2	6	0	0	21	64	11	33	1	3
11	29	88	4	12	0	0	22	67	11	33	0	0
12	14	42	19	58	0	0	9	27	24	73	0	0
13	24	73	9	27	0	0	26	79	7	21	0	0
14	21	64	12	36	0	0	18	55	15	45	0	0
15	25	76	8	24	0	0	16	48	17	52	0	0

Sorular	Deney Grubu (N=33)						Kontrol Grubu (N=33)					
	D	%	Y	%	B	%	D	%	Y	%	B	%
16	23	70	10	30	0	0	12	36	21	64	0	0
17	26	79	7	21	0	0	22	67	11	33	0	0
18	19	58	14	42	0	0	19	58	14	42	0	0
19	10	30	23	70	0	0	11	33	22	67	0	0
20	13	39	20	61	0	0	12	36	19	57	2	7
21	10	30	23	70	0	0	17	52	16	48	0	0
22	23	70	10	30	0	0	23	70	10	30	0	0
23	22	67	11	33	0	0	17	52	16	48	0	0
24	25	76	7	21	1	3	22	67	11	33	0	0
25	28	85	4	12	1	3	17	52	16	48	0	0
26	22	67	11	33	0	0	19	58	14	42	0	0
27	27	82	6	18	0	0	29	88	4	12	0	0
28	13	39	20	61	0	0	16	48	17	52	0	0
29	17	52	16	48	0	0	22	67	11	33	0	0
30	11	33	22	67	0	0	16	48	17	52	0	0

D: Doğru; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 4.7’de görüldüğü gibi *deney grubundaki* öğretmen adaylarının son testteki sorulara verdikleri doğru cevap oranları % 21-97 arasında değişmektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayları 5., 12., 19., 20., 21., 28. ve 30. sorular haricindeki diğer sorularda % 50’nin üstünde bir başarı göstermişlerdir. Diğer taraftan, *kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ön testteki doğru cevap oranları % 24-91 arasında değişmektedir. Bu gruptaki öğretmen adayları ise 5., 6., 12., 15., 16., 19., 20., 28. ve 30. sorular haricindeki diğer sorularda % 50’nin üstünde bir başarı göstermişlerdir. Ayrıca ayrıntılı olarak deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının başarı testindeki en başarılı, en başarısız ve en fazla boş bıraktıkları sorulara yönelik durumları incelenmiştir.

En başarılı sorulara yönelik, *deney grubundaki* öğretmen adaylarının son uygulamalarda başarı testinde en fazla 2., 10. ve 11. sorularda başarı gösterdikleri Tablo 4.7’de görülmektedir. Katılımcılar 2. soruya % 97 oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu soruda ışık enerjisi konusu ele alınmaktadır ve bu soru sadece 1 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 10. soru % 94 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru ısı enerjisi konusu ile ilgilidir ve sadece 2 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 11. soruya ise % 88 oranında katılımcı doğru cevap vermiştir. Bu soru da ısı enerjisi ile ilgilidir ve 4 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ise son uygulamalarda başarı testinde en fazla 2., 27. ve 8. sorularda başarı gösterdikleri Tablo 4.7’de görülmektedir. Gruptaki katılımcılar 2. soruya % 91 oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ışık enerjisi konusunu ele almaktadır ve soru 3 katılımcı

tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 27. soru % 88 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru da canlılarda enerji aktarımı konusu ile ilgilidir ve 4 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 8. soru ise % 82 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru enerji formlarının aktarımı konusu ile ilgilidir ve 6 öğretmen adayı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır.

En başarısız sorulara yönelik, *deney grubundaki* öğretmen adaylarının son uygulamalarda başarı testinde en fazla 5., 19. ve 21. sorularda başarısız oldukları Tablo 4.7'de görülmektedir. Katılımcılar 5. soruya % 79 oranında yanlış cevap vermişlerdir. Bu soruda potansiyel ve kinetik enerji konuları ele alınmaktadır ve bu soru sadece 7 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. 19. soru % 70 oranında katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru iyonlaşma enerjisi ile ilgilidir ve 10 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Benzer şekilde 21. soruda ise % 70 oranında katılımcı tarafından yanlış cevap verilmiştir. Bu soru nükleer enerji ile ilgilidir ve 10 katılımcı tarafından doğru cevaplandırılmıştır. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ise son uygulamalarda başarı testinde en fazla 5., 12. ve 19. sorularda başarısız oldukları Tablo 4.7'de görülmektedir. Bu gruptaki katılımcılar 5. soruya % 76 oranında yanlış cevap vermişlerdir. Soru potansiyel ve kinetik enerji konularını ele almaktadır ve bu soru 8 katılımcı tarafından doğru bir şekilde cevaplandırılmıştır. 12. soruya % 73 oranında katılımcı yanlış cevap vermiştir. Bu soru enerji üretilen güç santralleri ile ilgilidir ve 9 katılımcı tarafından doğru cevaplandırılmıştır. 19. soru ise % 67 oranında katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru iyonlaşma enerjisi konusu ile ilgilidir ve 11 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır.

En fazla boş bırakılan sorulara yönelik, Tablo 4.7 incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının son uygulamada enerji kavramları başarı testinde bazı sorulara cevap vermedikleri veya veremedikleri görülmektedir. Deney grubundaki katılımcılar başarı testinde en fazla 7., 8., 24. ve 25. soruları, kontrol grubundaki katılımcılar ise bu testte en fazla 20. ve 10. soruları boş bırakmışlardır. Bu sorulardan 7. ve 8. soru güç santralleri, 24. ve 25. soru kimyasal bağ enerjisi, 20. soru bağ enerjisi ve 10. soru ısı enerjisi ile ilgilidir.

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının EKBT'nin ön ve son test uygulamasında, her iki gruptaki katılımcıların değişen oranlarda başarıları artmıştır. Bu

bağlamda öğretmen adaylarının ilgili teste ilişkin son test puanlarının aritmetik ortalaması deney grubu için 19.09, kontrol grubu için 17.39 olarak hesaplanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da son testten aldıkları puanların arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiştir. Ancak analiz öncesinde varyansların homojenliğini kontrol etmek için Levene Testi uygulanmıştır. Bu test sonuçlarına göre gruplar arasında varyansların eşit olduğu, yani homojen oldukları görülmektedir [$F(1,64)=2,859, p > .05$]. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

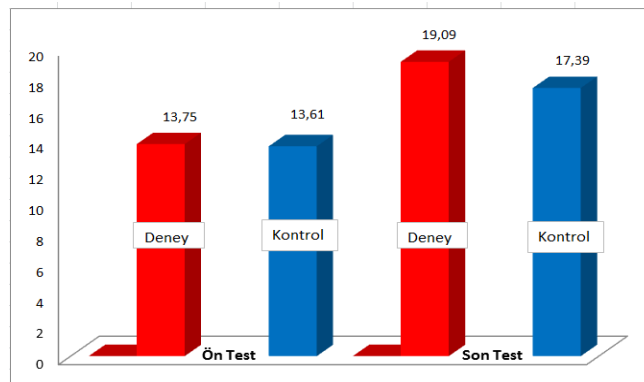
Tablo 4.8

Deney ve Kontrol Grubu EKBT’nin Son Test Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	t	p
Deney	33	19.09	2.69	2.254	.028
Kontrol	33	17.39	3.38		

Tablo 4.8’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji kavramları başarı testi son test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır [$t=2.254; p < .05$]. Elde edilen bu anlamlı farkın etki büyüklüğü hesaplandığında, eta kare (η^2) değerinin .07 olduğu ve deneysel işlemin orta bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji kavramları başarı testinin ön ve son test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalamaları Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının EKBT’nin ön ve son test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalaması

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön test puanlarının aritmetik ortalamaları arasında çok az bir fark bulunurken, son test puan

ortalamaları arasında deney grubu lehine önemli bir fark görülmektedir. Bu bağlamda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön test puanları ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Yapılan tek yönlü varyans analiz sonucu elde edilen veriler Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT’ne İlişkin Ön ve Son Test Puanlarına Yönelik Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	721.978	3	240.659	25.353	.000
Gruplar İçi	1196.022	126	9.492		
Toplam	1918.000	129			

Tablo 4.9 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır [$F_{(3,126)} = 25.353$, $p < .05$]. Bu farklılığın ise hangi grubun hangi test sonuçlarından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Post-Hoc Scheffe Testi yapılmıştır. Post Hoc Test sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının EKBT’ne Yönelik Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Post Hoc Test Sonuçları

		Ortalama Farkı	Standart Hata	p
Deney Grubu Ön Test (1,00)	2,00	0,14467	0,77061	,998
	3,00	-5,33333	0,75848	,000
	4,00	-3,63636	0,75848	,000
Kontrol Grubu Ön Test (2,00)	1,00	-0,14467	0,77061	,998
	3,00	-5,47801	0,77061	,000
	4,00	-3,78104	0,77061	,000
Deney Grubu Son Test (3,00)	1,00	5,33333	0,75848	,000
	2,00	5,47801	0,77061	,000
	4,00	1,69697	0,75848	,177
Kontrol Grubu Son Test (4,00)	1,00	3,63636	0,75848	,000
	2,00	3,78104	0,77061	,000
	3,00	-1,69697	0,75848	,177

Tablo 4.10 incelendiğinde, deney grubu öğretmen adaylarının enerji kavramları başarı testi ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu

görülmektedir. Benzer şekilde kontrol grubu öğretmen adaylarının başarı testi ön test puanları ile son test puanları arasında da anlamlı bir farklılık vardır. Ayrıca deney grubu öğretmen adaylarının son test puanları ile kontrol grubu öğretmen adaylarının son test puanları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir.

Sonuç olarak, her iki grupta uygulanan enerji kavramı ile ilgili etkinlikler öğretmen adaylarının Bloom taksonomisine ait bilgi boyutundaki olgu, kavramsal, işlemsel ve üstbilişsel bilgi ile bilimsel süreç boyutundaki hatırlama, anlama ve uygulama düzeylerindeki başarılarını arttırdığı görülmektedir. Ancak öğretmen adaylarının EKBT son test puanları arasındaki farkın yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucu deney grubu lehine olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda deney grubunda uygulanan disiplinler arası öğretimin öğretmen adaylarının bu düzeylerdeki başarılarını arttırmada daha etkili olduğu ve orta etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir.

4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Nicel Bulgular

Çalışma kapsamında ikinci alt problem *“Disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı hazırlanan etkinliklerin kullanıldığı deney grubu öğretmen adaylarının ve mevcut yaklaşımlara dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?”* şeklindedir.

Bu alt problem doğrultusunda, İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi (İAEKTT) uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarına ön test olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sonrası ise aynı test öğretmen adaylarına son test olarak uygulanarak, disiplinler arası öğretimin yapıldığı deney grubu ile mevcut yaklaşımların kullanıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarının tanı testi puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön teste ilişkin verdikleri cevaplar ve bunların yüzdeleri Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Ön Test Olarak Uygulanan İAEKTT'ne Verdikleri Cevaplar ve Yüzdeleri

Sorular	Aşama	Deney Grubu (N=32)						Kontrol Grubu (N=31)					
		D	%	Y	%	B	%	D	%	Y	%	B	%
1	1	22	69	9	28	1	3	22	71	9	29	0	0
	2	19	59	12	38	1	3	13	42	18	58	0	0
2	1	19	59	13	41	0	0	12	39	19	61	0	0
	2	19	59	12	38	1	3	17	55	14	45	0	0
3	1	15	47	17	53	0	0	11	35	19	62	1	3
	2	15	47	17	53	0	0	15	48	15	49	1	3
4	1	19	59	13	41	0	0	15	48	16	52	0	0
	2	18	56	14	44	0	0	17	55	14	45	0	0
5	1	9	28	23	72	0	0	15	48	16	52	0	0
	2	6	19	25	78	1	3	4	13	27	87	0	0
6	1	30	94	2	6	0	0	11	35	19	62	1	3
	2	5	16	27	84	0	0	6	19	24	78	1	3
7	1	20	62	12	38	0	0	20	65	10	32	1	3
	2	15	47	17	53	0	0	10	32	20	65	1	3
8	1	3	9	28	88	1	3	4	13	27	87	0	0
	2	10	31	20	63	2	6	2	6	28	91	1	3
9	1	1	3	31	97	0	0	0	0	31	100	0	0
	2	1	3	31	97	0	0	2	6	28	91	1	3
10	1	2	6	30	94	0	0	8	26	22	71	1	3
	2	2	6	30	94	0	0	6	19	24	78	1	3
11	1	4	12	26	82	2	6	6	19	24	78	1	3
	2	9	28	22	69	1	3	5	16	25	81	1	3
12	1	25	78	7	22	0	0	13	42	18	58	0	0
	2	15	47	16	50	1	3	9	29	21	68	1	3
13	1	22	69	10	31	0	0	13	42	18	58	0	0
	2	16	50	16	50	0	0	14	45	17	55	0	0
14	1	15	47	17	53	0	0	14	45	15	49	2	6
	2	13	41	18	56	1	3	14	45	15	49	2	6
15	1	4	12	26	82	2	6	14	45	17	55	0	0
	2	1	3	29	91	2	6	3	10	28	90	0	0
16	1	7	22	25	78	0	0	9	29	22	71	0	0
	2	7	22	25	78	0	0	9	29	22	71	0	0
17	1	11	34	20	63	1	3	7	23	24	77	0	0
	2	8	25	22	69	2	6	9	29	22	71	0	0
18	1	16	50	16	50	0	0	13	42	17	55	1	3
	2	6	19	24	75	2	6	6	19	23	75	2	6
19	1	5	16	23	72	4	12	11	35	18	59	2	6
	2	6	19	21	65	5	16	10	32	19	62	2	6
20	1	12	38	20	62	0	0	8	26	23	74	0	0
	2	21	66	10	31	1	3	10	32	21	68	0	0
21	1	15	47	16	50	1	3	13	42	16	52	2	6
	2	15	47	16	50	1	3	12	39	17	55	2	6

D: Doğru; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 4.11'de görüldüğü gibi *deney grubundaki* öğretmen adaylarının İAEKTT'ne yönelik ön testteki soruların birinci aşamasına verdikleri doğru cevap oranları % 3-94

arasında değişmektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayları 1., 2., 4., 6., 7., 12., 13. ve 18. sorular haricindeki diğer sorularda % 50'nin altında bir başarı göstermişlerdir. Benzer şekilde bu gruptaki öğretmen adayları tanı testinin ikinci aşamasında 1., 2., 4., 13. ve 20. sorularda % 50'nin üstünde bir başarı elde etmişlerdir. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ön uygulamalarda tanı testinin birinci aşamasındaki doğru cevapların oranları ise % 0-71 arasında değişmektedir. Bu gruptaki öğretmen adayları 1. ve 7. sorular haricindeki diğer sorularda % 50'nin altında bir başarı göstermişlerdir. Ancak bu gruptaki öğretmen adayları tanı testinin ikinci aşamasında sadece 2. ve 4. soruda % 50'nin üstünde bir başarı elde etmişlerdir. Ayrıca ayrıntılı olarak deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ön uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin birinci ve ikinci aşamasındaki en başarılı, en başarısız ve en fazla boş bıraktıkları sorulara yönelik durumları incelenmiştir.

En başarılı sorulara yönelik, *deney grubundaki* öğretmen adaylarının ön uygulamalarda tanı testinin birinci aşamasında en fazla 6., 12., 1. ve 13. sorularda başarı gösterdikleri Tablo 4.11'de görülmektedir. Bu gruptaki katılımcılar birinci aşamalarda 6. soruya % 94 oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu soruda elektrik enerjisi konusu ele alınmaktadır ve soru sadece 2 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 12. soru % 78 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru kimyasal enerji kaynakları konusu ile ilgilidir ve 7 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 1. ve 13. sorulara ise % 69 oranında katılımcı doğru cevap vermiştir. Bu sorulardan ilki ışık enerjisi ile ilgilidir ve 9 katılımcı tarafından yanlış cevaplandırılmış, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. Diğer soru ise besinlerdeki enerji konusu hakkındadır ve soruya 10 katılımcı yanlış cevap vermiştir. Deney grubundaki ön uygulamalarda tanı testinin ikinci aşamasında en fazla 20., 1. ve 2. sorularda doğru gerekçe ile birlikte başarı gösterdikleri Tablo 4.11'de görülmektedir. Bu gruptaki katılımcılar ikinci aşamalarda 20. soruya % 66 oranında doğru gerekçeli cevap vermişlerdir. Bu soruda ısı aktarımı konusu ele alınmaktadır ve bu soru 10 katılımcı tarafından yanlış gerekçelendirilmiş, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. 1. soru % 59 oranında katılımcı tarafından doğru gerekçelendirilerek cevaplandırılmıştır. Bu soru ışık enerjisi konusu ile ilgilidir ve 12 öğretmen adayı tarafından yanlış bir şekilde gerekçelendirilmiş ve 1 katılımcı tarafından boş bırakılmıştır. 2. soru ise % 59 oranında katılımcı tarafından doğru gerekçe ile cevaplandırılmıştır. Bu soru kimyasal bağ enerjisi ile ilgilidir ve 12 katılımcı tarafından

yanlış gerekçelendirilmiş, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ön uygulamalarda tanı testinin birinci aşamasında ise en fazla 1., 7., 4. ve 5. sorularda başarı gösterdikleri Tablo 4.11’de görülmektedir. Kontrol grubundaki katılımcılar birinci aşamalarda 1. soruya % 71 oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu soruda ışık enerjisi konusu ele alınmaktadır ve soru 9 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 7. soru % 65 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru ses enerjisi konusu ile ilgilidir ve 10 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmış, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. 4. ve 5. sorulara ise % 48 oranında katılımcı doğru cevap vermiştir. Bu sorulardan birincisi iyonlaşma enerjisi ile ilgilidir ve 16 katılımcı tarafından yanlış cevaplandırılmıştır. Diğer soru ise bağ enerjisi konusu hakkındadır ve soruya da 16 katılımcı yanlış cevap vermiştir. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön uygulamalarda tanı testinin ikinci aşamasında da en fazla 2., 4. ve 3. sorularda doğru gerekçe ile birlikte başarı gösterdikleri Tablo 4.11’de görülmektedir. İkinci aşamalarda kontrol grubundaki katılımcılar 2. ve 4. sorulara % 55 oranında doğru gerekçeli cevaplar vermişlerdir. Bu sorulardan ilkinde kimyasal bağ enerjisi konusu ele alınmaktadır ve soru 14 katılımcı tarafından yanlış gerekçelendirilmiştir. Diğer soru ise iyonlaşma enerjisi konusu ile ilgilidir ve soru da 14 öğretmen adayı tarafından yanlış olarak gerekçelendirilmiştir. 3. soru % 48 oranında katılımcı tarafından doğru gerekçelendirilerek cevaplandırılmıştır. Bu soru potansiyel ve kinetik enerji konuları ile ilgilidir ve 15 katılımcı tarafından yanlış bir şekilde gerekçelendirilmiş ve 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır.

En başarısız sorulara yönelik, *deney grubundaki* öğretmen adaylarının ön uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin birinci aşamasında en fazla 9., 10. ve 8. sorularda başarısız oldukları Tablo 4.11’de görülmektedir. Birinci aşamalarda deney grubundaki katılımcılar 9. soruya % 97 oranında yanlış cevap vermişlerdir. Bu soruda nükleer enerji konusu ele alınmaktadır ve soru sadece 1 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. 10. soru % 94 oranında katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru ısı enerjisi konusu ile ilgilidir ve sadece 2 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. 8. soruya ise % 88 oranında katılımcı yanlış cevap vermiştir. Bu soru güç santralleri konusu ile ilgilidir ve 3 katılımcı tarafından doğru cevaplandırılmış, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. Deney grubundaki öğretmen adaylarının ön uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı

testinin ikinci aşamasında en fazla 9., 15. ve 10. sorularda yanlış gerekçeler ile başarısız oldukları Tablo 4.11’de görülmektedir. İkinci aşamalarda deney grubundaki katılımcılar 9. soruya % 97 oranında yanlış gerekçe ile cevap vermişlerdir. Bu soruda nükleer enerji konusu ele alınmaktadır ve soru sadece 1 katılımcı tarafından doğru gerekçe ile cevaplandırılmıştır. 10. soruya % 94 oranında katılımcı yanlış gerekçelendirme ile cevap vermiştir. Bu soru ısı enerjisi ile ilgilidir ve 2 katılımcı tarafından doğru olarak gerekçelendirilmiştir. 15. soru ise % 91 oranında katılımcı tarafından yanlış gerekçe ile cevaplandırılmıştır. Bu soru enerji formlarının aktarımı konusu ile ilgilidir ve sadece 1 katılımcı tarafından doğru olarak gerekçelendirilmiş ve 2 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ön uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin birinci aşamasında en fazla 9., 8. ve 11. sorularda başarısız oldukları Tablo 4.11’de görülmektedir. Birinci aşamalarda kontrol grubundaki katılımcılar 9. soruya % 100 oranında yanlış cevap vermişlerdir. Bu soruda nükleer enerji konusu ele alınmaktadır ve bu soru hiçbir katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmamıştır. 8. soru % 87 oranında katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru güç santralleri konusu ile ilgilidir ve sadece 4 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. 11. soruya ise % 78 oranında katılımcı yanlış cevap vermiştir. Bu soru güneş panelleri konusu ile ilgilidir ve 6 katılımcı tarafından doğru cevaplandırılmış, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin ikinci aşamasında ise en fazla 8., 9. ve 15. sorularda yanlış gerekçeler ile başarısız oldukları Tablo 4.11’de görülmektedir. İkinci aşamalarda kontrol grubundaki katılımcılar 8. soruya % 91 oranında yanlış gerekçe ile cevap vermişlerdir. Bu soruda güç santralleri konusu ele alınmaktadır ve bu soru sadece 2 katılımcı tarafından doğru gerekçe ile cevaplandırılmış, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. 9. soru da % 91 oranında katılımcı tarafından yanlış gerekçe ile cevaplandırılmıştır. Bu soru nükleer enerji konusu ile ilgilidir ve sadece 2 katılımcı tarafından doğru olarak gerekçelendirilmiş ve 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. 15. soruya ise % 90 oranında katılımcı yanlış gerekçelendirme ile cevap vermiştir. Bu soru enerji formlarının aktarımı konusu ile ilgilidir ve sadece 3 katılımcı tarafından doğru olarak gerekçelendirilmiştir.

En fazla boş bırakılan sorulara yönelik, Tablo 4.11 incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı

testinin birinci ve ikinci aşamalarındaki bazı sorulara cevap vermedikleri veya veremedikleri görülmektedir. Bu testin ön uygulamasına ilişkin deney grubundaki katılımcılardan 4 öğretmen adayı 19. sorunun birinci aşamasını, 5 öğretmen adayı ise aynı sorunun ikinci aşamasını boş bırakmışlardır. Kontrol grubundaki katılımcılardan ise 2 öğretmen adayı en fazla 14., 19. ve 21. soruların birinci ve ikinci aşamalarını, 18. sorunun ise sadece ikinci aşamasını boş bırakmışlardır. Bu sorulardan 14. soru kimyasal enerji dönüşümleri, 18. soru ses oluşumu ve yayılması, 19. soru canlılarda enerji aktarımı ve 21. soru canlılarda enerji dönüşümü ile ilgilidir.

İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testinde 21 çoktan seçmeli soru yer almaktadır. Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön teste verdikleri her bir sorunun birinci aşamasına doğru cevap ve ikinci aşamada doğru gerekçe için “3” puan, birinci aşamada yanlış seçenek ve ikinci aşamada doğru gerekçe için “2” puan, birinci aşamada doğru cevap ve ikinci aşamada yanlış gerekçe için “1” puan ve hem birinci aşamada hem de ikinci aşamadaki yanlış cevap için “0” puan verilerek puanlama yapılmıştır. Yapılan hesaplamada deney grubu öğretmen adaylarının İAEKTT'nin ön test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalaması deney grubu için 21.21, kontrol grubu için 19.93 olarak hesaplanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön testten aldıkları puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiştir. Ancak analiz öncesinde varyansların homojenliğini kontrol etmek için Levene Testi uygulanmıştır. Bu test sonuçlarına göre gruplar arasında varyansların eşit olduğu, yani homojen oldukları görülmektedir [$F(1,61)=7,465$, $p > .05$]. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12

Deney ve Kontrol Grubu İAEKTT'nin Ön Test Sonuçlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	t	p
Deney	32	21.21	4.44	.951	.346
Kontrol	31	19.93	6.11		

Tablo 4.12’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının iki aşamalı enerji kavramları tanı testi ön test puanlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır [$t=0.951$; $p> .05$].

İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi uygulama sonrasında hem deney hem de kontrol grubu öğretmen adaylarına son test olarak yeniden uygulanmıştır. Deney ve

kontrol grubu öğretmen adaylarının son test olarak uygulanan tanı testine verdikleri cevaplar ve yüzdeleri Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Son Test Olarak Uygulanan İAEKTT'ne Verdikleri Cevaplar ve Yüzdeleri

Sorular	Aşama	Deney Grubu (N=29)						Kontrol Grubu (N=30)					
		D	%	Y	%	B	%	D	%	Y	%	B	%
1	1	23	79	6	21	0	0	24	80	6	20	0	0
	2	18	62	11	38	0	0	17	57	13	43	0	0
2	1	22	76	7	24	0	0	22	73	8	27	0	0
	2	21	72	8	28	0	0	23	77	7	23	0	0
3	1	21	72	8	28	0	0	17	57	12	40	1	3
	2	21	72	8	28	0	0	18	60	11	37	1	3
4	1	20	69	9	31	0	0	12	40	18	60	0	0
	2	23	79	6	21	0	0	17	57	13	43	0	0
5	1	2	7	27	93	0	0	7	23	22	74	1	3
	2	7	24	22	76	0	0	3	10	26	87	1	3
6	1	26	90	3	10	0	0	23	77	7	23	0	0
	2	7	24	22	76	0	0	3	10	23	90	0	0
7	1	21	72	8	28	0	0	22	73	8	27	0	0
	2	15	52	14	48	0	0	12	40	18	60	0	0
8	1	6	21	23	79	0	0	2	7	27	90	1	3
	2	12	41	16	56	1	3	12	40	17	57	1	3
9	1	6	21	23	79	0	0	6	20	24	80	0	0
	2	3	10	26	90	0	0	6	20	24	80	0	0
10	1	6	21	23	79	0	0	9	30	21	70	0	0
	2	6	21	23	79	0	0	8	27	22	73	0	0
11	1	12	41	17	59	0	0	8	27	22	73	0	0
	2	20	69	8	28	1	3	17	57	13	43	0	0
12	1	23	79	6	21	0	0	19	63	11	37	0	0
	2	22	76	7	24	0	0	16	53	14	47	0	0
13	1	22	76	7	24	0	0	22	73	8	27	0	0
	2	19	65	10	35	0	0	14	47	16	53	0	0
14	1	24	83	5	17	0	0	19	63	11	37	0	0
	2	24	83	5	17	0	0	19	63	11	37	0	0
15	1	15	52	14	48	0	0	7	23	23	77	0	0
	2	8	28	21	72	0	0	3	10	26	87	1	3
16	1	18	62	10	35	1	3	18	60	12	40	0	0
	2	16	55	12	42	1	3	17	57	13	43	0	0
17	1	22	76	7	24	0	0	18	60	12	40	0	0
	2	19	65	9	32	1	3	14	47	16	53	0	0
18	1	20	69	9	31	0	0	20	67	10	33	0	0
	2	13	45	15	52	1	3	11	37	18	60	1	3
19	1	15	52	13	45	1	3	13	43	16	54	1	3
	2	14	48	14	49	1	3	13	43	16	54	1	3
20	1	19	65	10	35	0	0	18	60	12	40	0	0
	2	25	86	4	14	0	0	23	77	7	23	0	0
21	1	26	90	3	10	0	0	21	70	9	30	0	0
	2	22	76	7	24	0	0	12	40	18	60	0	0

D: Doğru; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 4.13'te görüldüğü gibi *deney grubundaki* öğretmen adaylarının İAEKTT'ne yönelik son testteki soruların birinci aşamasına verdikleri doğru cevap oranları % 7-90 arasında değişmektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayları 5., 8., 9., 10. ve 11. sorular haricindeki diğer sorularda % 50'nin üstünde bir başarı göstermişlerdir. Benzer şekilde bu gruptaki öğretmen adayları tanı testinin ikinci aşamasında 5., 6., 8., 9., 10., 15., 18. ve 19. sorular dışındaki tüm sorularda % 50'nin üstünde bir başarı elde etmişlerdir. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının ön uygulamalarda tanı testindeki doğru cevapların oranları ise % 7-80 arasında değişmektedir. Bu gruptaki öğretmen adayları ise 4., 5., 8., 9., 10., 11., 15. ve 19. sorular haricindeki diğer sorularda % 50'nin üstünde bir başarı göstermişlerdir. Benzer şekilde bu gruptaki öğretmen adayları ön uygulamalarda tanı testinin ikinci aşamasında 1., 2., 3., 4., 11., 12., 14., 16. ve 20. sorularda % 50'nin üstünde bir başarı elde etmişlerdir. Ayrıca ayrıntılı olarak deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının son uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin birinci ve ikinci aşamasındaki en başarılı, en başarısız ve en fazla boş bıraktıkları sorulara yönelik durumları incelenmiştir.

En başarılı sorulara yönelik, *deney grubundaki* öğretmen adaylarının son uygulamalarda tanı testinin birinci aşamasında en fazla 6., 21. ve 14. sorularda başarı gösterdikleri Tablo 4.13'te görülmektedir. Birinci aşamalarda deney grubundaki katılımcılar 6. soruya % 90 oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu soruda elektrik enerjisi konusu ele alınmaktadır ve soru sadece 3 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 21. soru % 90 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru ısı aktarımı konusu ile ilgilidir ve 3 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 14. soruya ise % 83 oranında katılımcı doğru cevap vermiştir. Bu soru kimyasal enerji dönüşümleri ile ilgilidir ve 5 katılımcı tarafından yanlış cevaplandırılmıştır. Deney grubundaki son uygulamalarda tanı testinin ikinci aşamasında en fazla 20., 14. ve 4. sorularda doğru gerekçe ile birlikte başarı gösterdikleri Tablo 4.13'te görülmektedir. İkinci aşamalarda deney grubundaki katılımcılar 20. soruya % 86 oranında doğru gerekçeli cevap vermişlerdir. Bu soruda ısı aktarımı konusu ele alınmaktadır ve soru sadece 4 katılımcı tarafından yanlış gerekçelendirilmiştir. 14. soru % 83 oranında katılımcı tarafından doğru gerekçelendirilerek cevaplandırılmıştır. Bu soru kimyasal enerji dönüşümleri konusu ile ilgilidir ve sadece 5 katılımcı tarafından yanlış bir şekilde gerekçelendirilmiştir. 4. soru ise % 79 oranında katılımcı tarafından doğru gerekçe ile cevaplandırılmıştır. Bu soru iyonlaşma enerjisi ile ilgilidir ve 6 katılımcı tarafından

yanlış gerekçelendirilmiştir. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının son uygulamalarda tanı testinin birinci aşamasında ise en fazla 1., 6. ve 2. sorularda başarı gösterdikleri Tablo 4.13'te görülmektedir. Birinci aşamalarda kontrol grubundaki katılımcılar 1. soruya % 80 oranında doğru cevap vermişlerdir. Bu soruda ışık enerjisi konusu ele alınmaktadır ve soru 6 katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 6. soru % 77 oranında katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru elektrik enerjisi konusu ile ilgilidir ve 7 öğretmen adayı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. 2. soruya ise % 73 oranında katılımcı doğru cevap vermiştir. Bu soru kimyasal bağ enerjisi ile ilgilidir ve 8 öğretmen adayı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Kontrol grubundaki son uygulamalarda tanı testinin ikinci aşamasında da en fazla 2., 20. ve 14. sorularda doğru gerekçe ile birlikte başarı gösterdikleri Tablo 4.13'te görülmektedir. İkinci aşamalarda kontrol grubundaki katılımcılar 2. ve 20. sorulara % 77 oranında doğru gerekçeli cevaplar vermişlerdir. Bu sorulardan ilkinde kimyasal bağ enerjisi konusu ele alınmaktadır ve soru 7 katılımcı tarafından yanlış gerekçelendirilmiştir. Diğer soru ise ısı aktarımı konusu ile ilgilidir ve bu soruda 7 öğretmen adayı tarafından yanlış olarak gerekçelendirilmiştir. 14. soru % 63 oranında katılımcı tarafından doğru gerekçelendirilerek cevaplandırılmıştır. Bu soru kimyasal enerji dönüşümleri konusu ile ilgilidir ve 11 öğretmen adayı tarafından yanlış bir şekilde gerekçelendirilmiştir.

En başarısız sorulara yönelik, *deney grubundaki* öğretmen adaylarının son uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin birinci aşamasında en fazla 5., 8., 9. ve 10. sorularda başarısız oldukları Tablo 4.13'te görülmektedir. Birinci aşamalarda deney grubundaki katılımcılar 5. soruya % 93 oranında yanlış cevap vermişlerdir. Bu soruda bağ enerjisi konusu ele alınmaktadır ve soru sadece 2 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. 8., 9. ve 10. sorular % 79 oranında katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bunlardan 8. soru güç santralleri, 9. soru nükleer enerji ve 10. soru ısı enerjisi konusu ile ilgilidir ve bu sorular sadece 6 öğretmen adayı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Deney grubundaki öğretmen adaylarının son uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin ikinci aşamasında ise en fazla 9., 10., 5. ve 6. sorularda yanlış gerekçeler ile başarısız oldukları Tablo 4.13'te görülmektedir. İkinci aşamalarda deney grubundaki katılımcılar 9. soruya % 90 oranında yanlış gerekçe ile cevap vermişlerdir. Bu soruda nükleer enerji konusu ele alınmaktadır ve soru sadece 3 katılımcı tarafından doğru gerekçe ile

cevaplandırılmıştır. 10. soru % 79 oranında katılımcı tarafından yanlış gerekçe ile cevaplandırılmıştır. Bu soru ısı enerjisi konusu ile ilgilidir ve sadece 6 katılımcı tarafından doğru olarak gerekçelendirilmiştir. 5. ve 6. sorulara ise % 76 oranında katılımcı yanlış gerekçelendirme ile cevap vermiştir. Bu sorulardan ilki bağ enerjisi, diğeri elektrik enerjisi ile ilgilidir ve sorular 7 öğretmen adayı tarafından doğru gerekçelendirilmiştir. *Kontrol grubundaki* öğretmen adaylarının son uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin birinci aşamasında en fazla 8., 9. ve 15. sorularda başarısız oldukları Tablo 4.13'te görülmektedir. Birinci aşamalarda kontrol grubundaki katılımcılar 8. soruya % 90 oranında yanlış cevap vermişlerdir. Bu soruda güç santralleri ele alınmaktadır ve soru 2 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmış, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır. 9. soru % 80 oranında katılımcı tarafından yanlış olarak cevaplandırılmıştır. Bu soru nükleer enerji konusu ile ilgilidir ve sadece 6 katılımcı tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. 15. soruya ise % 77 oranında katılımcı yanlış cevap vermiştir. Bu soru enerji formlarının aktarımı ile ilgilidir ve 7 öğretmen adayı tarafından doğru bir şekilde cevaplandırılmıştır. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının son uygulamalarda iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin ikinci aşamasında ise en fazla 6., 5. ve 15. sorularda yanlış gerekçeler ile başarısız oldukları Tablo 4.13'te görülmektedir. İkinci aşamalarda kontrol grubundaki katılımcılar 6. soruya % 90 oranında yanlış gerekçelendirme ile cevap vermiştir. Bu soru elektrik enerjisi ile ilgilidir ve sadece 3 katılımcı tarafından doğru olarak gerekçelendirilmiştir. 5. ve 15. sorulara ise % 87 oranında öğretmen adayı yanlış gerekçe ile cevap vermişlerdir. Bu sorulardan birincisi bağ enerjisi, diğeri enerji formlarının aktarımı konuları ile ilgilidir ve sorular sadece 3 katılımcı tarafından doğru gerekçe ile cevaplandırılmış, 1 öğretmen adayı tarafından boş bırakılmıştır.

En fazla boş bırakılan sorulara yönelik, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının son uygulamada iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin birinci ve ikinci aşamalarındaki bazı sorulara cevap vermedikleri veya veremedikleri görülmektedir. Bu testin son uygulamasına ilişkin deney grubundaki katılımcılardan en fazla 1 öğretmen adayı 16. ve 19. soruların hem birinci hem de ikinci aşamalarını boş bırakmıştır. Kontrol grubundaki katılımcılardan ise en fazla 1 öğretmen adayı 3., 5., 8. ve 19. soruların birinci ve ikinci aşamalarını boş bırakmıştır. Bu sorulardan 3. soru potansiyel ve kinetik enerji, 5. soru bağ enerjisi, 8. soru güç santralleri, 16. soru enerji formlarının aktarımı ve 19. soru canlılarda enerji aktarımı ile ilgilidir.

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının İAEKTT'nin ön ve son test uygulamasında, her iki gruptaki katılımcılar değişen oranlarda başarılarını arttırmışlardır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının bu teste ilişkin son test puanlarının aritmetik ortalaması deney grubu için 35.79, kontrol grubu için 29.43 olarak hesaplanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da son testten aldıkları puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiştir. Ancak analiz öncesinde varyansların homojenliğini kontrol etmek için Levene Testi uygulanmıştır. Bu test sonuçlarına göre gruplar arasında varyansların eşit olduğu, yani homojen oldukları görülmektedir [$F(1,57)=0,371$, $p > .05$]. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 4.14'te verilmiştir.

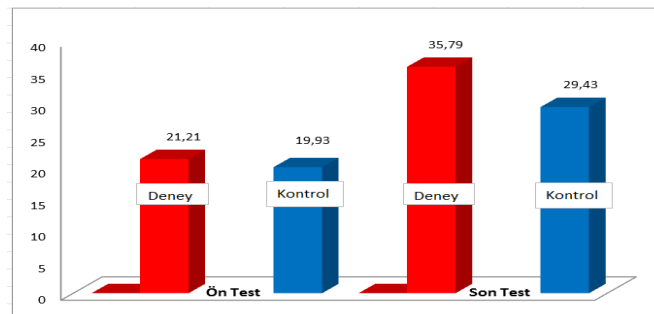
Tablo 4.14

Deney ve Kontrol Grubu İAEKTT'nin Son Test Sonuçlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	t	p
Deney	29	35.79	7.30	3.032	.004
Kontrol	30	29.43	8.72		

Tablo 4.14'te görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının iki aşamalı enerji kavramları tanı testi son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır [$t=3.032$; $p < .05$]. Elde edilen bu anlamlı farkın etki büyüklüğü hesaplandığında, eta kare (η^2) değerinin .138 olduğu ve deneysel işlemin geniş bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının iki aşamalı enerji kavramları tanı testinin ön ve son test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalamaları Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İAEKTT'nin ön ve son test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalaması

Şekil 4.2'de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön test

puanlarının aritmetik ortalamaları arasında deney grubu lehine çok az bir fark bulunurken, son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine önemli bir fark görülmektedir. Bu bağlamda deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının ön test puanları ile son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Yapılan tek yönlü varyans analiz sonucu elde edilen veriler Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT'ne İlişkin Ön ve Son Test Puanlarına Yönelik Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	4989.191	3	1663.064	36.130	.000
Gruplar İçi	5431.465	118	46.029		
Toplam	10420.656	121			

Tablo 4.15 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının İAEKTT'ne ilişkin ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır [$F_{(3,118)} = 36.130, p < .05$]. Bu farklılığın ise hangi grubun hangi test sonuçlarından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Post-Hoc Scheffe Testi yapılmıştır. Post Hoc Test sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının İAEKTT'ne Yönelik Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Post Hoc Test Sonuçları

	Ortalama Farkı	Standart Hata	p
Deney Grubu Ön Test (1,00)	2,00	1,28327	,905
	3,00	-14,57435	,000
	4,00	-8,21458	,000
Kontrol Grubu Ön Test (2,00)	1,00	-1,28327	,905
	3,00	-15,85762	,000
	4,00	-9,49785	,000
Deney Grubu Son Test (3,00)	1,00	14,57435	,000
	2,00	15,85762	,000
	4,00	6,35977	,006
Kontrol Grubu Son Test (4,00)	1,00	8,21458	,000
	2,00	9,49785	,000
	3,00	-6,35977	,006

Tablo 4.16 incelendiğinde, deney grubu öğretmen adaylarının iki aşamalı enerji kavramları tanı testi ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Benzer şekilde kontrol grubu öğretmen adaylarının ön test puanları ile son test puanları arasında da anlamlı bir farklılık vardır. Ayrıca deney grubu öğretmen adaylarının son test puanları ile kontrol grubu öğretmen adaylarının son test puanları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir.

Sonuç olarak, her iki grupta uygulanan enerji kavramı ile ilgili etkinlikler öğretmen adaylarının tanı testine ilişkin Bloom taksonomisine ait bilgi boyutundaki olgu, kavramsal, işlemsel ve üstbilişsel bilgi ile bilimsel süreç boyutundaki uygulama ve çözümlene düzeylerindeki kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Ancak öğretmen adaylarının İAEKTT son test puanları arasındaki farkın yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucu deney grubu lehine olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda deney grubunda uygulanan disiplinler arası öğretimin öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını geliştirmede daha etkili olduğu ve geniş etki değerine sahip olduğu söylenebilir.

Ayrıca deney grubundaki öğretmen adaylarının kontrol grubuna göre tanı testinin son uygulamasında yüksek puan ortalamasına sahip oldukları ve bu ortalamalar arasında da anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda tanı testinin ikinci aşamasının enerji kavramına yönelik kavram yanlışlarını içermesinden dolayı disiplinler arası öğretimin öğretmen adaylarının sahip oldukları enerji kavramına ilişkin kavram yanlışlarını gidermede etkili bir yöntem olduğu söylenebilir.

4.4. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular

Çalışma kapsamında üçüncü alt problem “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapıları nasıldır?*” şeklindedir.

Bu alt problem doğrultusunda, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi (BKİT) kapsamında deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarına enerji kavramına yönelik dört anahtar kavram (enerji formu, 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 yazarak, her bir kavram veya kelime ile ilgili birer cümle yazmışlardır.

Katılımcılar bu testte bir anahtar kavram ile ilgili en fazla 10 kavram veya kelime yazabilmektedirler.

4.4.1. Uygulamalar Öncesi Deney Grubu

Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi deney grubundaki öğretmen adaylarına uygulamalar öncesi uygulanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapıları ortaya çıkarılmıştır.

Bu bağlamda bağımsız kelime ilişkilendirme testinden elde edilen anahtar kavramlar için öğretmen adayları tarafından üretilmiş kavramların veya kelimelerin toplam sayısı ve her anahtar kavram için üretilen kelime sayısı hesaplanmıştır. Deney grubundaki öğretmen adaylarının bu teste ilişkin uygulamalar öncesi vermiş oldukları cevapların frekans dağılımı Tablo 4.17’de verilmiştir.

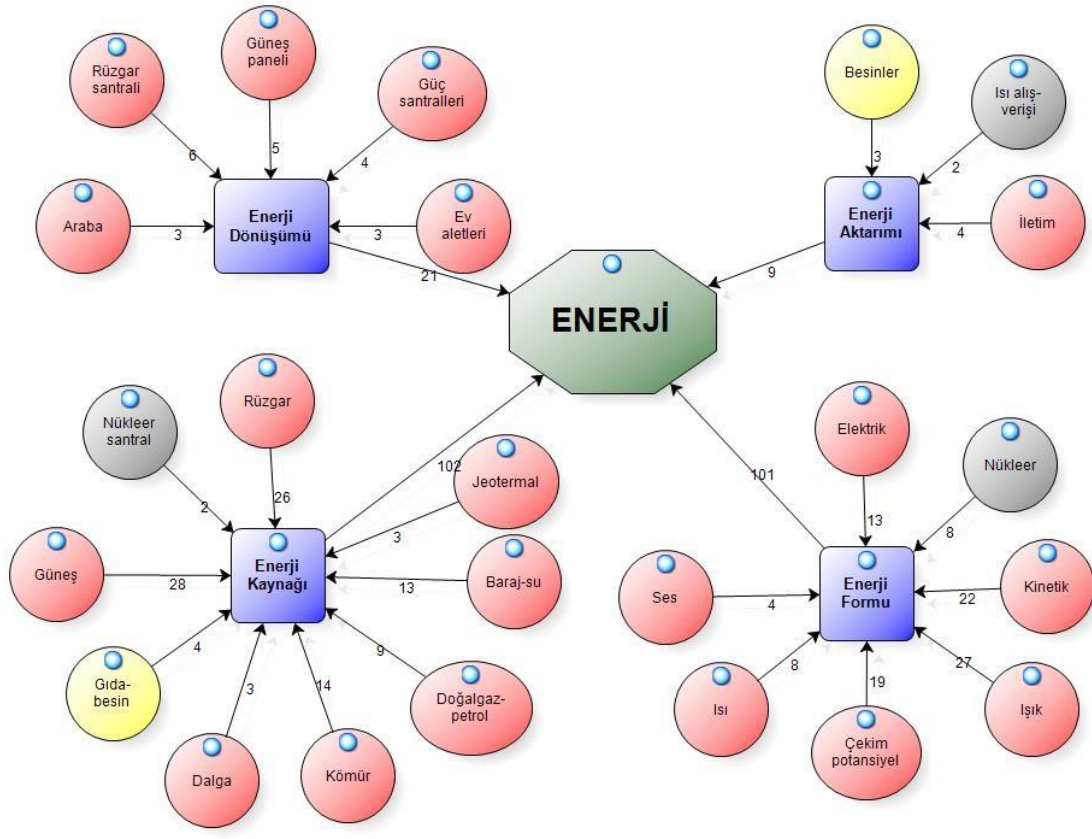
Tablo 4.17

Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Cevaplarının Frekans Dağılımı

Verilen Kavramlar	UYGULAMA ÖNCESİ (DENEY GRUBU)										Toplam f	
	Kavram sayısı											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
Enerji formu (türü)	-	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
Toplam verilen kavram												242

Tablo 4.17 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adayları uygulamalar öncesinde enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 242 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca bu kavram veya kelimeler ile ilgili cümleler kurmuşlardır. Başka bir deyişle deney grubundaki öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki 242 kavram veya kelime enerji kavramının özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu gruptaki 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 bu anahtar kavramlar ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında deney grubundaki 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 4.3'te verilmiştir.



Kırmızı: Fizik; Sarı: Biyoloji; Gri: Kimya

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

Şekil 4.3. Deney grubu öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi enerji kavramı ile ilişkili bilişsel yapılarına ait model

Şekil 4.3 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde enerji kavramının özelliklerini çeşitli kavram ve kelimelerle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ancak yapılan ilişkilendirmelerin genellikle fizik alanı ile ilgili kavram ve kelimeler ile yapıldığı (f:222), kimya (f:13) ve biyoloji (f:10) alanındaki kavram veya kelimelere az sayıda vurgu yapıldığı dikkat çekmektedir. Ayrıca enerji aktarımı (f:9) ve enerji dönüşümü (f:21) ile ilgili az sayıda kavramın ve kelimenin öğretmen adayları tarafından belirtildiği bilişsel yapılarına ait modelde görülmektedir. Ayrıntılı olarak enerji kavramının özelliklerine ilişkin öğretmen adaylarının bilişsel yapıları incelendiğinde;

Enerji formu anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:101) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki elektrik

enerjisi (f:13), kinetik enerji (f:22), ışık enerjisi (f:27), çekim potansiyel enerjisi (f:19), ısı enerjisi (f:8), ses enerjisi (f:4) ve kimya alanındaki nükleer enerji (f:8) ile ilişkilendirilmiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adayları enerji formu denilince akıllarına bu enerji formları gelmektedir. Ancak deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji formuna ilişkin biyoloji alanından hiçbir kavram veya kelimeye vurgu yapmamaları dikkat çekmektedir.

Enerji kaynağı anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:104) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki jeotermal enerji santralleri (f:3), hidroelektrik santraller (f:13), doğalgaz ve petrol (f:9), kömür (f:14), dalgalar (f:3), güneş ışınları (f:28), rüzgâr santralleri (f:26), kimya alanındaki nükleer santral (f:2) ve biyoloji alanındaki gıda ve besinler (f:4) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca enerji kaynağı, biyokütle santralleri ve piller ile sadece birer katılımcı tarafından bağdaştırıldığından model içerisine dâhil edilmemiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adayları enerji kaynağı denilince en fazla güneş ışınları ve rüzgâr santrallerine vurgu yapmışlardır. Ancak öğretmen adaylarının enerji kaynağını genellikle fizik alanındaki kavramlarla bağdaştırmaları dikkat çekici bir sonuçtur.

Enerji aktarımı anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:12) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki iletim (f:4), kimya alanındaki ısı alışverişi (f:2) ve biyoloji alanındaki besinler (f:3) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca enerji aktarımı, iletkenlik, ışıma ve hal değişimi ile sadece birer katılımcı tarafından bağdaştırıldığından model içerisine dâhil edilmemiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adaylarına enerji aktarımı denilince bilişsel yapılarında bu kavrama ilişkin çok az sayıda kavram veya kelime belirmektedir.

Enerji dönüşümü anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:25) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki ev aletleri (f:3), güç santralleri (f:4), güneş panelleri (f:5), rüzgâr santralleri (f:6) ve araba (f:3) ile ilişkilendirilmiştir. Yani öğretmen adayları bu kavram ve kelimeleri belirterek buradaki enerji dönüşümlerinden bahsetmişlerdir. Ancak öğretmen adaylarının enerji dönüşümlerini sadece fizik alanından seçmeleri, kimya ve biyoloji alanındaki enerji dönüşümlerine değinmemeleri dikkat çekmektedir.

4.4.2. Uygulamalar Sonrası Deney Grubu

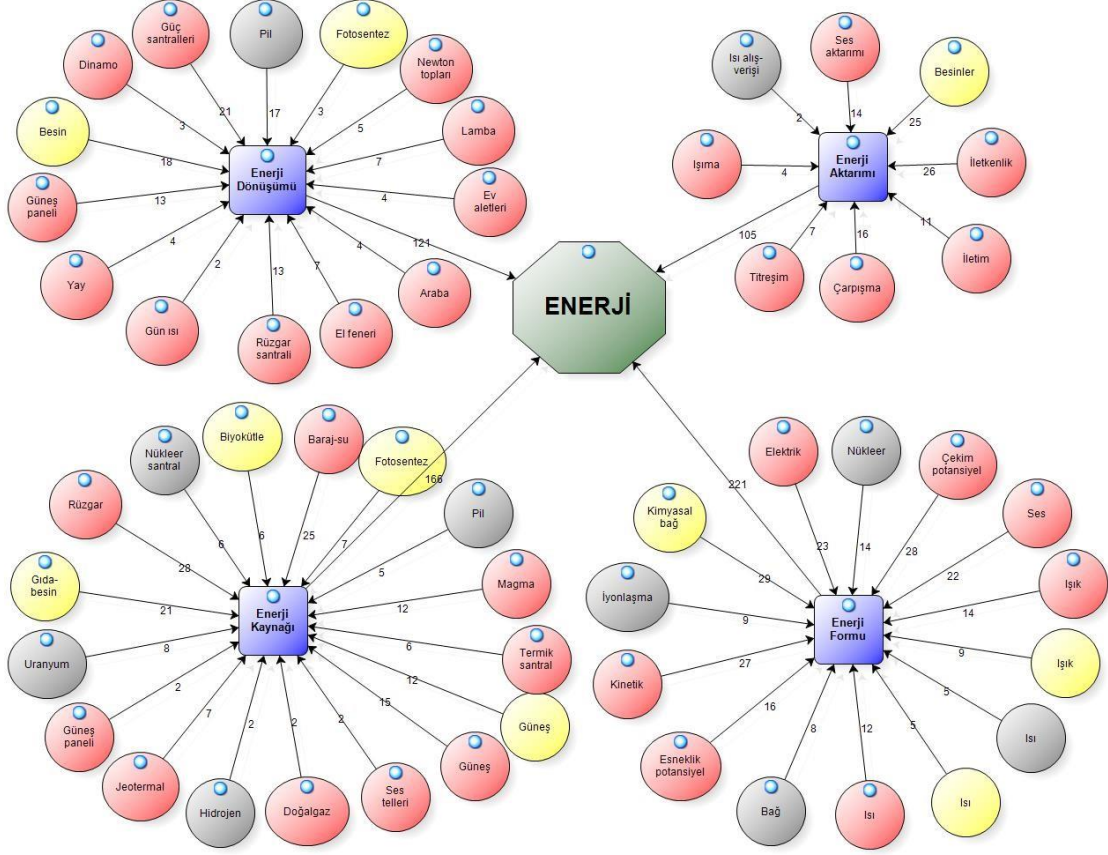
Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi, deney grubundaki öğretmen adaylarına etkinlik uygulamaları sonrası tekrar uygulanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapıları ortaya çıkarılmıştır. Bu bağlamda bağımsız kelime ilişkilendirme testinden elde edilen anahtar kavramlar için öğretmen adayları tarafından üretilmiş kavramların veya kelimelerin toplam sayısı ve her anahtar kavram için üretilen kelime sayısı tekrar hesaplanmıştır. Deney grubundaki öğretmen adaylarının bu teste ilişkin uygulamalar sonrası vermiş oldukları cevapların frekans dağılımı Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18

Deney Grubundaki Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Sonrası Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Cevaplarının Frekans Dağılımı

UYGULAMA SONRASI (DENEY GRUBU)												
Verilen Kavramlar	Kavram sayısı										Toplam	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	f
Enerji formu (türü)	-	-	-	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
Toplam verilen kavram												621

Tablo 4.18 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adayları uygulamalar sonrasında enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 621 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca bu kavram veya kelimeler ile ilgili cümleler kurmuşlardır. Başka bir deyişle deney grubundaki öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki 621 kavram veya kelime enerji kavramının özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu gruptaki 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 bu anahtar kavramlar ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında deney grubundaki 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 4.4’te verilmiştir.



Kırmızı: Fizik; Sarı: Biyoloji; Gri: Kimya

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

Şekil 4.4. Deney grubu öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası enerji kavramı ile ilişkili bilişsel yapılarına ait model

Şekil 4.4 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasında enerji kavramının özelliklerini çeşitli kavram ve kelimelerle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ayrıca yapılan ilişkilendirmelerin sayısal ve çeşit bakımından uygulamalar öncesine göre arttığı, kimya ve biyoloji alanındaki enerji ile ilişkili kavramlara veya kelimelere de vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. Böylece öğretmen adayları enerji kavramını fizik alanı (f:407), kimya alanı (f:78) ve biyoloji alanı (f:137) ile ilgili kavram ve kelimelerle ilişkilendirmişlerdir. Bu bağlamda deney grubundaki öğretmen adayları yapılan enerji kavramı ile ilgili etkinlik uygulamaları ile enerji kavramını tek bir disipline bağlı kalmadan, diğer kimya ve biyoloji alanı ile de bağdaştırdıkları ve bilişsel yapılarını zenginleştirdikleri bilişsel yapı modellerinde görülmektedir. Ayrıntılı olarak enerji kavramının özelliklerine ilişkin öğretmen adaylarının bilişsel yapıları incelendiğinde;

Enerji formu anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:221) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki elektrik enerjisi (f:23), çekim potansiyel enerjisi (f:28), ses enerjisi (f:22), ışık enerjisi (f:14), ısı enerjisi (f:12), esneklik potansiyel enerjisi (f:16), kinetik enerji (f:27), kimya alanındaki nükleer enerji (f:14), ısı enerjisi (f:5), bağ enerjisi (f:8), iyonlaşma enerjisi (f:9), biyoloji alanındaki ışık enerjisi (f:9), ısı enerjisi (f:5) ve kimyasal bağ enerjisi (f:29) ile ilişkilendirilmiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adaylarına enerji formu denilince akıllarına hem fizikteki hem de kimya ve biyolojideki enerji formları gelmektedir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji formuna ilişkin uygulamalar öncesi ve sonrası cevapları karşılaştırıldığında üç farklı durum göze çarpmaktadır. Birinci farklı durum, öğretmen adayları enerji formuna ilişkin verilen kavram ve kelime sayısını uygulama öncesine göre (f:101)'den (f:221)'e çıkarmışlardır. Yani cevaplarının frekansları % 119 artmıştır. İkinci farklı durum, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde hiç değinmedikleri ancak uygulamalar sonrası ilişkilendirdikleri kavram veya kelimelerin fizik alanında esneklik potansiyel enerji, kimya alanında ısı enerjisi, bağ enerjisi, iyonlaşma enerjisi, biyoloji alanında ise ışık enerjisi, ısı enerjisi ve kimyasal bağ enerjisi şeklinde olmasıdır. Bu durum öğretmen adaylarının yapılan etkinliklerde kimya ve biyoloji alanındaki enerjiyi fark ettiklerini ve ilişkilendirme yaptıklarını göstermektedir. Son farklı durum ise, öğretmen adayları tarafından uygulamalar öncesi ışık enerjisi sadece fizik ile ilgili konu ve kavramlarla ilişkilendirilmiş, uygulamalar sonrası ise aynı enerji formu biyoloji alanı ile de bağdaştırılmıştır. Benzer şekilde uygulamalar öncesi ısı enerjisi sadece kimya alanı ile bağdaştırılıp cümle kurulurken, uygulamalar sonrası aynı enerji formu hem biyoloji hem de fizik alanı ile ilişkilendirilerek bu form ile ilgili cümleler kurulmuştur.

Enerji kaynağı anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:171) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki magma (f:12), termik santral (f:6), güneş (f:15), ses telleri (f:2), doğalgaz (f:2), jeotermal (f:7), güneş paneli (f:2), rüzgâr (f:28), hidroelektrik santrali (f:25), kimya alanındaki pil (f:5), hidrojen (f:2), uranyum (f:8), nükleer santral (f:6), biyoloji alanındaki güneş (f:12), gıda ve besinler (f:21), biyokütle (f:6) ve fotosentez (f:7) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca fizik alanından yaylar, kimya alanından petrol ve biyoloji alanından bitkiler katılımcılar tarafından birer kez cevaplarında verildiğinden bilişsel yapı modeline alınmamıştır. Görüldüğü üzere öğretmen adaylarının enerji kaynağı kavramına yönelik bilişsel

yapılarında hem fizikten hem de kimya ve biyolojiden kavram ve kelimeler yer almaktadır. Bu gruptaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası cevapları karşılaştırıldığında üç farklı durum görülmektedir. Birinci farklı durum, öğretmen adayları enerji kaynağına ilişkin verilen kavram ve kelime sayısını uygulama öncesine göre (f:104)'den (f:171)'e çıkarmışlardır. Yani cevaplarının frekansları % 64 artmıştır. İkinci farklı durum, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde hiç değinmedikleri ancak uygulamalar sonrası ilişkilendirdikleri kavram veya kelimelerin fizik alanında magma, termik santraller, ses telleri, güneş paneli, kimya alanında hidrojen ve uranyum, biyoloji alanında ise güneş ve fotosentez olayı şeklinde olmasıdır. Bu durum öğretmen adaylarının yapılan etkinliklerde kimya ve biyoloji alanındaki enerji üretim mekanizmalarını veya kaynaklarını fark ettiklerini ve ilişkilendirme yaptıklarını göstermektedir. Son farklı durum ise, öğretmen adayları uygulamalar öncesi güneşi sadece fizik alanında bir enerji kaynağı olarak görürlerken, uygulamalar sonrası bu kaynağı biyoloji alanı ile de ilişkilendirerek bir enerji kaynağı olarak ifade etmişlerdir.

Enerji aktarımı anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:106) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki iletkenlik (f:26), iletim (f:11), çarpışma (f:16), titreşim (f:7), ışıma (f:4), ses aktarımı (f:14), kimya alanındaki ısı alışverişi (f:2) ve biyoloji alanındaki besinler (f:25) ile ilişkilendirilmiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adayları enerji aktarımı veya transferi hakkında hem fizikteki hem de kimya ve biyolojideki enerji formlarının nasıl aktarıldığını açıklayabilmekteler veya bunlarla ilgili kavram veya kelime yazabilmektedirler. Bu anahtar kavrama ilişkin de deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası cevapları karşılaştırıldığında iki farklı durum göze çarpmaktadır. Birinci farklı durum, öğretmen adayları, enerji aktarımına ilişkin verilen kavram ve kelime sayısını uygulama öncesine göre (f:12)'den (f:106)'ya çıkarmışlardır. Yani cevaplarının frekansları % 783 artmıştır. Diğer farklı durum ise, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde hiç değinmedikleri ancak uygulamalar sonrası ilişkilendirdikleri kavram veya kelimelerin fizik alanında çarpışma, titreşim ve ses aktarımı şeklinde olmasıdır. Bu durum öğretmen adaylarının yapılan etkinliklerde kimya alanındaki enerji formlarının nasıl aktarıldığını çok fazla fark edemediklerini veya ilişki kuramadıklarını göstermektedir. Ancak aynı öğretmen adaylarının fizik ve biyoloji alanındaki enerji formlarının nasıl transfer edildiğini fark ettikleri tespit edilmiştir.

Enerji dönüşümü anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:123)

kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki araba (f:4), el feneri (f:7), rüzgâr santrali (f:13), güneş (f:2), yay (f:4), güneş paneli (f:13), dinamo (f:3), güç santralleri (f:21), Newton topları (f:5), lamba (f:7), ev aletleri (f:4), kimya alanındaki pil (f:17) ve biyoloji alanındaki besin (f:18) ve fotosentez (f:3) ile ilişkilendirilmiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adayları enerji formlarının dönüşümü ile ilgili sadece fizik alanından değil kimya ve biyoloji alanından kavram ve kelimeler ile ilişki kurdukları görülmektedir. Benzer şekilde enerji dönüşümüne ilişkin bu gruptaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası cevapları karşılaştırıldığında iki farklı durum göze çarpmaktadır. Birinci farklı durum, öğretmen adayları enerji dönüşümüne ilişkin verilen kavram ve kelime sayısını uygulama öncesine göre (f:25)'den (f:123)'e çıkarmışlardır. Yani cevaplarının frekansları % 392 artmıştır. İkinci farklı durum ise, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde hiç değinmedikleri ancak uygulamalar sonrası ilişkilendirdikleri kavram veya kelimelerin fizik alanında güneşler, yaylar, dinamo ve Newton topları, kimya alanında piller ve biyoloji alanında besinler şeklinde olmasıdır. Bu durum öğretmen adaylarının yapılan etkinliklerde kimya ve biyoloji alanındaki enerji formlarının da birbirlerine nasıl dönüştüklerini fark ettiklerini ve ilişkilendirme yaptıklarını göstermektedir.

4.4.3. Uygulamalar Öncesi Kontrol Grubu

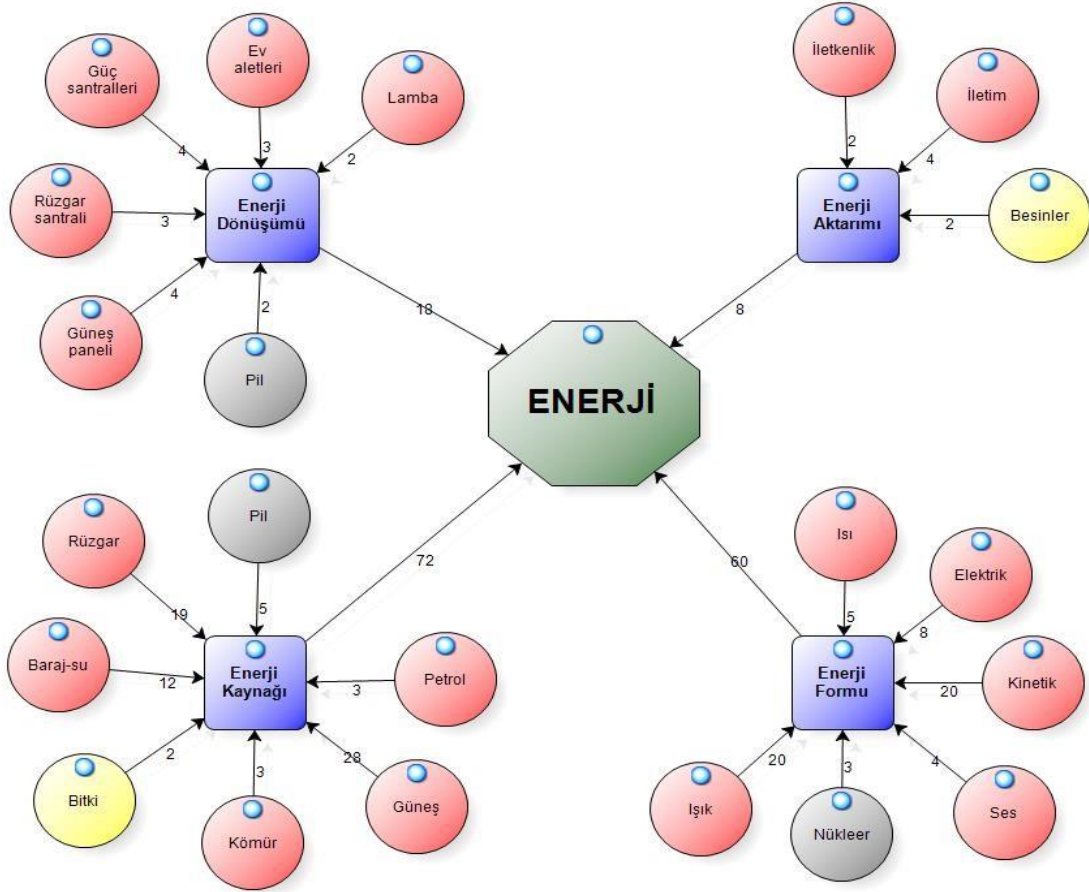
Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kontrol grubundaki öğretmen adaylarına uygulamalar öncesi uygulanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapıları ortaya çıkarılmıştır. Bu bağlamda bağımsız kelime ilişkilendirme testinden elde edilen anahtar kavramlar için öğretmen adayları tarafından üretilmiş kavramların veya kelimelerin toplam sayısı ve her anahtar kavram için üretilen kelime sayısı hesaplanmıştır. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bu teste ilişkin uygulamalar öncesi vermiş oldukları cevapların frekans dağılımı Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19

Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Cevaplarının Frekans Dağılımı

Verilen Kavramlar	UYGULAMA ÖNCESİ (KONTROL GRUBU)										Toplam f	
	Kavram sayısı											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
Enerji formu (türü)	-	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
Toplam verilen kavram												167

Tablo 4.19 incelendiğinde, kontrol grubundaki öğretmen adayları uygulamalar öncesinde enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 167 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca bu kavram veya kelimeler ile ilgili cümleler kurmuşlardır. Başka bir deyişle kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki 167 kavram veya kelime enerji kavramının özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu gruptaki 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 anahtar kavramlar ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında kontrol grubundaki 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 4.5'te verilmiştir.



Kırmızı: Fizik; Sarı: Biyoloji; Gri: Kimya

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

Şekil 4.5. Kontrol grubu öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi enerji kavramı ile ilişkili bilişsel yapılarına ait model

Şekil 4.5 incelendiğinde, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde enerji kavramının özelliklerini çeşitli kavram ve kelimelerle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ancak yapılan ilişkilendirmelerin genellikle fizik alanı ile ilgili kavram ve kelimeler ile yapıldığı (f:153), kimya (f:11) ve biyoloji (f:4) alanındaki kavram veya kelimelere az sayıda vurgu yapıldığı dikkat çekmektedir. Ayrıca enerji aktarımı (f:8) ve enerji dönüşümü (f:18) ile ilgili az sayıda kavramın ve kelimenin öğretmen adayları tarafından belirtildiği bilişsel yapılarına ait modelde görülmektedir. Ayrıntılı olarak enerji kavramının özelliklerine ilişkin öğretmen adaylarının bilişsel yapıları incelendiğinde;

Enerji formu anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:60) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki ısı enerjisi

(f:5), elektrik enerjisi (f:8), kinetik enerji (f:20), ses enerjisi (f:4), ışık enerjisi (f:20) ve kimya alanındaki nükleer enerji (f:3) ile ilişkilendirilmiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adayları enerji formu denilince akıllarına bu enerji formları gelmektedir. Ancak kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji formuna ilişkin biyoloji alanından hiçbir kavram veya kelimeye vurgu yapmamaları, kimya alanına ise az sayıda değinmeleri dikkat çekmektedir.

Enerji kaynağı anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:74) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki petrol (f:3), güneş ışınları (f:28), kömür (f:3), hidroelektrik santraller (f:12), rüzgâr santralleri (f:19), kimya alanındaki piller (f:5) ve biyoloji alanındaki bitkiler (f:2) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca enerji kaynağı, jeotermal santralleri ve güneş panelleri ile sadece birer katılımcı tarafından bağdaştırıldığından model içerisine dâhil edilmemiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adayları enerji kaynağı denilince en fazla güneş ışınları ve rüzgâr santrallerine vurgu yapmışlardır. Ancak öğretmen adaylarının enerji kaynağını genellikle fizik alanındaki kavramlarla bağdaştırmaları dikkat çekici bir sonuçtur.

Enerji aktarımı anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:11) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki iletkenlik (f:2), iletim (f:4) ve biyoloji alanındaki besinler (f:2) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca enerji aktarımı, çarpışma, hal değişimi ve ses aktarımı ile sadece birer katılımcı tarafından bağdaştırıldığından model içerisine dâhil edilmemiştir. Görüldüğü üzere öğretmen adaylarına enerji aktarımı denilince bilişsel yapılarında bu kavrama ilişkin çok az sayıda kavram veya kelime belirlemektedir.

Enerji dönüşümü anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:22) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki lamba (f:2), ev aletleri (f:3), güç santralleri (f:4), rüzgâr santralleri (f:3) güneş panelleri (f:4) ve kimya alanındaki pil (f:2) ile ilişkilendirilmiştir. Yani öğretmen adayları bu kavram ve kelimeleri belirterek buradaki enerji dönüşümlerinden bahsetmişlerdir. Ancak öğretmen adaylarının enerji dönüşümlerini büyük çoğunlukla fizik alanından seçmeleri, biyoloji alanındaki enerji dönüşümlerine değinmemeleri dikkat çekmektedir.

4.4.4. Uygulamalar Sonrası Kontrol Grubu

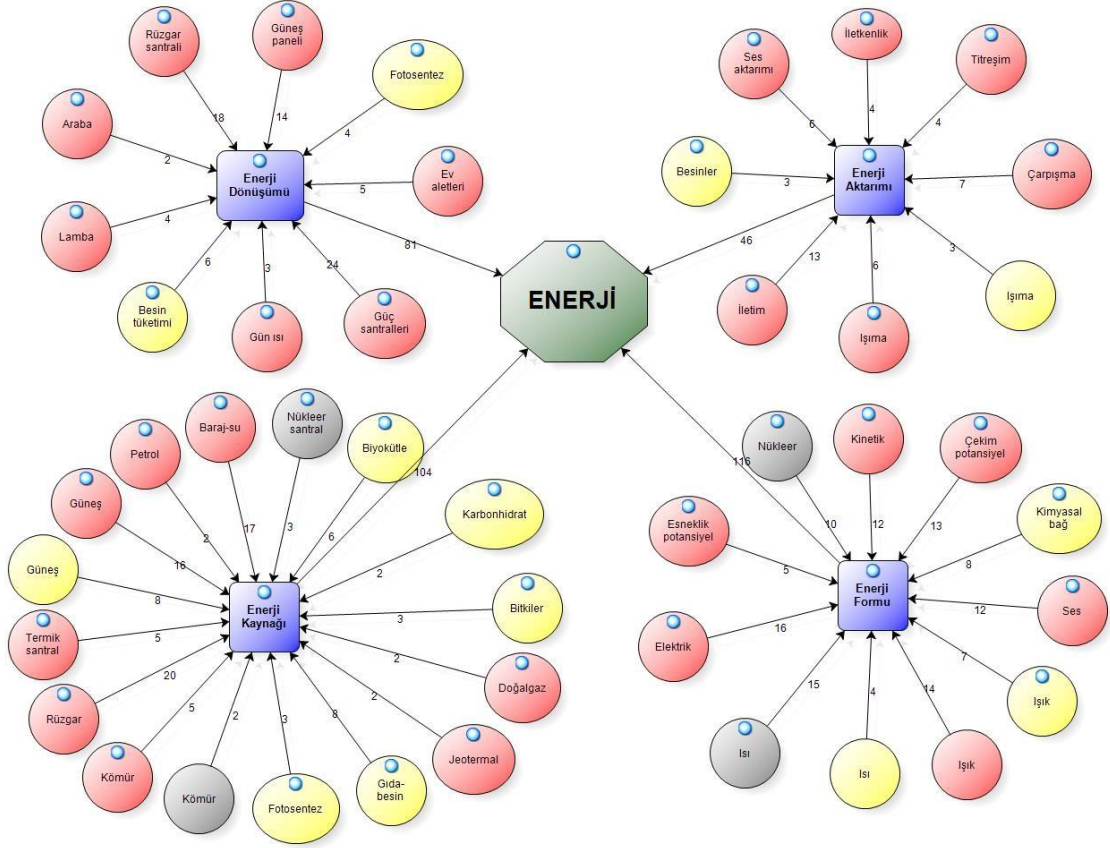
Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kontrol grubundaki öğretmen adaylarına etkinlik uygulamaları sonrası tekrar uygulanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapıları ortaya çıkarılmıştır. Bu bağlamda bağımsız kelime ilişkilendirme testinden elde edilen anahtar kavramlar için öğretmen adayları tarafından üretilmiş kavramların veya kelimelerin toplam sayısı ve her anahtar kavram için üretilen kelime sayısı hesaplanmıştır. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bu teste ilişkin uygulamalar sonrası vermiş oldukları cevapların frekans dağılımı Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20

Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Sonrası Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi Cevaplarının Frekans Dağılımı

UYGULAMA SONRASI (KONTROL GRUBU)												
Verilen Kavramlar	Kavram sayısı										Toplam	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	f
Enerji formu (türü)	-	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
Toplam verilen kavram												356

Tablo 4.20 incelendiğinde, kontrol grubundaki öğretmen adayları uygulamalar sonrasında enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 356 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca bu kavram veya kelimeler ile ilgili cümleler kurmuşlardır. Başka bir deyişle kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki 356 kavram veya kelime enerji kavramının özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu gruptaki 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 anahtar kavramlar ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında kontrol grubundaki 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 4.6’da verilmiştir.



Kırmızı: Fizik; Sarı: Biyoloji; Gri: Kimya

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

Şekil 4.6. Kontrol grubu öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası enerji kavramı ile ilişkili bilişsel yapılarına ait model

Şekil 4.6 incelendiğinde, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasında enerji kavramının özelliklerini çeşitli kavram ve kelimelerle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ayrıca yapılan ilişkilendirmelerin sayısal ve çeşit bakımından uygulamalar öncesine göre arttığı, kimya ve biyoloji alanındaki enerji ile ilişkili kavramlara veya kelimelere de vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. Böylece öğretmen adayları enerji kavramını fizik alanı (f:257), kimya alanı (f:33) ve biyoloji alanı (f:66) ile ilgili kavram ve kelimelerle ilişkilendirmişlerdir. Bu bağlamda kontrol grubundaki öğretmen adaylarının yapılan enerji kavramına yönelik etkinlik uygulamaları ile enerji kavramını çoğunlukla bir disipline bağlı olarak bağdaştırdıkları ve diğer disiplinlerdeki enerji kavramını çok fazla fark edemedikleri veya kavrayamadıkları görülmektedir. Bu durum ise öğretmen adaylarının bilişsel yapılarına yansımış olup ilgili modelde tespit edilmiştir. Ayrıntılı olarak enerji kavramının

özelliklerine ilişkin öğretmen adaylarının bilişsel yapıları incelendiğinde ise;

Enerji formu anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:116) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki kinetik enerji (f:12), çekim potansiyel enerjisi (f:13), ses enerjisi (f:12), ışık enerjisi (f:14), elektrik enerjisi (f:16), esneklik potansiyel enerjisi (f:5), kimya alanındaki nükleer enerji (f:10) ve ısı enerjisi (f:15), biyoloji alanındaki kimyasal bağ enerjisi (f:8), ışık enerjisi (f:7) ve ısı enerjisi (f:4) ile ilişkilendirilmiştir. Görüldüğü üzere kontrol grubundaki öğretmen adayları enerji formu ile ilgili genellikle fizik alanındaki enerji çeşitlerini ele almakta, az sayıda kimya ve biyoloji alanından enerji çeşitlerine vurgu yapmaktadırlar. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji formuna ilişkin uygulamalar öncesi ve sonrası cevapları karşılaştırıldığında üç farklı durum göze çarpmaktadır. Birinci farklı durum, öğretmen adayları enerji formuna ilişkin verilen kavram ve kelime sayısını uygulama öncesine göre (f:60)'dan (f:116)'ya çıkarmışlardır. Yani cevaplarının frekansları % 93 artmıştır. İkinci farklı durum, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde hiç değinmedikleri ancak uygulamalar sonrası ilişkilendirdikleri kavram veya kelimelerin fizik alanında esneklik potansiyel enerji ve çekim potansiyel enerjisi, biyoloji alanında ise ışık enerjisi, ısı enerjisi ve kimyasal bağ enerjisi şeklindedir. Bu durum öğretmen adaylarının özellikle kimya ile ilgili yapılan etkinliklerde enerji formlarını fark edemediklerini ve ilişkilendirme yapamadıklarını göstermektedir. Son farklı durum ise, öğretmen adayları tarafından uygulamalar öncesi ışık enerjisi sadece fizik ile ilgili konu ve kavramlarla ilişkilendirilmiş, uygulamalar sonrası ise aynı enerji formu biyoloji alanı ile de bağdaştırılmıştır. Benzer şekilde uygulamalar öncesi ısı enerjisi sadece kimya alanı ile bağdaştırılıp cümle kurulurken, uygulamalar sonrası aynı enerji formu biyoloji alanı ile ilişkilendirilerek bu form ile ilgili cümleler kurulmuştur.

Enerji kaynağı anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:104) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki doğalgaz (f:2), jeotermal santralleri (f:2), kömür (f:5), rüzgâr (f:20), termik santral (f:5), güneş (f:16), petrol (f:2) ve hidroelektrik santraller (f:17), kimya alanındaki kömür (f:2) ve nükleer santraller (f:3), biyoloji alanındaki karbonhidrat (f:2), bitkiler (f:3), gıda ve besinler (f:8), fotosentez (f:3), güneş (f:8) ve biyokütle santralleri (f:6) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca fizik alanından güneş panelleri ve kimya alanından piller katılımcılar tarafından birer kez cevaplarında verildiğinden bilişsel yapı modeline alınmamıştır. Görüldüğü üzere öğretmen adaylarının enerji kaynağı kavramına yönelik

bilişsel yapılarında hem fizikten hem de biyolojiden kavram ve kelimeler yer almakta, kimya alanına ilişkin enerji kaynaklarına çok az sayıda yer verilmiştir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının enerji kaynağına ilişkin uygulamalar öncesi ve sonrası cevapları karşılaştırıldığında üç farklı durum görülmektedir. Birinci farklı durum, öğretmen adayları enerji kaynağına ilişkin verilen kavram ve kelime sayısını uygulama öncesine göre (f:74)'den (f:106)'ya çıkarmışlardır. Yani cevaplarının frekansları % 43 artmıştır. İkinci farklı durum, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde hiç değinmedikleri ancak uygulamalar sonrası ilişkilendirdikleri kavram veya kelimelerin fizik alanında doğalgaz ve termik santraller, kimya alanında kömür ve nükleer santraller, biyoloji alanında ise karbonhidratlar, gıda ve besinler, fotosentez ve biyokütle santralleri şeklindedir. Bu durum öğretmen adaylarının yapılan etkinliklerde biyoloji alanındaki enerji üretim olaylarını çok iyi fark edebildiklerini ve ilişki kurabildiklerini göstermektedir. Son farklı durum ise, öğretmen adayları uygulamalar öncesi güneşi sadece fizik alanında bir enerji kaynağı olarak görürlerken, uygulamalar sonrası bu kaynağı biyoloji alanı ile de ilişkilendirerek bir enerji kaynağı olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca benzer şekilde kömürden enerji elde edilmesini hem fizik hem de kimya alanı ile ilişkilendirmişlerdir.

Enerji aktarımı anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:46) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki iletim (f:13), ışıma (f:6), çarpışma (f:7), titreşim (f:4), iletkenlik (f:4) ve ses aktarımı (f:6), biyoloji alanında ise besinler (f:3) ve ışıma (f:3) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca fizik ve kimya alanından konveksiyon kavramı katılımcılar tarafından birer kez cevaplarında verildiğinden bilişsel yapı modeline alınmamıştır. Görüldüğü üzere kontrol grubundaki öğretmen adayları enerji aktarımı veya transferi hakkında hem fizikteki hem de biyolojideki enerji formlarının nasıl aktarıldığını açıklayabilmekteler veya bunlarla ilgili kavram veya kelime yazabilmektedirler. Ancak aynı işlemi kimya alanı ile yapamamışlardır. Bu anahtar kavrama ilişkin kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası cevapları karşılaştırıldığında üç farklı durum göze çarpmaktadır. Birinci farklı durum, öğretmen adayları enerji aktarımına ilişkin verilen kavram ve kelime sayısını uygulama öncesine göre (f:11)'den (f:48)'e çıkarmışlardır. Yani cevaplarının frekansları % 336 artmıştır. İkinci farklı durum, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde hiç değinmedikleri ancak uygulamalar sonrası ilişkilendirdikleri kavram veya kelimelerin fizik alanında konveksiyon, titreşim ve ışıma, kimya alanında

konveksiyon ve biyoloji alanından ışıma şeklinde olmasıdır. Bu durum öğretmen adaylarının yapılan etkinliklerde kimya alanındaki enerji formlarının nasıl aktarıldığını çok fazla fark edemediklerini veya ilişki kuramadıklarını göstermektedir. Ancak aynı öğretmen adaylarının fizik ve biyoloji alanındaki enerji formlarının nasıl transfer edildiğini fark ettikleri tespit edilmiştir. Son farklı durum ise, öğretmen adayları uygulamalar öncesi ışıma olayını sadece fizik alanında bir enerji aktarımı olarak görürlerken, uygulamalar sonrası bu aktarım şeklini biyoloji alanı ile de ilişkilendirerek bir enerji aktarımı olarak ifade etmişlerdir.

Enerji dönüşümü anahtar kavramına ilişkin öğretmen adayları tarafından toplam (f:81) kavram ve kelime verilmiştir. Bu kavramlar ve kelimeler, fizik alanındaki güç santralleri (f:24), günışılar (f:3), lamba (f:4), araba (f:2), rüzgâr santralleri (f:18), güneş paneli (f:14) ve ev aletleri (f:5), biyoloji alanındaki fotosentez (f:4) ve besin tüketimi (f:6) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca fizik alanından el feneri, Newton topları, dinamo ve sürtünme olayı, kimya alanından piller, biyoloji alanından mitokondri katılımcılar tarafından birer kez cevaplarında verildiğinden bilişsel yapı modeline alınmamıştır. Görüldüğü üzere öğretmen adaylarının enerji formlarının dönüşümü ile ilgili sadece fizik alanından değil biyoloji alanından kavram ve kelimeler ile ilişki kurdukları görülmektedir. Ancak öğretmen adayları kimya alanına ilişkin enerji formlarının dönüşümü ile ilgili olayları kavrayamamış veya ilişki kuramamışlardır. Benzer şekilde enerji dönüşümüne ilişkin bu gruptaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası cevapları karşılaştırıldığında iki farklı durum göze çarpmaktadır. Birinci farklı durum, öğretmen adayları enerji dönüşümüne ilişkin verilen kavram ve kelime sayısını uygulama öncesine göre (f:22)'den (f:86)'ya çıkarmışlardır. Yani cevaplarının frekansları % 291 artmıştır. İkinci farklı durum ise, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde hiç değinmedikleri ancak uygulamalar sonrası ilişkilendirdikleri kavram veya kelimelerin fizik alanında Newton topları ve arabadaki enerji formlarının dönüşümü, biyoloji alanında mitokondri ve fotosentez olaylarındaki enerji dönüşümleri ve besin tüketimi sonucu gerçekleşen enerji dönüşümleri şeklindedir. Bu durum öğretmen adaylarının yapılan etkinliklerde fizik ve biyoloji alanındaki enerji formlarını birbirlerine nasıl dönüştüklerini fark ettiklerini ve ilişkilendirme yaptıklarını, ancak kimya alanına ilişkin yapamadıklarını göstermektedir.

Sonuç olarak bu alt problem doğrultusunda, uygulamalar öncesi deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarının az

sayıda kavram ve kelime ile ilişkilendirildiği, bu kavramların ise genellikle fizik alanı ile ilgili olduğu görülmüştür. Ancak uygulamalar sonrası kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapılarının çeşitli kavram ve kelimeler ile ilişkilendirildiği görülmesine rağmen, bu kavramların da çoğunlukla fizik alanı ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının ise enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarının çeşitli sayıda hem fizik hem de kimya ve biyolojideki kavram ve kelimelerle ilişkilendirildiği görülmüştür.

4.5. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular

Çalışma kapsamında dördüncü alt problem “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili çizimleri nelerdir?*” şeklindedir.

Bu alt problem doğrultusunda, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarına çizme-yazma tekniği uygulanarak, enerji ile ilgili çizimler yapmaları ve bu çizimlere ilişkin açıklamalara yer vermeleri istenmiştir. Öğretmen adayları, enerji kavramı ile ilgili çizimleri ve açıklamaları hem uygulamalar öncesi hem de uygulamalar sonrası yapmışlardır. Yapılan çizimlerin ve açıklamaların hangi alana ait olduğu belirlenerek içerik dağılımı oluşturulmuştur. Çizimlerin hangi alan (fizik, kimya ve biyoloji) içerisinde yer aldığı 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kapsamında yer alan ünite ve konulara göre gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yeni yayımlanan 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programından da faydalanılmıştır.

4.5.1. Uygulamalar Öncesi Deney Grubu

Deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi yapmış oldukları çizimlerinin ne olduğu ve hangi alana ait olduğu araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının çizimlerinde nelere yer verdiklerini gösteren içerik dağılımı Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21

Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulama Öncesi Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı

FİZİK			KİMYA			BİYOLOJİ		
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						
TOPLAM	152	95,0		4	2,5		4	2,5

Tablo 4.21 incelendiğinde, deney grubundaki 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 kavramı 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 açıklama yapmışlardır.

4.5.2. Uygulamalar Sonrası Deney Grubu

Deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası yapmış oldukları çizimlerinin ne olduğu ve hangi alana ait olduğu araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının çizimlerinde nelere yer verdiklerini gösteren içerik dağılımı Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22

Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı

FİZİK			KİMYA			BİYOLOJİ		
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						
TOPLAM	203	56,1		57	15,7		102	28,2

Tablo 4.22 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili çizimlerinde fizik, kimya ve biyoloji alanlarındaki farklı 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 deney grubundaki 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.

Deney grubundaki 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.

4.5.3. Uygulamalar Öncesi Kontrol Grubu

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi yapmış oldukları çizimlerinin ne olduğu ve hangi alana ait olduğu araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının çizimlerinde nelere yer verdiklerini gösteren içerik dağılımı Tablo 4.23'te verilmiştir.

Tablo 4.23

Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulama Öncesi Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı

FİZİK			KİMYA			BİYOLOJİ		
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						
TOPLAM	116	91,3		5	3,9		6	4,8

Tablo 4.23 incelendiğinde, kontrol grubundaki 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 kavramı 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.

4.5.4. Uygulamalar Sonrası Kontrol Grubu

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası yapmış oldukları çizimlerinin ne olduğu ve hangi alana ait olduğu araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının çizimlerinde nelere yer verdiklerini gösteren içerik dağılımı Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.24

Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası Enerji Kavramı İle İlişkili Çizimlerinin İçerik Dağılımı

FİZİK			KİMYA			BİYOLOJİ		
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						
TOPLAM	145	75,5		22	11,4		25	13,1

Tablo 4.24 incelendiğinde, kontrol grubundaki 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 çoğunluklu 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 ve olaylarını ve mitokondri organelini çizerek açıklamışlardır.

Kontrol grubundaki 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 olarak bu alt problem doğrultusunda, deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adayları uygulamalar öncesi enerji kavramına yönelik çizimlerinde ağırlıklı olarak fizik alanındaki enerji kavramlarına yer verdikleri görülmüştür. Yani bu gruptaki öğretmen adayları enerji ile ilgili çizim olarak en fazla rüzgâr enerjisinin üretimini gösteren rüzgâr pervanelerini ve elektrik enerjisinin üretimini gösteren güneş panellerini çizerek açıklamışlardır. Uygulamalar sonrası ise kontrol grubundaki öğretmen adayları çizimlerinde uygulamalar öncesine benzer şekilde çoğunlukla fizik alanındaki enerji kavramına yönelik çizimler gerçekleştirdikleri görülmüştür. Ancak deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası enerji kavramına yönelik çizimlerinin uygulamalar öncesindeki çizimlere nazaran içerik olarak sayılarının ve çeşitlerinin arttığı, diğer alanlardaki enerji kavramlarına da fazlasıyla değindikleri tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğretmen adayları, çizimlerinde en fazla rüzgâr pervanesi, baraj, güneş paneli, çeşitli alet ve cihazlardaki enerji dönüşümleri, elektrik enerjisinin kablolar ile enerji aktarımı, pil, nükleer santral, fotosentez olayı ve organik bileşik üretimi ve biyokütle enerji üretim santrallerine yer vermişlerdir.

4.6. Beşinci Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular

Çalışma kapsamında beşinci alt problem “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeyleri nasıldır?*” şeklindedir.

Bu alt problem doğrultusunda, öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası yapmış oldukları çizimleri ve bu çizimlerle ilgili açıklamaları kavramsal anlama düzey bakımından incelenmiştir. Buradaki amaç öğretmen adaylarının çizimlerinin enerji kavramının özelliklerini ne kadar yansıttığını ve bu özelliklerin doğru bir şekilde anlaşılıp anlaşılmadığının ortaya çıkarılmasıdır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının çizimleri ve açıklamaları kavramsal anlamının beş seviyesine göre analiz edilmiştir. Kavramsal anlamının beş seviyesi “*çizim yok, kavramsal olmayan çizimler, kavram yanılıklarını içeren çizimler, kısmi çizimler ve kapsamlı temsili çizimler*” şeklindedir. Bu seviyelere ilişkin ayrıntılı açıklamalar veri toplama araçları, çizme-yazma tekniği başlığı altında Tablo 3.15’te verilmiştir.

Deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve uygulamalar sonrası yapmış oldukları enerji kavramı ile ilgili çizimleri kavramsal anlamının beş seviyesine göre incelenerek, çizimlerin ve açıklamaların düzeyleri belirlenmiştir. Bu doğrultuda deney grubu öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin dağılımı Tablo 4.25’te verilmiştir.

Tablo 4.25

Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Çizimlerine İlişkin Enerji Kavramına Yönelik Kavramsal Anlama Düzeyleri

Düzeyler	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Düzyey 1	0	0	0	0
Düzyey 2	12	38	0	0
Düzyey 3	11	34	1	3
Düzyey 4	9	28	15	52
Düzyey 5	0	0	13	45
TOPLAM	32	100	29	100

Tablo 4.25 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin *uygulama öncesi* düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 şeklinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Başka bir deyişle uygulamalar öncesi

deney grubundaki öğretmen adaylarının tamamı enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirmişler ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu çizimlerin ve açıklamaların düzey 5'e ulaşmadığı, düzey 2 (f:12), düzey 3 (f:11) ve düzey 4 (f:9) seviyelerinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Düzey 2'deki öğretmen adayları çizimlerinde çoğunlukla rüzgâr pervaneleri (f:11), güneş panelleri (f:10), hidroelektrik santralleri (f:9) gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına vurgu yapmışlardır. Ancak bu çizimlerine herhangi bir açıklama getirmemişlerdir. Düzey 3'deki öğretmen adayları çizimlerinde çoğunlukla güneş paneline (f:9), rüzgâr pervanelerine (f:7) ve ses enerjisine (f:6) yer vermişlerdir. Ancak bu düzeyde bulunan öğretmen adayları çizimlerine açıklama yaparken çeşitli kavram yanılgıları yapmışlardır. Düzey 4'deki öğretmen adayları ise çizimlerinde çoğunlukla rüzgâr pervaneleri (f:8), ses enerjisine (f:8) ve ışık enerjisine (f:6) vurgu yapmışlardır. Bu gruptaki öğretmen adayları çizimlerinde enerji kavramının enerji formu ve enerji kaynağı özelliklerine değindikleri, enerjinin diğer özellikleri olan enerji aktarımı ve enerji dönüşümüne ise vurgu yapmadıkları görülmektedir.

Tablo 4.25 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin *uygulama sonrası* düzey 3, düzey 4 ve düzey 5 şeklinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Başka bir deyişle uygulamalar sonrası deney grubundaki öğretmen adaylarının tamamı enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirmişler ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ayrıca bu çizimlerin ve açıklamaların düzey 3 (f:1), düzey 4 (f:15) ve düzey 5 (f:13) seviyelerinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Düzey 3'deki öğretmen adayının çiziminde rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, pil, nükleer enerji, kimyasal bağ enerjisi ve fotosentez olayı ile ilgili çizimler bulunmaktadır. Bu gruptaki öğretmen adaylarının uygulama öncesi düzey 2'de olduğu ve yapılan etkinlikler ile çizimlerinin ve açıklamalarının kavramsal anlama düzeyinin arttığı görülmektedir. Düzey 4'deki öğretmen adayları çizimlerinde çoğunlukla kimyasal bağ enerjisi (f:15), rüzgâr enerjisi (f:15), hidroelektrik santraller (f:14), fotosentez (f:13) güneş panelleri (f:12), besinlerdeki enerji (f:11), ses enerjisi (f:11), enerji dönüşümleri (f:11), pil (f:9) ve pildeki kimyasal enerji (f:8) kavram veya konularına vurgu yaparak, bunlarla ilgili açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu gruptaki öğretmen adayları çizimlerinde genellikle enerji kavramının enerji formu ve enerji kaynağı özelliklerine değindikleri, diğer özellikleri olan enerji aktarımı ve enerji dönüşümüne az sayıda vurgu yaptıkları görülmektedir. Düzey 5'teki öğretmen

adaylarının çizimleri incelendiğinde ise, çizimlerin kimyasal bağ enerjisi (f:13), jeotermal enerji (f:12), rüzgâr enerjisi (f:10), ses enerjisi (f:10), güneş panelleri (f:9), hidroelektrik santralleri (f:8), enerji dönüşümleri (f:8) ve enerji aktarımı (f:7) ile ilgili olduğu görülmektedir. Ayrıca bu düzeydeki çizimlerin enerji kavramının tüm yönlerini yansıttığı ve yapılan açıklamaların bilimsel olarak doğru olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da uygulamalar öncesi ve uygulamalar sonrası yapmış oldukları enerji kavramı ile ilgili çizimleri kavramsal anlamının beş seviyesine göre incelenerek, çizimlerin ve açıklamaların düzeyleri belirlenmiştir. Bu doğrultuda kontrol grubu öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin dağılımı Tablo 4.26’da verilmiştir.

Tablo 4.26

Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Çizimlerine İlişkin Enerji Kavramına Yönelik Kavramsal Anlama Düzeyleri

Düzeyler	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Düzye 1	0	0	0	0
Düzye 2	11	34	9	31
Düzye 3	8	25	6	21
Düzye 4	13	41	14	48
Düzye 5	0	0	0	0
TOPLAM	32	100	29	100

Tablo 4.26 incelendiğinde, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin *uygulama öncesi* düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 şeklinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Başka bir deyişle deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesine benzer şekilde, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da tamamı enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirmişler ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu çizimlerin ve açıklamaların düzey 5’e ulaşmadığı, düzey 2 (f:11), düzey 3 (f:8) ve düzey 4 (f:13) seviyelerinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Düzey 2’deki öğretmen adayları çizimlerinde çoğunlukla güneş panelleri (f:11), rüzgâr enerjisi (f:11) ve enerji dönüşümü (f:9) ile ilgili konulara vurgu yapmışlardır. Ancak bu çizimlerine herhangi bir açıklama getirmemişlerdir. Düzey 3’deki öğretmen adayları çizimlerinde çoğunlukla güneş paneli (f:8), rüzgâr enerjisi (f:7) ve kinetik enerjisine (f:6) yer vermişlerdir. Ancak bu düzeyde bulunan öğretmen adayları da çizimlerine açıklama yaparken çeşitli kavram yanlışları

yapmışlardır. Düzey 4'deki öğretmen adayları ise çizimlerinde çoğunlukla enerji dönüşümlerine (f:10), güneş paneline (f:7), rüzgâr enerjisine (f:6) ve ışık enerjisine (f:5) vurgu yapmışlardır. Bu gruptaki öğretmen adayları da çizimlerinde çoğunlukla enerji kavramının enerji formu ve enerji kaynağı özelliklerine değindikleri, enerjinin diğer özellikleri olan enerji aktarımı ve enerji dönüşümüne az sayıda vurgu yaptıkları görülmektedir.

Tablo 4.26 incelendiğinde, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin *uygulama sonrası* düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 şeklinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Başka bir deyişle uygulamalar sonrası da kontrol grubundaki öğretmen adaylarının tamamı enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirmişler ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ayrıca bu çizimlerin ve açıklamaların düzey 2 (f:9), düzey 3 (f:6) ve düzey 4 (f:14) seviyelerinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Düzey 2'deki öğretmen adaylarının çizimlerinde çoğunlukla rüzgâr enerjisi (f:8), güneş paneli (f:6) ve hidroelektrik santraller (f:6) ile ilgili çizimler bulunmaktadır. Ancak bu gruptaki öğretmen adaylarının bu çizimlerine yönelik herhangi bir açıklama yapmadıkları görülmüştür. Düzey 3'deki öğretmen adaylarının çizimleri incelendiğinde, çoğunlukla rüzgâr enerjisi (f:6), enerji dönüşümü (f:6) ve ses enerjisi (f:5) ile ilgili çizimlerin olduğu ve bu çizimlere çeşitli açıklamalar yaptıkları tespit edilmiştir. Ancak bu düzeydeki öğretmen adaylarının yapmış oldukları açıklamaların bilimsel olarak yanlış olduğu ve kavram yanılgısı içerdiği belirlenmiştir. Düzey 4'teki öğretmen adaylarının ise çizimlerinde rüzgâr enerjisi (f:13), kimyasal bağ enerjisi (f:8), güneş paneli (f:8), hidroelektrik santraller (f:7), nükleer enerji (f:6) ve besinlerdeki enerji (f:5) ile ilgili konulara vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. Ancak bu düzeydeki öğretmen adaylarının da uygulamalar öncesinde olduğu gibi genellikle enerji kavramının enerji formu ve enerji kaynağı özelliklerine değindikleri, enerjinin diğer özellikleri olan enerji aktarımı ve enerji dönüşümüne az sayıda vurgu yaptıkları görülmüştür.

Sonuç olarak bu alt problem doğrultusunda, uygulamalar öncesi deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının tamamı enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirmişler ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu çizimlerin ve açıklamaların düzey 5'e ulaşmadığı, düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 seviyelerinde dağılım gösterdikleri görülmüştür. Uygulamalar sonrası ise kontrol grubundaki öğretmen adaylarının tamamının enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirip ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar

yapmalarına rağmen, çizimlerin ve açıklamaların düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 seviyelerinde kaldıkları tespit edilmiştir. Ancak uygulamalar sonrası deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinin ve açıklamalarının düzey 3, düzey 4 ve çoğunlukla düzey 5 seviyelerinde dağılım gösterdikleri görülmüştür.

4.7. Altıncı Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular

Çalışma kapsamında altıncı alt problem “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin yapılan açıklamalardaki enerji kavramına yönelik kavram yanılgıları nelerdir?*” şeklindedir.

Bu alt problem doğrultusunda, öğretmen adaylarının çizimlerinde görülen kavram yanılgıları ortaya çıkarılmıştır. Bu bağlamda deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve uygulamalar sonrası çizimlerdeki açıklamalarında sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.27

Deney Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Çizimlerine İlişkin Enerji Kavramına Yönelik Kavram Yanılgıları

Konular	Uygulama Öncesi Kavram Yanılgıları	f
Enerji Kaynağı	Rüzgâr gülleri ile üretilen enerji uzun süreli depo edilmektedir.	2
Enerji Kaynağı	Rüzgâr gülleri ile enerji üretiminde çevreye hiçbir şekilde zarar verilmemektedir.	1
Enerji Kaynağı	Güneş panelleri ile güneşten gelen ışığı soğurarak sıcak su elde ederiz.	9
Nükleer Enerji	Nükleer santrallerinden çıkan gazlar sera etkisine yol açmaktadır.	1
Kimyasal Enerji	Yemek yapan kadın yemeğe kimyasal enerji kazandırır.	1
Enerji Formu	İş bir enerji türüdür.	1
Enerji Dönüşümü	Saç kurutma makinelerinde elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşmektedir.	1
Enerji Kaynağı	Jeotermal enerji sıcak ve soğuk su kullanılarak üretilir.	1
Enerji Kaynağı	Güneş panelleri güneşten gelen ısı enerjisini depo eder.	1
Uygulama Sonrası Kavram Yanılgıları		f
Enerji Kaynağı	Hidroelektrik santrallerde buharlaşan su türbinleri döndürür.	1
Enerji Aktarımı	Ses enerjisinin yayılması için ortama ihtiyaç yoktur.	1

Tablo 4.27 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde enerji kavramına yönelik çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmektedir. Öğretmen adayları çoğunlukla çizimlerdeki enerji kaynaklarına açıklamalar yaparken çeşitli bilimsel olmayan ifadeler kullanmışlardır. Deney grubundaki öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgârdan,

güneş panellerinden ve jeotermal santrallerden enerji üretilmesinde, nükleer enerji ve kimyasal enerjinin açıklanmasında ve bazı ev aletlerindeki enerji dönüşümlerinin fark edilmesinde kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür. Bu gruptaki öğretmen adaylarının en fazla sahip olduğu kavram yanlışlığı ise “güneş panelleri ile güneşten gelen ışığı soğurarak sıcak su elde ederiz” ifadesidir. Burada öğretmen adayları güneş panellerini günışık ile karıştırmaktadır. Yani güneş panellerinin ışık enerjisi ile elektrik enerjisi ürettiği bilinmemektedir.

Deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili yapılan etkinlikler sonucu enerji kavramına yönelik çizimlerdeki açıklamaları incelendiğinde, uygulamalar öncesi kavram yanlışlarının tamamının tekrar gözlenmediği görülmüştür. Ancak bu gruptaki öğretmen adaylarında hidroelektrik enerji kaynağı ve enerji aktarımı ile ilgili yeni kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Ancak görülen bu kavram yanlışlarına sahip öğretmen adaylarının konuların işlendiği hafta yapılan uygulamalara katılmadıkları tespit edilmiştir.

Benzer şekilde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinde görülen kavram yanlışları ortaya çıkarılmıştır. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi ve uygulamalar sonrası çizimlerdeki açıklamalarda sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28

Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Çizimlerine İlişkin Enerji Kavramına Yönelik Kavram Yanlışları

Konular	Uygulama Öncesi Kavram Yanlışları	f
Enerji Kaynağı	Güneşten gelen ışınlar güneş paneli ile ısı enerjisine dönüşerek sıcak su elde edilir.	8
Enerji Dönüşümü	Rüzgâr gülleri hareket enerjisini ışık enerjisine dönüştürür.	5
Enerji Kaynağı	Bitkiler ihtiyaçları olan enerjiyi topraktan aldıkları besinler ile giderirler.	3
Enerji Dönüşümü	Güneşten gelen ısı enerjisi güneş paneli ile elektrik enerjisine dönüşür.	2
Uygulama Sonrası Kavram Yanlışları		f
Enerji Kaynağı	Güneşten gelen ışınlar güneş paneli ile ısı enerjisine dönüşerek sıcak su elde edilir.	4
Enerji Kaynağı	Güneş paneline gelen ışık türbinleri döndürerek enerji üretir.	2
Enerji Kaynağı	Jeotermal enerjide sıcaklık türbinleri döndürür ve elektrik elde edilir.	1
Enerji Aktarımı	Bitkiler ihtiyaçları olan enerjiyi topraktan aldıkları besinler ile giderirler.	2

Tablo 4.28 incelendiğinde, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde enerji kavramına yönelik çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Öğretmen adayları çoğunlukla çizimlerdeki enerji kaynaklarına

açıklamalar yaparken çeşitli bilimsel olmayan ifadeler kullanmışlardır. Bu gruptaki öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş panellerinden, bitkilerin ürettiği besinlerden enerji üretilmesinde ve rüzgâr enerjisinin üretildiği rüzgâr güllerindeki ve elektrik enerjisinin üretildiği güneş panellerindeki enerji dönüşümlerinin fark edilmesinde kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür. Bu gruptaki öğretmen adaylarının en fazla sahip olduğu kavram yanlışlığı ise “güneşten gelen ışınlar güneş paneli ile ısı enerjisine dönüşerek sıcak su elde edilir” ifadesidir. Görüldüğü üzere aynı kavram yanlışlığı ön uygulamalarda deney grubundaki öğretmen adaylarında da gözlenmiştir.

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili yapılan etkinlikler sonucu enerji kavramına yönelik çizimlerindeki açıklamaları incelendiğinde, uygulamalar öncesi kavram yanlışlarının bazılarının tekrar gözlenmediği, bazılarının ise yok olmadığı görülmüştür. Örneğin, güneş panelleri ile ilgili ve bitkilerin besin ihtiyacı ile ilgili kavram yanlışları aynı öğretmen adaylarında uygulamalar sonrasında da gözlenmiştir. Ayrıca bazı yeni kavram yanlışlarının uygulamalar sonrasında ortaya çıktığı görülmektedir. Örneğin güneş panelinin çalışma prensibi ve jeotermal enerjinin üretimi hakkında bu gruptaki öğretmen adaylarının bazılarının kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu alt problem doğrultusunda, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesindeki enerji kavramına yönelik çizimlerinde çeşitli kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının çoğunlukla çizimlerinde enerji kaynaklarına açıklamalar yaparken çeşitli bilimsel olmayan ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Uygulamalar sonrası ise kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin sahip oldukları çoğu kavram yanlışlarının yok olmadığı görülmüştür. Ancak deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerindeki bu kavrama ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının hepsinin yok olduğu, tekrar gözlenmediği tespit edilmiştir.

4.8. Yedinci Alt Probleme İlişkin Nitel Bulgular

Çalışma kapsamında yedinci alt problem “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik gündelik hayatla ilişkili durumları açıklama düzeyleri nasıldır?*”

şeklindedir.

Bu alt problem doğrultusunda, öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili günlük yaşam olaylarını nasıl açıkladıkları belirlenmeye çalışılmış ve bu açıklamaların düzeyleri tespit edilmiştir. Bu amaçla görüşmelerde enerji kavramı ile ilişkili günlük yaşam olaylarını içeren 14 farklı resim kartı kullanılmıştır. Konu ile ilgili olarak deney grubundan 15 (7 erkek, 8 bayan), kontrol grubundan 15 (7 erkek, 8 bayan) olmak üzere toplam 30 öğretmen adayı ile görüşmeler yapılmıştır. Bu resim kartları, sera etkisi ve fosil yakıt kullanımı (1 no'lu resim kartı), yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji kaynakları (2 no'lu resim kartı), ışık enerjisi (3 no'lu resim kartı), obezite ve sağlıklı beslenme (4 no'lu resim kartı), güneş panelleri ve enerji kullanımı (5 no'lu resim kartı), ses enerjisi (6 no'lu resim kartı), fotosentez ve besin tüketimi (7 no'lu resim kartı), besin ve gıdalardan elde edilen enerji (8 no'lu resim kartı), hava, toprak ve su kirliliği (9 no'lu resim kartı), asit yağmurları (10 no'lu resim kartı), bağ enerjisi (11 no'lu resim kartı), nükleer santraller ve çevre ile olan ilişkisi (12 no'lu resim kartı), küresel ısınma (13 no'lu resim kartı) ve enerji tasarrufu (14 no'lu resim kartı) konularını içermektedir. Yapılan görüşmeler sonucu öğretmen adaylarının bu resim kartlarından her birine ayrı ayrı yapmış oldukları açıklamaların düzeyleri belirlenmiştir. Bu düzeyler “Günlük Yaşam Olaylarını Açıklama Şemasına” göre tespit edilmiştir. Şemaya ilişkin açıklamalar veri toplama araçları, görüşme başlığı altında Tablo 3.17’de verilmiştir.

Deney ve kontrol grubundaki her bir öğretmen adayının 14 farklı resim kartına vermiş oldukları yanıtlarının hangi düzeye karşılık geldiği Tablo 3.18’e göre karar verilmiştir. Gruplardaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi enerji kavramının günlük yaşam olayları ile bağdaştırılmasına yönelik açıklamalarının düzeyleri Tablo 4.29’da verilmiştir.

Tablo 4.29

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Öncesi Resimleri Açıklama Düzeyleri

DENEY GRUBU (N=15)						KONTROL GRUBU (N=15)					
Resimler	Açıklama Düzeyleri					Resimler	Açıklama Düzeyleri				
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
Resim-1	3	3	6	3	-	Resim-1	3	5	4	3	-
Resim-2	5	4	1	5	-	Resim-2	4	5	2	4	-
Resim-3	3	3	6	3	-	Resim-3	3	4	6	2	-
Resim-4	6	4	4	1	-	Resim-4	4	5	4	2	-
Resim-5	2	7	2	4	-	Resim-5	3	5	5	2	-
Resim-6	2	8	4	1	-	Resim-6	3	5	4	3	-
Resim-7	5	3	4	3	-	Resim-7	5	4	4	2	-
Resim-8	1	6	8	-	-	Resim-8	2	6	6	1	-
Resim-9	3	4	4	4	-	Resim-9	5	5	2	3	-
Resim-10	4	2	6	3	-	Resim-10	4	4	4	3	-
Resim-11	4	7	2	2	-	Resim-11	5	7	1	2	-
Resim-12	4	4	6	1	-	Resim-12	3	4	6	2	-
Resim-13	5	3	6	1	-	Resim-13	4	5	4	2	-
Resim-14	4	3	2	6	-	Resim-14	5	3	4	3	-
N	51	61	61	37	0	N	53	67	56	34	0
%	24.3	29.0	29.0	17.7	0	%	25.2	31.9	26.7	16.2	0

Tablo 4.29 incelendiğinde deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili resimleri açıklama düzeylerine ilişkin, katılımcıların % 24,3'ünün sıfır (yanıt yok) düzeyinde, % 29,0'ının bir (kavram yanlışlığı içeren açıklamalar) düzeyinde, % 29,0'ının iki (kısmi açıklama) düzeyinde ve % 17,7'sinin üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde oldukları görülmektedir. Benzer şekilde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da enerji ile ilişkili resimleri açıklama düzeylerine ilişkin, katılımcıların % 25,2'sinin sıfır (yanıt yok) düzeyinde, % 31,9'unun bir (kavram yanlışlığı içeren açıklamalar) düzeyinde, % 26,7'sinin iki (kısmi açıklama) düzeyinde ve % 16,2'sinin üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde oldukları görülmektedir.

Bu bağlamda hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi enerji ile ilişkili günlük yaşam olaylarını içeren resim kartlarını açıklama düzeylerinin sıfır (0), bir (1), iki (2) ve üç (3) şeklinde dağılım gösterdikleri görülmektedir. Ancak enerji kavramı ile ilişkili etkinlikler öncesi her iki gruptaki öğretmen adaylarının da günlük yaşam olaylarını açıklama düzeylerinden dört (4), yani hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama düzeyine ulaşamadıkları tespit edilmiştir.

Ayrıntılı olarak deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi

her bir resme ilişkin yanıtları incelendiğinde;

1 no'lu resim kartına (sera etkisi ve fosil yakıt kullanımı) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından sera etkisi, yenilenemeyen enerji kaynakları, fosil yakıtlar, güneş enerjisi ve ısı enerjisi ile açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların “*Sera etkisidir.*” ve “*Zararlı gazlardır.*” şeklinde kısa cevaplar veya “*Güneş enerjisi sıcaklık oluşturmaktadır.*” şeklinde ilişkisiz cevaplar verdikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının “*Ağaçlar zararlı gazları kullanarak fotosentez gerçekleştirir ve oksijen salgılar.*” şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle fosil yakıt kullanımından bahsetmelerine rağmen, sera etkisi, ısı enerjisi ve yenilenemeyen enerji kaynakları konusuna değinmemişlerdir. Örneğin bu düzeydeki katılımcılardan biri “*Termik santrallerden çıkan zararlı gazlar hava kirliliğine yol açar.*” şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece fosil yakıt kullanımının zararından bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin sera etkisinden, fosil yakıt kullanımından ve dünyanın ısı enerjisinin artmasından bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Bu duruma örnek bir katılımcının yanıtı ise “*Termik santraller zararlı gazları havaya vermektedir... Sera etkisi olunca dünyanın ısı enerjisi artar.*” şeklindedir.

2 no'lu resim kartına (yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji kaynakları) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından hidroelektrik, rüzgâr, biyokütle ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını ve termik santralleri gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarını ayırt ederek enerji üretim kaynaklarının çalışma prensipleri hakkında açıklamalar yapabilmeleri ve elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini fark edebilmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların “*Enerji üretiliyor.*”, “*Enerji*” ve “*Santraller*” şeklinde kısa cevaplar verdikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcıların ise genellikle yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının ayırımında kavram yanılgısına düştükleri tespit edilmiştir. Örneğin

katılımcılardan biri “*Kömürün yakılarak buhar elde edilmesi ve buhardan da enerji üretilmesi yenilenebilir enerji kaynağıdır.*” şeklinde açıklaması ile fosil yakıt ile yenilenebilir enerji kaynağını ayıramadığı görülmektedir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar da resim kartını çoğunlukla “*Elektrik enerjisinin üretimi gerçekleşmektedir.*” şeklinde açıklamaktadırlar. Ancak böyle bir açıklama ile resmin kapsamı hakkında kısmi açıklama gerçekleştirmiş olmaktadır. Çünkü resimde sadece elektrik enerjisinin üretimi yer almamakta, aynı zamanda enerji üretim kaynaklarının yenilenebilir veya yenilenemez şeklinde ayrımı da bulunmaktadır. Üç (3) düzeyindeki katılımcılar resim kartına ilişkin hem bilimsel olarak doğru ifadeler kullanmışlar hem de elektrik enerjisinin üretimini yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları şeklinde açıklayarak aralarındaki farklılıklardan bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar enerji üretim kaynaklarını enerjinin özelliklerinden birisi olan enerji formları ile ilişkilendirmemişlerdir. Örnek olarak bir öğretmen adayının “*Hidroelektrik santralleri ile enerji üretimi yenilenebilir enerji kaynağı iken, termik santrallerden üretilen enerji yenilenemez enerji kaynağıdır.*” şeklinde açıklaması verilebilir.

3 no’lu resim kartına (ışık enerjisi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından güneş enerjisi, bağ enerjisi ve enerji aktarımı ile açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların “*Büyüteç ile oyun oynuyor.*” ve “*Oyun oynama*” şeklinde kısa cevaplar verdikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının “*Güneşten gelen sıcaklık ışık ve ısı enerjisine dönüşmektedir.*” şeklinde ve başka bir katılımcının “*Mercek ısı enerjisini ısı ve ışık enerjisine dönüştürmektedir.*” şeklinde açıklaması verilebilir. Görüldüğü üzere bu iki ifade de bilimsel olarak yanlıştır. İki (2) düzeyindeki katılımcılar da genellikle merceğin güneşten gelen ışığı ısı enerjisine dönüştürerek kâğıdı yaktığını belirtmişlerdir. Katılımcılardan biri bu duruma şu şekilde açıklama yapmıştır: “*Kâğıdın yanması olayı merceğin ışık enerjisini ısı enerjisine dönüştürmesi ile açıklanabilir.*”. Bu açıklama kısmi şekilde doğrudur. Çünkü burada güneşten gelen enerjiden bahsedilmesine rağmen merceğin bu enerjiyi kâğıda nasıl aktardığı belirtilmemiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin hem güneşten gelen enerjiden bahsetmişler, hem de büyütecin kâğıdı

nasıl yaktığını açıklamışlardır. Ancak bu düzeydeki katılımcılar da kâğıdın yanması olayını hem enerji formları ile ilişkilendirmemişler hem de gerçekleşen enerji aktarımlarından ve kâğıdın bağ enerjisinden bahsetmemişlerdir. Örneğin bir katılımcının yanıtı ise *“Güneşten gelen enerji merceğ tarafından kâğıda aktarılır ve kâğıt ısı enerjisi ile yanar.”* şeklindedir.

4 no’lu resim kartına (obezite ve sağlıklı beslenme) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından besinlerdeki enerjinin vücudumuzda ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşümü ve enerjinin kullanımı ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların *“Karnı acıkmış”*, *“Hayal kuruyor”* ve *“Şişman bir çocuk”* şeklinde kısa cevaplar ile ilişkisiz açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise genellikle bu resim kartını açıklarken bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Örneğin katılımcılardan biri *“Bilinçsiz abur cubur tüketimi vücut enerjisini düşürmektedir.”* şeklinde açıklaması ile kavram yanılgısına sahip olduğu görülmektedir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar da genellikle besinlerdeki fazla enerjiden ve hazır gıdalardaki yağlar gibi organik bileşiklerden bahsetmelerine rağmen, besinlerdeki enerjinin vücutta nasıl bir dönüşüme uğradığı ve fiziksel aktiviteler ile ilişkisi açıklanmamıştır. Örneğin bu düzeydeki katılımcılardan biri *“Hazır gıdalarda çok fazla yağ vardır. Bu yağlar kilo almamızı sağlar.”* şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada besinlerdeki enerjiden ve organik bileşiklerden bahsedilmesine rağmen vücutta nasıl kilo alınmasına yol açtığı açıklanmamaktadır. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin hazır gıdalardaki organik bileşiklerden, besinlerdeki enerjiden ve vücuttaki enerji dönüşümlerinden bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Örnek olarak bir katılımcının *“Hazır gıdalarda çok fazla yağ vücudumuzda enerjiye dönüşmekte ve enerji harcanmadığında kiloya neden olmaktadır.”* şeklindeki açıklaması verilebilir.

5 no’lu resim kartına (güneş panelleri ve enerji kullanımı) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından güneş paneli ile elektrik enerjisinin üretimi ve günışı ile ısı enerjisinin üretimi ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile

ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların bu resme herhangi bir açıklama yapmadıkları, yanıt vermedikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının *“Güneş panelleri ısk enerjisini ısı enerjisine çevirmekte, ısı da elektrik enerjisine dönüşmektedir.”* şeklindeki yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle güneş paneli ile elektrik enerjisinin üretiminden bahsetmelerine rağmen, günışılar ile ısı enerjisinin üretimi konusuna değinmemişlerdir. Örneğin katılımcılardan biri *“Evin çatısındaki güneş panellerinde elektrik enerjisi üretilmektedir ve bu enerji evde elektrikli araçlarda kullanılmaktadır.”* şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece güneş panellerindeki elektrik enerjisinin üretiminden bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin hem güneş panellerindeki enerji üretiminden hem de günışılardaki enerji üretiminden bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Örnek bir katılımcının yanıtı ise *“Güneş panelleri ile elektrik enerjisi üretilerek evlerde elektrikli aletlerde kullanılır. Günışılar ile ısı enerjisi üretilerek evlerde sıcak su temin edilmiş olur.”* şeklindedir.

6 no’lu resim kartına (ses enerjisi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından ses enerjisi, kinetik enerji ve bağ enerjisi ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların *“Bardak kırılmaktadır.”* ve *“Adam bağılıyor.”* şeklinde kısa cevaplar ile ilişkisiz açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının *“Opera sanatçısının bağırması sonucu basınç enerjisi oluşur ve bardak kırılır.”* şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle opera sanatçısının ses enerjisinden bahsetmelerine rağmen, bardağın bağ enerjisine ve hava moleküllerinin kinetik enerjisine değinmemişlerdir. Örneğin; bu düzeydeki katılımcılardan birinin *“opera sanatçısının ses enerjisi oluşturması ile bardak kırılır.”* şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece ses enerjisinin bardağı kırdığından bahsetmektedir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim

kartına ilişkin ses enerjisinden, kinetik enerjiden ve az da olsa bağ enerjiden bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Örneğin bir katılımcının yanıtı ise *“Adam bağırarak hava moleküllerini bardağa göndermektedir. Böylece ses enerjisi bardağı kırar. Burada bardağın bağ enerjisi de önemlidir.”* şeklindedir.

7 no’lu resim kartına (fotosentez ve besin tüketimi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından fotosentez, solunum olayları ve besinlerdeki enerji ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların *“Hayvanlar otçuldur.”* ve *“Güneş yaprağı sarartır.”* şeklinde kısa cevaplar ile ilişkisiz açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının *“Bitkiler güneş enerjisi sayesinde fotosentez için gerekli olan ısı enerjisini alarak enerji üretirler.”* şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle fotosentez olayından bahsetmelerine rağmen, canlının organik bileşiklerdeki enerjiyi solunum ile açığa çıkardığı konusuna değinmemişlerdir. Örneğin; bu düzeydeki katılımcılardan biri *“Ağaçlardaki yeşil renkli yapraklar dışarıdan karbondioksit alarak güneş ışığı ile birlikte fotosentez yapar.”* şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece fotosentez olayından bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin fotosentez olayından ve besinlerdeki enerji depolanması olayından bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Örneğin; bir katılımcının yanıtı ise *“Yapraklarda fotosentez olayı gerçekleşir ve yapraklarda depolanan besinler canlılar tarafından alınır.”* şeklindedir.

8 no’lu resim kartına (besin ve gıdalardan elde edilen enerji) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından besinlerdeki enerjinin vücudumuzdaki ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşümü ve vücuttaki kullanımı ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların *“Temel*

reis güçlüdür.” şeklinde kısa cevap verdikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının “*Vücudumuz ıspanakta bulunan demiri kullanarak enerji sağlamaktadır.*” şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle ıspanaktaki enerjiden bahsetmelerine rağmen, bu enerjinin ne olduğu ve vücutta nasıl bir dönüşüme uğradığı konusuna değinmemişlerdir. Örneğin; katılımcılardan biri “*Ispanak içerisinde çok fazla enerji vardır. Bu enerji temel reisin güçlenmesini sağlar.*” şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece besindeki enerjiden bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin besinlerdeki enerjiden, vücuttaki dönüşümünden ve kullanımından bahsetmiştir. Ancak katılımcı hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamış hem de enerjinin özelliklerine değinmemiştir. Bu duruma örnek katılımcının yanıtı ise “*Ispanaktaki enerji temel reisin vücudunda ATP enerjisine dönüşür ve temel reisin güçlenmesini sağlar.*” şeklindedir.

9 no’lu resim kartına (hava, toprak ve su kirliliği) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından fosil yakıtlar, çevre kirliliği ve yenilenemez enerji kaynakları ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların bu resme herhangi bir açıklama yapmadıkları, yanıt vermedikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının “*Fabrika atıkları ve çöpler, çevreye kimyasal enerji salarak canlıların doğrudan solunum yapmalarını engeller.*” şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle çevre kirliliğinden bahsetmelerine rağmen, fosil yakıt kullanımı, yenilenemez enerji kaynaklarının çevreye etkisi konusuna değinmemişlerdir. Örneğin; bu düzeydeki katılımcılardan biri “*Fabrika atıkları çevreyi kirletmektedir.*” şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece çevre kirliliğinden bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin fosil yakıt kullanımından, çevre kirliliğinden ve yenilenemez enerji kaynaklarından bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Örneğin; bir katılımcının yanıtı ise “*Yenilenemeyen enerji kaynakları ve fosil yakıtlar çevreye zarar*

vermektedir.” şeklindedir.

10 no’lu resim kartına (asit yağmurları) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından asit yağmurları, yenilenemez enerji kaynakları ve çevreye zararları ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların *“Kimyasal açığa çıkmaktadır.”* ve *“Çevre kirliliği”* şeklinde kısa cevaplar verdikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının *“Asit yağmurları fabrikalardan çıkan asitlerin yağmur suyuna dönüşmesi ile toprağa düşer.”* şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle asit yağmurunun oluşumundan bahsetmelerine rağmen, yenilenemez enerji kaynaklarının asit yağmuruna etkisi ve çevreye zararı konusuna değinmemişlerdir. Örneğin; bu düzeydeki katılımcılardan biri *“Havada biriken NO_x ve SO_x gibi zararlı gazlar yağmurla birlikte toprağa karışır.”* şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece asit yağmuru olayı anlatılmıştır. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da resim kartına ilişkin asit yağmuru, yenilenemez enerji kaynağı ve çevreye etkisinden bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Bu duruma örnek bir katılımcının yanıtı ise *“Asit yağmurları NO_x ve SO_x gazlarının yağmur suyuna karışması ile olur. Bu da bitkilere ve ağaçlara zarar verir.”* şeklindedir.

11 no’lu resim kartına (bağ enerjisi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından besinlerdeki bağ enerjisi ve ısı enerjisi ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların *“Yumurta pişiyor”* ve *“Yemek yapıyor”* şeklinde kısa cevaplar ile ilişkisiz açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının *“Yumurtadaki ısı enerjisi açığa çıkmaktadır ve bu enerji bizlere enerji verir.”* şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle ısı enerjisinden bahsetmelerine rağmen, besinlerdeki bağ enerjisine değinmemişlerdir. Örneğin; bu düzeydeki katılımcılardan biri *“Ocaktan çıkan ısı enerjisi yumurtanın pişmesini sağlar.”* şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama

düzyindedir. Çünkü burada sadece ısı enerjisinden bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin besindeki bağ enerjisinden ve ısı enerjisinden bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Örneğin; bir katılımcının yanıtı “*Ocak ısı enerjisi ile yumurtayı pişirir. Yumurtanın pişmesi kimyasal bir değişmedir. Çünkü bağ enerjisi koparak başka bir maddeye dönüşmüştür.*” şeklindedir.

12 no’lu resim kartına (nükleer santraller ve çevre ile olan ilişkisi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından nükleer santral, nükleer enerji, yenilenemeyen enerji kaynakları ve çevre kirliliği ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların “*Santral çevreye çok fazla duman çıkarıyor.*” ve “*Santraller boş alana kurulmalıdır.*” şeklinde ilişkisiz cevaplar verdikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının “*Nükleer santraller havaya zararlı gazlar vererek asit yağmurlarını oluşturur.*” şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle nükleer santrallerin çevreye etkisinden bahsetmelerine rağmen, nükleer enerji ve yenilenemeyen enerji kaynakları konusuna değinmemişlerdir. Örneğin; bu düzeydeki katılımcılardan biri “*Nükleer santraller suyu ve toprağı kirlletmektedirler, ancak havaya zararlı gaz vermezler.*” şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece nükleer santrallerin çevreye olan zararından bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin nükleer santrallerde nükleer enerji üretiminden ve çevreye etkisinden bahsetmişlerdir. Ancak katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Bu duruma örnek bir katılımcının yanıtı ise “*Nükleer santrallerde nükleer enerji üretimi sonucu su ve toprak kirliliği meydana gelmektedir.*” şeklindedir.

13 no’lu resim kartına (küresel ısınma) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından küresel ısınma, ısı enerjisi ve sera etkisi ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların “*Kutuplarda tür sayısı azdır.*” ve

“Kutuplarda sadece boz ayı yaşayabilir.” şeklinde ilişkisiz cevaplar verdikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının “Kutuplardaki buzulların erimesinin sebebi kutup hayvanlarının vücut ısılarının yüksek olmasıdır.” şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle küresel ısınmadan bahsetmelerine rağmen, sera etkisi ve ısı enerjisi konusuna değinmemişlerdir. Örneğin; bu düzeydeki katılımcılardan biri “Küresel ısınma sonucu buzullar erimektedir.” şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece küresel ısınmadan bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin sera etkisinden ve küresel ısınmadan bahsetmişlerdir. Ancak katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Bu duruma örnek bir katılımcının yanıtı ise “Küresel ısınma buzulları eritir... Sera etkisi sonucu buzullar erir.” şeklindedir.

14 no’lu resim kartına (enerji tasarrufu) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Bu resim kartına yönelik öğretmen adaylarından enerji tasarrufu, elektrik enerjisinin kullanımı, enerji kaynakları ve su tasarrufu ile ilişkili açıklamalar yapmaları ve bunları birbirleri ile ilişkilendirerek enerjinin özelliklerine değinmeleri beklenilmektedir. Ancak uygulamalar öncesi sıfır (0) düzeyindeki katılımcıların “Evde elektrikle çalışan cihaz çok fazla” ve “Evde tek yaşayan birisi” şeklinde ilişkisiz cevaplar verdikleri görülmüştür. Bir (1) düzeyindeki katılımcılar ise açıklamalarında genellikle bilimsel olarak yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu duruma örnek olarak bir katılımcının “Evde elektrik tasarrufu yapılması, enerjinin daha az üretilmesini sağlamaz.” şeklinde yanıtı verilebilir. İki (2) düzeyindeki katılımcılar genellikle enerji tasarrufu yapılmasından bahsetmelerine rağmen, elektrik enerjisinin kullanımı, enerji kaynakları ve su tasarrufu konularına değinmemişlerdir. Örneğin; bu düzeydeki katılımcılardan biri “Evde enerji tasarrufu yapılmamaktadır. Çünkü tüm aletler açıktır.” şeklinde açıklaması ile kısmi açıklama düzeyindedir. Çünkü burada sadece enerji tasarrufundan bahsetmiştir. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki öğretmen adayları da bu resim kartına ilişkin enerji tasarrufundan, elektrik enerjisinin kullanımından, su tasarrufundan ve yenilenebilir enerji kaynaklarından bahsetmişlerdir. Ancak bu düzeydeki katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Bu duruma örnek bir katılımcının yanıtı ise “Evde elektrikle çalışan aletler açık

olduğundan enerji boşa gitmektedir. Su boşa akmaktadır... Enerji üretirken yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmalıyız.” şeklindedir.

Resim kartları deney ve kontrol grubundaki aynı öğretmen adaylarına etkinlik uygulamaları sonrası tekrar uygulanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilişkili günlük yaşam olaylarını açıklama düzeylerindeki farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Bu bağlamda 14 farklı resim kartından elde edilen açıklamaların düzeyleri “Günlük Yaşam Olaylarını Açıklama Şemasına” göre incelenerek belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası enerji kavramının günlük yaşam olayları ile bağdaştırılmasına yönelik açıklamalarının düzeyleri Tablo 4.30’da verilmiştir.

Tablo 4.30

Deney ve Kontrol Grubu Öğretmen Adaylarının Uygulamalar Sonrası Resimleri Açıklama Düzeyleri

DENEY GRUBU (N=15)						KONTROL GRUBU (N=15)					
Resimler	Açıklama Düzeyleri					Resimler	Açıklama Düzeyleri				
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
Resim-1	-	-	1	5	9	Resim-1	-	-	5	9	1
Resim-2	-	-	1	5	9	Resim-2	-	-	4	10	1
Resim-3	-	-	2	5	8	Resim-3	-	-	3	12	-
Resim-4	-	-	-	3	12	Resim-4	-	-	4	9	2
Resim-5	-	-	-	3	12	Resim-5	-	-	1	12	2
Resim-6	-	-	-	5	10	Resim-6	-	-	5	9	1
Resim-7	-	-	-	6	9	Resim-7	-	-	4	9	2
Resim-8	-	-	1	3	11	Resim-8	-	-	4	9	2
Resim-9	-	-	1	5	9	Resim-9	-	-	2	11	2
Resim-10	-	-	-	7	8	Resim-10	-	-	7	7	1
Resim-11	-	-	3	5	7	Resim-11	-	-	8	6	1
Resim-12	-	-	2	6	7	Resim-12	-	-	4	10	1
Resim-13	-	-	1	6	8	Resim-13	-	-	2	10	3
Resim-14	-	-	1	5	9	Resim-14	-	-	3	9	3
N	0	0	13	69	128	N	0	0	56	132	22
%	0	0	6.2	32.8	61.0	%	0	0	26.6	62.9	10.5

Tablo 4.30 incelendiğinde, görüşme yapılan deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili resimleri açıklama düzeylerine ilişkin, katılımcıların hiçbirinin sıfır (yanıt yok) ve bir (kavram yanılgısı içeren açıklamalar) düzeyinde olmadıkları görülmüştür. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adaylarının % 6,2’si iki (kısmi açıklama) düzeyinde, % 32,8’i üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde ve % 61,0’ı dört (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde oldukları belirlenmiştir. Ancak görüşme yapılan kontrol grubundaki öğretmen adaylarının % 26,6’sı iki (kısmi açıklama)

düzeyinde, % 62,9'u üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde ve %10,5'i dört (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde bu gruptaki öğretmen adaylarının hiçbirinin de sıfır (yanıt yok) ve bir (kavram yanılgısı içeren açıklamalar) düzeyinde olmadıkları görülmüştür.

Bu bağlamda görüşme yapılan hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının hiçbirinin uygulamalar sonrası enerji ile ilişkili günlük yaşam olaylarını içeren resim kartlarına yönelik açıklamalarının sıfır (0) ve bir (1) düzeylerinde olmadıkları tespit edilmiştir. Ancak deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası resim kartlarına ilişkin açıklamalarının çoğunlukla dört (4) seviyesinde olduğu görülmüştür. Bu durum bu gruptaki öğretmen adaylarının günlük yaşam olaylarını enerji kavramı ile veya diğer fen kavramları ile ilişkilendirebildiklerini göstermektedir. Diğer taraftan görüşme yapılan kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası resim kartlarına ilişkin açıklamalarının ise çoğunlukla üç (3) düzeyinde olduğu görülmüştür. Bu durum kontrol grubundaki öğretmen adaylarının günlük yaşam olaylarını kapsamlı bir şekilde bilimsel ifadeler ile açıklayabildiklerini, ancak enerji kavramının özellikleri ile ve diğer fen kavramları ile ilişkilendiremediklerini göstermektedir.

Ayrıntılı olarak deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası her bir resme ilişkin yanıtları incelendiğinde;

1 no'lu resim kartına (sera etkisi ve fosil yakıt kullanımı) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından bir (f:1) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise beş (f:5) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcının bu resme ilişkin açıklamaları sera etkisi ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında fosil yakıt kullanımı, ısı enerjisi ve yenilenemeyen enerji kaynakları konularına yer vermemiştir. Kontrol grubundaki katılımcıların da açıklamalarında ya fosil yakıt kullanımı, ya da sera etkisi ile ilişkili yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki beş (f:5) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin sera etkisinden, fosil yakıt kullanımından ve dünyanın ısı enerjisinin artmasından bahsetmişlerdir. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki dokuz (f:9) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik

açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan dokuz (f:9) katılımcı, kontrol grubundan ise bir (f:1) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi sera etkisi, fosil yakıt kullanımı ve dünyanın ısı enerjisinin artması ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ısı enerjisi ve güneş enerjisi gibi enerji formlarına, enerji kaynaklarına ve güneş enerjisinin ışınmasına yönelik enerji aktarımına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanıldığı termik santrallerde havaya zararlı gazlar verilmektedir. Bu gazlar güneş enerjisini bir yerde toplayıp tutarak sera etkisini oluşturur. Böylece dünyaya gelen güneş ışınları yeryüzünden ışıma ile dışarıya aktarılamaz ve dünyanın ısınmasını sağlar.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise bir katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

2 no’lu resim kartına (yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji kaynakları) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından bir (f:1) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise dört (f:4) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcının bu resim kartına ilişkin açıklamaları elektrik enerjisinin enerji kaynaklarında üretilmesine yönelik olmasına rağmen, açıklamalarında enerji üretim kaynaklarının yenilenebilir veya yenilenemez şeklinde ayırımına yer vermemiştir. Kontrol grubundaki katılımcıların da açıklamalarında benzer yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki beş (f:5) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin elektrik enerjisinin üretiminden, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından bahsetmişlerdir. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar, hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki on (f:10) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resimdeki enerjinin özelliklerine yönelik ve birbiri ile ilişkilerine ilişkin açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan dokuz (f:9) katılımcı, kontrol grubundan ise bir (f:1) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi elektrik enerjisinin enerji kaynaklarında üretimi, bu kaynakların neler olduğu ve kaynakların yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları şeklinde ayrıldığını birbiri ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada elektrik enerjisi, ısı enerjisi, kinetik enerji,

çekim potansiyel enerjisi ve kimyasal bağ enerjisi gibi enerji formlarına, enerji kaynaklarına, enerji dönüşümlerine ve enerji aktarımına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı “*Elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu üretim hidroelektrik santraller, rüzgâr pervaneleri, jeotermal enerji, termik santraller, biyokütle santralleri ile yapılmaktadır. Bu kaynaklardan termik santrali yenilenemeyen enerji kaynağıdır ama diğerleri yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Hidroelektrik santrallerinde çekim potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşerek, jeotermalde ve termikte ısı enerjisi kinetiğe dönüşerek, biyokütle de kimyasal bağ enerjisi ısıya, ısı da kinetiğe dönüşerek elektrik enerjisi üretilmektedir. Üretilen bu elektrikte kablolar ile evlere kadar aktarılır.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise bir katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

3 no’lu resim kartına (ışık enerjisi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından iki (f:2) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise üç (f:3) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamaları merceğin güneşten gelen ışık tarafından ısı enerjisine dönüştürülerek kâğıdı yakması yönündedir. Ancak katılımcılar açıklamalarında merceğin güneşten aktarılan enerjiyi kâğıda nasıl ilettiğinden bahsetmemişlerdir. Kontrol grubundaki katılımcıların da açıklamaların da benzer yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundan beş (f:5) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin güneş enerjisinden, bağ enerjisinden ve enerji aktarımından bahsetmişlerdir. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki on iki (f:12) katılımcıda bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan sekiz (f:8) katılımcı yer alırken, kontrol grubundan hiçbir (f:0) katılımcı yer alamamıştır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi güneş enerjisi ve bağ enerjisi ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada güneş enerjisi, ısı enerjisi ve bağ enerjisi gibi enerji formlarına, güneş enerjisinin iletimine yönelik enerji aktarımına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı “*Güneşten gelen ısı ve ışık enerjisi gibi enerji formları mercekte bir noktada toplanarak kâğıt üzerine enerji aktarılır. Kâğıda gelen ısı enerjisi kâğıdın bağ*

enerjisinin kopmasına ve böylece kâğıdın yanmasına neden olur.” şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise hiç bir katılımcının bu düzeye çıkamadığı görülmüştür.

4 no’lu resim kartına (obezite ve sağlıklı beslenme) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından sıfır (f:0) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise dört (f:4) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Kontrol grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamaları besinlerdeki enerji ve organik bileşikler ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında besinlerdeki enerjinin vücutta nasıl bir dönüşüme uğradığı ve fiziksel aktiviteler ile ilişkisine yer vermemişlerdir. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki üç (f:3) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin besinlerdeki enerjiden, organik bileşiklerden, besinlerin vücuttaki durumundan ve işlevlerinden bahsetmişlerdir. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki dokuz (f:9) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan on iki (f:12) katılımcı, kontrol grubundan ise iki (f:2) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi besinlerdeki enerjinin vücutta ne tür değişikliklere uğrayarak vücutta ne tür enerji sağladığına ilişkin açıklamalarda bulunmuşlardır. Ayrıca katılımcılar kimyasal bağ enerjisi, ısı enerjisi gibi enerji formlarına, besinlerdeki organik bileşiklerin sahip olduğu enerji kaynaklarına, vücutta meydana gelen enerji dönüşümlerine ve enerjinin besinler ile aktarılmasına da vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Yediğimiz besinlerde kimyasal bağ enerjisi fotosentez ile depolanmaktadır. Besinler yenilince vücutta bu enerji ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşür. Eğer çocuk aldığı enerji kadar spor yapıp enerji harcarsa, yedikleri vücudunda yağ olarak depolanmaz. Bu yüzden çocuk spor yaparak bu besinlerdeki enerjiyi ısı enerjisine çevirmelidir. Çünkü ne kadar yağlı besin yer ise o kadar fazla enerji elde eder. Çünkü besinlerde taşınan enerji vücudun enerjisi için gereklidir.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise iki katılımcının benzer açıklamalarının olduğu görülmüştür.

5 no’lu resim kartına (güneş panelleri ve enerji kullanımı) ilişkin deney ve kontrol

grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından sıfır (f:0) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise bir (f:1) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Kontrol grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamalarında güneş paneliyle elektrik enerjisinin üretimi ile ilgili ifadeler yer alırken, günışılar ile ısı enerjisinin üretimi konusunda herhangi ifade bulunmamaktadır. Bu katılımcının açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki üç (f:3) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin hem güneş panellerindeki enerji üretiminden hem de günışılardaki enerji üretiminden bahsetmişlerdir. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerinden enerji formlarına ve enerji kaynaklarına değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki on iki (f:12) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, hem resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan on iki (f:12) katılımcı, kontrol grubundan ise iki (f:2) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi güneş paneli ile elektrik enerjisinin üretimi ve günışı ile ısı enerjisinin üretimi ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ısı enerjisi, güneş enerjisi ve elektrik enerjisi gibi enerji formlarına, enerji kaynaklarına ve enerji dönüşümlerine vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Evin çatısında bulunan güneş panelleri ile elektrik enerjisi üretilir. Bu enerji ile evde her türlü elektrikli araç ve aletler kullanılmaktadır. Burada güneş enerjisi elektrik enerjisine dönüşmektedir. Günışıları ile ise ısı enerjisi üretilerek evlerde sıcak su için kullanılır. Burada da güneş enerjisi ısı enerjisine dönüşmektedir. Böylece hem günışılar hem de güneş panelleri yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise sadece iki katılımcının benzer açıklamaları yaptığı ve bu açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

6 no'lu resim kartına (ses enerjisi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından sıfır (f:0) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise beş (f:5) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Kontrol grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamaları opera sanatçısının ses enerjisi ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında bardağın bağ enerjisine ve hava moleküllerinin kinetik enerjisine yer vermemişlerdir. Bu

katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki beş (f:5) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin ses enerjisinden, kinetik enerjiden ve bağ enerjisinden bahsetmişlerdir. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki dokuz (f:9) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan on (f:10) katılımcı, kontrol grubundan ise bir (f:1) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi ses enerjisi, kinetik enerji ve bağ enerjisi ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ses enerjisi, kinetik enerji ve bağ enerjisi gibi enerji formlarına, enerji kaynaklarına ve enerji aktarımına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Adamın bağırması ile ses tellerinden çıkan ses enerjisi hava moleküllerinin dalgalar halinde hareket etmesini sağlamıştır. Kinetik enerji kazanan tanecikli yapılar bardağa çarparak bardağı kırmışlardır. Bardağın sahip olduğu bağlar kırılarak bardak parçalanmıştır. Ses enerjisinin aktarımı hava molekülleri ile olduğundan adamın bardağa yakın olması önemlidir.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise bir katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

7 no’lu resim kartına (fotosentez ve besin tüketimi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından sıfır (f:0) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise dört (f:4) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Kontrol grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamaları fotosentez olayı ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında canlıların organik bileşiklerdeki enerjiyi solunum ile açığa çıkardığı konularına yer vermemişlerdir. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki altı (f:6) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin fotosentez, solunum olayları ve besinlerdeki enerji ile açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki dokuz (f:9) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde

ise deney grubundan dokuz (f:9) katılımcı, kontrol grubundan ise iki (f:2) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi fotosentez, solunum ve besinlerdeki enerji ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ışık enerjisi, kimyasal bağ enerjisi ve ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi gibi enerji formlarına, fotosentez olayındaki ve besinlerdeki enerji kaynaklarına, enerji dönüşümlerine ve enerji aktarımına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Güneş enerjisi, su ve CO₂ ile fotosentez olayı gerçekleşmektedir. Güneş enerjisi fotosentez sonucu kimyasal bağ enerjisi olarak dönüşerek besinlerde depo edilmektedir. Enerji kaynağı olan besinler hayvan tarafından yenilerek kendisi için gerekli olan enerjiyi sağlamaktadır. Hayvanın vücudunda bu enerji solunum sonucu ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşmektedir. Böylece enerji besinler ile bir yerden başka bir yere aktarılmaktadır.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise iki katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

8 no’lu resim kartına (besin ve gıdalardan elde edilen enerji) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından bir (f:1) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise dört (f:4) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcının bu resme ilişkin açıklamaları ıspanaktaki enerji ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında bu enerjinin ne olduğu ve vücutta nasıl bir dönüşüme uğradığı konusuna yer vermemiştir. Kontrol grubundaki katılımcıların açıklamalarında da sadece besinlerdeki enerji ile ilgili yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki üç (f:3) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin besinlerdeki enerjinin vücudumuzdaki ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşümü ve vücuttaki kullanımı ile ilişkili açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki dokuz (f:9) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan on bir (f:11) katılımcı, kontrol grubundan ise iki (f:2) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi besinlerdeki enerji, vücudumuzda besinlerdeki enerjinin durumu ve fiziksel aktiviteler ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca

katılımcılar burada kimyasal bağ enerjisi ve ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi gibi enerji formlarına, besinlerdeki enerji kaynaklarına, vücuttaki enerji dönüşümlerine ve enerjinin besinlerde aktarıldığına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Temel reis, ispanaktaki fotosentez sonucu organik bileşiklerde depo edilmiş kimyasal bağ enerjisini vücuduna almaktadır. Besinlerdeki bu enerji hücrelerde ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşmektedir. Bu sayede Temel reis bu enerji ile güçlenmektedir.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise iki katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

9 no’lu resim kartına (hava, toprak ve su kirliliği) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından bir (f:1) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise iki (f:2) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcının bu resme ilişkin açıklamaları çevre kirliliği ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında fosil yakıt kullanımı, yenilenemez enerji kaynaklarının çevreye etkisi konularına yer vermemiştir. Kontrol grubundaki katılımcıların da açıklamaların da benzer yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki beş (f:5) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin fosil yakıtlar, çevre kirliliği ve yenilenemez enerji kaynakları ile açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki on bir (f:11) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan dokuz (f:9) katılımcı, kontrol grubundan ise iki (f:2) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi fosil yakıtlar, çevre kirliliği ve yenilenemez enerji kaynakları ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ısı enerjisi ve bağ enerjisi gibi enerji formlarına ve termik santrallerdeki enerji kaynaklarına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Termik santrallerde kömürün bağ enerjisinden ısı enerjisi elde edilirken çevreye zarar verilmektedir. Santraller zararlı gazlar ile havayı, atıkları ile hem suyu hem de toprağı kirletmektedirler.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise bir katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

10 no’lu resim kartına (asit yağmurları) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen

adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından sıfır (f:0) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise yedi (f:7) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Kontrol grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamaları asit yağmurunun oluşumu ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında yenilenemez enerji kaynaklarının asit yağmura etkisi ve çevreye zararı konularına yer vermemişlerdir. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki yedi (f:7) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin asit yağmurları, yenilenemez enerji kaynakları ve çevreye zararları ile ilişkili açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki yedi (f:7) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan sekiz (f:8) katılımcı, kontrol grubundan ise bir (f:1) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi asit yağmurları, yenilenemez enerji kaynakları ve çevreye zararları ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ısı enerjisi gibi enerji formuna, enerji kaynaklarına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı “*Şehirlerde çeşitli araçlardan veya ısınma sonucu açığa çıkan SO₂ ve NO_x gibi zararlı gazlar havaya karışmaktadır. Bu gazlar havada rüzgâr ile çeşitli yerlere giderek yağmur ile birlikte yeryüzüne inmektedir. Yerde ise ağaçlara, bitkilere zararlar vermektedir. Ayrıca suya karışarak suyun pH'ını düşürmektedir.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise bir katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

11 no'lu resim kartına (bağ enerjisi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından üç (f:3) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise sekiz (f:8) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamaları genellikle ısı enerjisi ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında besinlerdeki bağ enerjisine yer vermemişlerdir. Kontrol grubundaki katılımcıların da açıklamalarında benzer yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki beş (f:5) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin besinlerdeki bağ enerjisi ve ısı enerjisi ile açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem

de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki altı (f:6) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan yedi (f:7) katılımcı, kontrol grubundan ise bir (f:1) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi besinlerdeki bağ enerjisi ve ısı enerjisi ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ısı enerjisi ve bağ enerjisi gibi enerji formlarına, enerji kaynaklarına ve besinlerdeki enerji aktarımına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı “Çocuk ocaktan gelen ısı enerjisi ile yumurtanın bağlarını kırarak, yani sahip olduğu bağ enerjisini yenerek kimyasal değişime sebep olmaktadır. Bu ise yumurtanın pişmesini sağlamaktadır. Pişen yumurtadaki enerji yenildikten sonra çocuğa enerjiyi sağlamış olmaktadır.” Kontrol grubundan ise bir katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

12 no’lu resim kartına (nükleer santraller ve çevre ile olan ilişkisi) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından iki (f:2) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise dört (f:4) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamaları nükleer santrallerin çevreye etkisi ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında nükleer enerji ve yenilenemeyen enerji kaynakları konularına yer vermemişlerdir. Kontrol grubundaki katılımcıların da açıklamalarında benzer yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki altı (f:6) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin nükleer santral, nükleer enerji, yenilenemeyen enerji kaynakları ve çevre kirliliği ile ilişkili açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki on (f:10) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan yedi (f:7) katılımcı, kontrol grubundan ise bir (f:1) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi nükleer santral, nükleer enerji, yenilenemeyen enerji kaynakları ve çevre kirliliği ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada nükleer enerji ve ısı enerjisi gibi enerji

formlarına ve nükleer santrallerdeki enerji kaynaklarına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Nükleer santrallerde enerji kaynağı olarak uranyum kullanılmaktadır. Uranyum nötron bombardımanına tutularak kütlelerinin bir kısmı enerjiye yani nükleer enerjiye dönüşmektedir. Bunun sonucunda havaya zararlı gazlar salınmaz, ancak suya ve toprağa radyoaktif maddeler bırakılır. Böylece çevre kirlenmiş olur.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise bir katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

13 no’lu resim kartına (küresel ısınma) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından bir (f:1) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise iki (f:2) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcının bu resme ilişkin açıklamaları küresel ısınma ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında sera etkisi ve ısı enerjisi konularına yer vermemişlerdir. Kontrol grubundaki katılımcıların da açıklamaların da benzer yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki altı (f:6) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin küresel ısınma, ısı enerjisi ve sera etkisi ile ilgili açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki on (f:10) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan sekiz (f:8) katılımcı, kontrol grubundan ise üç (f:3) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi küresel ısınma, ısı enerjisi ve sera etkisi ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ısı enerjisi ve güneş enerjisi gibi enerji formlarına, enerji kaynaklarına ve güneş enerjisinin ışımasına yönelik enerji aktarımına vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Güneş ışınları yeryüzüne çarptığında tekrar yeryüzünü sera etkisinden dolayı terk edememektedir. Böylece dünyanın ısı enerjisi artmaktadır. Dünyanın sıcaklığı birkaç °C yükselir. Bu durum kutuplardaki buzulların erimesine yol açar. Hatta kutup ayıları gibi bazı türlerin yok olmasına neden olur.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise üç katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

14 no’lu resim kartına (enerji tasarrufu) ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğretmen

adaylarının açıklamaları incelenmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarından bir (f:1) katılımcı, kontrol grubundaki öğretmen adaylarından ise üç (f:3) katılımcı iki (2) düzeyindedir. Deney grubundaki katılımcıların bu resme ilişkin açıklamaları enerji tasarrufu ile ilgili olmasına rağmen, açıklamalarında, elektrik enerjisinin kullanımı, enerji kaynakları ve su tasarrufu konularına yer vermemişlerdir. Kontrol grubundaki katılımcıların da açıklamaların da benzer yanıtlar bulunmaktadır. Bu katılımcıların açıklamaları kısmi olduğundan iki (2) düzeyindedirler. Üç (3) (kapsamlı açıklama) düzeyindeki deney grubundaki beş (f:5) öğretmen adayı da bu resim kartına ilişkin enerji tasarrufu, elektrik enerjisinin kullanımı, enerji kaynakları ve su tasarrufu ile ilgili açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu katılımcılar hem bunlar arasındaki ilişkiyi açıklamamışlar hem de enerjinin özelliklerine değinmemişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki dokuz (f:9) katılımcı da bu resmi kapsamlı bir şekilde açıklamalarına rağmen, resmin kendi bileşenleri ile ilişkilendirilmesine yönelik açıklamalarda bulunmamışlardır. Dört (4) (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde ise deney grubundan dokuz (f:9) katılımcı, kontrol grubundan ise üç (f:3) katılımcı yer almaktadır. Deney grubundaki katılımcılar bu resmi enerji tasarrufu, elektrik enerjisinin kullanımı, enerji kaynakları ve su tasarrufu ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca katılımcılar burada ısı enerjisi, kinetik enerji ve elektrik enerjisi gibi enerji formlarına, enerji kaynaklarına ve enerji dönüşümlerine vurgu yapmışlardır. Örneğin; bu düzeyde bulunan deney grubundaki bir katılımcı *“Çocuk evde bütün elektrikle çalışan aletleri açık bırakarak enerji tasarrufu yapmamaktadır. Çünkü elektrik enerjisi boşa harcanmaktadır. Kişi bunun farkında değil, çünkü su bile dış fırçalanırken açıktadır. Çocuğa bu enerjinin yani elektrik enerjinin üretiminin nasıl yapıldığı yenilenebilir enerji kaynaklarından mı yoksa fosil yakıtlardan mı olduğu anlatılmalıdır. Ayrıca evdeki aletlerde çeşitli enerji dönüşümleri vardır. Örneğin; vantilatörde elektrik enerjisi kinetik enerjiye dönüşmekte ve eve soğuk hava sağlamaktadır. Ama buna rağmen evde pencere açıktır.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Kontrol grubundan ise üç katılımcının benzer açıklamaları ile bu düzeyde olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak bu alt problem doğrultusunda, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi enerji ile ilişkili resimleri açıklama düzeylerine ilişkin, katılımcıların sıfır (yanıt yok) düzeyinde, bir (kavram yanılgısı içeren açıklamalar) düzeyinde, iki (kısmi açıklama) düzeyinde ve üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde oldukları görülmüştür. Uygulamalar sonrası ise, görüşme yapılan hem deney hem de

kontrol grubundaki öğretmen adaylarının hiçbirinin enerji ile ilişkili günlük yaşam olaylarını içeren resim kartlarını açıklamalarının sıfır (0) ve bir (1) düzeylerinde olmadıkları tespit edilmiştir. Ancak deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası resim kartlarına ilişkin açıklamalarının çoğunlukla dört (4) seviyesinde olduğu görülmüştür. Bu durum deney grubu öğretmen adaylarının günlük yaşam olaylarını enerji kavramı ile veya diğer fen kavramı ile ilişkilendirebildiklerini göstermektedir. Diğer taraftan görüşme yapılan kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası resim kartlarına ilişkin açıklamalarının çoğunlukla üç (3) düzeyinde olduğu, dört (4) düzeyine ise ulaşamadıkları görülmüştür. Bu durum kontrol grubundaki öğretmen adaylarının günlük yaşam olaylarını kapsamlı bir şekilde bilimsel ifadeler ile açıklayabildiklerini, ancak enerji kavramının özellikleri ile ve diğer fen kavramları ile ilişkilendiremediklerini göstermektedir.

4.9. Nicel ve Nitel Bulguların Bütünleştirilmesi

Yapılan çalışmada disiplinler arası öğretim yaklaşımının kullanıldığı deney grubundaki öğretmen adaylarının ve mevcut yaklaşımların kullanıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarının başarı testi ve tanı testi ön test sonuçları arasında istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmez iken son test puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Bu farklılığın ise deney grubunda enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim yaklaşımından kaynaklandığı söylenebilir. Bu bağlamda bu sonucu desteklercesine uygulamalar sonrası deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramını bağımsız kelime ilişkilendirme testinde daha fazla fen ile ilişkili kavramlarla ilişkilendirdikleri ve bilişsel yapılarının kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre daha çok geliştiği belirlenmiştir. Benzer şekilde uygulamalar sonrası deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik daha karmaşık ve kompleks çizimler gerçekleştirdikleri ve daha kapsamlı açıklamalar yaptıkları gözlenmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası sahip oldukları kavram yanılgılarının giderildiği ve enerji kavramını gündelik hayatla ilişkilendirmedi ve bu durumu açıklamada yeterli düzeye geldikleri nitel verilerin analizi sonucu tespit edilmiştir. Bu bağlamda çalışmadan elde edilen nicel verilerde deney grubundaki öğretmen adaylarının başarılarının ve kavramsal anlamalarının kontrol grubuna göre daha fazla artış gösterdiği sonucu bu nitel veriler ile desteklenmektedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen bulgular ilgili alan yazın doğrultusunda mevcut çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmış ve ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir. Son olarak ise araştırmanın sonuçları doğrultusunda önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Tartışma

Enerji kavramının (enerji formu, enerji kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümü) özellikleri arasında bir bütünlüğün sağlandığı, fizik, kimya ve biyoloji disiplinleri ile ilişkili olarak disiplinler arası ilişkilerin ve bağlantıların kurulduğu fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik öğretimlerin gerçekleştirilmesi amacıyla yapılan araştırmanın bu bölümünde, alt problemlere ilişkin tartışmalar bulunmaktadır.

5.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırmanın birinci alt problemi “*Disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı hazırlanan etkinliklerin kullanıldığı deney grubu öğretmen adaylarının ve mevcut yaklaşımlara dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?*” şeklindedir.

Birinci alt problem incelendiğinde, yapılan uygulamalar sonrası her iki gruptaki fen bilgisi öğretmen adaylarının bu kavrama yönelik akademik başarılarının arttığı görülmüştür. Bu doğrultuda hem deney hem de kontrol gruplarında uygulanan enerji ile ilişkili etkinliklerin öğretmen adaylarının bu kavrama yönelik akademik başarılarının

artmasında etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca, bu sonucun ortaya çıkmasında geliştirilen etkinliklerin yaşam bağlantılı olması etkin bir rol oynamış olabilir. Çünkü bu araştırma kapsamında geliştirilen etkinlikler basit araç gereçler ile materyallerin kullanımına olanak vererek enerjiyi günlük hayatla ilişkilendirmektedir. Bu durumla ilgili Sertkahya (2016) gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında enerji konularına yönelik gerçek yaşam bağlantılı etkinliklere dayalı öğretimin uygulanması öğrencilerin başarılarını arttırdığını tespit etmiştir. Ayrıca enerji kavramına yönelik etkinliklerin günlük hayattan örneklerle yer vermesi, video gösterimlerini içermesi ve laboratuvar ortamında deneylerin gerçekleştirilmesi de bu sonuca etki etmiş olabilir. Bezen, Bayrak ve Aykutlu (2016) da çalışmalarında bu duruma vurgu yaparak, enerji konularının öğretiminde öğrencilerin günlük hayatla iç içe olmalarının yapılan etkinlikler ile sağlandığını, etkinliklerin günlük hayattan örnekler verdiğini ve bununla ilgili deneyler yapılarak daha etkili öğrenme ortamlarının sağlandığını ve böylece öğrenci başarısının arttığını ifade etmişlerdir.

Bu alt problem doğrultusunda, çalışmanın bulguları etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesinin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı düzeylerini arttırmada daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu sonuca ise dört farklı etmen etki etmiş olabilir. Bu etmenlerden biri, etkinliklerde yer alan enerji kavramının tüm özelliklerinin öğrencilere fark ettirilmesidir. Yani enerji ile ilişkili etkinlikler enerji formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü gibi özellikleri bünyesinde bulundurmakta, ancak disiplinler arası öğretim ile açığa çıkarılarak bir bütün olarak ele alınmaktadır. Böylece öğretmen adayı ne tür enerji çeşitlerinin olduğunu ve bu enerjilerin nasıl elde edildiğini öğrenmekte, enerji formlarının nasıl aktarıldığını ve bir formdan başka bir forma nasıl dönüşebildiğini fark etmektedir. Bu bağlamda öğretmen adayları enerji kavramına yönelik özellikleri bir bütün içerisinde birbiri ile ilişkilendirerek disiplin ayrımı yapmadan öğrenmektedirler. Bu durumun ise enerji kavramına yönelik akademik başarıyı arttırdığı söylenebilir. Benzer şekilde Domenech ve diğerleri (2007) ile Neumann ve diğerleri (2013) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, enerji kavramının öğretiminde enerji formu, kaynağı, aktarımı ve dönüşümü gibi özelliklerin yer alması gerektiğini, bu özelliklerinde bir bütün olarak ele alınarak öğrencilere fark ettirilmesini vurgulamakta ve öğrenci başarısına etki ettiğini belirtmektedirler. Bu duruma yönelik Liu ve McKeough (2005) da enerji kavramının öğretiminde çok yönlü ve bütünsel bir yaklaşımın olması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca Liu ve McKeough

(2005)'nin çok yönlü ve bütünsel bir yaklaşımdan kastettikleri, enerji kavramının ve özelliklerinin tüm yönlerini içeren bir öğretimle uygulamaların yapılmasıdır. Bu sonuca benzer şekilde Liu ve Tang (2004) çalışmasında enerji kavramının bütüncül ve çok yönlü yaklaşım içerisinde programlarda yer alması gerektiğini ve öğretiminin de bu doğrultuda gerçekleştirilmesini ifade etmektedir. İkinci etmen ise, enerji kavramına yönelik etkinliklerde enerji kavramının özelliklerinin belli bir gelişim aşamasına göre öğretimde yer alması ve disiplinler arası öğretim ile öğrencilere aktarılmasıdır. Alan yazında enerji kavramının gelişiminde ilk olarak enerji formlarının ve kaynaklarının, devamında ise aktarımı ve dönüşümü gibi özelliklerin öğrenilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Hermann-Abell ve DeBoer, 2011; Liu ve McKeough, 2005; Liu ve Ruiz, 2008; Neumann ve diğerleri, 2013). Çünkü öğrenciler enerji kavramına yönelik ilk olarak enerji çeşitlerini bilmeli, bu enerji çeşitlerinin kaynaklarının neler olduğunu fark etmelidir. Devamında ise enerji formlarının bir sistem içerisinde bir yerden başka bir yere nasıl aktarıldığını ve bir formdan başka bir forma nasıl dönüştüğünü öğrenmelidir. Böylece öğrenci enerjiyi kapsamlı ve bir bütün halinde öğrenmiş olacaktır. Bu bağlamda çalışma kapsamında geliştirilen etkinlikler ilk olarak öğrencilere enerji formlarını tanıtmakta, ikinci olarak enerji kaynaklarını fark ettirmekte, üçüncü olarak enerji aktarımına yönelik deneyler içermekte ve son olarak ise enerji dönüşümlerine yönelik aktiviteler yer almaktadır. Etkinlikler ise disiplinler arası bağlantılar ile öğrencilere sunulmaktadır. Böylece öğrenciler disiplin ayrımı yapmadan hangi enerji formunun hangi alana ait olduğu karmaşasına düşmemektedir. Örneğin; öğrenciler ışık enerjisinin fizik mi yoksa biyoloji disiplinine mi özgü olduğunu ayırt etmekte zorlanmaktadırlar. Bu durum ise enerjinin bir bütün olarak algılanmasını engellemektedir. Böylelikle enerji kavramının öğretiminde disiplinleri birleştiren ve bu kavramı bir bütün olarak ele alan disiplinler arası öğretim yaklaşımı ön plana çıkmaktadır (Klemow, 2015; Nordine, Krajcik ve Fortus, 2010). Ayrıca Opitz, Harms, Neumann, Kowalzik ve Frank (2015) da her bir fen disiplininde ilişkili içerikler arasında enerji öğrenimi için daha fazla disiplinler arası bağlantı olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bununla ilgili yapılan çalışmalarda, enerji ile ilişkili konuların öğretiminde entegrasyona ve disiplinler arası öğretime dayalı öğretimlerin gerçekleştirilmesinin öğrenci başarılarını arttırdığı görülmüştür (Akpınar ve Ergin, 2004, Aydın ve Balım, 2005). Üçüncü etmen ise, grup içi tartışmalarda öğretmen adaylarının etkinliklere ilişkin deney sonuçlarını enerji ile ilişkilendirerek sorgulamaları

ve sınıf tartışmasında enerjinin özelliklerini genelleştirerek bir bütün halinde sorgulamaları olabilir. Seraphin ve diğerleri (2013) de enerji konusuna yönelik derslerde sorgulamaya yönelik işlemlerin gerçekleştirilmesinin öğrencilerin ve öğretmenlerin derse ilişkin başarılarını arttırmada etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Son etmen ise, soyut bir kavram olan enerjinin etkinlikler ve çalışma yaprakları ile somutlaştırılarak, etkinliklerde enerjinin tüm yönlerine vurgu yapılması olabilir. Bu duruma benzer bir şekilde Rizaki ve Kokkotas (2013) enerji kavramına yönelik çalışmalarında çalışma yaprakları kullanmış ve enerji öğretiminde etkili bir öğretim modeli ortaya atmışlardır. Bu modelde çalışma yapraklarının önemli bir yeri olduğunu ve enerji kavramını somutlaştırdığını, böylece öğrencilerin bilişsel seviyelerine katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

5.1.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırmanın ikinci alt problemi *“Disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı hazırlanan etkinliklerin kullanıldığı deney grubu öğretmen adaylarının ve mevcut yaklaşımlara dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğretmen adaylarının enerji konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?”* şeklindedir.

İkinci alt problem incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarında enerji ile ilişkili etkinliklerin kullanımının, fen bilgisi öğretmen adaylarının bu kavrama yönelik kavramsal anlamalarını geliştirdiği ve sahip oldukları kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğu görülmüştür. Her iki grupta da öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarının gelişmesinde ve kavram yanılgılarının giderilmesinde, öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilgi düzeylerinin artması ve bu kavrama ilişkin farkındalık oluşumunun sağlanması etkili olmuş olabilir. Bu duruma ilişkin Lee (2016) yapmış olduğu çalışmada, üniversite öğrencilerinin enerji kavramına yönelik kavramsal anlamalarının gelişmesinde ve kavram yanılgılarının giderilmesinde öğrencilerin bu konuya ilişkin bilgilerinin artmasının etkili olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca Lee (2016) enerji kavramına yönelik kavram yanılgılarının yok edilmesinde eleştirel düşünme becerilerinin de önemli olduğunu vurgulamıştır. Ek olarak, çeşitli çalışmalarda enerji kavramına yönelik kavram yanılgılarının giderilmesinde çürütme metinlerinin, kavram değişim metinlerinin ve açıklayıcı metinlerin (Diakidoy, Kendeou ve Ioannides, 2003),

fizik derslerinde simülasyonlar ile u eğimi kullanmanın (Ispal, Ishak, Ispal ve Abdullah, 2016), kavramsal değişim metinlerinin (Hırça, Çalık ve Akdeniz, 2008), kavram haritalarının (Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006) ve model tabanlı öğrenme yaklaşımının (Kurnaz, 2011) etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Kurnaz (2011) enerji ile ilişkili konuların öğretiminde model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığını ifade etmiştir.

Bu alt problem doğrultusunda, çalışmanın bulguları enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesinin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını geliştirmede ve kavram yanlışlarını gidermede daha etkili olduğunu göstermiş olabilir. Bu sonucun ortaya çıkmasında 3 farklı etmen gösterilebilir. Birinci etmen olarak, disiplinler arası öğretimin öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilgilerini arttırması gösterilebilir: Çünkü enerji kavramına yönelik anlamamanın ve bilgilerin artması hem kavramsal anlamamanın gelişiminde hem de kavram yanlışlarının giderilmesinde de etkili olmuş olabilir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda da öğrencilerin bilgi düzeyleri ile kavramsal anlamaları arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ve bilgi düzeylerinin artmasının kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu tespit edilmiştir (Diakidoy, Kendeou ve Ioannides, 2003; Ispal ve diğerleri, 2016; Lee, 2016). Ek olarak Boylan (2008) enerji kavramına ilişkin bilgi eksikliği enerji kavramının özellikleri arasında ilişki kurulmasını engellediğini ve böylece tam anlamamanın ve kavramsal anlamamanın gelişmeyerek kavram yanlışlarının giderilmediğini ifade etmiştir. İkinci etmen olarak, öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavram yanlışlarının giderilmesinde disiplinler arası öğretimde günlük hayatla ilişkili örneklerin bütün alanlar ile ilişkilendirilerek tartışılması gösterilebilir. Çünkü enerji ile ilişkili kavram yanlışları öğrencilerin günlük deneyimlerine bağlı olarak yapılandırılmakta ve bilimsel olarak doğru bilgilerle karşılaşılmadığında da kalıplaşarak gelişmektedir (Trumper, Raviolo ve Shnersch, 2000). Bu bağlam da disiplinler arası öğretim ile bütün alanlardaki enerji ile ilişkili özellikler bütünleşik olarak ilgili kavram yanlışlarının yok olmasına ve öğretmen adayının bir çelişki yaşayarak kendi kavram yanlışlığı ile ilgili yapılandırmayı yok etmesini sağlamış olabilir. Bu duruma ilişkin Lancor (2015) da enerji ile ilgili sahip olunan kavram yanlışlarının enerjinin günlük kullanımından ve anlaşılmasından kaynaklandığını ifade etmiştir. Böylece disiplinler arası öğretimde enerji kavramının diğer disiplinleri de içerecek şekilde günlük hayatla ilişkilendirilerek tartışılması kavramsal anlamamanın gelişimi ve kavram yanlışlarının

giderilmesi açısından önem teşkil etmektedir. Son etmen ise, disiplinler arası öğretim uygulamasının kavram yanlışlarını gidermede ve kavramsal anlamının gelişimini sağlamada, enerji kavramının bir bütün olarak diğer disiplinler ile ilişkilendirilerek tanıtılması olabilir. Çünkü öğrenciler enerji kavramı ile ilgili olayları sadece bir disiplin ile ilişkilendirerek açıklamaya çalışmakta ve bir disipline özgü kavram ve olgularla bağlantı kurmaktadır (Lancor, 2015). Bu durum ise enerji kavramının anlaşılmasını zorlaştırmakta ve kavram yanlışlarının giderilmesini engellemektedir. Ancak disiplinler arası öğretim enerji kavramına yönelik bu sorunu ortadan kaldırmakta ve öğrencilerin kavramsal anlamlarını sağlayarak kavram yanlışlarının giderilmesine yardımcı olduğu söylenebilir.

5.1.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırmanın üçüncü alt problemi “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına ilişkin bilişsel yapıları nasıldır?*” şeklindedir.

Üçüncü alt problem incelendiğinde, uygulamalar öncesi deney ve kontrol grubundaki fen bilgisi öğretmen adayları çeşitli kavram ve kelimeleri enerji kavramı ile ilişkilendirmişlerdir. Ancak uygulamalar öncesi deney grubunda yapılan ilişkilendirmelerin genellikle fizik alanı ile ilgili kavram ve kelimeler ile yapıldığı (f:222), kimya (f:13) ve biyoloji (f:10) alanındaki kavram veya kelimelere az sayıda vurgu yapıldığı dikkat çekmektedir. Benzer şekilde uygulamalar öncesi kontrol grubunda da yapılan ilişkilendirmelerin genellikle fizik alanı ile ilgili yapıldığı (f:153), kimya (f:11) ve biyoloji (f:4) alanındaki kavram veya kelimelere az sayıda değinildiği görülmüştür. Bu bağlamda çalışma sonucunda, hem deney hem de kontrol gruplarında uygulamalar öncesinde, enerji kavramı ile ilgili yapılan ilişkilendirmelerin çoğunlukla fizik alanı ile ilgili olduğu, kimya ve biyoloji alanına az sayıda vurgu yapıldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilgili anlamlarının fizikteki enerjiye dönük olduklarını göstermektedir. Muhtemelen bu durum öğretmen adaylarının enerji kavramını çoğunlukla günlük hayattaki enerji anlamları ile ilişkilendirmelerinden kaynaklanmaktadır. Yani öğretmen adayları fizik disiplinine ait enerji ile ilişkili kavram ve kelimeleri genellikle günlük hayatta kullanmaktadırlar. Bu durum ise enerji kavramına yönelik ilk akla fizik disiplinini getirmektedir. Benzer şekilde Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak (2006) yapmış oldukları çalışmada öğretmen

adaylarının enerji ile ilgili tanımlamalarının % 63'ünün fizikteki enerji kavramı üzerine yoğunlaştığını ifade etmişlerdir. Ayrıca Opitz ve diğerleri (2015) öğrencilerin enerjiyi çoğunlukla fizik alanı ile açıklamalarının nedeni olarak, günlük hayatta bu kavramın genellikle fizik ile ilişkilendirilerek kullanılıyor olmalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu sonucu destekler şekilde, öğretmen adaylarının hangi kavram ve kelimeleri enerji kavramı ile ilişkilendirdikleri incelendiğinde, fizik alanı ile yapılan ilişkilendirmelerin en fazla güneş enerjisi, ışık enerjisi, rüzgâr enerjisi, kinetik enerji, çekim potansiyel enerjisi, kömür, elektrik enerjisi ve hidroelektrik enerjisi olduğu görülmüştür. Kimya alanı ile yapılan ilişkilendirmelerin en fazla nükleer enerji, nükleer santraller ve piller şeklinde yapıldığı, biyoloji alanı ile yapılan ilişkilendirmelerin ise genellikle bitki ve besinler şeklinde yapıldığı tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere fizik alanı ile yapılan ilişkilendirmeler günlük hayatta çok fazla karşımıza çıkan yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile ilgilidir. Ayrıca çalışmanın gerçekleştirildiği ilde, güneş, rüzgâr ve su ile elektrik enerjisinin üretildiği, kömürün kullanılarak termik santrallerde de enerjinin elde edildiği tesis ve yapıların çoğunlukta olduğu dikkat çekmektedir. Kimya alanına ilişkin yapılan ilişkilendirmelerde ise şuan bir tartışma konusu olan “nükleer santrallerin kurulumu ile enerji üretimi” önemli bir etken olabilir. Ayrıca biyoloji alanına ilişkin enerjinin bitki ve besinlerle ilişkilendirilmesi, günlük hayatta sağlıklı beslenmede besinlerin enerji ile bağdaştırılarak yorumların yapılmasından kaynaklanıyor olabilir. Enerji kavramına yönelik diğer çalışmalar incelendiğinde ise benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Örneğin; Kurt (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, biyoloji öğretmen adaylarının enerji kavramını genellikle güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, kinetik ve çekim potansiyel enerjisi, nükleer enerji, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji, besinler ve fotosentez ile ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, Trumper, Raviolo ve Shnersch (2000) öğretmen adaylarının enerji kavramını kuvvet, elektrik, ısı, güneş, insan, ışık, güç, hareket, su, akım, atomlar ve kaynaklar ile ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise, öğrenciler enerji kavramını güneş, elektrik, ışık ve hareket ile bağdaştırarak bunlarla ilgili açıklama yapmışlardır (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Bu bağlamda öğretmen adaylarının enerji ile ilgili ilişkilendirme yaparken günlük hayatı dikkate aldıkları ve genellikle enerji ile ilişkili olayları fizik disiplini ile açıkladıkları söylenebilir. Ayrıca 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. Bu doğrultuda uygulamalar öncesi deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramının özelliklerini ne tür kavram ve kelimelerle ilişkilendirdikleri incelendiğinde; deney grubundaki 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 bu anahtar kavramlar ile bağdaştırmışlardır. Kontrol grubundakiler ise enerji formu ile ilgili 60, enerji kaynağı ile ilgili 74, enerji aktarımı ile ilgili 11 ve enerji dönüşümü ile ilgili 22 kavramı veya kelimeyi bu anahtar kavramlar ile ilişkilendirmişlerdir. Bu sonuç her iki gruptaki öğretmen adaylarının enerji kavramının form ve kaynak özelliklerini, aktarım ve dönüşüm özelliklerine nispeten daha fazla ilişkilendirme ile açıklamalar yaptıklarını göstermektedir. Başka bir deyişle uygulamalar öncesi öğretmen adaylarının enerji formu ve enerji kaynak özelliklerine ilişkin bilişsel yapılarının, enerji aktarım ve enerji dönüşüm özelliklerine yönelik bilişsel yapılarından daha zengin ve karmaşık olduğu söylenebilir. Bu durumun oluşmasında fen ile ilgili öğretim programlarında enerji kavramına yönelik özelliklerin yeterince vurgulanarak öğrencilere fark ettirilmemesi olabilir. Ayrıca enerji kavramının diğer disiplinlerle birlikte ele alınarak bütüncül olarak öğretim programlarında yer almaması da bu sonucun ortaya çıkmasında önemli bir etken olabilir. Bununla ilgili Park (2013) çalışmasında öğrencilerin enerjinin tüm özelliklerini yeterince yansıtamadıklarını ifade etmiştir. Bu sonucun nedeni olarak ise, ortak ders kitaplarında enerjinin tüm özelliklerinin entegrasyonuna yer verilmemesini ve enerji kavramının bütünsel bir anlayışla kitaplarda bulunmamasını belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise öğrencilerin enerji kavramının özelliklerine ilişkin bütüncül bir anlama sağlayamadıkları ve yeterli ilişkilendirmeler gerçekleştiremedikleri görülmüştür (Ispal ve diğerleri, 2016). Ispal ve arkadaşları (2016) bu sonucu şu şekilde açıklamaktadırlar; enerji formu ve enerji kaynağına ilişkin tam ve doğru bir şekilde anlama sağlanmadığında enerji aktarımı ve dönüşümü özelliklerinin anlaşılmasında zorluklar yaşanmaktadır. 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.

Bu alt problem doğrultusunda, öğretmen adaylarının yapılan uygulamalar sonrası enerji kavramına ilişkin bilişsel yapıları incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki 621 kavram veya kelime enerji kavramının özellikleri ile ilişkilendirildiği görülmüştür. Buna karşın kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki 356 kavram veya kelime enerji kavramının özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğretmen adayları enerji kavramını fizik alanı (f:407), kimya alanı (f:78) ve biyoloji alanı (f:137) ile bağdaştırarak çeşitli kavram ve kelimelerle açıklama yapmışlardır. Kontrol grubundakiler ise enerji kavramını fizik alanı (f:257), kimya alanı (f:33) ve biyoloji alanı (f:66) ile ilgili kavram ve kelimelerle açıklamışlardır. Bu doğrultuda deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramını çoğunlukla fizik alanı ile ilişkilendirmelerine rağmen, bu kavramı çok sayıda kimya ve biyoloji alanı ile de ilişkilendirmişlerdir. Ancak kontrol grubundaki ilişkilendirmelerin deney grubundaki ilişkilendirmeler kadar çok ve çeşitli sayıda yapılmadığı tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, deney grubunda enerji kavramının fizik, kimya ve biyoloji alanları ile bağdaştırılması kontrol grubundaki disiplinler ile bağdaştırılmasından sayı olarak yaklaşık iki kat daha fazladır. Bu doğrultuda, deney grubunda 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 deney grubunda uygulanan enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi, enerji kavramına yönelik öğretmen adaylarının daha zengin ve karmaşık bilişsel yapılaraya 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 ve Ergin, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Gürdal, Şahin ve Bayram, 1999; Jin ve Anderson, 2012; Klemow, 2015; Liu ve McKeough, 2005; Liu ve Tang, 2004; Nordine, Krajeck ve Fortus, 2010). Bu sonucu destekler nitelikte öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili kavram ve kelimeleri incelediğimizde, deney grubundaki 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 sınırlamamış, ışık ve ısı gibi enerji formlarının diğer disiplinlerde de olabileceğini belirterek enerji form özelliğine yönelik bütüncül bir anlayış gösterdikleri söylenebilir. Buna karşın, kontrol grubundaki 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 kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji formlarını tek bir disiplin çatısı altına alma çabası içerisinde olduklarını ve enerjiyi disiplin bazında düşündüklerini gösterdiği söylenebilir. Görüldüğü üzere, deney grubunda enerji ile ilgili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bütüncül bir bakış açısı, bu kavramı anlamalarında yardımcı olduğu görülmektedir. Ayrıca disiplinler arası öğretimin, öğretmen adaylarının enerji kavramının özelliklerini fark etmelerini ve kapsamlı bir öğrenme gerçekleştirmelerini sağladığı söylenebilir. Buna karşılık kontrol grubunda 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 ve McKeough (2005), Liu ve 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 ve Gallego (2014) ise ders kitaplarına vurgu yaparak, enerji eğitiminde disiplinler arası bağlantıların kitaplarda olması gerektiğini belirtmişlerdir.

5.1.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırmanın dördüncü alt problemi “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili çizimleri nelerdir?*” şeklindedir.

Dördüncü alt problem incelendiğinde, uygulamalar öncesi deney ve kontrol grubundaki fen bilgisi öğretmen adayları çeşitli içeriklerde enerji ile ilgili çizimler gerçekleştirmişlerdir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin içerik dağılımlarının % 95’ini fizik alanı, % 2,5’ini kimya alanı ve % 2,5’ini biyoloji alanındaki enerji kavramı oluşturmaktadır. Benzer şekilde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da çizimlerine ilişkin içerik dağılımları % 91,3’ü fizik alanı, % 3,9’u kimya

alanı ve % 4,8'i biyoloji alanındaki enerji kavramı şeklindedir. Bu bağlamda uygulamalar öncesi gruptaki öğretmen adaylarının çizimlerinin ağırlıklı olarak fizik alanındaki enerji kavramları ile ilişkili olduğu dikkat çekmektedir. 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, Bağ, Sürücü ve Uçak (2006) ve Töman (2011) da fen programlarında ağırlıklı olarak enerji kavramının genellikle fizik öğrenme alanı ile ilişkili bir şekilde yer aldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak (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 öğretmen adaylarının gündelik hayat enerji bilgilerinin de çizimlerinde etkin bir rol oynadığı söylenebilir. Çünkü öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde çizimlerinde nelere yer verdikleri incelendiğinde, deney grubundakiler fizik alanı ile ilişkili olarak rüzgâr türbinleri, güneş paneli, ses enerjisi, hidroelektrik santraller, ışık enerjisi ve fosil yakıtlar ile ilişkili çizimler gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca bu gruptakiler kimya alanına yönelik sadece nükleer santraller ve pillerden, biyoloji alanına ilişkin ise besinlerdeki enerjiden ve biyokütle enerjisinden çizimlerinde bahsetmişlerdir. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinin ise benzer şekilde fizik alanı ile ilişkili olarak güneş paneli, rüzgâr enerjisi, enerji dönüşümleri, kimya alanı ile ilişkili olarak nükleer santraller ve piller, biyoloji alanında ise besinlerdeki enerji, fotosentez ve besin zinciri şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının bağımsız kelime ilişkilendirme testinde enerji kavramını ilişkilendirmiş oldukları kavram ve kelimeler ile paralellik göstermektedir. Yani öğretmen adayları enerji ile ilgili ilişkilendirmiş oldukları kavram ve kelimeleri çizimlerinde yansıtmışlardır. Bu sonuç öğretmen adaylarının günlük enerji bilgileri ile açıklanabilir. Başka bir deyişle, öğretmen adaylarının enerji hakkında yapmış oldukları çizimleri sahip oldukları gündelik enerji

bilgisini yansıtmaktadır. Jin ve Anderson (2012) da bu duruma vurgu yaparak 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 yönelik yapılandırmalarda bu kavrama ilişkin gündelik dilin önemli bir etken olduğunu vurgulamıştır. Enerji kavramının çizimlerde yansıtılmasına yönelik benzer araştırmalar incelendiğinde ise, Kurt (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, öğretmen adayları enerji kavramını çoğunlukla güneş ve ışık enerjisi, rüzgâr paneli, ATP, besin ihtiyacı, bitkiler, ampul, elektrik kablosu, insanlar ve hayvanlar ile ilişkilendirmişlerdir. Opitz, Blanckstein ve Harms (2016) da çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişler ve öğrencilerin enerji ile ilgili anlayışlarının bir disipline dayandığını ifade etmişlerdir. Yılmaz, Yılmaz ve Dilber (2014) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da, öğrenciler enerji kavramını güneş, rüzgâr, gıda, ısı, hareket, ev ve bulut ile bağdaştırmışlardır. Başka bir çalışmada ise, öğrenciler enerji kavramını araba, pervane, yel değirmeni, güneş, elektrik devresi, bilgisayar ve ışık ile ilişkilendirerek çizmişlerdir (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Yürümezoğlu ve arkadaşları (2009) tarafından bu sonuç, öğrencilerin günlük hayattan etkilenip çevrelerinden duydukları enerji kavramı ile ilgili objelerin resmedildiği şekilde açıklamışlardır. Gilbert ve Pope (1986) ise öğrencilerin enerjiyi ele alışlarını 7 kategoride sınıflandırmıştır. Bunlar; (a) insan merkezli (anthropocentric), (b) depolama (depository), (c) bileşen (ingredient), (d) aktivite (activity), (e) ürün (product), (f) işlevsel (functional), (g) akış-transfer (flow-transfer) şeklindedir. Çalışmamızda öğretmen adaylarının enerji ile ilgili çizimlerinin de bu kategoriler doğrultusunda paralellik gösterdikleri söylenebilir. Örneğin, çizimlerde belirtilen besinlerdeki enerji insan merkezli, güneş, pil ve fosil yakıtlar depolama, biyokütle enerjisi bileşen, rüzgâr panelleri ve hidroelektrik santraller aktivite, ses enerjisi ürün, nükleer santraller işlevsel ve besin zinciri akış-transfer ile ilişkilendirilebilir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi enerji ile ilgili çizimlerinin Gilbert ve Pope (1986) tarafından ortaya konan enerji ele alınış biçimleri ile de paralellik gösterdikleri ve yeterli düzeyde olmadıkları söylenebilir.

Bu alt problem doğrultusunda, öğretmen adaylarının yapılan uygulamalar sonrası enerji kavramına ilişkin enerji ile ilgili çizimleri incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinin içerik dağılımının % 56,1'ini fizik alanı, % 15,7'sini kimya alanı ve % 28,2'sini biyoloji alanındaki enerji kavramı oluşturduğu tespit edilmiştir.

Buna karşın kontrol grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinin içerik dağılımının ise % 75,5'ini fizik alanı, % 11,4'ünü kimya alanı ve % 13,1'ini biyoloji alanındaki enerji kavramı oluşturduğu görülmüştür. Bu doğrultuda deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinde yer vermiş oldukları enerji kavramına yönelik çizimlerin sayılarının ve çeşitlerinin arttığı ve diğer alanlardaki enerji kavramlarına da değindikleri söylenebilir. Ancak, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinde yer vermiş oldukları enerji kavramının yine ağırlıklı olarak fizik alanından seçildiği ve bu alana özgü olduğu görülmesine rağmen, deney grubunda farklı bir sonuç ortaya çıkmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında, deney grubunda 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 kontrol grubunda 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 ve 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 ve 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 ve 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 ve Akdeniz (2003) enerji öğretiminde enerji kaynakları, enerji tüketimi ve enerji ihtiyacı gibi konulara da vurgu yapılmasının gerektiğini, çünkü bu konuların sosyal yaşamın, ekonomik planlamaların ve siyasetin de temel kavramlarından biri haline geldiğini ifade etmişlerdir. Bununla ilgili olarak, Güneş ve Taştan-Akdağ (2016) ise enerji konuları işlenirken enerjinin, evrenin oluşumu, doğa olayları, fiziksel olaylar, enerjinin kimyasal boyutu ve canlı sistemdeki enerji değişimleri birbiriyle ilişkilendirilerek anlatılması ve öğrencilere yaşamlarının her anında enerjiyi kullandıkları, enerjiyle karşılaştıkları ve enerjinin hayatın tam da kendisi olduğunun fark ettirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

5.1.5 Beşinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırmanın beşinci alt problemi “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeyleri nasıldır?*” şeklindedir.

Beşinci alt problem incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin uygulama öncesi düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 şeklinde dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu doğrultuda deney grubundaki öğretmen adaylarının tamamı enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirmişler ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu çizimlerin ve açıklamaların düzey 5’e ulaşmadığı, düzey 2 (f:12), düzey 3 (f:11) ve düzey 4 (f:9) seviyelerinde dağılım gösterdikleri görülmüştür. Benzer şekilde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin uygulama öncesi düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 şeklinde dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da tamamı enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirmişler ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu çizimlerin ve açıklamaların düzey 5’e ulaşmadığı, düzey 2 (f:11), düzey 3 (f:8) ve düzey 4 (f:13) seviyelerinde dağılım gösterdikleri görülmüştür. Bu durum fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilgili kavramsal anlamalarının yeterli düzeyde olmadıklarını göstermektedir. Çünkü öğretmen adayları enerji ile ilgili bir çizim yapmalarına rağmen bu çizimlerin bazılarında istenilen açıklamalar bulunmamakta bazılarında ise açıklamaların kavram yanılığası içerdiği görülmüştür. Bu sonucun ortaya çıkmasında öğretmen adaylarının enerji hakkındaki bilimsel bilgileri ile günlük enerji bilgileri arasındaki farklılıklar etkili olmuş olabilir. Bununla ilgili Maskill ve Pedrosa (1997) da

enerji gibi soyut ve karmaşık bir kavramın öğretiminde zorlukların yaşanılmasının nedeni olarak öğrencilerin bilimsel dillerine günlük dillerin direnç gösterdiğini belirtmişlerdir. Sonuçla ilgili olarak Duit (1984) gerçekleştirmiş olduğu bir çalışmada, öğrencilerin enerji konusunda açıklamalarını genellikle günlük deneyim ve konuşma dilini kullanarak yaptıklarını ifade etmiştir. Başka bir çalışmada da Trumper, Raviolo ve Shnersch (2000) öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlamalarının bu kavramın bilimsel gerçekten uzak anlaşılmasından etkilendiğini belirtmişlerdir. Ioannidis ve Spiliotopoulou (1999) da öğrencilerin enerji ile ilgili çizimlerini incelemişler ve bu çizimlerin öğrencilerin günlük enerji bilgilerini yansıttıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmada, öğretmen adaylarının bu kavrama yönelik çizimlerinin enerji kavramının tüm özelliklerini yansıtmadığı, genellikle enerji formu ve kaynakları ile ilgili çizimler gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Bu sonuç ise, fen ile ilgili öğretim programlarının enerji kavramının tüm yönlerine vurgu yapmaması ve ders kitaplarının enerji ile ilgili bilgilendirmelerde hem görsel hem de açıklamalarda yeterli düzeyde olmamasından kaynaklanabilir. Çünkü enerji kavramına yönelik bilimsel içerikler öğretim programlarında fizik alanı ağırlıklı olarak yer almaktadır (Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006; Töman, 2011). Bu doğrultuda ise ders kitapları da enerji kavramının fizik disiplinine vurgu yapmakta ve bunlarla ilgili görsel ve açıklamalara yer vermektedir. Dolayısı ile bu çalışmanın sonuçları ile paralel olarak enerji ile ilgili çizimlerde fizik alanından çizimler yer almakta ve çoğunlukla enerji formu ve enerji kaynağı özelliklerine atıfta bulunmaktadır. Stylianidou, Ornerod ve Ogborn (2002) öğrencilerin enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin yeterli seviyede olmamalarını, kitaplardaki enerji ile ilgili resimlerin iyi organize edilmemesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Kaper ve Goedhart (2002) da öğretimde kullanılan ders kitaplarını incelemişler ve bu kitapların enerji formlarına yönelik sadece kinetik ve potansiyel enerjiden bahsettiklerini, kitaplarda yeterli düzeyde enerji konusunun yer almadığını belirtmişlerdir. Bu durumla ilgili Töman ve Odabaşı-Çimer (2012) de öğrencilere daha çok belli başlı enerji formlarının ve diğer bilgilerin öğretildiğini, öğretim programlarında yeterince enerji ile ilgili kazanımlara yer verilmediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca derslerde enerji ile ilgili güncel örneklere, görsel etkinliklere yer verilmesinin bu kavrama yönelik kavramsal anlamının gelişiminde etkili olabileceğini belirtmişlerdir (Töman ve Odabaşı-Çimer, 2012). Töman ve Odabaşı-Çimer (2013) bir başka çalışmalarında ise enerji konusunun öğretiminde belli

bir sistematığın izlenmesi gerektiğine vurgu yaparak, enerjinin tüm özelliklerinin bir sıra ile işlenmesine atıfta bulunmuşlardır. Ek olarak Ertaş, Şen ve Parmaksızoğlu (2011) da enerji konusunun günlük hayatla iç içe olan konuların başında geldiğini ve ağırlıklı olarak fizik dersi ile ilişkilendirildiğini ifade etmişlerdir.

Bu alt problem doğrultusunda, öğretmen adaylarının yapılan uygulamalar sonrası enerji kavramına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının düzey 3, düzey 4 ve düzey 5 şeklinde dağılım gösterdikleri görülmüştür. Buna karşın kontrol grubundaki öğretmen adaylarının düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 şeklinde dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Yani deney grubundaki öğretmen adaylarının yapılan etkinlikler sonrası enerji ile ilişkili kavramsal anlamaları düzey 5 (f:13) şeklinde gelişirken, kontrol grubundaki hiçbir öğretmen adayının bu düzeyde bir çizim gerçekleştirdiği görülmemiştir. Örneğin deney grubunda bu düzeyde bulunan öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili çizimleri bu kavramın tüm özelliklerini (enerji formu, enerji kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümü) yansıtmaktadır. Ayrıca bu çizimlere ilişkin açıklamaları bilimsel olarak doğru ifadeleri içermektedir. Görüldüğü üzere bu kavrama yönelik hem tüm özellikleri çizimlerde yansıtan hem de yapmış oldukları açıklamalarda kavram yanılığısı içermeyen bir çizime kontrol grubunda rastlanılmamıştır. Sonucun ortaya çıkmasında yine disiplinler arası öğretim ile işlenen enerji ile ilişkili etkinlikler rol oynamış olabilir. Çünkü disiplinler arası öğretim, öğretmen adaylarının enerji kavramının tüm özelliklerini diğer disiplinler ile ilişkilendirme yapmalarında etkili bir rol oynamakta ve bu özelliklerin fark edilerek öğrenilmesinde onlara yardımcı olmaktadır. Örneğin, deney grubundaki öğretmen adayı ışık enerjisinin bir enerji formu olduğunu, güneş panelleri sayesinde elektrik enerjisine dönüşebildiğini ve elektrik enerjisinin kablolar ile elektron sürüklenmesi hareketi ile bir yerden başka bir yere aktarıldığını öğrenmektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayı ışık enerjisini fotosentez ile ilişkilendirerek kimyasal bağ enerjisinin üretildiğini ve besinlerle enerjinin insanlara aktarıldığını fark etmektedir. Görüldüğü üzere öğretmen adayı disiplinler arası öğretim sayesinde enerji kavramının form, kaynak, aktarım ve dönüşüm özelliklerini fark etmekte ve tek bir disipline bağlı kalmadan bütüncül olarak bu kavramla ilgili bilgiler edinmektedir. Bu doğrultuda enerji hakkında söz konusu bilgilere sahip öğretmen adayı çiziminde enerji kavramına yönelik tüm özellikleri çizimlerine taşımakta ve bununla ilgili yapmış olduğu açıklamalarda doğru bilimsel ifadeleri içermektedir. Buna karşın kontrol grubundaki bir öğretmen adayı ise ışık

enerjisini sadece fizik alanı ile ilişkilendirmekte ve ışık enerjisinin enerjinin bir formu olduğunu, enerji üretiminde kullanılıp kullanılmadığını, nasıl aktarıldığını ve hangi enerji formlarına hangi durumlarda dönüştüğü hakkında farkındalıklar edinmemektedir. Enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeyleri de yeterli seviyeye ulaşmamaktadır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik çizimlerdeki kavramsal anlama düzeylerinin gelişiminde bu kavrama ilişkin bilginin, kavramın özelliklerini fark edilmesi ve bütün disiplinlerle ilişkilendirmenin etkili bir rol oynadığı söylenebilir. Enerji kavramına yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde ise, bu kavramın öğretiminde disiplinler arası öğretime dayalı derslerin işlenmesi ve enerji kavramının özelliklerinin dikkate alınması öğrencilerin bilgi düzeylerini arttırdığı ve bilgileriyle ilişkili olarak kavramsal anlama düzeylerini geliştirdiği görülmektedir (Akpınar ve Ergin, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Fortus, Sutherland, Reiser ve Krajcik, 2015; Güneş ve Taştan-Akdağ, 2016; Jin ve Anderson, 2012; Ispal ve diğerleri, 2016; Klemow, 2015; Liu ve McKeough, 2005; Liu ve Tang, 2004; Nordine, Krajcik ve Fortus, 2010; Opitz ve diğerleri, 2015; Park, 2013). Ayrıca Papadouris, Constantinou ve Kyratsi (2008) geleneksel yaklaşımların enerji konusundaki kavramsal anlamayı geliştiremediğini ifade etmişlerdir. Bu yaklaşımların öğrencilerin enerji kavramını fizik, kimya ve biyoloji gibi belirli bir alan içerisinde düşünmelerine neden olduğunu ve böylece disiplinler arası ilişkiyi kurmalarına engel olduğu belirlenmiştir (Gürdal, Bayram ve Şahin, 1999; Kurnaz, 2007). Konu hakkında Özcan (2006) ise fen ile ilgili öğretim programlarında enerji kavramlarının fizik, kimya ve biyoloji ile ilgili ünitelerde ayrı ayrı yer almasının yerine bir bütünlük içerisinde bağımsız bir ünite içerisinde yer almasını önermektedir.

5.1.6 Altıncı Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırmanın altıncı alt problemi “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin yapılan açıklamalardaki enerji kavramına yönelik kavram yanlışları nelerdir?*” şeklindedir.

Altıncı alt problem incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde gerçekleştirmiş oldukları çizimlere yönelik açıklamalarında, enerji kavramı ile ilişkili çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Bu kavram yanlışları incelendiğinde her iki gruptaki öğretmen adaylarının en fazla enerji

kaynaklarına yönelik bilimsel olmayan ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, öğretmen adayları çoğunlukla “Güneş panelleri ile güneşten gelen ışığı soğurarak sıcak su elde ederiz” ve “Rüzgâr gülleri hareket enerjisini ışık enerjisine dönüştürür” kavram yanlışlarına sahiptirler. Yani öğretmen adayları çizimlerinde rüzgâr gülleri ve güneş panelleri çizmelerine rağmen bunların nasıl enerji ürettiği hakkında doğru bilimsel bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir. Benzer kavram yanlışları çeşitli çalışmalarda da gözlenmiştir (Ertaş, Şen ve Parmaksızoğlu, 2011; Töman, 2011; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2012). Ayrıca uygulamalar öncesi öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgârdan, güneş panellerinden ve jeotermal santrallerden enerji üretilmesinde, nükleer enerji ve kimyasal enerjinin açıklanmasında ve bazı ev aletlerindeki enerji dönüşümlerinin fark edilmesinde kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuca paralel olarak, öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya çıkaran çalışmalar bulunmaktadır (Benzer ve diğerleri, 2014a; 2014b; Chabalengula, Sanders ve Mumba, 2011; Gürdal, Bayram ve Şahin, 1999; Herrmann-Abell ve DeBoer, 2011; Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006; Kurnaz, 2007; Lee, 2016; Papadimitriou, 2004; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2013; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2012; Trumper, 1997). Enerji kavramına yönelik gerçekleştirilen çalışmalar, öğrencilerin enerji ile ilgili çeşitli kavram yanlışları ile eğitime ve okul hayatına başladıklarını belirtmektedirler (Neumann ve diğerleri, 2013; Watts, 1983). Çünkü bu kavram yanlışları kişilerin günlük deneyimlerine bağlı olarak yapılandırılmaktadır. Ancak öğretim boyunca kavramla ilgili bilimsel açıklamaların sahip olunan kavram yanlışları ile çelişmemesi gerekir. Aksi takdirde kavram yanlışlığı gelişir ve değişim süreci zor ve uzun olmaktadır (Trumper, Raviolo ve Shnersch, 2000). Böylece öğrencilerin kavram yanlışları devam ederek üniversiteye kadar gelebilmektedir. Bu çalışmada öğretmen adaylarında gözlenen kavram yanlışlarının günlük enerji bilgi eksikliğinden ve fen ile ilgili öğretim programlarının enerji kavramına yönelik eksikliklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Bununla ilgili Lancor (2015) da öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının enerjinin günlük kullanımından ve anlaşılmasından kaynaklandığını ve onunla bağlantılı olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, Jin ve Anderson (2012) kavram yanlışlarının enerji kavramının gündelik hayat ile bilimsel çağrışımlarının yanlış uygulamalarından ortaya çıkabildiğini belirtmişlerdir.

Bu alt problem doğrultusunda, öğretmen adaylarının yapılan uygulamalar sonrası enerji kavramına yönelik çizimlerdeki açıklamaları incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi sahip oldukları kavram yanlışlarının hiçbirisi tekrar gözlenmemiştir. Bu duruma karşılık aynı gruptaki öğretmen adaylarında hidroelektrik enerji kaynağı ve enerji aktarımı ile ilgili yeni kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Ancak söz konusu kavram yanlışlarına sahip öğretmen adaylarının bu konuların işlendiği hafta yapılan uygulamalara katılmadıkları tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ise, uygulamalar öncesi öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışlarının bazılarının tekrar gözlenmediği, bazılarının ise yok olmadığı görülmüştür. Örneğin, güneş panelleri ve bitkilerin besin ihtiyacı ile ilgili kavram yanlışları aynı öğretmen adaylarında uygulamalar sonrasında da gözlenmiştir. Ayrıca bazı yeni kavram yanlışlarının uygulamalar sonrasında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Örneğin, güneş panelinin çalışma prensibi ve jeotermal enerjinin üretimi hakkında bu gruptaki öğretmen adaylarının bazılarının kavram yanlışına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu bağlamda kavram yanlışlarının giderilmesinde, disiplinler arası öğretim yaklaşımının etkili olduğu söylenebilir. Çünkü disiplinler arası öğretim ile öğretmen adayları enerji kavramına yönelik günlük enerji bilgilerini arttırmışlar ve bu kavramın tüm özelliklerini fark ederek bütüncül bir anlama gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca enerji kavramına yönelik kavram yanlışlarının giderilmesinde disiplinler arası ilişkilerin kurulmasının (Aydın ve Balım, 2005), fen öğretiminde fizik, kimya ve biyoloji arasında entegrasyonun kurulmasının (Akpınar ve Ergin, 2004) etkili olduğu görülmüştür. Ek olarak, bu kavrama yönelik sahip olunan kavram yanlışlarının giderilmesinde fen derslerinde çürütme metinlerinin kullanımı (Diakidoy, Kendeou ve Ioannides, 2003), bu konuda öğrencilerin bilgilerinin artırılması ve karar verme becerileri ile eleştirel düşünme becerilerine yönelik öğretimlerin gerçekleştirilmesi (Lee, 2016), derslerde simülasyonlar ile u eğimi kullanmanın (Ispal ve diğerleri, 2016) ve kavram değişim metinlerinin kullanımı (Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006) etkin bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak (2006) enerji kavramının ilköğretimden itibaren ayrı bir konu olarak öğretim programında ele alınmasının ve konunun diğer alanlarla da ilişkisi kurularak bir bütünlük sağlanmasının gerekliliğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Köse, Ayas ve Uşak (2006) geleneksel öğretim yöntemlerinin enerji kavramına ilişkin kavram yanlışlarının giderilmesinde yetersiz olduğunu vurgulamaktadırlar.

5.1.7 Yedinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırmanın yedinci alt problemi “*Fen Bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik gündelik hayatla ilişkili durumları açıklama düzeyleri nasıldır?*” şeklindedir.

Yedinci alt problem incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili resimleri açıklama düzeylerine ilişkin, katılımcıların % 24,3’ü sıfır (yanıt yok) düzeyinde, % 29,0’ı bir (kavram yanlışlığı içeren açıklamalar) düzeyinde, % 29,0’ı iki (kısmi açıklama) düzeyinde ve % 17,7’si üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde oldukları görülmüştür. Benzer şekilde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da enerji ile ilişkili resimleri açıklama düzeylerine ilişkin, katılımcıların % 25,2’si sıfır (yanıt yok) düzeyinde, % 31,9’u bir (kavram yanlışlığı içeren açıklamalar) düzeyinde, % 26,7’si iki (kısmi açıklama) düzeyinde ve % 16,2’si üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde oldukları tespit edilmiştir. Bu durum her iki gruptaki öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili gündelik hayattan olayları yeterli düzeyde bilimsel olarak doğru bir şekilde açıklayamadıklarını ve diğer fen kavramlarıyla da ilişkilendiremediklerini göstermektedir. Bu sonucun ortaya çıkmasında fen ile ilgili derslerde fen konularının ve enerji kavramının gündelik hayatla yeterince bağdaştırılmaması ve bu kavrama yönelik bilgi eksiklikleri gösterilebilir. Konu ile ilgili olarak, Liu ve Ruiz (2008) de enerji kavramına yönelik bilimsel açıklamaların gerçekleştirilmesinde öğrencilerin bilişsel seviyelerinin ve bu kavrama ilişkin günlük ve bilimsel bağlamlarının etkin bir rol oynadığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Ayvacı ve Devecioğlu (2008), Bezen (2014), Özcan (2006) ve Sertkahya (2016) da enerji kavramına yönelik günlük hayatın bağdaştırılmasında öğrencilerin zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bununla ilgili yapılan diğer çalışmalar da incelendiğinde, öğrencilerin sadece enerji kavramına yönelik değil aynı zamanda fenle ilgili diğer kavramlarda da bilimsel olmayan açıklamalar yaptıkları ve bu açıklamaların temelini çoğunlukla günlük hayattan edinilen deneyimlerin oluşturduğu tespit edilmiştir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez (2009) de yapmış oldukları çalışmada, öğrencilerin enerji kavramına ilişkin yanıtlarının günlük hayattan etkilenecek çevrelerinden duydukları bilgiler olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışma kapsamında ele alınan; sera etkisi, fosil yakıt kullanımı, asit yağmurları ve küresel ısınma (Arsal, 2010; Eroğlu ve Aydoğdu, 2016), yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji (Güven ve Sülün, 2017), enerji tasarrufu (Ertaş, Şen ve Parmaksızoğlu, 2011), obezite ve sağlıklı beslenme (İnel,

Evrekli ve Günay, 2012), besinlerdeki enerji (Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006; Köse, Ayas ve Taş, 2003; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2013), fotosentez (Köse, 2004; Köse, Ayas ve Taş, 2003), nükleer santraller ve çevre ile ilişkisi (Ateş ve Saraçoğlu, 2013), hava, toprak ve su kirliliği (Çabuk ve Karacaoğlu, 2003), bağ enerjisi (Baykan, 2008), ışık enerjisi (Kaya, 2010; Kocakülâh, 2006) ve ses enerjisi (Hrepic, 1998; Töman, 2011; Töman ve Odabaşı-Çimer, 2012) konularında da öğretmen adaylarının bilgi eksikliği yaşadıkları, çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları ve bilimsel olarak doğru açıklamalar yapamadıkları tespit edilmiştir. Maskill ve Pedrosa (1997) enerji gibi soyut ve karmaşık kavramların öğretiminde zorlanılmasının önceki eksik ve yetersiz bilgilerle, bilimsel dile günlük dilin direnç göstermesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda enerji kavramına yönelik öğretimlerin, tek bir disipline dayalı olmamasına, günlük hayattan kopuk olmamasına ve hem programların hem de ders kitaplarının yeterli ve kapsamlı bilgiler içermesine özen gösterilmelidir.

Bu alt problem doğrultusunda, öğretmen adaylarının yapılan uygulamalar sonrası enerji kavramı ile ilişkili resimleri açıklama düzeyleri incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının % 6,2'si iki (kısmi açıklama) düzeyinde, % 32,8'i üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde ve % 61,0'ı dört (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde oldukları görülmüştür. Ancak kontrol grubundaki öğretmen adaylarının % 26,6'sı iki (kısmi açıklama) düzeyinde, % 62,9'u üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde ve %10,5'i dört (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca her iki gruptaki öğretmen adaylarının hiçbirinin uygulamalar sonrası enerji ile ilişkili günlük yaşam olaylarını içeren resim kartlarını açıklamalarının sıfır (0) ve bir (1) düzeylerinde olmadıkları belirlenmiştir. Buna karşın, deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası resim kartlarına ilişkin açıklamalarının çoğunlukla dört (4) seviyesinde olduğu, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ise çoğunlukla üç (3) düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum enerji kavramı ile ilişkili resimleri deney grubundaki öğretmen adaylarının kapsamlı olarak hem enerjinin özellikleriyle hem de diğer fen kavramlarıyla ilişkilendirerek doğru bir şekilde açıklayabildiklerini, kontrol grubundakilerin ise resimleri enerjinin özellikleri ve diğer fen kavramları ile ilişkilendirmeden bilimsel olarak doğru ifadeler kullanarak açıklamaya çalıştıklarını göstermektedir. Bu sonucun ortaya çıkmasında enerji ile ilişkili etkinliklerle bilgi düzeylerinin artması etkili olmuş olabilir. Yani enerji ile ilişkili resimlerin bilimsel olarak doğru açıklanabilmesinde öğretmen adaylarının bu kavrama

yönelik bilgilerinin artması etkin bir rol oynamış olabilir. Ancak günlük hayatla ilişkili resimlerin hem enerji hem de diğer fen kavramları ile ilişkilendirilerek kapsamlı bir şekilde açıklanabilmesinde, disiplinler arası öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Çünkü disiplinler arası öğretimde öğretmen adayları enerji kavramının tüm özelliklerine ilişkin günlük hayattan örnekler ile karşı karşıya gelmekte ve bu örnekleri fizik, kimya ve biyoloji disiplinleri ile bağdaştırarak tartışmaktadırlar. Örneğin sera etkisi ve küresel ısınma olayında öğretmen adayları enerjinin form, kaynak, aktarım ve dönüşüm özelliklerini kullanarak, fosil yakıtlarla enerji üretimini, açığa çıkan CO₂ salınımını, atmosferde oluşan bir tabaka ile yeryüzüne aktarılan enerjinin tutulmasını, tutulan enerjinin başka enerji formlarına dönüşmesini ve bunun olası sonuçlarını hem grupça hem de sınıfça tartışmaktadırlar. Böylece disiplinler arası öğretim ile hem öğretmen adaylarının gündelik hayatla bağlantılı konulara yönelik bilgi düzeyleri artmakta hem de diğer alanlarla ilişkili olan enerjinin özelliklerini fark ederek günlük enerji bilgileri ile bilimsel bilgileri bağdaştırılmaktadır. Bu sonuca paralel olarak Akpınar ve Ergin (2004) kavramların çoklu disiplinlerle ve günlük hayatla ilişkilendirilerek verilmesi, öğrencilerin enerji kavramına yönelik bilişsel düzeylerini arttırmada ve yapılan açıklamaların derinlemesine ve ayrıntılı olmasında etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Lay ve diğerleri (2013) öğrencilerin günlük hayatlarında enerjiye yönelik anlamalarının ve açıklama düzeylerinin gelişiminde bağlam temelli öğretim programının önemini ifade etmektedirler. Bu doğrultuda enerji kavramına yönelik etkili bir öğretimin gerçekleştirilmesi ve bu kavramla ilişkili olayların bilimsel olarak doğru bir şekilde açıklanabilmesi, enerjinin tanımı, formu, kaynağı, enerji dönüşümü ve korunumu gibi kavramların üzerinde durulmasına ve diğer alanlarla bağdaştırılarak günlük hayattan örnekler verilmesine bağlıdır (Benzer ve diğerleri, 2014a; Ünal-Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007; Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Ek olarak Ispal ve arkadaşları (2016) enerji kavramının öğretiminde simülasyonlar ile u eğimi kullanımının günlük bağlamdaki enerji kavramının kullanımını geliştirdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Ertaş, Şen ve Parmaksızoğlu (2011) da yapılan okul dışı bilimsel etkinliklerin, öğrencilerin “enerji” konusunu anlama ve konuyu günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerini arttırdığını ifade etmişlerdir.

5.2. Sonuçlar

Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Fen bilgisi oğretmen adaylarına uygulanan enerji kavramları başarı testi ön test sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki oğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik başarıları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.
2. Enerji ile ilişkili etkinliklerin fen bilgisi oğretmen adaylarına uygulanması sonucu, her iki gruptaki oğretmen adaylarının bu kavrama yönelik başarılarının arttığı tespit edilmiştir. Ancak disiplinler arası oğretimin gerçekleştirildiği deney grubundaki oğretmen adaylarının başarılarının, mevcut yaklaşıma dayalı oğretimin gerçekleştirildiği kontrol grubundaki oğretmen adaylarının başarılarından daha fazla artış olmuştur. Bu artışın ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.
3. Araştırmada kullanılan ‘‘Enerji Kavramları Başarı Testi’’ enerji kavramına yönelik Bloom taksonomisine ait bilgi boyutundaki olgu, kavramsal, işlemsel ve stbilişsel bilgi ile bilimsel süreç boyutundaki hatırlama, anlama ve uygulama düzeylerinde sorular içermektedir. Bu doğrultuda oğretmen adaylarının uygulamalar sonrası başarılarının arttığı görülmüştür. Ancak deney grubundaki oğretmen adaylarının başarılarının kontrol grubuna göre daha fazla arttığı ve bu artışın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.
4. Fen bilgisi oğretmen adaylarına uygulanan iki aşamalı enerji kavramları tanı testi ön test sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki oğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.
5. Enerji ile ilişkili etkinliklerin fen bilgisi oğretmen adaylarına uygulanması sonucu, her iki gruptaki oğretmen adaylarının bu kavrama yönelik kavramsal anlamalarının geliştiği tespit edilmiştir. Ancak disiplinler arası oğretimin gerçekleştirildiği deney grubundaki oğretmen adaylarının kavramsal anlama puanlarının, mevcut yaklaşıma dayalı oğretimin gerçekleştirildiği kontrol grubundaki oğretmen adaylarının kavramsal anlama puanlarından daha fazla

arttığı görülmüştür. Bu artışın ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

6. Araştırmada kullanılan “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi” enerji kavramına yönelik Bloom taksonomisine ait bilgi boyutundaki olgu, kavramsal, işlemsel ve üstbilişsel bilgi ile bilimsel süreç boyutundaki uygulama ve çözümlene düzeylerinde sorular içermektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının uygulamalar sonrası bu düzeydeki kavramsal anlamalarının geliştiği görülmüştür. Ancak deney grubundaki öğretmen adaylarının bu düzeydeki kavramsal anlama puanlarının kontrol grubuna göre daha fazla arttığı ve bu artışında istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.
7. Araştırmada kullanılan “İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi”nin ikinci aşaması enerji kavramına yönelik kavram yanılgılarını içermektedir. Uygulamalar öncesi her iki gruptaki öğretmen adaylarının bu veri toplama aracındaki çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Ancak uygulamalar sonucu deney grubundaki öğretmen adaylarının, kontrol grubundakilere göre daha az kavram yanılgısına sahip oldukları tespit edilmiştir.
8. Bu bağlamda araştırma sonucunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik başarılarının artmasında, kavramsal anlamalarının gelişiminde ve kavram yanılgılarının giderilmesinde enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesinin daha etkili olduğu belirlenmiştir.
9. Bağımsız kelime ilişkilendirme testi çalışma öncesinde öğretmen adaylarına uygulanmış ve öğretmen adayları tarafından enerji kavramına yönelik üretilmiş kavramların veya kelimelerin toplam sayısı ve her anahtar kavram için üretilen kelime sayısı hesaplanmıştır. Bu doğrultuda deney grubundaki öğretmen adayları uygulamalar öncesinde enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 242 kavram veya kelime vermişlerdir. Ayrıca bu kavram veya kelimeler ile ilgili cümleler kurmuşlardır. Başka bir deyişle deney grubundaki öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki 242 kavram veya kelime enerji kavramının özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu gruptaki 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 bu anahtar kavramlar ile

bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Kontrol grubundaki öğretmen adayları ise uygulamalar öncesinde enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 167 kavram veya kelime vermişlerdir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki bu kavram veya kelimeler enerji kavramının özelliklerinden enerji formu ile ilgili 60, enerji kaynağı ile ilgili 74, enerji aktarımı ile ilgili 11 ve enerji dönüşümü ile ilgili 22 kavramı veya kelimeyi temsil ettiği tespit edilmiştir.

10. Bağımsız kelime ilişkilendirme testine ilişkin uygulamalar öncesi deney grubundaki öğretmen adaylarının, enerji kavramını genellikle fizik alanı ile ilgili kavram ve kelimeler ile ilişkilendirdikleri (f:222), kimya (f:13) ve biyoloji (f:10) alanındaki kavram veya kelimelere daha az vurgu yaptıkları belirlenmiştir. Ayrıca kontrol grubundaki öğretmen adaylarının da uygulamalar öncesinde enerji kavramının özelliklerini çeşitli kavram ve kelimelerle ilişkilendirdikleri görülmüştür. Ancak yapılan ilişkilendirmelerin genellikle fizik alanı ile ilgili kavram ve kelimeler ile yapıldığı (f:153), kimya (f:11) ve biyoloji (f:4) alanındaki kavram veya kelimelere az sayıda vurgu yaptıkları belirlenmiştir.
11. Bağımsız kelime ilişkilendirme testine ilişkin uygulamalar sonrası, deney grubundaki öğretmen adayları uygulamalar sonrasında enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 621 kavram veya kelime vermişlerdir. Bu gruptaki 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 bu anahtar kavramlar ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurmuşlardır. Kontrol grubundaki öğretmen adayları ise uygulamalar sonrasında enerji kavramının özelliklerine yönelik toplam 356 kavram veya kelime vermişlerdir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının da enerji formu ile ilgili 116, enerji kaynağı ile ilgili 106, enerji aktarımı ile ilgili 48 ve enerji dönüşümü ile ilgili 86 kavramı veya kelimeyi bu anahtar kavramlar ile bağdaştırarak, bunlarla ilgili cümleler kurdukları tespit edilmiştir.
12. Bağımsız kelime ilişkilendirme testine ilişkin uygulamalar sonrası deney grubundaki öğretmen adayları enerji kavramını fizik alanı (f:407), kimya alanı (f:78) ve biyoloji alanı (f:137) ile ilgili kavram ve kelimelerle ilişkilendirmişlerdir. Ancak kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji

kavramını fizik alanı (f:257), kimya alanı (f:33) ve biyoloji alanı (f:66) ile ilgili kavram ve kelimelerle ilişkilendirdikleri belirlenmiştir.

13. Bu bağlamda araştırma sonucunda, deney grubunda enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel yapılarını geliştirdiği ve zenginleştirdiği tespit edilmiştir.
14. Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar öncesi, deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinin içerik dağılımının % 95'ini fizik alanı, % 2,5'ini kimya alanı ve % 2,5'ini biyoloji alanındaki enerji kavramı şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki çizimlerin içerik dağılımının ise % 91,3'ünü fizik alanı, % 3,9'unu kimya alanı ve % 4,8'ini biyoloji alanındaki enerji kavramı ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.
15. Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar öncesi, deney grubundaki 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 besinlerin sahip olduğu enerjiyi göstermek amacıyla besinleri ve organik atıklardan elde edilen enerjiyi belirtmek amacıyla biyokütle enerji santrallerini çizerek, bunlar hakkında açıklamalar yapmışlardır.
16. Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar öncesi, kontrol grubundaki öğretmen adayları enerji ile ilgili çizim olarak en fazla enerji kaynağına yönelik elektrik enerjisi üreten güneş panellerini, rüzgâr enerjisini üreten rüzgâr pervanelerini ve enerji dönüşümlerini göstermek amacıyla çeşitli enerji formlarının birbirlerine dönüştüğü cihaz ve aletleri çizerek açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adayları kimya alanından sadece nükleer santralleri ve elektrik enerjisi veren pilleri, biyoloji alanından besinlerin sahip olduğu enerjiyi göstermek amacıyla bir adet besini, fotosentez olayını ve enerji aktarımını ifade etmek amacıyla ise besin zincirini çizerek açıklamışlardır.
17. Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar sonrası, deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinin içerik dağılımının % 56,1'ini fizik alanı, % 15,7'sini kimya alanı ve % 28,2'sini biyoloji alanındaki enerji kavramından oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğretmen adayları fizik

alanındaki enerjiyi çoğunlukla rüzgâr pervanesi ile rüzgâr enerjisini, barajlar ile hidroelektrik enerjisini, güneş panelini, bir insanın konuşması ile ses enerjisini, çeşitli alet ve cihazlar ile enerji dönüşümlerini, elektrik enerjisini kablolar ile enerji aktarımını gösteren çizimler gerçekleştirmişlerdir. Kimya alanındaki enerjiyi en fazla pil resmi çizerek sahip olduğu kimyasal enerji ile bağdaştırmışlardır ve nükleer santraller çizerek nükleer enerji ile ilişkilendirmişlerdir. Biyoloji alanındaki enerjiyi ise besinlerin sahip olduğu kimyasal bağ ile, fotosentez olayındaki enerji üretimi ile ve organik bileşiklerin yanması ile ortaya çıkan biyokütle enerjisi ile çizerek açıklamışlardır.

- 18.** Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar sonrası, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinin içerik dağılımının % 75,5'ini fizik alanı, % 11,4'ünü kimya alanı ve % 13,1'ini biyoloji alanındaki enerji kavramı oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayları fizik alanındaki enerjiyi çoğunluklu olarak 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 santraller ile bağdaştırmışlardır. Biyoloji alanındaki enerjiyi ise kimyasal bağ, besinlerdeki enerji, besin zinciri, fotosentez ve mitokondri olaylarını çizerek açıklamışlardır.
- 19.** Bu bağlamda araştırma sonucunda, deney grubunda enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik çizimlerinin içerik olarak sayılarının ve çeşitlerinin artmasına, diğer alanlardaki enerji kavramlarına da fazlasıyla değinmelerine neden olduğu belirlenmiştir.
- 20.** Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar öncesi, hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin düzey 2, düzey 3 ve düzey 4 şeklinde dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, her iki gruptaki öğretmen adaylarının tamamı enerji ile ilgili bir çizim gerçekleştirmişler ve bu çizimlere ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ancak bu çizimlerin ve açıklamaların düzey 5'e ulaşamadığı görülmüştür.

21. Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar sonrası, deney grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin düzey 3 (f:1), düzey 4 (f:15) ve düzey 5 (f:13) şeklinde dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Ancak, uygulamalar sonrası kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin düzey 2 (f:9), düzey 3 (f:6) ve düzey 4 (f:14) şeklinde dağılım gösterdikleri belirlenmiştir.
22. Bu bağlamda araştırma sonucunda, deney grubunda enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin enerji kavramına yönelik kavramsal anlama düzeylerini geliştirdiği tespit edilmiştir.
23. Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar öncesi, hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür.
24. Deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerdeki açıklamalarda, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgârdan, güneş panellerinden ve jeotermal santrallerden enerji üretilmesinde, nükleer enerji ve kimyasal enerjinin açıklanmasında ve bazı ev aletlerindeki enerji dönüşümlerinin fark edilmesinde kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmiştir.
25. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ise çizimlerdeki açıklamalarda, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş panellerinden, bitkilerin ürettiği besinlerden enerji üretilmesinde ve rüzgâr enerjisinin üretildiği rüzgâr güllerindeki ve elektrik enerjisinin üretildiği güneş panellerindeki enerji dönüşümlerinin fark edilmesinde kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir.
26. Enerji ile ilgili çizimlere ilişkin uygulamalar sonrası, deney grubundaki öğretmen adaylarının çizimlerinde kavram yanlışlığının olmadığı ve var olan kavram yanlışlarının giderildiği belirlenmiştir. Ancak kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi çizimlerdeki kavram yanlışlarının uygulamalar sonrası da ortaya çıktığı belirlenmiştir.
27. Bu bağlamda araştırma sonucunda, deney grubunda enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi öğretmen adaylarının çizimlerine ilişkin

enerji kavramına yönelik uygulama öncesi belirlenen kavram yanlışlarını azalttığı tespit edilmiştir.

28. Enerji kavramına yönelik gündelik hayatla ilişkili durumları uygulamalar öncesi, hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının açıklama düzeylerinin sıfır (0), bir (1), iki (2) ve üç (3) şeklinde dağılım gösterdikleri belirlenmiştir.
29. Enerji kavramına yönelik gündelik hayatla ilişkili durumları uygulamalar sonrası, deney grubundaki öğretmen adaylarının açıklama düzeylerine ilişkin, katılımcıların hiçbirinin sıfır (yanıt yok) ve bir (kavram yanlışlığı içeren açıklamalar) düzeyinde olmadıkları görülmüştür. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adaylarının % 6,2'si iki (kısmi açıklama) düzeyinde, % 32,8'i üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde ve % 61,0'ı dört (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde oldukları belirlenmiştir.
30. Enerji kavramına yönelik gündelik hayatla ilişkili durumları uygulamalar sonrası, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ise % 26,6'sı iki (kısmi açıklama) düzeyinde, % 62,9'u üç (kapsamlı açıklama) düzeyinde ve %10,5'i dört (hem kapsamlı hem de ilişkilendirilmiş açıklama) düzeyinde oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde bu gruptaki öğretmen adaylarının hiçbirinin de sıfır (yanıt yok) ve bir (kavram yanlışlığı içeren açıklamalar) düzeyinde olmadıkları görülmüştür.
31. Bu bağlamda araştırma sonucunda, deney grubunda enerji ile ilişkili etkinliklerin disiplinler arası öğretim ile işlenmesi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik gündelik hayatla ilişkili durumları açıklayabilme düzeylerini geliştirdiği tespit edilmiştir.

5.3. Öneriler

Disiplinler arası öğretime dayalı enerji ile ilişkili etkinliklerin kullanıldığı bu araştırmada, elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

5.3.1 Uygulamaya Yönelik Öneriler

1. Bu araştırma genel olarak disiplinler arası öğretime dayalı etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilişsel seviyelerini geliştirdiğine ilişkin sonuçlar ortaya koymuştur. Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adayı yetiştirme programlarında enerji kavramının öğretiminde disiplinler arası öğretimin kullanılması önerilmektedir.
2. Enerji ile ilgili etkinliklerin geliştirilmesinde ve uygulanmasında enerji kavramının tüm özellikleri (enerji formu, enerji kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümü) ayrı ayrı ele alınarak, bu özellikler doğrultusunda uygulamalar gerçekleştirilmelidir.
3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik bilgilerini ve anlamalarını artırmak için enerji kavramının özellikleri öğretim sürecinde farklı deney ve etkinlikler ile ele alınarak, gündelik hayat ile ilişkisi kurulmalıdır.
4. Öğretmen adaylarının enerji kavramını zihinlerinde kolay bir şekilde yapılandırmaları için bu kavramın belli bir gelişimsel aşama ile öğretilmesi gerekmektedir. Alan yazında enerji kavramının bu gelişimsel sırası enerji formu, enerji kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümü şeklindedir. Bu bağlamda bu çalışmada da ele alındığı gibi enerji kavramına yönelik öğretmen adaylarına ilk olarak enerji formları ve enerji kaynakları tanıtılarak, ilgili etkinlikler ve deneyler gerçekleştirilmeli, devamında ise enerji aktarımı ve enerji dönüşümüne yönelik etkinlikler ve deneyler yapılmalıdır.
5. Enerji kavramının özellikleri doğrultusunda yürütülen dersler, disiplinler arası öğretime dayalı yürütülmeli ve disiplin ayrımı yapılmamalıdır. Örneğin ışık enerjisi ile ilgili bilgi öğretmen adayları ile paylaşılırken, ışık enerjisinin hangi alana özgü olduğundan ziyade, enerjinin bir formu olduğu, nasıl üretildiği ve aktarıldığı, hangi enerji formlarına hangi durumlarda dönüşebildiği gibi konular üzerine odaklanılmalıdır.
6. Enerji ile ilişkili etkinliklerin uygulanması aşamasında enerji formları ile ilgili etkinliklerde, formlar arasındaki ilişkiler dikkate alınmalı ve alan ayrımı yapılmadan ilgili formun özellikleri tartışılmalıdır. Örneğin ısı enerjisi formunun

tanıtımında fizik veya kimya alanına vurgu yapılmadan, ısı enerjisi hakkındaki genel bilgiler tartışılmalıdır.

7. Enerji ile ilişkili etkinliklerin uygulanması aşamasında enerji kaynakları ile ilgili etkinliklerde, öğretmen adaylarının en fazla bilgi eksikliği yaşadıkları yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile ilgili etkinlik ve deneyler gerçekleştirilmeli ve bu kaynakların çevre ile olan ilişkileri tartışılmalıdır.
8. Enerji ile ilişkili etkinliklerin uygulanması aşamasında enerji aktarımı ile ilgili etkinliklerde, soyut bir kavram olan enerjinin hangi formlarının bir yerden başka bir yere nasıl aktarıldığı ile ilgili deneyler gerçekleştirilerek enerji aktarımı somutlaştırılmalıdır. Yani enerjinin bu özelliğinin öğretiminde sözel anlatımlardan ziyade, deneylerin gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.
9. Enerji ile ilişkili etkinliklerin uygulanması aşamasında enerji dönüşümü ile ilgili etkinliklerde, enerji formlarının başka formlara dönüşümüne yönelik günlük hayattan örnekler ele alınmalıdır. Bu doğrultuda enerji dönüşümünün öğretiminde çeşitli sayıda gündelik hayatta karşımıza çıkan aletler veya olaylar dikkate alınarak, bunlardaki dönüşümler tartışılmalıdır. Örneğin, nükleer santrallerdeki enerji üretim aşamalarındaki dönüşümler ve el feneri, lamba, ütü, saç kurutma makinesi gibi araçlardaki dönüşümler dikkate alınmalıdır.
10. Enerji kavramının öğretiminde etkinliklerin gerçekleştirilmesine yönelik pahalı ve bulunması zor olan araçlar yerine kolay bulunan, basit ve ucuz araç-gereçler kullanılabilir. Örneğin ses enerjisinin enerjinin bir formu olduğunun gösterilmesinde, balon, mum, karton boru ve toplu iğne ile basit bir deney gerçekleştirilebilir.
11. Çalışma sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik ilişkilendirmeleri çoğunlukla fizik alanı ile ilgili yaptıkları ve günlük enerji bilgileri doğrultusunda ortaya çıkardıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda disiplinler arası öğretim uygulamaları ile öğretmen adaylarının günlük enerji bilgilerini artırmak için enerji ile ilişkili çok fazla örnekler verilmeli ve bu örnekler tek bir disipline bağlı olmadan bütüncül olarak ele alınmalıdır.
12. Fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulamalar öncesi enerji kavramına yönelik çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Bu kavram yanlışlarının ise günlük enerji bilgisinden kaynaklandığı hem bu çalışmada hem

alan yazında tespit edilmiştir. Bu nedenle bu kavramın öğretiminde uygulayıcıların sınıf ortamında enerji ile ilgili günlük dili kullanmaktan kaçınarak bilimsel dili tercih etmeleri önerilmektedir.

13. Günlük hayatta çok sık karşımıza çıkan sera etkisi ve fosil yakıt kullanımı, yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji kaynakları, obezite ve sağlıklı beslenme, güneş panelleri ve enerji kullanımı, besin ve gıdalardan elde edilen enerji, hava, toprak ve su kirliliği, asit yağmurları, nükleer santraller ve çevre ile olan ilişkisi, küresel ısınma ve enerji tasarrufu gibi konuların öğretiminde enerji kavramı merkez kavram olarak ele alınarak tartışılması gerçekleştirilmelidir.
14. Ayrıca günlük hayatta karşımıza çıkan bu konuların öğretiminde enerji kavramının özellikleri dikkate alınarak, olaylar analiz edilmelidir. Örneğin nükleer santrallerin kurulumu ve çevre ile olan ilişkisi tartışılırken, bu santrallerde hangi enerji formlarının oluştuğu, nasıl üretildiği, enerji formlarının hangi formlara dönüştüğü ve kullanım amacıyla nasıl aktarıldığı ele alınmalıdır. Yani enerji kavramının form, kaynak, dönüşüm ve aktarım özellikleri dâhilinde tartışmalar gerçekleştirilmelidir.

5.3.2 Öğretim Programlarına Yönelik Öneriler

1. Bu çalışmada ele alınan enerji kavramının ilişkili olduğu özelliklerin ve kavramların kapsamı 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı dâhilinde oluşturulmuştur. Ayrıca bu kapsamın 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı tarafından da desteklendiği görülmektedir. Çünkü geleceğin fen bilgisi öğretmen adayları ilk olarak öğrencilerine enerji kavramı ile ilişkili bu konuları derslerinde işleyeceklerdir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının bu konularda yeterli düzeyde bilgilenmeleri gerekmekte ve aktif uygulamaların nasıl gerçekleştirileceği üzerine bilgilenmelidirler. Dolayısıyla öğretmen yetiştirme programlarında enerji kavramının kapsamı bu yönde oluşturulmalıdır.
2. Enerji eğitimine yönelik gelişmeler ve bu araştırmanın sonuçları doğrultusunda öğretmen yetiştirme öğretim programı yeniden gözden geçirilmeli ve lisans programlarına enerji eğitimine ilişkin hem teorik hem de uygulamalı dersler eklenmelidir.

3. Enerji eğitimine yönelik hem ilkököl ve ortaoköl fen bilimleri öğretim programlarında hem de öğretmen yetiştirme öğretim programlarında enerji kavramları, bir bütünlük içinde ele alınarak düzenlenmelidir. Bu doğrultuda enerji kavramı ile ilgili konular, Fizik, Kimya ya da Biyoloji ile ilgili ünitelerde ayrı ayrı yer almamalı, bu konuyla ilgili bir ünite içerisinde, bir bütünlük içinde ele alınmalıdır.
4. Ayrıca enerji eğitimine yönelik hem ilkököl ve ortaoköl fen bilimleri öğretim programlarında hem de öğretmen yetiştirme öğretim programlarında enerji kavramları belli bir sıra ile öğretimde yer almalıdır. Bu gelişimsel sıra enerji formu, enerji kaynağı, enerji aktarımı ve enerji dönüşümü şeklinde olmalıdır.

5.3.3 Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler

1. Mevcut çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının disiplinler arası bir kavram olan enerji kavramına yönelik bilgi düzeyleri, kavramsal anlamaları ve bu kavrama ilişkin kavram yanlışları gibi bilişsel boyutları ele alınmıştır. Bu kavramın bilişsel boyutunun öğretiminde disiplinler arası öğretiminin daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda enerji kavramının bilişsel boyutunun etkili öğretimine yönelik farklı kademelerde de araştırmalar gerçekleştirilebilir.
2. Bu çalışmada enerji kavramına yönelik öğretmen adaylarının bilişsel boyutları dikkate alınmıştır. Bu kavramla ilgili öğretmen adaylarının veya öğrencilerin tutum ve motivasyon gibi duyuşsal boyutları da farklı kademelerde incelenebilir.
3. Enerji kavramının öğretimine ilişkin farklı kademelerdeki öğrencilerin düzeylerine yönelik enerji ile ilişkili etkinlikler geliştirilerek, bu etkinliklerin bu kavramın öğretimine olan etkisi incelenebilir.
4. Öğretmen eğitiminde enerji kavramına yönelik bilgi düzeylerin artırılması ile ilgili çalışmalara daha fazla yer verilerek, farklı sınıf düzeylerinde ve farklı disiplinlerde de araştırmalar yapılmalıdır.
5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji ile ilişkili çizimlerinin ve ilişkilendirmelerinin fizik alanına yönelik olduğu ve gündelik hayatta karşılarına çıkan olaylar olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda bu sonucun ortaya çıkmasındaki temel nedenler nitel araştırmalar ile derinlemesine incelenmelidir.

6. Bu çalışmada disiplinler arası bir kavram olan enerji kavramının öğretiminde disiplinler arası öğretimin etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda disiplinler arası öğretimin diğer fen ile ilişkili konuların ve kavramların öğretimine yönelik etkisi deneysel çalışmalar ile incelenmelidir.
7. Son olarak enerji kavramına yönelik öğretimleri gerçekleştiren mevcut öğretmenlere yönelik de çalışmalar gerçekleştirilerek, öğretmenlerin bu kavrama ilişkin bilişsel seviyeleri araştırılmalıdır.



KAYNAKÇA

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165. doi: 10.1002/tea.3660310206
- Akgün, A., Gönen, S., ve Yılmaz, A. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanlışları. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 1-8. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/hunefd/issue/7808/102414>
- Akpınar, E., ve Ergin, Ö. (2004). Fen öğretiminde fizik kimya ve biyolojinin entegrasyonuna yönelik örnek bir uygulama. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 19(1), 1-16. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/maruaebd/issue/355/1906>
- Amettler, J., & Pinto, R. (2002). Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24(3), 285-312. doi: 10.1080/09500690110078914
- Arsal, Z. (2010). The greenhouse effect misconceptions of the elementary school teacher candidates. *Elementary Education Online*, 9(1), 229-240. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/ilkonline/issue/8596/106965>
- Ateş, H., ve Saraçoğlu, M. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gözünden nükleer enerji. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 14(3), 175-193. Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/aeukefd/article/view/5000086848/5000080777>
- Atılgan, H. (2009). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Aydın, Z. (2007). *Isı ve sıcaklık konusunda rastlanan kavram yanlışları ve bu kavram yanlışlarının giderilmesinde kavram haritalarının kullanılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Van.
- 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. doi: 10.1501/Egifak_0000000113
- Aykutlu, I. ve Şen, A. İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288. Erişim adresi <http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/viewFile/1631/457>
- Ayvacı, H. Ş., ve Devocioğlu, Y. (2008). İlköğretim öğrencilerinin fizik kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 69-79. Erişim adresi <http://pauegitimdergi.pau.edu.tr/OncekiSayilarDetay.aspx?Sayi=24>
- Bahar, M. (2003). Biyoloji eğitiminde kavram yanlışları ve kavram değişim stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 27-64. Erişim adresi <http://www.kuyeb.com/pdf/tr/cc1b87bea73303cfbdaa0fdd58738fff2bahar.pdf>
- 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. doi: 10.1080/00219266.1999.9655653
- Barak, J., Gorodetsky, M., & Chipman, D. (1997). Understanding energy in biology and vitalistic conceptions. *International Journal of Science Education*, 19(1), 21-30. doi: 10.1080/0950069970190102
- Barker, V. (1995). *A longitudinal study of 16-18 year olds' understanding of basic chemical ideas*, (Unpublished Doctoral Dissertation). University of York: York.
- Barman, C. R., Barman, N. S., & Miller, J. A. (1996). Two teaching methods and students' understanding of sound. *School Science and Mathematics*, 2(96), 63-67. doi: 10.1111/j.1949-8594.1996.tb15812.x
- Barman, C. R., Griffiths, A. K., & Okebukola, P. A. O. (1995). High school students' concepts regarding food chains and food webs: A multinational study. *International Journal of Science Education*, 17(6), 775-782. doi: 10.1080/0950069950170608
- Baykan, F. (2008). *Kimya ve fen bilgisi öğretmen adayları ile on birinci sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlanma hakkındaki anlamalarının ve yanlışlarının karşılaştırılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Trabzon.
- Bayrakci, M. (2007). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin "maddenin değişimi ve tanınması" ünitesindeki temel kavramları anlama seviyeleri ve oluşan kavram yanlışlarının tespiti*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Erzurum.
- Becker, N. M., & Cooper, M. M. (2014). College chemistry students' understanding of potential energy in the context of atomic-molecular interaction. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(6), 789-808. doi: 10.1002/tea.21159
- 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. doi: 10.1002/sce.20186
- Benzer, E., Karadeniz-Bayrak, B., Dilek-Eren, C., & Gürdal, A. (2014a). Knowledge and opinions of teacher candidates about energy and energy resources. *International Online Journal of Educational Sciences*, 6(1), 243-257. doi: 10.15345/iojes.2014.01.020
- Benzer, E., Karadeniz-Bayrak, B., Dilek-Eren, C., & Gürdal, A. (2014b). Knowledge and opinions of the primary students about energy and energy resources: The comparison of current and previous curriculum. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 25(1), 285-298. doi: 10.9761/JASSS2307
- Bezen, S. (2014). *Dokuzuncu sınıflarda enerji konusunun öğretimi üzerine bir durum çalışması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Bezen, S., Bayrak, C., & Aykutlu, I. (2016). Physics teachers' views on teaching the concept of energy. *Eurasian Journal of Educational Research*, 64, 109-124. doi: 10.14689/ejer.2016.64.6
- Boo, H. K., & Watson, J. R. (2001). Progression in high school students' (aged 16-18)

- conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education*, 85(5), 568-585. doi: 10.1002/sce.1024
- Borges, A. T., & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95-117. doi: 10.1080/095006999290859
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1991). Development of pupils' ideas about seeing and hearing-the path of light and sound. *Research in Science and Technology Education*, 9(2), 223-245. doi: 10.1080/0263514910090209
- Boylan, C. (2008). Exploring elementary students' understanding of energy and climate change. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(1), 1-15. Erişim adresi <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1052050.pdf>
- Buluş-Kırıkkaya, E., & Güllü, D. (2008). Fifth grade students' misconceptions about heat-temperature and evaporation-boiling. *Elementary Education Online*, 7(1), 15-27. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/ilkonline/issue/8602/107129>
- Büyüköztürk, Ş. (2017). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem akedemi yayıncılık.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S., ve Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/77339>
- 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. doi: 10.1007/s10763-011-9291-2
- Chen, B., Eisenkraft, A., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K., Nordine, J., & Scheff, A. (Eds), (2014). *Teaching and learning of energy in K-12 education*. New York: Springer.
- 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. doi: 10.1016/j.enpol.2012.12.025
- Choi, B. C. K., & Pak, A. W. P. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine*, 29(6), 351-364. Erişim adresi <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17330451>
- Cohen, L., Manion, L., & Marrison, K. (2000). *Research methods in education*. London: Routledge & Falmer Yayıncılık.
- Constantinou, C. P., & Papadouris, N. (2012). Teaching and learning about energy in middle school: An argument for an epistemic approach. *Studies in Science Education*, 48(2), 161-186. doi: 10.1080/03057267.2012.726528
- Cooper, M. M., & Klymkowsky, M. W. (2013). The trouble with chemical energy: Why understanding bond energies requires an interdisciplinary systems approach. *CBE Life Science Education*, 12(2), 306-312. doi: 10.1187/cbe.12-10-0170
- Coşkun, S. B. (2009). *İlköğretim 8. sınıf matematik dersinin disiplinler arası yaklaşımla işlenmesinin öğrencilerin matematik başarıları ve eleştirel düşünme eğilimleri üzerindeki etkisinin incelenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız

Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: İstanbul.

- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. London: Sage Publications.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2014). *Karma Yöntem Araştırmaları* (Dede, Y. ve Demir, S. B., Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çabuk, B., ve Karacaoğlu, C. (2003). Üniversite öğrencilerinin çevre duyarlılıklarının incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 36(1-2), 189-198. Erişim adresi <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/40/141/1005.pdf>
- Çapa, Y. (2000). *An analysis of 9th grade students' misconceptions concerning photosynthesis and respiration in plants*, (Unpublished Master's Thesis). ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Çepni, S., Ayvacı, H. Ş., ve Çil, E. (2012). *Fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çıldır, I. (2005). *Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının kavram haritalarıyla belirlenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Dalaklıoğlu, S., Demirci, N., & Şekercioğlu, A. (2015). Eleventh grade students' difficulties and misconceptions about energy and momentum concepts. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 6(1), 13-21.
- Darling, D. (1991). *Sounds interesting: The science of acoustics*. New York: Dillon Press.
- Demirci, N., ve Efe, S. (2007). İlköğretim öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 23-56. Erişim adresi http://www.nef.balikesir.edu.tr/~dergi/makaleler/yayinda/1/EFMED_FZE116.pdf
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699-1710. doi: 10.1016/j.enpol.2010.12.049
- 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. doi: 10.1016/S0361-476X(02)00039-5
- Diker, Y. (2003). *Disiplinlerarası öğretim yaklaşımına ilişkin durum çalışması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: Ankara.
- Doğan, A., Dökme, İ., ve Yılmaz, M. (2013). *Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I-II*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Domenech, J. L., Gil-Perez, D., Gras-Marti, A., Guisasola, J., Martinez-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. doi: 10.1007/s11191-005-5036-3

- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dreamstime (t.y). Erişim: 17 Ocak 2016, <http://www.dreamstime.com/free-photos-images/photosynthesis.html>.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school-empirical results from The Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19, 59-66. Erişim adresi <http://www.fisica.uniud.it/~stefanel/PFDS/EnergiaProblappr/Duitpev19i2p59.pdf>
- Dykstra, D. (1986). Science education in elementary school: Some observations. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(9), 853-856. doi: 10.1002/tea.3660230911
- Ellis, A. K., & Fouts, J. T. (2001). Interdisciplinary curriculum: The research base. *Music Educators Journal*, 87(5), 6-22. doi: 10.2307/3399704
- Ellse, M. (1988). Transferring, not transforming energy. *School Science Review*, 69(248), 427-437. Erişim adresi <https://eric.ed.gov/?id=EJ372589>
- Energy In Food. (t.y). Erişim: 02 Şubat 2016, http://www.biologyjunction.com/biology_projects.htm.
- Ergün, A. (2013). *Atom ve molekül konusundaki kavram yanlışları ve bunları iyileştirmek için örnek etkinlikler*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Erickson, H. L. (1995). *Stirring the head, heart, and soul (redefining curriculum and instruction)*. California: Convin Press.
- Eroğlu, B., ve Aydoğdu, M. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının küresel ısınma hakkındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(2), 345-374. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/uefad/issue/26859/282476>
- Ertaş, H., Şen, A. İ., ve 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. Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/balikesirnef/article/view/5000084825>
- Exploring Nature Educational Resource (t.y). Erişim: 17 Ocak 2016, <https://www.exploringnature.org/db/view/48>.
- Feyzioğlu, B. (2006). *Farklı öğrenme süreçlerinin temel kimya öğretilmesinde ve kavram yanlışlarının giderilmesinde kıyaslamalı olarak uygulanması*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İzmir.
- Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 76(5), 378. doi: 10.1037/h0031619
- Fortus, D., Sutherland, L. M., Reiser, B., & Krajcik, J. S.(2015). Assessing the role of curriculum coherence in student learning about energy. *Journal of Research in*

- Science Teaching*, 52(10), 1408-1425. doi: 10.1002/tea.21261
- Frodeman, R., Klein, J. T., & Pacheco, R. C. D. S. (2010). *The Oxford handbook of interdisciplinarity*. Oxford: OUP Oxford.
- 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. doi: 10.4995/muse.2014.2264
- Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992a). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 121-142. doi: 10.1002/tea.3660290204
- Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992b). Conceptual difficulties experienced by senior high school students in electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10), 1079-1099. doi: 10.1002/tea.3660291006
- Gilbert, J. K., & Pope, M. L. (1986). Small group discussions about conceptions in science: A case study. *Research in Science and Technological Education*, 4(1), 61-76. doi: 10.1080/0263514860040107
- Goldring, H., & Osborne, J. (1994). Students' difficulties with energy and related concepts. *Physics Education*, 29(1), 26-32. doi: 10.1088/0031-9120/29/1/006
- Golestaneh, K. (1998). Teaching chemistry through observation-the exploding can demonstration: A dramatic demonstration of an exothermic reaction. *Journal of College Science Teaching*, 27(5), 347-350. Erişim adresi <https://search.proquest.com/openview/da07be19fe1176568805ee8a14b78618/1?pq-origsite=gscholar&cbl=49226>
- Greene, J. C., Kreider, H., & Mayer, E. (2005). Combining qualitative and quantitative methods in social inquiry. In B. Somekh & C. Lewin (Eds.). *Research methods in the social sciences* (pp. 275-282). London: Sage Publications.
- Guercio, C. J. (1998). *An interdisciplinary curriculum and its positive effect on student motivation in the classroom*, (Unpublished Master's Thesis). Caldwell College: New Jersey.
- Gussarsky, E., & Gorodetsky, M. (1990). On the concept "chemical equilibrium: The associative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 197-204. doi: 10.1002/tea.3660270303
- Güneş, T., ve Taştan-Akdağ, F. (2016). Determination of perceptions of science high school students on energy and their levels of interdisciplinary association. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(2), 774-787. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/ijsser/issue/26513/279072>
- Gürdal, A., Şahin, F., ve Bayram, H. (1999). İlköğretim öğretmen adaylarının enerji konusunda bütünlüğü sağlama ve ilişki kurma düzeyleri üzerine bir araştırma. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 382-395. Erişim adresi <http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/775/10-46.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Güven, G., Yakar, A., ve Sülün, Y. (2016, Mayıs-Haziran). *Enerji okuryazarlığı: Bir ölçek uyarlama çalışması*. III. International Eurasian Educational Research

Congress, Muğla, Turkey.

- Güven, G., & Sülün, Y. (2017). Pre-service teachers' knowledge and awareness about renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 663-668. doi: 10.1016/j.rser.2017.05.286
- Güven, G., Sülün, Y., & Çam, A. (2014). The examination of elementary preservice teachers' reflective diaries and epistemological beliefs in science laboratory. *Teaching in Higher Education*, 19(8), 895-907. doi: 10.1080/13562517.2014.934350
- Haidar, A. H., & Abraham, M. R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 919-938. doi: 10.1002/tea.3660281004
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 55-87. doi: 10.1002/(sici)1098-2736(199901)36:1<55::aid-tea5>3.0.co;2-p
- Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203-211. doi: 10.1080/00219266.1987.9654897
- Head, R. R. (1997). *Interdisciplinary curriculum: The effects of a unit about landscapes on second-grade students' knowledge, skills, and attitudes university of Alabama*, (Unpublished Doctoral Dissertation). Alabama University: Alabama.
- Hecht, E. (2007). Energy and change. *The Physics Teacher*, 45(2), 88-92. doi: 10.1119/1.2432084
- Herrmann-Abell, C. F., & DeBoer, G. E. (2011, April). *Investigating students' understanding of energy transformation, energy transfer, and conservation of energy using standards-based assessment items*. NARST Annual Conference/Orlando, FL.
- Hewitt, P. G. (2001). *Conceptual physics*. San Francisco: Pearson.
- Hırça, N., Çalık, M., & Akdeniz, F. (2008). Investigating grade 8 students' conceptions of energy and related concepts. *Journal of Turkish Science Education*, 5(1), 75-85. Erişim adresi <http://www.tused.org/internet/tufed/arsiv/v5/i1/metin/tusedv5i1s5.pdf>
- Hinrichs, R., & Kleinbach, M. (2002). *Energy: Its use and the environment*. Boston: Thomson Learning.
- Hogan, K. (2000). Assessing students' system reasoning in ecology. *Journal of Biological Education*, 35(1), 22-28. doi: 10.1080/00219266.2000.9655731
- Hrepic, Z. (1998). *Students' conceptions in understanding of sound*, (Unpublished Bachelor's Thesis). University of Split: Croatia.
- Hrepic, Z. (2002). *Identifying students' mental models of sound propagation* (Unpublished Master's Thesis). Kansas State University: Manhattan.
- Hussey, E. (1983). *Aristotle's "physics": Books III and IV*. Oxford: Oxford University Press,

- Interactive Simulation (2014). Energy Forms and Changes Simulation. Erişim: 18 Ocak 2016, <https://phet.colorado.edu/en/contributions/view/3810>.
- Ioannidis, G., & Spiliotopoulou, V. (1999, August-September). *Children's drawings and stories about energy*. 2. International Conference of the European Science Education Research Association ESERA, Kiel, Germany.
- 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. doi: 10.18843/rwjasc/v7i1(1)/01
- İnel, D., Evrekli, E., ve Günay, Y. (2012). Öğretmen adaylarının insan sağlığını etkileyen etmenlere ilişkin görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 327-344. Erişim adresi <http://e-dergi.atauni.edu.tr/ataunisosbil/article/view/1020007686/1020006845>
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jewett, J. W. (2008). Energy and the confused student I: Work. *The Physics Teacher*, 46(1), 38-43. doi: 10.1119/1.2823999
- 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. doi: 10.1002/tea.21051
- Kandpal, T. C., & Garg, H. P. (1999). Energy education. *Applied Energy*, 64(1-4), 71-78. doi: 10.1016/S0306-2619(99)00076-8
- Kaper, W. H., & Goedhart, M. J. (2002). Forms of energy, an intermediary language on the road to thermodynamics? Part I. *International Journal of Science Education*, 24(1), 81-95. doi: 10.1080/09500690110049114
- Karaca, G., ve Gökten, S. Ö. (2007). *Ortaöğretim kimya 10 ders kitabı*. Ankara: Paşa Yayıncılık.
- Karataş, F. Ö., Köse, S., ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 54-69. Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/pauefd/article/view/5000056323/5000053531>
- Kaya, A. (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışık ve atom kavramlarını anlama seviyelerinin tespiti. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 15-37. Erişim adresi <http://eefdergi.erciyan.edu.tr/article/viewFile/1006000604/1006001116>
- Kaya, H., ve Büyük, U. (2011). Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlikleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 126-134. Erişim adresi <http://fbederji.erciyes.edu.tr/index.php/fen-bilimleri-dergisi/article/view/324/346>
- 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. doi: 10.1080/00908310390142181
- Kesidou, S., & Duit, R. (1993). Student' conceptions of the second law of thermodynamics- an interpretative study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85-106. doi: 10.1002/tea.3660300107

- Kezar, A., & Elrod, S. (2012). Facilitating interdisciplinary learning: Lessons from project kaleidoscope. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 44(1), 16-25. doi: 10.1080/00091383.2012.635999
- Klemow, K. (2015). Undergraduate energy education: The interdisciplinary imperative. *Journal of Sustainability Education*, 8, 1-3. Erişim adresi http://www.susted.com/wordpress/content/undergraduate-energy-education-the-interdisciplinary-imperative_2015_01/
- Kocakulah, A. (2006). *Geleneksel öğretimin ilk, orta ve yükseköğretim öğrencilerinin görüntü oluşumu ve renklere ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Balıkesir.
- Köse, S. (2004). *Fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde kavram haritalarıyla verilen kavram değişim metinlerinin etkisi*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Trabzon.
- Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293. Erişim adresi <http://idosi.org/wasj/wasj3%282%29/20.pdf>
- Köse, S., Ayas, A., ve Taş, E. (2003). Bilgisayar destekli öğretimin kavram yanlışları üzerine etkisi: Fotosentez. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 106-112. Erişim adresi <http://pauegitimdergi.pau.edu.tr/DergiTamDetay.aspx?ID=172&Detay=Ozet>
- Köse, S., Ayas, A., & Uşak, M. (2006). The effect of conceptual change texts instructions on overcoming prospective science teachers' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 78-103. Erişim adresi <http://www.ijese.net/makale/1572>
- 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. Erişim adresi <http://www.ijese.net/makale/1571>
- Köse, S., & Uşak, M. (2006). Determination of prospective science teachers' misconceptions: Photosynthesis and respiration in plants. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 25-52. Erişim adresi <http://www.ijese.net/makale/1573>
- Kruger, C. (1990). Some primary teachers' ideas about energy. *Physics Education*, 25(2), 86-91. Erişim adresi <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/25/2/002/pdf>
- Kurnaz, M. A. (2007). *Enerji kavramının üniversite 1. sınıf seviyesinde öğrenim durumlarının analizi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Trabzon.
- 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. Erişim adresi http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol12/399-423.Kurt_JBSE_Vol.12-4.pdf
- Lancor, R. A. (2014a). Using student-generated analogies to investigate conceptions of energy: A multidisciplinary study. *International Journal of Science Education*, 36(1), 1-23. doi: 10.1080/09500693.2012.714512
- Lancor, R. (2014b). Using metaphor theory to examine conceptions of energy in biology, chemistry, and physics. *Science & Education*, 23(6), 1245-1267. doi: 10.1007/s11191-012-9535-8
- Lancor, R. (2015). An analysis of metaphors used by students to describe energy in an interdisciplinary general science course. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 876-902. doi: 10.1080/09500693.2015.1025309
- Lane, J. F., Baker, A., Franzen, R. L., Kerlin, S., & Schuller, S. (2015). Designing resilient energy education programs for a sustainable future. *Journal of Sustainability Education*, 8. Erişim adresi <http://www.jsedimensions.org/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/Lane-et-al-JSE-Vol-8-Jan2015.pdf>
- Lane, J. F., Windjue, S., & Mollica, J. (2013). Ensuring teacher education program success through formative assessments: An overview of the Wisconsin K-12 energy education program. *Middle Grades Research Journal*, 8(2), 51-62. Erişim adresi <https://www.questia.com/library/journal/1P3-3132317431/ensuring-teacher-education-program-success-through>
- Lay, Y. F., Khoo, C. H., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2013). Assessing secondary school students' understanding of the relevance of energy in their daily lives. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(1), 199-215. Erişim adresi <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1008601.pdf>
- 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. doi: 10.1080/09500693.2016.1176277
- 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. doi: 10.1002/sc.20382
- Lin, C. Y., & Hu, R. (2003). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1529-1544. doi: 10.1080/0950069032000052045
- 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. doi: 10.1002/tea.20060
- Liu, X., & Ruiz, M. E. (2008). Using data mining to predict K-12 students' performance on large-scale assessment items related to energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(5), 554-573. doi: 10.1002/tea.20232
- 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. doi: 10.1080/14926150409556596
- Loucks-Horsley, N., Stiles, K. E., Mundry, S., Love, N., & Hewson, P. W. (2003). *Designing professional development for teacher of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Madanoğlu, N. (2015). *9. sınıf öğrencilerinin iş ve enerji konusundaki kavramsal anlamalarının incelenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Balıkesir.
- Maskill, R., & Pedrosa, H. (1997). Pupils' questions, alternative frameworks and the design of science teaching. *International Journal of Science Education*, 19(7), 781-799. doi: 10.1080/0950069970190704
- Maurines, L. (1993). Spontaneous reasoning on the propagation of sound. In J. Novak (Ed.), *Proceedings of the third international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University.
- Mavi, M. (2008). *Lise öğrencilerinin radyasyon konusundaki kavram yanlışlarının tespiti*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Isparta.
- McDonald, J., & Czerniak, C. (1994). Developing interdisciplinary units: Strategies and examples. *School Science and Mathematics*, 94(1), 5-10. doi: 10.1111/j.1949-8594.1994.tb12281.x
- McIldowie, E. (2004). A trial of two energies. How do wings work? A few more thoughts. *Physics Education*, 39(2), 212-214. Erişim adresi <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/39/2/M05/pdf>
- McKenna, J. C. (2007). *The development and implementation of an integrated curriculum at an elementary math, science, and technology magnet school*, (Unpublished Doctoral Dissertation). California University: California.
- Middle School Chemistry. (t.y). Erişim: 15 Aralık 2015, <http://www.middleschoolchemistry.com>.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2014a). *Ortaöğretim fizik 9 sınıf ders kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2014b). *Ortaöğretim fizik 10 sınıf ders kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2014c). *Ortaöğretim fizik 11 sınıf ders kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Moskal, B. M., & Leydens, J. A. (2000). Scoring rubric development: Validity and reliability. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 7(10), 71-81. Erişim adresi <http://pareonline.net/htm/v7n10.htm>
- 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.

doi: 10.1002/tea.21061

- Nordine, J. (2016). What should students know about energy? In J. Nordine (Ed.), *Teaching energy across the sciences, K-12*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- 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. doi: 10.1002/sce.20423
- Ogborn, J. (1986). Energy and fuel: The meaning of “the go of things”. *School Science Review*, 68(242), 30-35. Erişim adresi <https://eric.ed.gov/?id=EJ349839>
- 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. doi: 10.1080/00219266.2016.1257504
- 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. doi: 10.1007/s11165-014-9444-8
- Opitz, S. T., Neumann, K., Bernholt, S., & Harms, U. (2017). How do students understand energy in biology, chemistry, and physics? Development and validation of an assessment instrument. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3019-3042. doi: 10.12973/eurasia.2017.00703a
- Ornstein, A., C., & Hunkins, F. P. (2004). *Curriculum, foundations, principles and issues*. USA: Pearson Allyn and Bacon.
- 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. Erişim adresi <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ944848.pdf>
- Özcan, H. (2006). *İlköğretim ve yükseköğretim öğrencilerinin farklı disiplin alanları açısından enerji konusu üzerine kavramsal anlamaları*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Balıkesir.
- 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. doi: 10.1016/j.rser.2010.11.037
- Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effects and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 299-307. doi: 10.1023/b:jost.0000031268.72848.6d
- Papadouris, N., Constantinou, C. P., & Kyratsi, T. (2008). Students' use of the energy model to account for changes in physical systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 444-469. doi: 10.1002/tea.20235
- Pardhan, H., & Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-

- currents. *International Journal of Science Education*, 23(3), 301-318. doi: 10.1080/095006901750066538
- 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. doi: 10.1002/sc.21211
- Pedro, H. M. (1997). *Conceptual change: A study of the concept of photosynthesis in pre-service teachers*. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching / Chicago, Illinois, USA.
- Piaget, J. (1972). *The epistemology of interdisciplinary relationships. Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities*. Paris: OECD.
- Reiss, M. J., & Tunnicliffe, S. D. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, 31(3), 383-399. Erişim adresi <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1013116228261>
- Rennie, L. J., & Jarvis, T. (1995). English and Australian children's perceptions about technology. *Research Science and Technology Education*, 13(1), 37-52. doi: 10.1080/0263514950130104
- Rizaki, A., & Kokkotas, P. (2013). The use of history and philosophy of science as a core for a socioconstructivist teaching approach of the concept of energy in primary education. *Science & Education*, 22(5), 1141-1165. doi: 10.1007/s11191-009-9213-7
- 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. doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010126
- Sağdıç, D., Bulut, Ö., Korkmaz, S., Börü, S., Öztürk, E., ve Cavak, Ş. (2007). *Ortaöğretim 10. sınıf biyoloji*. Ankara: MEB. Yayınları.
- Sarı, Ö., ve Güncel, Ö. (2007). Eleştirel düşüncede entegrasyon süreci olarak eğitim. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 45-52. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/223533>
- Sepet, A., Yılmaz, A., ve Morgil, İ. (2004). Lise ikinci sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavramları anlama seviyeleri ve kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 148-154. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/hunefd/issue/7810/102485>
- 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. doi: 10.1007/s10956-012-9389-5
- Sertkahya, M. (2016). *Gerçek yaşamla bağlantılı etkinliklerin öğrencilerin tutum ve başarısına etkisi: enerji ünitesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ege

Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: İzmir.

- Serway, R., Faughn, J., & Vuille, C. (2006). *College physics*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Silverman, D. (2006). *Interpreting Qualitative Data*. London: Sage Publication.
- Sinan, O. (2007). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlamaları*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Balıkesir.
- Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Middlesex, England: Penguin Books.
- Soccodato, R. (2007). *Interdisciplinary arts education: A case study examining the collaborative planning process*, (Unpublished Doctoral Dissertation). Walden University: Minneapolis.
- Solomon, J. (1983). Learning about energy: How pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5(1), 49-59. doi: 10.1080/0140528830050105
- Stylianidou, F., Ormerod, F., & Ogborn, J. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257-283. doi: 10.1080/09500690110078905
- Suraco, T. L. (2006). *An interdisciplinary approach in the art education curriculum*, (Unpublished Master's Thesis). Georgia State University: Atlanta.
- Şahan, B. Y., ve Tekin, L. (2007). *Ortaöğretim 10. sınıf fizik ders kitabı*. İzmir: Zambak Yayınları.
- Şensoy, Ö. (2002). *İlköğretim öğrencilerinin (6., 7. ve 8. sınıflar), fotosentez konusundaki yanlış kavramlarının tespiti üzerine bir araştırma*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Taber, K. S. (1989). Energy-by many other names. *School Science Review*, 70(252), 57-62. Erişim adresi <https://eric.ed.gov/?id=EJ391252>
- Teichert, M. A., & Stacy, A. M. (2002). Promoting understanding of chemical bonding and spontaneity through student explanation and integration of idea. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 464-496. doi: 10.1002/tea.10033
- Töman, U. (2011). *Enerji ve enerji ile ilgili kavramların farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumunun araştırılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Trabzon.
- Töman, U., & Odabaşı-Çimer, S. (2012). An investigation into the conception energy conversion at different educational levels. *Erzincan University Journal of Education Faculty*, 14(2), 289-312. Erişim adresi <http://eefdergi.erkincan.edu.tr/article/view/1006001026/5000003490>
- Töman, U., & Odabaşı-Çimer, S. (2013). An investigation into the conception energy conservation at different educational levels. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 3(1), 44-52. Erişim adresi <http://www.wjeis.org/FileUpload/ds217232/File/2013.1complete.pdf#page=49>
- Trumper, R. (1990). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the

- energy concept-part one. *International Journal of Science Education*, 12(4), 343-354. doi: 10.1080/0950069900120402
- Trumper, R. (1997). The need for a change in elementary school teacher training: The case energy concept as an example. *Educational Research*, 39(2), 157-174. doi: 10.1080/0013188970390204
- Trumper, R. (1998). A longitudinal study of physics students' conceptions on energy in pre-service training for high school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 7(4), 311-318. Erişim adresi <http://www.jstor.org/stable/40188484>
- 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. doi: 10.1016/S0742-051X(00)00020-2
- Ünal-Çoban, G., Aktamış, H., ve Ergin, Ö. (2007). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin enerjiyle ilgili görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 175-184. Erişim adresi http://www.kefdergi.com/pdf/15_1/175.pdf
- Ünal, S. (2002). *Lise 1 ve 3 öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavramları anlama seviyelerinin karşılaştırılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Trabzon.
- Watts, D. M. (1983). Some alternative view of energy. *Physics Education*, 18(5), 213-217. doi: 10.1088/0031-9120/18/5/307
- White, D. J., & Carpenter, J. P. (2008). Integrating mathematics into the introductory biology laboratory course. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 18(1), 22-38. doi: 10.1080/10511970701753415
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: 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. doi: 10.1007/s12053-008-9032-8
- Vosniadou, S. (2008). *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge.
- Yağbasan, R., ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 102-120. Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/pauefd/article/view/5000056327>
- 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. Erişim adresi <http://www.tojet.net/articles/v11i2/1123.pdf>
- Yarımcı, Ö. (2010). *İlköğretim II. kademe görsel sanatlar dersinde disiplinler arası yaklaşıma dayalı uygulamalar*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Konya.
- Yavuz, S., ve Çelik, G. (2013). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin gazlar konusundaki kavram yanlışlarına tahmin et-gözle-açıkla tekniğinin etkisi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-20. Erişim adresi

<http://ebd.beun.edu.tr/index.php/KEBD/article/view/5/2>

- Yıldırım, A. (1996). Disiplinler arası öğretim kavramı ve programlar açısından doğurduğu sonuçlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 89-94. Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/hunefd/article/view/5000049085>
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, M., Yılmaz, R., & Dilber, R. (2014, March). *A study on primary school students' understandings of energy concepts*. International Conference New Perspectives in Science Education (third edition)/Florence, Italy.
- Yuengyong, C., Jones, A., & Yutakom, N. (2008). A comparison of Thailand and New Zealand students' ideas about energy related to technological and societal issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(2), 293-311. doi: 10.1007/s10763-006-9060-9
- Yumuşak, A. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık, mekanik ve elektrik konularındaki kavram yanlışları ve nedenlerinin araştırılması (C.B.Ü Örneği). *Milli Eğitim Dergisi*, 180, 123-132. Erişim adresi http://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/180.pdf
- 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. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/balikesirnef/issue/3369/46505>

EKLER

Ek-1. Açık-Uçlu Soruların Dereceli Puanlama Anahtarı

1. Sonuçlandırılm Aşaması

Bu aşamada etkinliklerde yer alan deneylerin sonucuna yönelik açık-uçlu sorular, bilimsel bilgiler ile açıklanarak yanıtlanmaktadır. Bu sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesine ilişkin dereceli puanlama anahtarı aşağıda verilmiştir.

Düzeyley	Açıklama
1 - Zayıf	Hiçbir yanıt bulunmamakta ya da cevaplar soruyla ilişkisiz durumdadır.
2 - Orta	Soruya ilişkin cevap bulunmakta, ancak yanıtların bilimsel olarak doğruluğu yoktur.
3 - İyi	Sorulara verilen yanıtlar bilimsel bilgi ile ilişkilendirilerek kısmen doğru bir şekilde açıklanmıştır.
4 - Çok iyi	Sorulara verilen yanıtlar bilimsel bilgi ile ilişkilendirilerek tamamı doğru bir şekilde açıklanmıştır.

2. Genelleylim Aşaması

Bu aşamada etkinliklerde yer alan deneylerin sonucunun veya ilgili kavramın diğer enerji ile ilişkili kavramlar ile ilişkilendirilmesine yönelik açık-uçlu sorular, bilimsel bilgiler ile açıklanarak yanıtlanmaktadır. Bu sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesine ilişkin dereceli puanlama anahtarı aşağıda verilmiştir.

Düzeyley	Açıklama
1 - Zayıf	Cevaplarda diğer konu ve kavramlarla ilişki kurulmamıştır ya da hiçbir yanıt bulunmamaktadır.
2 - Orta	Soruya ilişkin cevaplar diğer konu ve kavramlarla ilişkilendirilmekte, ancak açıklamaların bilimsel olarak doğruluğu yoktur.
3 - İyi	Sorulara verilen yanıtlar diğer konu ve kavramlarla ilişkilendirilerek kısmen doğru bir şekilde açıklanmıştır.
4 - Çok iyi	Sorulara verilen yanıtlar diğer konu ve kavramlarla ilişkilendirilerek tamamı doğru bir şekilde açıklanmıştır.

3. Günlük Yaşamla İlişkilendirme Aşaması

Bu aşamada etkinliklerde yer alan deneylerin sonucunun veya ilgili kavramın gündelik hayat ile ilişkilendirilmesine yönelik açık-uçlu sorular yanıtlanmaktadır. Bu sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesine ilişkin dereceli puanlama anahtarı aşağıda verilmiştir.

Düzeyley	Açıklama
1 - Zayıf	Cevaplarda konu veya kavramın günlük hayatla ilişkisi kurulmamıştır ya da hiçbir yanıt bulunmamaktadır.
2 - Orta	Soruya ilişkin cevaplarda konu ve kavramlar gündelik hayat ile ilişkilendirilmiş, ancak ilişkilendirmeler bilimsel olarak yanlıştır.
3 - İyi	Soruya ilişkin cevaplarda konu ve kavramlar gündelik hayat ile ilişkilendirilmiş, ancak ilişkilendirmeler kısmen doğru bir şekildedir.
4 - Çok iyi	Soruya ilişkin cevaplarda konu ve kavramlar gündelik hayat ile ilişkilendirilmiş ve ilişkilendirmelerin tamamı doğru bir şekildedir.

Ek-2. Uzman Görüş Formu (Enerji Kavramları Başarı Testi)

Sizden istediğimiz, başarı testindeki soruları ekte bulunan “Uzman Görüş Formu” aracılığıyla değerlendirmek. Yapacağınız değerlendirme testin geçerlilik çalışmasının bir bölümü olan uzman görüşü boyutunu oluşturacaktır. Buradan yola çıkarak uzmanlar arası uyum yüzdesi kontrol edilecek ve önerileriniz doğrultusunda, testteki sorular düzeltilecek ya da testten çıkarılacaktır. Bu uzman görüşü formu dört farklı boyut içermektedir: Konu alanı, kazanım ilişkisi, bilişsel süreç ve bilgi boyutu. Her bir boyutu *Uygun*, *Düzeltilmeli* ve *Uygun değil* ifadeleriyle değerlendirdikten sonra soruyla ilgili açıklamalarınızı ve önerilerinizi soruya ilişkin açıklamalar bölümüne ekleyebilirsiniz. Araştırmamıza yaptığınız katkı için teşekkür ederiz.

Soru - 1		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Işık enerjisi			
İlişkili Kazanım	Işğın bir enerji formu olduğunu fark eder. Işğın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından söğrulabileceğini keşfeder.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 2		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Işık enerjisi			
İlişkili Kazanım	Beyaz ışğın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğunu sonucunu çıkarır.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 3		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Elektrik enerjisi			
İlişkili Kazanım	Elektrik enerjisini fark ederek oluşumu hakkında çıkarımda bulunur.			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 4		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Ses oluşumu			
İlişkili Kazanım	Ses enerjisinin nasıl oluştuğunu kavrar.			
Bilişsel Süreç	Hatırlama			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 5		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Potansiyel ve kinetik enerji			
İlişkili Kazanım	Çekim ve esneklik potansiyel enerjilerini örneklerle açıklar. Kinetik enerjiyi örneklerle açıklar.			

Bilişsel Süreç	Hatırlama			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 6		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Güneş panelleri			
İlişkili Kazanım	Güneş panellerinin enerji üretim kaynağı olduğu çıkarımında bulunur. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yeni uygulamalarına örnekler verir ve kaynakların etkili kullanımı bakımından Güneş enerjisinin önemini tartışır.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 7		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Güç santralleri			
İlişkili Kazanım	Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar. Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerini diğer enerji formları ile ilişkilendirerek açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 8		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Enerji formlarının aktarımı			
İlişkili Kazanım	Elektrik enerjisi kaynaklarının elektrik devrelerine elektrik akımı sağladığını ve elektrik akımının bir çeşit enerji aktarımı olduğunu bilir. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır.			
Bilişsel Süreç	Hatırlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 9		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Potansiyel ve kinetik enerji			
İlişkili Kazanım	Potansiyel enerji, çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi şeklinde sınıflandırır. Kinetik enerjinin nelere bağlı olduğunu sebepleriyle irdeler.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 10		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Isı enerjisi			
İlişkili Kazanım	Isı enerjisini örneklerle açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			

Açıklama- Öneri		Uygun	Düzel- tilmeli	Uygun Değil
Soru - 11				
Konu Alanı	Isı enerjisi			
İlişkili Kazanım	Isı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar.			
Bilişsel Süreç	Hatırlama			
Bilgi Boyutu	Olgusal			
Açıklama- Öneri				
Soru - 12				
Konu Alanı	Güç santralleri			
İlişkili Kazanım	Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerinin üretilmesinin çevreye etkisini açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel			
Açıklama- Öneri				
Soru - 13				
Konu Alanı	Fiziksel enerji dönüşümleri			
İlişkili Kazanım	Güç santrallerindeki enerji dönüşümlerini fark eder.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Olgusal			
Açıklama- Öneri				
Soru - 14				
Konu Alanı	Ses enerjisi			
İlişkili Kazanım	Sesin madde ile etkileşimi sonucunda oluşabilecek durumları kavrar. Sesin bir enerji türü olduğunu fark eder.			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama- Öneri				
Soru - 15				
Konu Alanı	Sesin yayılması			
İlişkili Kazanım	Ses enerjisinin farklı ortamlarda nasıl aktarıldığını fark eder.			
Bilişsel Süreç	Hatırlama			
Bilgi Boyutu	Olgusal			
Açıklama- Öneri				
Soru - 16				
Konu Alanı	Fiziksel enerji dönüşümleri			
İlişkili Kazanım	Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			
Açıklama- Öneri				

Öneri		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Soru - 17				
Konu Alanı	Fiziksel enerji dönüşümleri			
İlişkili Kazanım	Çeşitli enerji formlarının dönüşümlerini açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 18				
Konu Alanı	Isı aktarımı			
İlişkili Kazanım	Kinetik enerjinin maddelerde aktarılabilirdiğini fark eder. Isı enerjisinin maddelerde aktarılabilirdiğini fark eder.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 19				
Konu Alanı	İyonlaşma enerjisi			
İlişkili Kazanım	Atomdan elektron koparılmasını ve atom yarıçapını enerji ile ilişkilendirir. İyonlaşma enerjisini atomdan elektron koparılması ile ilişkilendirerek açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Olgusal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 20				
Konu Alanı	Bağ enerjisi			
İlişkili Kazanım	Kimyasal tepkimelerde enerji kullanıldığını veya ortaya çıktığını deneyerek keşfeder. Kimyasal tepkimeleri, bağ oluşumu ve bağ kırılımı temelinde açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 21				
Konu Alanı	Nükleer enerji			
İlişkili Kazanım	Nükleer enerjinin bir enerji formu olduğunu fark eder. Nükleer enerjinin ortaya çıkmasında tepkimedeki kütle kaybından kaynaklandığı sonucunu çıkarır.			
Bilişsel Süreç	Hatırlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 22				
Konu Alanı	Kimyasal enerji kaynakları			
İlişkili Kazanım	Elektrik kaynakları olarak akü, pil ve bataryanın çalışma			

Kazanım	prensibini kavrar Pil atıklarının çevreye vereceği zararları ve bu konuda yapılması gerekenleri tartışır.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 23		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Kimyasal enerji dönüşümleri			
İlişkili Kazanım	Elektroliz olayında gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklar. Elektroliz olayını yenilenebilir enerji kaynakları ile ilişkilendirir.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 24		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Kimyasal bağ enerjisi			
İlişkili Kazanım	Elektrik enerjisini fark ederek oluşumu hakkında çıkarımda bulunur.			
Bilişsel Süreç	Hatırlama			
Bilgi Boyutu	Olgusal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 25		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Kimyasal bağ enerjisi			
İlişkili Kazanım	Canlıların hücrelerinde kullanabileceği enerji türünün ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi olduğu çıkarımında bulunur.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 26		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Canlılarda enerji aktarımı			
İlişkili Kazanım	İnsan vücudundaki enerjyi besinlerle ilişkilendirerek açıklar.			
Bilişsel Süreç	Hatırlama			
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 27		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Canlılarda enerji aktarımı			
İlişkili Kazanım	Kimyasal bağ enerjisinin canlılar için önemini açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel			
Açıklama-Öneri				
Soru - 28		Uygun	Düzel-tilmeli	Uygun Değil

Konu Alanı	Canlılarda enerji dönüşümü			
İlişkili Kazanım	İnsan vücudunda gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklar. Fotosentez ve solunum olaylarında meydana gelen enerji dönüşümlerini fark eder. Çeşitli enerji formları arasında gerçekleşen dönüşümleri açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 29		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Fiziksel enerji dönüşümleri			
İlişkili Kazanım	Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler verir. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar.			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	Olgusal			
Açıklama-Öneri				
Soru - 30		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Besinlerdeki enerji			
İlişkili Kazanım	Besin içeriklerinin, canlıların yaşamsal faaliyetleri için gerekli olduğunu fark eder. Canlıların kullanmış olduğu enerji formlarının kaynağını açıklar.			
Bilişsel Süreç	Anlama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			
Açıklama-Öneri				

Ek-3. Enerji Kavramları Başarı Testi



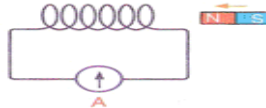
Soru 1: Yukarıdaki gibi bir ışık çarkına kuvvetli ışık ışını gönderilmiştir. 1. şekilde görüldüğü gibi opak bir cisim kullanılarak ışık ışınlarının yarısı engellenmiş, 2. şekilde ise engel kaldırılmış ve bütün ışınlar ışık çarkına gönderilmiştir.

Bu deneyi yapan bir öğrenci aşağıdaki sonuçlardan hangisinin yanlış olduğunu fark eder?

- A) Işın miktarı arttıkça soğurulma miktarı artar.
- B) Işın miktarı arttıkça çarkın kinetik enerjisi artar.
- C) Siyah ve beyaz yüzeyler ışık enerjisini aynı oranda soğurur.
- D) Kanatların her iki yüzleri de siyah olsaydı, çarkın kinetik enerjisi olmazdı.
- E) Çarkın dönmesi ışık enerjisinin bir enerji formu olduğunun kanıtıdır.

Soru 2: Gün içinde gökyüzünün mavi olduğunu gözleyen Ayşe, Güneş batarken gökyüzünün kırmızı ve tonlarında görüldüğünü fark eder. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Akşam saatlerine doğru havada kırmızı ve tonlarındaki gazlar çoğalır.
- B) Atmosfere eğik giren ışınlar uzun yol kat ederler. Bu sırada mavi tonlar hava tarafından soğurulurken kırmızı ve tonları yeryüzüne ulaşır.
- C) Havaya renk veren ışığın denizlerdeki yansımalarıdır. Denizler mavi olduğundan havada kırmızı ve tonlarında görünür.
- D) Güneşten gelen ışınlar uzayda belli saatlerde renk değiştirir.
- E) Beyaz ışığın içerisinde kırmızı ışık fazla olduğundan havada kırmızı ve tonlarında görünür.



Soru 3: Yukarıdaki gibi bobin sarımına yaklaştırılan bir mıknatıs, aşağıdakilerden hangisine sebep **olmaz?**

- A) Devrede akım oluşması
- B) Ampermetrede sapma gözlenmesi
- C) Manyetik alandan elektrik elde edilmesi
- D) İletken telde protonların hareket etmesi
- E) Isı enerjisinin açığa çıkması

Soru 4: Ses enerjisinin oluşumuna ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Bütün ses kaynaklarından çıkan titreşim hareketlerini gözlemleyebiliriz.
- B) Ses kaynaklarının titreşmesi sonucu ses enerjisi oluşur.
- C) Titreşim bir cismin ileri geri gidip gelme hareketidir.
- D) Ses veren her şey titreşir.
- E) Ses üreten cisimlerin titreşim miktarı büyükse daha fazla enerji oluşur.

Soru 5: Aşağıdaki maddelerden hangisi potansiyel ya da kinetik enerjiye sahip **değildir?**

- A) Gerilmiş lastik
- B) Barajdaki durgun su
- C) Gaz halde bulunan bir maddenin tanecikleri
- D) Okçunun elindeki gerilmiş yaydaki ok
- E) Ağaçtan yere düşmüş bir elma

Soru 6: Güneş panelleri ile enerji üretimi hakkında aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Güneş panelleri yenilenebilir enerji kaynağıdır.
- B) Güneş panellerinin boyutu elektrik üretim miktarını etkilemez.
- C) Güneş panelleri ile ışık enerjisinden sadece elektrik enerjisi elde edilebilir.
- D) Güneş panelleri ile hesap makinesi yapılabilir, sokak lambası yakılabilir ve evlere sıcak su temin edilebilir.
- E) Güneş panellerinden elektrik enerjisinin üretimi fosil yakıtlardaki üretimden daha azdır.

Soru 7: Güç santrallerinde enerji üretimi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Hidroelektrik santralleri mekanik enerji kullanarak enerji üretimi sağlamaktadır.
- B) Termik santraller fosil yakıtların bağ enerjisinden yararlanarak enerji üretmektedirler.

- C) Nükleer santraller kararsız atomun çekirdeğinden yararlanarak enerji üretmektedirler.
 D) Jeotermal enerji potansiyel enerjiden yararlanarak enerji üretmektedir.
 E) Biyokütle enerjisi kimyasal enerjiden faydalanılarak üretilmektedir.

Soru 8: Elektrik enerjisinin aktarımına ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Tuzlu suda elektrik enerjisinin aktarımı iyonlarla sağlanmaktadır.
 B) Metallerin elektrik enerjisini aktarması proton hareketlerine bağlıdır.
 C) Plastik az da olsa elektrik enerjisini iletir.
 D) Elektrik devresinde pil kimyasal enerji kaynağıdır.
 E) Elektrik devresinde elektrik akımı bir çeşit enerji aktarımıdır.

Soru 9: Potansiyel ve kinetik enerji formlarına ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Bir cismin potansiyel enerjisi bulunduğu konuma göre değişir.
 B) Ağırlığı değişen bir cismin hem kinetik hem de potansiyel enerjisi değişir.
 C) Bir cisim yayda sıkıştırdığımız zaman potansiyel enerji depolamış oluruz.
 D) Bir cismin yüzey alanı küçük ise kinetik enerjisi fazladır.
 E) Kinetik ve potansiyel enerji birbirlerine dönüşebilirler.

Soru 10: Aşağıdaki cümlelerden hangisinde ısı ve sıcaklık kavramları doğru olarak kullanılmıştır?

- A) Bir maddenin sıcaklığının artması için ısı alması gerekir.
 B) Sağlıklı bir insanın vücut ısısı $36,5^{\circ}\text{C}$ 'dir.
 C) Sıcaklığı farklı iki cisim birbiriyle temas ederse aralarında bir sıcaklık akışı olur.
 D) Yaz mevsiminin gelmesiyle hava ısısı 30°C 'ye kadar yükselir.
 E) Kullandığımız termoslar, sıvının sıcaklığının dış ortama akmasını engeller.

Soru 11: Isı ve sıcaklık ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Isı termometre, sıcaklık kalorimetre kabı ile ölçülür.
 B) Isı birimi kalori, sıcaklık birimi $^{\circ}\text{C}$ derecedir.
 C) Sıcaklık bir enerji formudur, ısı ise bir ölçümdür.
 D) Sıcaklık madde miktarına bağlıdır, ısı bağlı değildir.
 E) Isı enerjisi sıcaklık enerjisine dönüştürülebilir.

Soru 12: Enerji üretim kaynaklarının çevreye olan zararlı etkileri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Hidroelektrik santraller doğrudan sera etkisine sebep olurlar.
 B) Jeotermal enerji santralleri CO_2 salınımı yaparak havayı kirletir.
 C) Biyokütle enerji santralleri iklim değişikliğine sebep olurlar.
 D) Nükleer santraller asit yağmurlarına sebep olan gazların havaya karışmasına neden olmaz.
 E) Güneş panelleri enerji üretirken ışık kirliliğine yol açar.

Soru 13: Güç santrallerindeki enerji dönüşümleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğru **değildir**?

- A) Hidroelektrik santral: Potansiyel – Kinetik – Elektrik enerjisi
 B) Termik santral: Kimyasal – Isı – Kinetik - Elektrik enerjisi
 C) Nükleer santral: Kinetik - Işık - Elektrik enerjisi
 D) Jeotermal santral: Isı - Kinetik – Elektrik enerjisi
 E) Biyokütle santrali: Kimyasal – Isı - Kinetik - Elektrik enerjisi

Soru 14: Öğretmen sınıfa bir adet davul ve mum getirerek şekildeki düzeneği hazırlıyor. Öğrenciler tokmak ile davula bir kere vurunca mumun alevinin hareket ettiğini gözlemliyorlar.

Bu etkinlik sonucunda;

- I- Sesin bir enerji türü olduğu,
 II- Ses enerjisinin başka bir enerjiye dönüşebileceği,
 III-Sesin oluşabilmesi için mutlaka titreşim olması gerektiği,
 IV-Ortam yoğunluğu arttıkça sesin yayılmasının arttığı,



hangilerine ulaşılabilir?

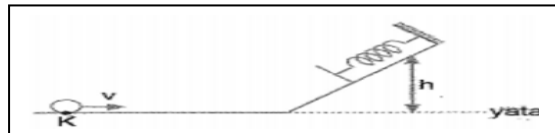
- A) I ve III B) II ve III C) III ve IV D) I, II, III E) I, II, III ve IV

Soru 15: Ses enerjisinin yayılmasına ilişkin aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Bütün materyaller sesi yayamaz.
 B) Ortam yoğunluğu arttıkça sesin yayılması daha da zorlaşır.
 C) Ses maddeden çok madde parçacıkları arasında (boş alanda) hareket eder.
 D) Ses enerjisinin yayılması için maddeye ihtiyaç yoktur.
 E) Ses enerjisi maddelerin titreşmesi sonucu yayılır.

Soru 16: K noktasından v hızıyla fırlatılan bir cisim sürtünmeli yüzeyde hareket ederek h yüksekliğindeki yayı bir miktar sıkıştırıyor. Cismin göstermiş olduğu sistemdeki enerji dönüşümleri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kinetik = Isı + potansiyel + Çekim potansiyeli
 B) Kinetik = Potansiyel + Kimyasal



- C) Kinetik = Potansiyel + Kinetik + Isı
 D) Kinetik = Mekanik
 E) Kinetik = Yay potansiyeli + Isı

Soru 17: Aşağıda verilen durumlardaki enerji dönüşümlerinden hangisi **yanlıştır?**

- A) Lambanın yanması Elektrik = Işık ve ısı enerjisi
 B) Belli bir yükseklikteki topun serbest bırakılması Potansiyel Enerji = Kinetik enerji
 C) Ellerin birbirine sürtülmesi Isı = Kinetik enerji
 D) Pil ile el fenerinin yakılması Kimyasal = Elektrik-Isı ve Işık enerjisi
 E) Robotun hareket etmesi Elektrik = Kinetik enerji

Soru 18: Enerji aktarımına ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Isı enerjisinin aktarımı; sıcaklığı düşük olan maddeden sıcaklığı yüksek olan maddeye doğrudur.
 B) Bir madde kinetik enerjisini başka bir maddeye aktarabilir.
 C) Isı enerjisinin aktarımı maddenin iç enerjisine bağlı değildir.
 D) Odanın ısınması bir enerji aktarımıdır.
 E) Bilardo oyunu, topların kinetik enerji aktarımına dayanmaktadır.

Soru 19: İyonlaşma enerjisine ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Gaz halde bulunan nötr bir atomdan bir elektron uzaklaştırmak için gereken enerjidir.
 B) Atomdan ikinci elektronu koparmak birinci elektronu koparmaktan daha zordur.
 C) İyonlaşma enerjisi düşük olan metaller elektriği iyi iletirler.
 D) Isı, elektrik ve ışık enerjisi bir atomdan elektron koparabilir.
 E) Bir atomun yarıçapı ne kadar büyükse iyonlaşma enerjisi de o kadar büyüktür.

Soru 20: Bağ enerjisi ile ilgili verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Gaz halindeki iki atomdan molekül oluşurken dışarıya enerji verilir.
 B) İki atom arasındaki bağı koparabilmek veya oluşturabilmek için verilmesi gereken enerjidir.
 C) Bağ enerjisi ne kadar fazla ise bileşik o kadar kararlıdır.
 D) Kimyasal bağlar oluşurken enerji açığa çıkar.
 E) Bağın kırılması ekzotermik, bağ oluşumu endotermik bir olaydır.

Soru 21: Nükleer santrallerde enerji üretimine ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Nükleer santraller enerji üretirken artık madde açığa çıkarmamaktadır.
 B) Uranyum kararsız elementin bölünerek kütle kaybı sonucu nükleer enerji açığa çıkmaktadır.
 C) Nükleer santrallerden diğer santrallere göre daha yüksek elektrik enerjisi üretilmektedir.
 D) Nükleer santrallerde tepkime sonucu açığa çıkan ısı nükleer enerjidir.
 E) Nükleer santraller CO₂ ve SO₂ emisyonuna neden olmazlar.

Soru 22: Piller ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Pillerde elektrik enerjisi depolanmaktadır.
 B) İçerisinde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar ile elektron elektron hareketi başlamaktadır.
 C) Elektrik enerjisinin açığa çıkması için pozitif ve negatif uçlar arasında bağlantı kurulmalıdır.
 D) İçerisindeki kimyasallar yer altı sularını kirleterek çevreye zarar vermektedir.
 E) Pil içerisinde enerji dönüşümü meydana gelmektedir.

Soru 23: Pil kullanılarak suyun elektroliz olayına ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Kimyasal bir bileşik elektrik enerjisiyle ayrıştırılmıştır.
 B) Elektroliz olayında suyun bağ enerjisinin oluşumu gerçekleşmiştir.
 C) Bu olayda su, hidrojen ve oksijen gazlarına ayrılmıştır.
 D) Buradaki enerji dönüşümleri sırayla kimyasal enerji, elektrik enerjisi ve hidrojen enerjisi şeklindedir.
 E) Elektroliz olayı ile yenilenebilir enerji üretmek mümkündür.

Soru 24: Besinlerde enerji depolanmasının tanımı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Bitkilerin atmosferdeki oksijeni kullanarak güneş enerjisi ile besinlerde kimyasal enerji depolamasıdır.
 B) Bitkilerin atmosferdeki oksijeni güneş enerjisi ile doğrudan ATP molekülüne dönüştürmesidir.
 C) Bitkilerin atmosferdeki karbondioksiti kullanarak güneş enerjisi ile besinlerde ışık enerjisini depolamasıdır.
 D) Tüm canlıların atmosferdeki oksijeni kullanarak güneş enerjisi ile besinlerde kimyasal enerji depolamasıdır.
 E) Bitkilerin atmosferdeki karbondioksiti kullanarak güneş enerjisi ile besinlerde kimyasal bağ enerjisini depolamasıdır.

Soru 25: Canlılardaki enerji üretimi ve kullanımına ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Besinlerde bulunan karbohidratlar, yağlar ve proteinler kimyasal enerji kaynaklarıdır.
 B) Canlılar günlük aktivitelerini yapabilmeleri için kimyasal enerjiyi ATP'deki kimyasal bağ enerjisine dönüştürmelidirler.

- C) Canlılar organik ve inorganik bileşiklerdeki kimyasal bağ enerjisini doğrudan kullanarak enerji elde ederler.
 D) Hücreler ATP'deki kimyasal bağ enerjisini protein sentezi, aktif taşıma gibi olaylarda kullanır.
 E) Hücreler gereğinden fazla ATP'deki enerjiyi başka hücreye aktaramaz.

Soru 26: Canlıların enerji elde etme yöntemlerine ilişkin aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Bitkiler enerjilerini su, hava, toprak, böcek ve gübre'den elde ederler.
 B) İnsanlar enerjilerini hava, su, güneş ve egzersiz'lerden elde ederler.
 C) Bitkiler enerjilerini kökleriyle topraktan aldıkları organik maddelerden elde ederler.
 D) İnsanlar enerjilerini oksijen yardımıyla organik besinlerden elde ederler.
 E) Tüm canlılar enerjilerini fotosentez yaparak elde ederler.

Soru 27: İnsan vücudunda enerji aktarımı nasıl meydana gelmektedir?

- A) İnsanlar enerjilerini besinlerdeki vitaminlerden ve minerallerden sağlamaktadır.
 B) İnsan kanındaki glikozun yapısında ATP enerjisi taşınmaktadır, hücreler bu enerjiyi doğrudan kullanabilmektedir.
 C) Sindirim sistemi tarafından sindirilerek kana geçen organik bileşiklerin yapısında kimyasal bağ enerjisi bulunmaktadır, bu enerji oksijenli solunum ile ATP'de kimyasal bağ enerjisine dönüştürülmektedir.
 D) Hücreler tarafından üretilen fazla kimyasal bağ enerjileri harcanmadığı zaman tekrardan besinlerde depolanarak bir başka hücreye aktarılmaktadır.
 E) Besinlerdeki kimyasal bağ enerjisi hücreler tarafından ATP enerjisine dönüştürülerek, diğer hücrelere aktarılmaktadır.

Soru 28: Canlılarda enerji dönüşümüne ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Fotosentez ile ototrof canlılar ışık enerjisini kimyasal bağ enerjisine çevirirler.
 B) Solunum olayı ile insanlar kimyasal bağ enerjisini ATP'deki kimyasal bağ enerjisine dönüştürürler.
 C) Solunum olayı ile bitkiler kimyasal bağ enerjisini ATP'deki kimyasal bağ enerjisine dönüştürürler.
 D) Canlılar ATP'deki kimyasal bağ enerjisini hareket enerjisine dönüştürürler.
 E) Tüm canlılar oksijenli solunum ile kimyasal bağ enerjisini kullanabilecekleri enerji formuna dönüştürürler.

Soru 29: Güneş panelleri ile bir lambanın yanması deneyinde aşağıdaki durumlardan hangileri **söylenbilir**?

- I.** Var olan enerji lambanın yanması sonucu yok olmaktadır.
II. Işık, elektrik enerjisine, elektrik de ısı ve ışık enerjisine dönüşmektedir.
III. Aynı düzenek sokak lambalarında da kullanılabilir.
IV. Benzer enerji dönüşümü el fenerinin yanması olayında da gözlenmektedir.

- A) I ve II B) II ve III C) III ve IV D) I, II, III E) I, II, III ve IV

Soru 30: Canlıların enerji kaynaklarına ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Besinler kimyasal bağ enerji deposudur.
 B) Canlılar enerjilerini besinlerdeki protein, yağ ve karbonhidratlardan sağlarlar.
 C) Canlılar hücrelerinde kullanabilecekleri enerjiyi oksijenli solunum ile elde ederler.
 D) Günlük hayatta kullanılan "enerjim bitti" ifadesi vücuttaki besinlerin bitmesi anlamına gelir.
 E) Vücutta en fazla enerji veren organik besin yağlardır.

Enerji Kavramları Başarı Testi Cevap Anahtarı

1.	C	6.	B	11.	B	16.	A	21.	A	26.	D
2.	B	7.	D	12.	D	17.	C	22.	A	27.	C
3.	D	8.	B	13.	C	18.	A	23.	B	28.	E
4.	A	9.	D	14.	D	19.	E	24.	E	29.	B
5.	E	10.	A	15.	E	20.	E	25.	C	30.	D

Ek-4. İlgili Kazanımlara Yönelik Önerme Cümleleri

-
1. Işık bir enerji çeşididir. (1.1. kazanımı)
 2. Işık madde ile etkileşime girdiğinde maddenin özelliğine göre yansiyabilir, soğurulabilir ya da bir kısmı soğrulup bir kısmı yansiyabilir. (1.2. kazanımı)
 3. Madde ışığı soğurduğunda sıcaklığı artar. Sıcaklık artışının miktarı yüzeyin rengine bağlı olarak değişir. (1.2)
 4. Beyaz ışık yedi farklı renkli ışığın birleşiminden oluşmaktadır. Bu renkler kırmızı, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mordur. (1.3)
 5. Organik bileşiklerden karbonhidratlar, yağlar ve proteinler besinlerde enerji deposudur. (1.4)
 6. Besinlerden elde edilen enerji karbonhidratların, yağların ve proteinlerin yapısında bulunan kimyasal bağ enerjisidir. (1.4)
 7. Canlılar yaşamsal faaliyetleri için ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisini kullanırlar. (1.5)
 8. Yerden belli yükseklikte bulunan cisme etkileyen yer çekim kuvvetinin enerjisine çekim potansiyel enerjisi denir. Potansiyel enerji mevcut alandaki konuma veya cisimdeki değişikliğe bağlıdır. (1.6)
 9. Esnek cisimlerde şekil değişikliği oluşturulması sırasında depolanan enerji esneklik potansiyel enerjidir. (1.6)
 10. Bir yay sıkıştırıldığında esneklik potansiyel enerjisi, yükseğe kaldırılan bir cisim çekim potansiyel enerjisi depolar. (1.7)
 11. Kinetik enerji, bir cismin hareketinden dolayı sahip olduğu enerjidir. Bir cismin süratine ve kütesine bağlıdır. (1.8)
 12. Akan suyun, hareket halindeki arabanın, fırlatılan bir taşın hareket etmesinden dolayı sahip olduğu enerji kinetik enerjidir. (1.9)
 13. Bir atomun en dış yörüngesindeki elektronlarla çekirdek arasında zayıfta olsa bir çekim kuvveti vardır. Aynı atomu iyonlaştırmak için bu çekim kuvvetini yenmek gerekir. Bu ise enerji ile mümkündür. (1.10)
 14. İyonlaşma enerjisi, gaz halde bulunan nötr bir atomdan bir elektron uzaklaştırmak için gereken enerjidir. (1.11)
 15. Bir atomdan ikinci elektronu koparmak birinci elektronu koparmaktan daha zordur. (1.11)
 16. İyonlaşma enerjisi düşük olan metaller elektriği iyi iletirler. (1.11)
 17. Kimyasal tepkimeler gerçekleşirken ısı enerjisi açığa çıkabilir veya ısı enerjisi harcanabilir. (1.12)
 18. Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren maddelerin toplam enerjileri oluşan ürünlerin toplam enerjilerinden fazla ise bu tür tepkimeler gerçekleşirken ortama ısı enerjisi verirler. Böyle tepkimeler ekzotermik tepkimelerdir. (1.12)
 19. Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye girenlerin toplam enerjileri, oluşan ürünlerin toplam enerjilerinden daha az ise tepkime oluşurken dışarıdan ısı enerjisi alınmıştır. Böyle tepkimeler endotermik tepkimelerdir. (1.12)
 20. Bir bağın oluşması ya da kırılması için gerekli olan enerjiye bağ enerjisi denir. (1.13)
 21. Bir bağı kırmak için enerji verilmesi gerekirken, bir bağ oluşurken de enerji açığa çıkar. Buna göre bağın kırılması olayı endotermik bir olayken bağın oluşması olayı bir ekzotermik olaydır. (1.13)
 22. Elektrik bir enerji biçimidir ve elektronların hareket etmesiyle oluşur. (1.14)
 23. Bir atom elektron kaybederse, bu elektronların serbest hareketi elektrik akımını oluşturur. (1.14)
 24. Miknatıs bobin sarımı içerisinde hareket ettirilirse bobine bağlı ampermetre ibresi hareket eder. Bu şekilde elde edilen akıma indüksiyon akımı denir. (1.14)
 25. Ses dalgaları yayılırken ortamdaki madde ile etkileşerek enerjisini kaybeder. (1.15)
-

-
26. Bir ses kaynağından çıkan ses dalgaları hava taneciklerinin sıkışıp seyrekleşmesine neden olur. (1.15)
27. Ses enerjisi, titreşim veya maddenin salınımı ile ilgili enerji biçimidir. (1.16)
28. Nükleer enerji, uranyum ve plütonyum gibi ağır atomların çekirdeğinden elde edilen bir enerji türüdür. (1.17)
29. Uranyum kararsız elementinin fisyon tepkimeleri sonucu bölünmesinde az miktardaki kütle enerjiye dönüşmektedir. (1.18)
30. Isı enerjisi belirli bir sıcaklık sistemi içerisinde, sıcaklığı yüksek olan bir sistemden sıcaklığı düşük olan bir sisteme sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerjidir. (1.19)
31. Isı bir enerji çeşididir, sıcaklık ise bir ölçümdür. (1.19)
32. Isı kalorimetre kabı ile sıcaklık termometre ile ölçülür. (1.19)
33. Güneş panellerinde fotonların koparttığı elektronlar eklemde dolaşır ve elektrik akımı üretilir. (2.1)
34. Güneş panellerinin yapısında bulunan silisyumun dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için fazla olan elektron güneşten gelen fotonların enerjisi ile dışarıya verilir. (2.1)
35. Güneş pilinin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı yüzeyine gelen güneş enerjisidir. (2.1)
36. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi ve güneş enerjisi ile hareket edebilen taşıtların üretilmesi hem fosil yakıtların tükenmesini önler hem de çevre kirliliğini azaltır. (2.2)
37. Hidroelektrik santrallerde belli yüksekliğe varan birikmiş su potansiyel enerjiye sahiptir. Bu potansiyel enerji türbinler vasıtasıyla kinetik enerjiye daha sonra da türbin çarkına bağlı jeneratör motorun dönmesi ile elektrik enerjisine çevrilir. (2.3)
38. Jeotermal santrallerde, yer kabuğu içerisinde hazne kayalarda bulunan, basınç altında aşırı derecede ısınmış suların buharı türbinleri döndürerek ısı enerjisini elektrik enerjisine çevirmektedir. (2.3)
39. Biyokütle enerji santrallerinde, ölmüş orman ürünleri, atıklar (hidrojen) gaz ve alkolik yakıtlar veya yaşayan biyolojik yakıtlar yakılarak ısı enerjisinin türbinleri döndürmesi sağlanmakta ve elektrik enerjisi üretilmektedir. (2.3)
40. Rüzgâr enerji santrallerinde, rüzgârın sahip olduğu kinetik enerji pervaneleri döndürmekte ve böylece türbinlerinde dönmesiyle elektrik enerjisi üretilmektedir. (2.3)
41. Hidroelektrik santrallerde suyun mekanik enerjisinden yararlanılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. (2.4)
42. Jeotermal enerji yerin derinliklerindeki kayalar içinde birikmiş olan ısının akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. (2.4)
43. Biyokütle enerjisi, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu meydana gelen biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynaklarından elde edilen enerjidir. (2.4)
44. Rüzgâr enerjisi, rüzgârı oluşturan hava akımının sahip olduğu kinetik enerjidir. (2.4)
45. Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerinin üretimi yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır ve çevreye zararları yoktur. (2.5)
46. Bir maddedeki moleküllerin titreşmesi sonucunda ses enerjisi oluşur. (2.6)
47. Piller kimyasal maddeler ile dolu olan elektron kaynaklarıdır, içerisindeki elektrokimyasal reaksiyonlar ile elektron üretimi olmaktadır. (2.7)
48. Elektrotlar ve elektrolit birbiriyle kimyasal olarak etkileşir ve etkileşme sonucu elektrotlardan birisi pozitif, diğeri negatif yüklenir. Çinko ve bakır elektrotlardan artı yüklenen elektrot pilin pozitif kutbunu, eksi yüklenen elektrot ise pilin negatif kutbunu oluşturur. Bir pilin iki kutbu birleştirildiğinde elektronlar negatif yükle yüklenen elektrottan pozitif yükle yüklenen elektrota doğru akmaya başlarlar. (2.7)
49. Toprağa karışan piller zamanla içindeki elementlere ayrışarak yer altı sularına karışır ve çevreye zarar verir. (2.8)
50. Besinler organik bileşikler içermesinden dolayı kimyasal bağ enerji kaynaklarıdır. (2.9)
-

-
51. Fotosentez sonucu organik besinlerde kimyasal bağ enerjisi depolanır. (2.10)
52. Canlıların kullanmış olduğu enerji ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisidir. Bu enerji solunum olayı ile elde edilir. (2.10)
53. Elektrik enerji kaynakları elektrik devrelerine elektrik akımı sağlamaktadır ve elektrik akımı bir çeşit enerji aktarımıdır. (3.1)
54. Katılarda iletkenliği sağlayan, yüklü tanecikler ve negatif yüklü serbest elektronlardır. Elektronlar metal içinde yer değiştirir. Her elektronun gidebileceği belli bir mesafe vardır. Elektronlar bu mesafede hareket ederken başka elektronlara çarparak yüklerini aktarırlar. Böylece elektrik enerjisi aktarılmış olur. (3.1)
55. Bir sıvının elektrik enerjisini iletmesi için iyonlarına ayrışabilmesi gerekir. İyonlar sayesinde enerji aktarılır. (3.2)
56. Gazlar normal şartlarda elektrik enerjisini iletmemektedir, ancak gazların iyonlarına ayrışabilme özelliği sağlanabilirse enerjiyi aktarabilirler. (3.2)
57. İletken maddeler elektrik akımını kolayca iletir ancak yalıtkan maddeler iletmez. (3.2)
58. Fiziksel temas ile kinetik enerji bir maddeden başka bir maddeye aktarılır. (3.3)
59. Sesler kaynaktan aldığı enerjilerle titreşerek yayılırlar. (3.4)
60. Ses mekanik dalga olduğu için yayılması için bir ortama ihtiyaç duymaktadır. (3.4)
61. Maddeyi oluşturan taneciklerin birbirine çarpması ile ısı enerjisinin aktarımı sağlanır. (3.5)
62. Farklı iki ortam arasında sıcaklık farkı varsa, ısı enerjisi yüksek sıcaklıktaki ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama aktarılır. (3.5)
63. Isı enerjisinin iletiminde maddelerin moleküllerinin hareketleri rol oynamaktadır. Moleküller öteleme hareketi yaparak çarpışması sonucu enerjiyi iletir. (3.6)
64. Bitkiler fotosentez yaparak kimyasal bağ enerjisini bitkilerde nişastanın yapısında depolar. (3.7)
65. Nişasta insan vücudunda glikoza kadar parçalanır ve glikozdaki kimyasal bağ enerjisi solunum ile ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşür. (3.7)
66. ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi hücreler tarafından protein sentezi, aktif taşıma gibi olaylarda kullanılır. (3.8)
67. Bir sistemin toplam mekanik enerjisi, kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır. (4.1)
68. Elektrik devresinde açığa çıkan ısı enerjisi ile iletken tel ısınarak bir süre sonra akkor haline gelir ve ışık yaymaya başlar. Böylece elektrik enerjisi ışık enerjisine dönüşür. (4.2)
69. Ütü, fırın, saç kurutma makinesi gibi araçlar elektrik enerjisini ısı enerjisine çevirmektedir, lambada ise elektrik enerjisi ısı ve ışık enerjisine dönüşmektedir. (4.3)
70. Hidroelektrik santrallerde, potansiyel enerji, kinetik enerjiye o da elektrik enerjisine dönüşür. (4.4)
71. Jeotermal enerji santrallerinde, ısı enerjisi, kinetik enerjisine o da elektrik enerjisine dönüşür. (4.4)
72. Biyokütle enerji santrallerinde kimyasal bağ enerjisi, ısı enerjisine, ısı enerjisi kinetik enerjiye o da elektrik enerjisine dönüşür. (4.4)
73. Rüzgâr enerji santrallerinde rüzgârın kinetik enerjisi türbinlere aktarılarak buradaki kinetik enerji elektrik enerjisine dönüşür. (4.4)
74. Termik santrallerinde fosil yakıtlardaki bağ enerjisi ısı enerjisine, ısı enerjisi türbinlerde kinetik enerjiye o da elektrik enerjisine dönüşür. (4.4)
75. Güneş panelleri aracılığıyla güneş enerjisi elektrik enerjisine o da kinetik enerjiye, potansiyel enerjiye, ses enerjisine, ısı enerjisine, ışık enerjisine dönüşebilir. (4.5)
76. Besinlerdeki kimyasal bağ enerjisi insan vücudunda solunum olayı ile ATP molekülünün yapısındaki kimyasal bağ enerjisine ve ısı enerjisine dönüşür. (4.6)
77. Fotosentez ile güneş enerjisi besinlerde kimyasal bağ enerjisi olarak depolanır. (4.7)
78. Solunum olayı organik bileşiklerdeki kimyasal bağ enerjisi ATP molekülündeki kimyasal bağ
-

enerjisine dönüşür. (4.7)

79. İnsan vücudundaki kimyasal bağ enerjisi vücut aktiviteleri ile kinetik enerjiye, potansiyel enerjiye, ısı enerjisine, ses enerjisine dönüşebilir. (4.8)

80. Elektroliz olayında elektrik enerjisi bileşimin bağlarını kırmak için kullanılır. (4.9)

81. Elektroliz olayında suyun bağları kırılarak hidrojen ve oksijen gazlarına ayrıştırılabilir. Hidrojen gazının elde edilmesiyle yenilenebilir hidrojen enerjisi elde edilebilir. (4.10)



Ek-5. Enerji Kavramının Yer Aldığı Konulara İlişkin Kavram Yanılgıları

KONULAR	KAVRAM YANILGILARI	KAYNAK	
Işık Enerjisi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Işık, elektronların enerji verilerek yayılmasıdır. ➤ Işık madde ile enerji arasında geçiş formudur. ➤ Işık, ışık atomlarından oluşmuştur. ➤ Işık, bir enerji kaynağından yayılan parlaklıktır. ➤ Işık, maddeyi oluşturan atomların etkileşiminden oluşur. ➤ Işık, atomlarda bulunan elektron ve protonların etkileşiminden oluşur. 	Kaya (2010)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atomlar ışığı birbirine elektronlar yardımı ile aktarır. ➤ Isınan cisim renk değiştirir, madde ısınınca kızarır, daha da ısınınca bütün renkleri oluşturur. Bu renklerin birleşmesi sonucu beyaz ışık görülür. ➤ Isınan atomlar titreşerek birbirine çarpıp ve fotonlar fırlatır. 		
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Renklerin hepsi karışınca siyah görünür. ➤ Bir cisim renkli görebilmek için üzerine gelen ışığı soğurması gerekir. ➤ Bir cisme siyah ışık tutarsak siyah görünür. 		Kocakulah (2006)
Potansiyel ve Kinetik Enerji	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşürken toplam enerji artar. ➤ Moleküller arası mesafenin artması kinetik enerji artışına sebep olur. ➤ Sıcaklık artarsa kinetik enerji azalır. 	Töman (2011)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enerji kullanılır, azalır veya tükenir. ➤ Hareket etmeyen hiçbir şey enerjiye sahip değildir. ➤ Bir cisim düşmeye bırakıldığında, yer çekimi potansiyel enerjinin tamamı aynı anda kinetik enerjiye dönüşür. ➤ Enerji bir kuvvettir. 	Mavi (2008)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kinetik enerji, cisim hareket ettirmek için kullanılan enerjidir. ➤ Kinetik enerji, cisme kuvvet uygulanmadan cisim hareket ettirmektir. ➤ Kinetik enerji, cismin dururken sahip olduğu enerjidir. ➤ Potansiyel enerji, duran cisimlerin sahip olduğu enerjidir. ➤ Yüksekliği ve hareketi olan cisim potansiyel enerjiye sahiptir. ➤ Sabit duran cismin enerjisi yoktur. ➤ Yüksekliği az olan cismin mekanik enerjisi daha azdır. ➤ Potansiyel enerji de yükseklik değil kütleler önemlidir. 	Madanoğlu (2015)	
İyonlaşma Enerjisi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atomun elektron sayısı arttıkça çapı da büyüyecektir. ➤ Elektron sayısı düşük olan elementin elektron sayısı arttıkça çapı da büyüyecektir. ➤ Proton sayısı az olan element daha az elektron çeker, bu yüzden hacmi de büyük olur. ➤ Periyodik cetvelde soldan sağa doğru gidildikçe iyonlaşma enerjisi artar. ➤ Atom çapı küçük olan elementin iyonlaşma enerjisi daha yüksek olacaktır. ➤ Elektron sayısı daha küçük olan elementin elektron alma isteği daha fazla olacağından dolayı iyonlaşma enerjisi daha büyük olacaktır. 	Feyzioğlu (2006)	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ekzotermik tepkimelerde minimum enerji girenler yönündedir. ➤ Endotermik tepkimelerde minimum enerji ürünler yönündedir. 		Sepet, Yılmaz ve Morgil (2004)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bağlanma esnasında bir elektron bağ yapan iki atom arasında bölünür. ➤ Bağlanma esnasında iki atomun elektronları birleşirler ve bu şekilde iki atom birbirine bağlanır. ➤ Bağlanma esnasında elektronlar kaybolur. ➤ İki atomun bağlanması; her atomun çekirdeğinde var olan (+) 		Ünal (2002)

KONULAR	KAVRAM YANILGILARI	KAYNAK
	<p>yüklü protonlar ve sahip oldukları (-) yüklü elektronların çekimi sayesinde gerçekleşir.</p> <p>➤ Kimyasal bağ; atomlar arasında elektron alışverişi esnasında veya elektron ortaklaşması esnasında ortaya çıkan enerjidir. Bu enerji iki atomun bir arada durmasını sağlar.</p>	
	<p>➤ Kimyasal bağ oluşumunun nedeni enerjidir.</p> <p>➤ Ametal atomları arasında kimyasal bağ, elektronlarının atom çekirdekleri tarafından farklı kuvvetlerle çekilerek bölünmesiyle oluşur.</p>	Baykan (2008)
	<p>➤ Ekzotermik bir reaksiyonda ortaya çıkan enerji, üretilmiş bir enerjidir.</p>	Golestaneh (1998)
	<p>➤ Bağ kırılması ekzotermik, bağ oluşumu endotermiktir.</p>	Boo ve Watson (2001)
	<p>➤ Kimyasal bağlar kırılırken enerji açığa çıkar.</p> <p>➤ Ekzotermik reaksiyonların başlaması için çok fazla enerjiye gereksinim vardır.</p>	Barker (1995)
	<p>➤ Su sıvı halden gaz hale geçerken enerji, su moleküllerini oluşturan atomlar arasındaki bağları kırmak için kullanılır.</p> <p>➤ Su sıvı halden gaz hale geçerken enerji, su molekülleri arasında yeni bağlar oluşturmak için kullanılır.</p>	Ergün (2013)
	<p>➤ Elektrik akımı, devrede hareket eden elektron ve proton yükleri tarafından oluşturulmaktadır.</p>	Borges ve Gilbert (1999)
	<p>➤ Kuru pil elektronların depolandığı yerdir. Kablolar borulara benzer. Devre tamamlandığında depolanmış elektronlar akmaya başlar.</p>	Pardhan ve Bano (2001)
Elektrik Enerjisi	<p>➤ Elektrik akımı, elektrik iletir.</p> <p>➤ Üreteç/pil, elektrik enerjisi depo eder.</p> <p>➤ Akım, elektriği bir yerden başka bir yere getirir.</p>	Ayutlu ve Şen (2012)
	<p>➤ Elektrik elektron hareketiyle iletilir.</p> <p>➤ Elektrik elektronlara sahiptir.</p> <p>➤ Elektrik enerjisi elektrik olarak devrede bulunur.</p> <p>➤ Elektrik, elektrik enerjisi meydana getirir.</p>	Çıldır (2005)
	<p>➤ Isı ve sıcaklık aynıdır.</p> <p>➤ Sıcaklık maddenin miktarına veya büyüklüğüne bağlıdır.</p> <p>➤ Bir nesnenin sıcaklığı yapıldığı maddenin türüne bağlıdır.</p> <p>➤ Isıtılan nesnelere ısı emişli nesnenin büyüklüğüne bağlıdır.</p> <p>➤ Bazı nesnelere diğerlerinden daha çok ısı çekebilirler ve maddelerin ısı emmeye dirençleri vardır.</p>	Yumuşak (2008)
	<p>➤ Isı, maddedeki moleküllerin ortalama kinetik enerjisidir.</p> <p>➤ Isı ve kinetik enerji arasında hiçbir ilişki yoktur.</p> <p>➤ Bir cismin diğer bir cisme göre sıcaklığı yüksekse her zaman ısı da yüksektir.</p> <p>➤ Bir cismin sıcaklığı o cismin ısısından bağımsızdır.</p> <p>➤ Güneşin altında buharlaşan bir madde havadaki ısıyı alır ve buna karşın sıcaklığını kaybeder.</p> <p>➤ Bir yerden başka bir yere sıcaklığın iletilmesi.</p> <p>➤ Isının iletiminin olması için iletici bir ortamın veya bir cismin olması gerekmektedir.</p>	Aydın (2007)
Isı Enerjisi	<p>➤ Soğuk maddeler ısıya sahip değildir.</p> <p>➤ Isı termometre ile ölçülür.</p> <p>➤ Bir maddenin sıcaklığı arttıkça kütlesi de artar.</p> <p>➤ Odun yandığında dışarı sıcaklık verir.</p> <p>➤ Isı bir maddedir.</p> <p>➤ Isı bir enerji çeşidi değildir.</p> <p>➤ Isının kütlesi vardır.</p> <p>➤ Isı ölçülemez.</p> <p>➤ Sıcaklık kalorimetre ile ölçülür.</p> <p>➤ Isı ve sıcaklık birimleri aynıdır.</p>	Buluş-Kırıkkaya ve Güllü (2008)
		Bayrakci (2007)

KONULAR	KAVRAM YANILGILARI	KAYNAK
Ses Oluşumu	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses tellerinin çarpışması sonucu ses oluşur. ➤ Ses, moleküllerinin bir yüzeyden yansımaları ile oluşur. 	Demirci ve Efe (2007)
Kimyasal Enerji Kaynakları	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pillerde veya akülerde enerji depolanabilir. ➤ Atom çekirdeği parçalanarak enerji üretilir ve böylece enerji depolanır. ➤ Elektronlar yörüngedeyken depo edilir. ➤ Protonlar birbirini itmesini sağlayan depolanmış enerjidir. ➤ Atomların içinde protonlarda da birikmiş enerji vardır. 	Töman ve Odabaşı-Çimer (2013)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Üreteç kaynağı elektrik enerjisini depolar. 	Çıldır (2005)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sudan aldığı minerallerle fasulye bitkisi enerji depolar. ➤ Hava bitkinin yaşaması için gereklidir ve en temel enerji kaynağıdır. ➤ Su içindeki mineraller bize güç ve enerji verir. ➤ İnsan uyurken hareketi için gerekli olan enerjiyi depolar. ➤ Kalsiyum başlıca proteindir ve tüketilip sindirildiğinde enerji verir. ➤ Besin olarak enerji depolanır. ➤ Dinlenerek insan gerekli enerjiyi depolar. ➤ Su sindirimle enerji sağlar. ➤ Sudaki mineraller enerji sağlar. ➤ Egzersiz kaslarımızı çalıştırır ve enerji ortaya çıkar. ➤ Kalsiyum büyümemizi sağladığından dolayı bize enerji sağlar. ➤ Oksijen solunumda kullanılan enerji kaynağıdır. 	Töman ve Odabaşı-Çimer (2013)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bitkiler enerjilerini güneşten alır. ➤ Bitkiler enerjilerini sudan sağlar. ➤ Bitkiler enerjilerini havadan sağlar. ➤ Bitkiler enerjilerini topraktan sağlar. ➤ Bitkiler enerjilerini gübrelere sağlar. ➤ Bitkiler enerjilerini rüzgârdan sağlar. ➤ Bitkiler enerjilerini böcek ve kurtçuklardan sağlar. ➤ Hayvanlar enerjilerini havadan sağlar. ➤ Hayvanlar enerjilerini sudan sağlar. ➤ Hayvanlar enerjilerini güneşten sağlar. ➤ Hayvanlar enerjilerini egzersizden sağlar. ➤ Hayvanlar enerjilerini uykudan sağlar. ➤ Hayvanlar enerjilerini ortam ısısından sağlar. 	Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak (2006)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bitkiler glikozu topraktan sağlar. ➤ Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi havadan sağlar. ➤ Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi topraktan sağlar. ➤ Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi sudan sağlar. ➤ Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi gübrelere sağlar. ➤ İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi sudan sağlar. ➤ İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi havadan sağlar. ➤ İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi güneşten sağlar. ➤ İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi egzersizden sağlar. 	Köse, Ayas ve Uşak (2006)
Besinlerdeki Enerji	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bitkiler güneşe ilaveten hava, su, toprak ve gübreden enerji sağlarlar. ➤ İnsanlar enerjilerini hava, güneş, su ve egzersizlerden sağlarlar. ➤ Bitkiler enerjilerini fotosentezden sağlar. 	Köse, Ayas ve Taş (2003)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yeşil bitkilerde solunum bitkinin hücrelerinde enerji elde etmek için meydana gelen kimyasal bir işlemdir, hayvan hücrelerinde meydana gelmez. ➤ Klorofil olarak adlandırılan yeşil pigment ışık enerjisini karbondioksitle bağlar ve glikoz ve su üretir. 	Haslam ve Treagust (1987)

KONULAR	KAVRAM YANILGILARI	KAYNAK
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solunum yeşil bitkilere yaşamak için enerji sağlar ve bitkilerin su ve karbondioksitten besinlerini yaptıkları kimyasal bir süreçtir. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fotosentez, bitkilerin enerji ürettiği bir süreçtir. ➤ İnsanlar havadaki oksijenden enerji sağlar. ➤ Bitkiler enerjiye ihtiyaç duyduklarında solunum yaparlar. ➤ Bitkilerin ve insanların solunumu birbirinden farklıdır. İnsanlar solunumu enerji sağlamak için yaparken, bitkiler bir miktar karbondioksit oluşturup onu kullanmak için yaparlar. ➤ Bitkiler gündüz fotosentezle enerjilerini karşılarlar. Gece güneş ışığı olmadığı için solunumla fotosenteze devam ederler ve böylece enerjilerini sağlarlar. 	Köse (2004)
Enerji Formlarının Aktarımı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çeşme suyu içinden aktığı metal borulardan dolayı iyonlar içerir bundan dolayı da de elektrik akımını iletir. ➤ Bir maddenin son yörüngesindeki elektronlar serbest halde ise akımı iletir, değilse iletmez. ➤ Tüm karışımlarda elektrik akımı elektronlar üzerinden gerçekleşir. ➤ Akım elektriği bir yerden başka bir yere getirir. ➤ Protonlar, metal iletkenler içerisinde akar. ➤ Çözelti de iyonların hareketi elektrik akımı oluşturmaz. 	Akgün, Gönen ve Yılmaz (2005)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses havasız ortamda yayılır ve bir engele çarparak durur. ➤ Katı maddelerin yoğunluğu daha az olduğu için ses daha hızlı yayılır. ➤ Atmosferde hava olmadığı için ses katılarda daha hızlı yayılır. ➤ Ses delikler ve boşluklardan sızıntıya benzer bir şekilde iletir. 	Demirci ve Efe (2007)
Sesin Yayılması	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses bir yerden diğerine hareket eden bir nesnedir. ➤ Ses boşlukta yayılabilir. ➤ Sesin yayılması için ortama gerek yoktur. ➤ Katı maddelerin yoğunluğu arttıkça sesin yayılması daha zorlaşır. 	Driver, vd. (1994)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses ortam moleküllerinin akımı ile yol alır. 	Barman, Barman ve Miller (1996)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses boşlukta yayılabilir. ➤ Sesin yayılması için ortama gerek yoktur. ➤ Katı maddelerin yoğunluğu arttıkça sesin yayılması daha zorlaşır. 	Maurines (1993)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses ortam moleküllerinin akımı ile yol alır. 	Hrepic (2002)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isı maddelerin belli bir kısmında toplanır. ➤ Sıcaklık bir maddeden diğer maddeye geçer. ➤ Yalıtkanlar ısıyı çabuk ilettilerinden dolayı onları sıcak hissedemeyiz. ➤ Sıcaklık bir nesneden diğerine geçebilir. ➤ Isıtılan nesnelere ısı emişi nesnenin büyüklüğüne bağlıdır. ➤ Bazı maddeler diğerlerinden daha çok ısı çekebilirler ve maddelerin ısı emmeye dirençleri vardır. ➤ Katıdan sıvıya, sıvıdan gaz haline geçerken enerji azalır. 	Kesidou ve Duit (1993)
Isı Aktarımı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bir madde sıcaklık aldığı anda ısınır. ➤ Sıcaklıkları farklı olan iki madde temas ettirildiğinde, soğuk olan maddeden sıcak olan maddeye ısı aktarılır. ➤ Sıcaklıkları farklı olan iki madde temas ettirildiğinde iki maddenin sıcaklıkları eşit oluncaya kadar aralarında sıcaklık alış-verişi olur. 	Bayrakci (2007)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isı iletimi sırasında ısı bir tanecikten diğerine transfer olur. ➤ Bir maddenin ısı, hareket etmesi veya bir başka maddeye sıcaklık farkından dolayı ısı vermesiyle tükenir. 	Kesidou ve Duit (1993)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Güneşin altında buharlaşan bir madde havadaki ısıyı alır ve buna karsın sıcaklığını kaybeder. ➤ Isının iletiminin olması için iletici bir ortamın veya bir cismin olması gerekmektedir. 	Aydın (2007)
Fiziksel Enerji Dönüşümleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses enerjisi genel olarak başka enerjilere dönüştürülemez. ➤ Ellerimizde depo edilen enerji ısı enerjisine dönüşür. ➤ Ellerimizde sıcaklıktan dolayı enerji birikimi olur. 	Hrepic (1998)
		Töman (2011)

KONULAR	KAVRAM YANILGILARI	KAYNAK
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bisiklet dinamosunda Isı enerjisi elektrik enerjisine dönüşür. ➤ Bisiklet dinamosunda elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüşür. ➤ Rüzgâr enerjisi ısı enerjisine dönüşür. ➤ Isı enerjisi ses enerjisine dönüşür. ➤ Potansiyel enerji kimyasal enerjiye dönüşür. ➤ Enerji dönüşümü olmaz. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elimizin depolamış olduğu enerji sürtünme hareketi ile beraber ısı enerjisine dönüşür. ➤ Sürtünmeyle oluşan ısı enerjisi ışık enerjisine dönüşür ya da sürtünme ile oluşan ısı enerjisi elektrik enerjisine *dönüşür. ➤ Bisiklet dinamosunda kinetik enerji mekanik enerjiye dönüşür. ➤ Pildeki durgun enerji harekete geçer ve pildeki enerjinin dönüşümü olur. ➤ Rüzgâr enerjisi ısı enerjisine dönüşür. ➤ Su barajda depolandığı anda enerjisi yoktur, harekete geçen su kinetik enerji kazanır ve elektrik enerjisine dönüşür. 	Töman ve Odabaşı-Çimer (2012)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enerji, bir türden diğer türe dönüşürken kaybolur. ➤ Enerji tekrar kullanılabilir. 	Mavi (2008)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kimyasal enerji ses enerjisine dönüşür. 	Töman ve Odabaşı-Çimer (2012)
Canlılarda Enerji Dönüşümü	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solunum sürecinde glikoz oksijen ve su ile birleşerek karbondioksit ve enerji oluşturur. ➤ Solunum sürecinde besinler ışık enerjisi yardımıyla parçalanarak karbondioksit, su ve ATP üretilir. ➤ Organik bileşikler solunum sürecinde bileşenlerine ayrılır. Bu bileşenler sentezlenen ATP'nin ham maddeleridir. 	Köse, Ayas ve Uşak (2006)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bitkiler güneş ışığını besine çevirirler. 	Köse, Ayas ve Taş (2003)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fotosentez olayı sırasında ısı enerjisi kimyasal enerjiye dönüşür. 	Şensoy (2002)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su, oksijen ve hidrojen elementlerinin homojen bir karışımından oluşmaktadır. 	Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban (2004)
Kimyasal Enerji Dönüşümleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gazlar sıkıştırıldığında ortalama kinetik enerji değişir. ➤ Gazlar sıkıştırıldığında ortalama molekül hızı azalır. ➤ Elektroliz hücrelerindeki kutuplara enerji vermeyi durdurursak anot ve katot içerisinde etkileşim olmaz. ➤ Pilin çalışması için dışarıdan enerji verilmesi gerekmektedir. ➤ Su ısıtıldığında hidrojen ve oksijen molekülleri ayrılır bu da buharlaşmaya neden olur. 	Yavuz ve Çelik (2013)
		Garnett ve Treagust (1992b)
		Haidar ve Abraham (1991)

Ek-6. Yarı-Yapılandırılmış Mülakat Soruları ve Sonuçları

Konular	Mülakat Soruları	Kavram Yanılgıları
Kimyasal Bağ Enerjisi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fotosentez olayı sonucu ne tür ürünler açığa çıkar? ➤ Fotosentez olayını enerji ile nasıl ilişkilendirirsiniz? ➤ Solunum olayını enerji ile nasıl ilişkilendirirsiniz? 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fotosentez sonucu yağ üretilir. ➤ Fotosentez sonucu sadece nişasta üretilir. ➤ Fotosentez sonucu bazı mineraller açığa çıkar. ➤ Bitkilerin ürettiği organik ve inorganik bileşikler enerji sağlar. ➤ Bitkiler enerjilerini fotosentezden sağlar. ➤ Solunum ile besinlerde enerji depolanmaktadır.
Ses Enerjisi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses nasıl oluşur? ➤ Sesin bir enerji türü olduğunu nasıl kanıtlarsın? ➤ Ses enerjisi nasıl yayılır? 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses delikler ve boşluklardan sızıntıya benzer bir şekilde iletilir. ➤ Sesin bardağı kırarak bir iş yapması enerji türü olduğunu göstermez. ➤ Ses enerjisi her zaman yoğunluğu fazla olan maddelerin bağ enerjisinden azdır.
Nükleer Enerji	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nükleer enerji nedir? ➤ Nasıl açığa çıkar? ➤ Nükleer santrallerin çevreye etkisi nasıldır? 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nükleer enerji üretiminde karbondioksit açığa çıkar ve hava kirliliği oluşur. ➤ Nükleer santrallerde türbinler yoktur, nükleer enerjiden kastedilen elektrik enerjisidir. ➤ Nükleer enerji atomların proton ve nötronların elektrona dönüşmesidir. ➤ Nükleer santrallerde elektrik enerjisinin üretimi diğer santrallere göre daha azdır.
Güneş Panelleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Güneş panelleri nasıl çalışır? 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Güneş panelleri sadece güneş ışığında çalışır. ➤ Güneş panelleri içerisindeki suyu ısıtarak ışık enerjisini ısıya dönüştürür. Isı enerjisi de elektrik enerjisine dönüşür. ➤ Güneş panellerinin enerji üretmesi sadece güneş ile mümkündür.
Güç santralleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları nelerdir? ➤ Yenilenebilir enerji kaynaklarından nasıl enerji üretilir? 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hidroelektrik santrallerde türbin suyun potansiyel enerjisini ısı enerjisine çevirerek elektrik enerjisi üretir. ➤ Rüzgâr enerjisi türbinlerin dönmesini sağlayarak potansiyel enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. ➤ Biyokütle enerjinin üretimi için fosil yakıtlar yakılarak ısı enerjisi elektrik enerjisine dönüşür. ➤ Hidroelektrik, rüzgâr, jeotermal yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. ➤ Biyokütle enerjisi yenilenemeyen enerji kaynağıdır.
Canlılarda Enerji Aktarımı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Canlılar enerjilerini nasıl elde ederler? ➤ Besinlerde bulunan organik bileşikler canlılara nasıl enerji vermektedir? ➤ Canlıların hücresel faaliyetlerinde kullanılan ATP molekülü nedir? Hücrelerde nasıl meydana gelmektedir? 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Canlılar yaşamları için gerekli olan enerjiyi doğrudan güneşten sağlar. ➤ Organik bileşiklerin monomerlerinde bağ enerjisi yoktur. ➤ ATP molekülündeki fosfat gibi inorganik bileşiklerden enerji elde edilmektedir. ➤ ATP molekülü hücrelerde enerji gerektiren olaylarda kloroplastlar tarafından üretilmektedir.

Ek-7. Uzman Görüş Formu (İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi)

Sizden istediğimiz, tanı testindeki soruları ekte bulunan “Uzman Görüş Formu” aracılığıyla değerlendirmek. Yapacağınız değerlendirme testin geçerlilik çalışmasının bir bölümü olan uzman görüşü boyutunu oluşturacaktır. Buradan yola çıkarak uzmanlar arası uyum yüzdesi kontrol edilecek ve önerileriniz doğrultusunda, testteki sorular düzeltilecek ya da testten çıkarılacaktır. Bu uzman görüşü formu beş farklı boyut içermektedir: Konu alanı, kazanım ilişkisi, önerme cümleleri, bilişsel süreç ve bilgi boyutu. Her bir boyutu “*Uygun*, *Düzeltilmeli* ve *Uygun değil*” ifadeleriyle değerlendirdikten sonra soruyla ilgili açıklamalarınızı ve önerilerinizi soruya ilişkin açıklamalar bölümüne ekleyebilirsiniz. Araştırmamıza yaptığınız katkı için teşekkür ederiz.

Soru - 1		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Işık enerjisi			
İlişkili Kazanım	Işığın bir enerji formu olduğunu fark eder. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurabileceğini keşfeder. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Işık bir enerji çeşididir. ➤ Işık madde ile etkileşime girdiğinde maddenin özelliğine göre yansiyabilir, soğurulabilir ya da bir kısmı soğurularak bir kısmı yansiyabilir. ➤ Madde ışığı soğurduğunda sıcaklığı artar. Sıcaklık artışının miktarı yüzeyin rengine bağlı olarak değişir. ➤ Beyaz ışık yedi farklı renkli ışığın birleşiminden oluşmaktadır. Bu renkler kırmızı, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve morudur. 			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel			

Açıklama-Öneri

Soru - 2		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Kimyasal bağ enerjisi			
İlişkili Kazanım	Besinlerdeki enerjinin kimyasal bağ enerjisi olarak depolandığını fark eder. Canlıların hücrelerinde kullanabileceği enerji türünün ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi olduğu çıkarımında bulunur.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Organik bileşiklerden karbonhidratlar, yağlar ve proteinler besinlerde enerji deposudur. ➤ Besinlerden elde edilen enerji karbonhidratların, yağların ve proteinlerin yapısında bulunan kimyasal bağ enerjisidir. ➤ Canlılar yaşamsal faaliyetleri için ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisini kullanırlar. 			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			

Açıklama-Öneri

Soru - 3		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Potansiyel ve kinetik enerji			
İlişkili Kazanım	Potansiyel enerji, çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi şeklinde sınıflandırılır. Çekim ve esneklik potansiyel enerjilerini örneklerle açıklar. Kinetik enerjinin nelere bağlı olduğunu sebepleriyle irdeler.			

	Kinetik enerjiyi örneklerle açıklar.
	Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yerden belli yükseklikte bulunan cisme etkileyen yer çekim kuvvetinin enerjisine çekim potansiyel enerjisi denir. Potansiyel enerji mevcut alandaki konuma veya cisimdeki değişikliğe bağlıdır. ➤ Esnek cisimlerde şekil değişikliği oluşturulması sırasında depolanan enerji esneklik potansiyel enerjidir. ➤ Bir yay sıkıştırıldığında esneklik potansiyel enerjisi, yükseğe kaldırılan bir cisim çekim potansiyel enerjisi depolar. ➤ Kinetik enerji, bir cismin hareketinden dolayı sahip olduğu enerjidir. Bir cismin süratine ve kütlesine bağlıdır. ➤ Akan suyun, hareket halindeki arabanın, fırlatılan bir taşın hareket etmesinden dolayı sahip olduğu enerji kinetik enerjidir. ➤ Bir sistemin toplam mekanik enerjisi, kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır.
Bilişsel Süreç	Çözümleme
Bilgi Boyutu	Olgusal

Açıklama-Öneri

Soru - 4		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	İyonlaşma enerjisi			
İlişkili Kazanım	Atomdan elektron koparılmasını ve atom yarıçapını enerji ile ilişkilendirir. İyonlaşma enerjisini atomdan elektron koparılması ile ilişkilendirerek açıklar.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bir atomun en dış yörüngesindeki elektronlarla çekirdek arasında zayıfta olsa bir çekim kuvveti vardır. Aynı atomu iyonlaştırmak için bu çekim kuvvetini yenmek gerekir. Bu ise enerji ile mümkündür. ➤ İyonlaşma enerjisi, gaz halde bulunan nötr bir atomdan bir elektron uzaklaştırmak için gereken enerjidir. ➤ Bir atomdan ikinci elektronu koparmak birinci elektronu koparmaktan daha zordur. ➤ İyonlaşma enerjisi düşük olan metaller elektriği iyi iletirler. 			
Bilişsel Süreç	Çözümleme			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			

Açıklama-Öneri

Soru - 5		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Bağ enerjisi			
İlişkili Kazanım	Kimyasal tepkimelerde enerji kullanıldığını veya ortaya çıktığını deneyerek keşfeder. Kimyasal tepkimeleri, bağ oluşumu ve bağ kırılımı temelinde açıklar.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kimyasal tepkimeler gerçekleşirken ısı enerjisi açığa çıkabilir veya ısı enerjisi harcanabilir. ➤ Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren maddelerin toplam enerjileri oluşan ürünlerin toplam enerjilerinden fazla ise bu tür tepkimeler gerçekleşirken ortama ısı enerjisi verirler. Böyle tepkimeler ekzotermik tepkimelerdir. ➤ Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye girenlerin toplam enerjileri, oluşan ürünlerin toplam enerjilerinden daha az ise tepkime oluşurken dışarıdan ısı enerjisi alınmıştır. Böyle tepkimeler endotermik tepkimelerdir. ➤ Bir bağın oluşması ya da kırılması için gerekli olan enerjiye bağ enerjisi denir. ➤ Bir bağı kırmak için enerji verilmesi gerekirken, bir bağ 			

	oluşurken de enerji açığa çıkar. Buna göre bağın kırılması olayı endotermik bir olayken bağın oluşması olayı bir ekzotermik olaydır.
Bilişsel Süreç	Uygulama
Bilgi Boyutu	İşlemsel

Açıklama-Öneri

Soru - 6		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Elektrik enerjisi			
İlişkili Kazanım	Elektrik enerjisini fark ederek oluşumu hakkında çıkarımda bulunur.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektrik bir enerji biçimidir ve elektronların hareket etmesiyle oluşur. ➤ Bir atom elektron kaybederse, bu elektronların serbest hareketi elektrik akımını oluşturur. ➤ Mıknatıs bobin sarımı içerisinde hareket ettirilirse bobine bağlı ampermetre ibresi hareket eder. Bu şekilde elde edilen akıma indüksiyon akımı denir. 			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			

Açıklama-Öneri

Soru - 7		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Ses enerjisi			
İlişkili Kazanım	Sesin madde ile etkileşimi sonucunda oluşabilecek durumları kavrar. Sesin bir enerji türü olduğunu fark eder.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ses dalgaları yayılırken ortamdaki madde ile etkileşerek enerjisini kaybeder. ➤ Bir ses kaynağından çıkan ses dalgaları hava taneciklerinin sıkışıp seyrekleşmesine neden olur. ➤ Ses enerjisi, titreşim veya maddenin salınımı ile ilgili enerji biçimidir. 			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	Olgusal			

Açıklama-Öneri

Soru - 8		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Güç santralleri			
İlişkili Kazanım	Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini fark eder. Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerini diğer enerji formları ile ilişkilendirerek açıklar. Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerinin üretilmesinin çevreye etkisini açıklar.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hidroelektrik santrallerde belli yüksekliğe varan birikmiş su potansiyel enerjiye sahiptir. Bu potansiyel enerji türbinler vasıtasıyla kinetik enerjiye daha sonra da türbin çarkına bağlı jeneratör motorun dönmesi ile elektrik enerjisine çevrilir. ➤ Jeotermal santrallerde, yer kabuğu içerisinde hazne kayalarda bulunan, basınç altında aşırı derecede ısınmış suların buharı türbinleri döndürerek ısı enerjisini elektrik enerjisine çevirmektedir. ➤ Biyokütle enerji santrallerinde, ölmüş orman ürünleri, atıklar (hidrojen) gaz ve alkolik yakıtlar veya yaşayan biyolojik yakıtlar yakılarak ısı enerjisinin türbinleri döndürmesi sağlanmakta ve elektrik enerjisi üretilmektedir. ➤ Rüzgâr enerji santrallerinde, rüzgârın sahip olduğu kinetik enerji pervaneleri döndürmekte ve böylece türbinlerinde 			

	dönmesiyle elektrik enerjisi üretilmektedir.
Bilişsel Süreç	Çözümleme
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel

Açıklama-Öneri

		Soru - 9	Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı		Nükleer enerji			
İlişkili Kazanım		Nükleer enerjinin bir enerji formu olduğunu fark eder.			
Önerme Cümleleri		Nükleer enerjinin ortaya çıkmasında tepkimedeki kütle kaybından kaynaklandığı sonucunu çıkarır.			
		➤ Nükleer enerji, uranyum ve plütonyum gibi ağır atomların çekirdeğinden elde edilen bir enerji türüdür.			
		➤ Uranyum kararsız elementinin fisyon tepkimeleri sonucu bölünmesinde az miktardaki kütle enerjiye dönüşmektedir.			
Bilişsel Süreç		Çözümleme			
Bilgi Boyutu		Olgusal			

Açıklama-Öneri

		Soru - 10	Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı		Isı enerjisi			
İlişkili Kazanım		Isı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar.			
		Isı enerjisini örneklerle açıklar.			
Önerme Cümleleri		➤ Isı enerjisi belirli bir sıcaklık sistemi içerisinde, sıcaklığı yüksek olan bir sistemden sıcaklığı düşük olan bir sisteme sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerjidir.			
		➤ Isı bir enerji çeşididir, sıcaklık ise bir ölçümdür.			
		➤ Isı kalorimetre kabı ile sıcaklık termometre ile ölçülür.			
Bilişsel Süreç		Uygulama			
Bilgi Boyutu		Olgusal			

Açıklama-Öneri

		Soru - 11	Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı		Güneş panelleri			
İlişkili Kazanım		Güneş panellerinin enerji üretim kaynağı olduğu çıkarımında bulunur.			
		Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir ve kaynakların etkili kullanımını bakımından Güneş enerjisinin önemini tartışır.			
Önerme Cümleleri		➤ Güneş panellerinde fotonların koparttığı elektronlar eklemdede dolaşır ve elektrik akımı üretilir.			
		➤ Güneş panellerinin yapısında bulunan silisyumun dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için fazla olan elektron güneşten gelen fotonların enerjisi ile dışarıya verilir.			
		➤ Güneş pilinin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı yüzeyine gelen güneş enerjisidir.			
		➤ Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi ve güneş enerjisi ile hareket edebilen taşıtların üretilmesi hem fosil yakıtların tükenmesini önler hem de çevre kirliliğini azaltır.			
Bilişsel Süreç		Uygulama			
Bilgi Boyutu		İşlemsel			

Açıklama-Öneri

		Soru - 12	Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı		Kimyasal enerji kaynakları			
İlişkili Kazanım		Elektrik kaynakları olarak akü, pil ve bataryanın çalışma prensibini kavrar.			

	Pil atıklarının çevreye vereceği zararları ve bu konuda yapılması gerekenleri tartışır.
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Piller kimyasal maddeler ile dolu olan elektron kaynaklarıdır, içerisindeki elektrokimyasal reaksiyonlar ile elektron üretimi olmaktadır. ➤ Elektrotlar ve elektrolit birbiriyle kimyasal olarak etkileşir ve etkileşme sonucu elektrotlardan birisi pozitif, diğeri negatif yüklenir. Çinko ve bakır elektrotlardan artı yüklenen elektrot pilin pozitif kutbunu, eksi yüklenen elektrot ise pilin negatif kutbunu oluşturur. Bir pilin iki kutbu birleştirildiğinde elektronlar negatif yükle yüklenen elektrottan pozitif yükle yüklenen elektrota doğru akmaya başlarlar. ➤ Toprağa karışan piller zamanla içindeki elementlere ayrışarak yer altı sularına karışır ve çevreye zarar verir.

Bilişsel Süreç Uygulama

Bilgi Boyutu Üstbilişsel

Açıklama-Öneri

Soru - 13		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Besinlerdeki enerji			
İlişkili Kazanım	Besin içeriklerinin, canlıların yaşamsal faaliyetleri için gerekli olduğunu fark eder. Canlıların kullanmış olduğu enerji formlarının kaynağını açıklar.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Besinler organik bileşikler içermesinden dolayı kimyasal bağ enerji kaynaklarıdır. ➤ Fotosentez sonucu organik besinlerde kimyasal bağ enerjisi depolanır. ➤ Canlıların kullanmış olduğu enerji ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisidir. Bu enerji solunum olayı ile elde edilir. 			
Bilişsel Süreç	Çözümleme			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			

Açıklama-Öneri

Soru - 14		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Kimyasal enerji dönüşümleri			
İlişkili Kazanım	Elektroliz olayında gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklar. Elektroliz olayını yenilenebilir enerji kaynakları ile ilişkilendirir.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektroliz olayında elektrik enerjisi bileşiğin bağlarını kırmak için kullanılır. ➤ Elektroliz olayında suyun bağları kırılarak hidrojen ve oksijen gazlarına ayrıştırılabilir. Hidrojen gazının elde edilmesiyle yenilenebilir hidrojen enerjisi elde edilebilir. 			
Bilişsel Süreç	Çözümleme			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			

Açıklama-Öneri

Soru - 15		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Enerji formlarının aktarımı			
İlişkili Kazanım	Elektrik enerjisi kaynaklarının elektrik devrelerine elektrik akımı sağladığını ve elektrik akımının bir çeşit enerji aktarımı olduğunu bilir. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elektrik enerji kaynakları elektrik devrelerine elektrik akımı sağlamaktadır ve elektrik akımı bir çeşit enerji aktarımıdır. ➤ Katılarda iletkenliği sağlayan, yüklü tanecikler ve negatif 			

	<p>yüklü serbest elektronlardır. Elektronlar metal içinde yer değiştirir. Her elektronun gidebileceği belli bir mesafe vardır. Elektronlar bu mesafede hareket ederken başka elektronlara çarparak yüklerini aktarırlar. Böylece elektrik enerjisi aktarılmış olur.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bir sıvının elektrik enerjisini iletmesi için iyonlarına ayrışabilmesi gerekir. İyonlar sayesinde enerji aktarılır. ➤ Gazlar normal şartlarda elektrik enerjisini iletmemektedir, ancak gazların iyonlarına ayrışabilme özelliği sağlanabilirse enerjiyi aktarabilirler. ➤ İletken maddeler elektrik akımını kolayca iletir ancak yalıtkan maddeler iletmez.
Bilişsel Süreç	Uygulama
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel

Açıklama-Öneri

Soru - 16		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Enerji formlarının aktarımı			
İlişkili Kazanım	Kinetik enerjinin maddelerde aktarılabilmesini fark eder.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fiziksel temas ile kinetik enerji bir maddeden başka bir maddeye aktarılır. 			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			

Açıklama-Öneri

Soru - 17		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Fiziksel enerji dönüşümleri			
İlişkili Kazanım	<p>Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler verir.</p> <p>Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar.</p> <p>Güç santrallerindeki enerji dönüşümlerini açıklar.</p> <p>Çeşitli enerji formlarının dönüşümlerini açıklar.</p>			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ütü, fırın, saç kurutma makinesi gibi araçlar elektrik enerjisini ısı enerjisine çevirmektedir, lambada ise elektrik enerjisi ısı ve ışık enerjisine dönüşmektedir. ➤ Hidroelektrik santrallerde, potansiyel enerji, kinetik enerjiye o da elektrik enerjisine dönüşür. ➤ Jeotermal enerji santrallerinde, ısı enerjisi, kinetik enerjisine o da elektrik enerjisine dönüşür. ➤ Biyokütle enerji santrallerinde kimyasal bağ enerjisi, ısı enerjisine, ısı enerjisi kinetik enerjiye o da elektrik enerjisine dönüşür. ➤ Rüzgâr enerji santrallerinde rüzgârın kinetik enerjisi türbinlere aktararak buradaki kinetik enerji elektrik enerjisine dönüşür. ➤ Termik santrallerinde fosil yakıtlardaki bağ enerjisi ısı enerjisine, ısı enerjisi türbinlerde kinetik enerjiye o da elektrik enerjisine dönüşür. ➤ Güneş panelleri aracılığıyla güneş enerjisi elektrik enerjisine o da kinetik enerjiye, potansiyel enerjiye, ses enerjisine, ısı enerjisine, ışık enerjisine dönüşebilir. 			
Bilişsel Süreç	Çözümleme			
Bilgi Boyutu	Kavramsal			

Açıklama-Öneri

Soru - 18		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Ses oluşumu ve yayılması			
İlişkili Kazanım	Ses enerjisinin nasıl oluştuğunu kavrar.			

	Ses enerjisinin farklı ortamlarda nasıl aktarıldığını fark eder.
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bir maddedeki moleküllerin titreşmesi sonucunda ses enerjisi oluşur. ➤ Sesler kaynaktan aldığı enerjilerle titreşerek yayılırlar. ➤ Ses mekanik dalga olduğu için yayılması için bir ortama ihtiyaç duymaktadır.
Bilişsel Süreç	Uygulama
Bilgi Boyutu	İşlemsel

Açıklama-Öneri

Soru - 19		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Canlılarda enerji aktarımı			
İlişkili Kazanım	İnsan vücudundaki enerjiyi besinlerle ilişkilendirerek açıklar. Kimyasal bağ enerjisinin canlılar için önemini açıklar.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bitkiler fotosentez yaparak kimyasal bağ enerjisini bitkilerde nişastanın yapısında depolar. ➤ Nişasta insan vücudunda glikoza kadar parçalanır ve glikozdaki kimyasal bağ enerjisi solunum ile ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşür. ➤ ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi hücreler tarafından protein sentezi, aktif taşıma gibi olaylarda kullanılır. 			
Bilişsel Süreç	Çözümleme			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			

Açıklama-Öneri

Soru - 20		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Isı aktarımı			
İlişkili Kazanım	Isı enerjisinin maddelerde aktarılabilirdiğini fark eder. Maddelerdeki enerji aktarımını kinetik enerji ile ilişkilendirir.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maddeyi oluşturan taneciklerin birbirine çarpması ile ısı enerjisinin aktarımı sağlanır. ➤ Farklı iki ortam arasında sıcaklık farkı varsa, ısı enerjisi yüksek sıcaklıktaki ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama aktarılır. ➤ Isı enerjisinin iletiminde maddelerin moleküllerinin hareketleri rol oynamaktadır. Moleküller öteleme hareketi yaparak çarpışması sonucu enerjiyi iletir. 			
Bilişsel Süreç	Uygulama			
Bilgi Boyutu	İşlemsel			

Açıklama-Öneri

Soru - 21		Uygun	Düzeltilmeli	Uygun Değil
Konu Alanı	Canlılarda enerji dönüşümü			
İlişkili Kazanım	İnsan vücudunda gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklar. Fotosentez ve solunum olaylarında meydana gelen enerji dönüşümlerini fark eder. Çeşitli enerji formları arasında gerçekleşen dönüşümleri açıklar.			
Önerme Cümleleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Besinlerdeki kimyasal bağ enerjisi insan vücudunda solunum olayı ile ATP molekülünün yapısındaki kimyasal bağ enerjisine ve ısı enerjisine dönüşür. ➤ Fotosentez ile güneş enerjisi besinlerde kimyasal bağ enerjisi olarak depolanır. ➤ Solunum olayı organik bileşiklerdeki kimyasal bağ enerjisi ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisine dönüşür. ➤ İnsan vücudundaki kimyasal bağ enerjisi vücut aktiviteleri ile kinetik enerjiye, potansiyel enerjiye, ısı enerjisine, ses enerjisine dönüşebilir. 			

Bilişsel Süreç	Çözümleme
Bilgi Boyutu	Üstbilişsel
Açıklama-Öneri	



Ek-8. İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi



Soru-1.

Yukarıdaki şekilde ışık yayan ampulün alt tarafına kumaş ile birlikte termometre yerleştirilmiştir. Sizce bir süre sonra bu sistem hakkında yapılan yorumlardan hangisi **doğrudur?**

- A) Işık enerjisinin termometrede herhangi bir değişiklik oluşturmaması ışığın bir enerji formu olmadığını gösterir.
- B) Işık kaynağı kumaşa elektron gönderir ve bu elektronlar termometreye geçerek değeri yükseltir.
- C) Bu sistemde bir süre sonra termometrede herhangi bir değişiklik gözlenmez.
- D) Işık termometrenin yüzeyinden geri yansıtacağından termometredeki değer değişmez.
- E) Işık enerjisi kumaş tarafından soğularak termometre ile ısı alış-verişinde bulunur ve termometredeki değer artar.

Cünkü-1:

- A) Işık, elektronların enerji verilerek yayılmasıdır.
- B) Işık, atomlarda bulunan elektron ve protonların etkileşiminden oluşur.
- C) Isınan atomlar titreşerek birbirine çarpır ve fotonlar fırlatır.
- D) Işık maddeler ile etkileşime girer ve soğrulur.
- E) Işık enerjisi beyaz renklidir ve soğrulmaz.
- F)

Soru-2. “Bir besin maddesi olan ceviz veya fındık gibi gıdaların yanması sonucu bir kaptaki su ısıtılabilir.” Bu işleme ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Besinlerdeki enerji ısı enerjisi şeklinde depolanmıştır ve suyu ısıtan da bu enerjidir.
- B) Fındık ve cevizde depolanan enerji kimyasal bağ enerjisidir.
- C) Fındık ve cevizdeki enerji kaynağı organik bileşik olan karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerdir.
- D) Bu işlemde açığa çıkan kimyasal bağ enerjisi suyu ısıtmaktadır.
- E) Canlılar vücutlarında, fındık ve cevizde depolanan bu enerji türünü doğrudan kullanamazlar.

Cünkü-2:

- A) Besinlerde sadece ısı enerjisi depolanmıştır.
- B) Fotosentez sonucu ışık enerjisi bir miktar ısı enerjisi şeklinde besinlerde depolanmıştır.
- C) Besinlerde yanma sonucu sadece yağlar enerji verir.
- D) Canlılar besinlerdeki enerjiyi egzersiz ile yakarak açığa çıkarırlar.
- E) Fotosentez sonucu ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisi şeklinde depolanmıştır.
- F)

Soru-3. Potaya doğru eğik atışa benzer bir atışla atılan bir basketbol topunun izlediği yol boyunca sahip olduğu enerjilere ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Top potaya yaklaşırken potansiyel enerji azalır, kinetik enerji artar.
- B) Basketbol topu potaya ulaşana kadar kinetik, potansiyel ve ısı enerjilerine sahiptir.
- C) Top en tepede iken çekim potansiyel enerjisi en yüksek değerdedir.
- D) Basketbol topunun çekim potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşürken toplam enerjisi artar.
- E) Basketbol topu yere düşüp durduğunda da belli bir enerjiye sahiptir.

Cünkü-3:

- A) Sabit duran cismin enerjisi yoktur.
- B) Enerji korunumuna göre, cismin potansiyel ve kinetik enerjileri değişse bile toplam enerji olan mekanik enerji değişmez.
- C) Bir cisim düşmeye bırakıldığında, çekim potansiyel enerjinin tamamı aynı anda kinetik enerjiye dönüşür.
- D) Çekim potansiyel enerjisi yüksekliğe bağlı değildir.
- E) Kinetik ve ısı enerjileri de potansiyel enerjideki gibi cisimlerin yükseklik ve kütlelerine bağlı olarak değişir.
- F)

Soru-4. “Periyodik cetvelin 1A grubunda yer alan “K” atomunun yarıçapı “H” atomunun yarıçapından büyük olduğundan iyonlaşma enerjisi daha küçüktür.” Bu duruma ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Atom yarıçapı küçük ise dış yörüngedeki elektronun çekim kuvveti de küçüktür.
- B) Periyodik cetvelde yukarıdan aşağıya gidildikçe iyonlaşma enerjisi azalır.

- C) Atom yarıçapı büyük atomlardan elektron koparabilmek daha kolaydır.
- D) İyonlaşma enerjisi düşük olan atomlardan elektron koparabilmek daha kolaydır.
- E) Atom yarıçapı büyükte olsa ikinci elektronu koparmak birinci elektronu koparmaktan daima zordur.

Cünkü-4:

- A) Atomun elektron sayısı arttıkça çapı da büyüyecektir.
- B) Elektron sayısı az olan elementin elektron alma isteği fazla olacağından iyonlaşma enerjisi de büyük olacaktır.
- C) Periyodik cetvelde yukarıdan aşağıya gidildikçe iyonlaşma enerjisi artar.
- D) Atom yarıçapı küçüldükçe çekirdek dış yörüngedeki elektronu daha kuvvetli çeker.
- E) Atomun en dış yörüngesindeki bütün elektronları koparmak aynı miktarda enerji gerektirir.
- F)

Soru-5. Laboratuvarında gerçekleştirilen deneyler sonucu aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

I. Tepkime Sonucu: Sirke ile karbonatın kimyasal tepkimesi sonucu sıcaklık azalmıştır.

II. Tepkime Sonucu: Karbonat ile kalsiyum klorürün kimyasal tepkimesi sonucu sıcaklık artmıştır.

- A) I. tepkime endotermik, II. tepkime ekzotermiktir.
- B) II. tepkimede sıcaklık artışının sebebi giren maddelerin bağ enerjilerinin ürünlerin bağ enerjilerinden yüksek olmasıdır.
- C) I. tepkimedeki sıcaklık azalışının sebebi karbonatın bağ enerjisinin çok düşük olmasıdır.
- D) I. tepkimede enerji kullanılırken, II. tepkimede enerji açığa çıkmıştır.
- E) Her iki tepkimede de bağ oluşumu ve bağ kırılımı olayları gerçekleşmektedir.

Cünkü-5:

- A) Tepkimelerde sıcaklık azalması hem girenlerin hem de ürünlerin enerjilerine bağlıdır.
- B) Endotermik tepkime gerçekleşirken dışarı ısı veren, ekzotermik tepkime dışarıdan ısı alan tepkimelerdir.
- C) Tepkimelerde girenlerin bağ enerjileri ürünlerin bağ enerjilerinden yüksek ise dışarı enerji verilir.
- D) Tepkime sonucu sıcaklık artışı enerji kullanıldığını, sıcaklık azalışı enerji açığa çıktığını gösterir.
- E) Bağ oluşurken enerji kullanılır, bağ kırılırken enerji açığa çıkar.
- F)

Soru-6. “Bir çocuk bisikletine dinamo takarak bisiklet farlarının yanmasını sağlamıştır.” Çocuğun yapmış olduğu bu durum ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Çocuk dinamo ile tekerleğin hareket enerjisinden elektrik enerjisi üretmiştir.
- B) Dinamo içerisinde bobin ve mıknatıs etkileşimi enerji üretimini sağlamıştır.
- C) Mıknatısın manyetik alanı bobinde bulunan iletken teldeki elektronları harekete geçirmiştir.
- D) Tekerlek dönerek dinamoda depolanmış protonların fara akmasını sağlamıştır.
- E) Elektrik enerjisi, mıknatısın manyetik alanının teldeki elektronları harekete geçirmesiyle oluşmaktadır.

Cünkü-6:

- A) Hareket enerjisi ısı enerjisine dönüşerek elektrik enerjisi üretilmiştir.
- B) Dinamodaki elektrik, elektrik enerjisi meydana getirir.
- C) Elektrik akımı, dinamoda hareket halinde olan elektron ve proton yükleri tarafından oluşturulmaktadır.
- D) Mıknatısın manyetik alanı iletken teldeki protonların hareketini kolaylaştırır.
- E) Elektronlar sıvılar gibi akışkandır, akması sonucu elektrik enerjisi oluşur.
- F)

Soru-7. “Bir opera sanatçısı sesi ile bardağı kırabilmektedir.” Bu olaya ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Bu olay sesin bir enerji türü olduğunu gösterir.
- B) Ses dalgaları ortamdaki madde ile etkileşerek bardağı kırmıştır.
- C) Ses dalgaları hava taneciklerinin sıkışıp seyrekleşmesine neden olarak bardağı kırmıştır.
- D) Ses enerjisi bardağın tanecikli yapısındaki bağ enerjisinden yüksek olduğundan bardak kırılmıştır.
- E) Bu olay sesin doğrusal yayıldığını gösterir.

Cünkü-7:

- A) Ses ortam moleküllerinin boylamsal olarak titreşimidir.
- B) Ses delikler ve boşluklardan sızıntıya benzer bir şekilde iletilir.
- C) Ses hava taneciklerini sıkıştırıp seyrekleştirerek dalgalar halinde yayılır.

- D) Sesin bardağı kırarak bir iş yapması enerji türü olduğunu göstermez.
 E) Ses enerjisi her zaman yoğunluğu fazla olan maddelerin bağ enerjisinden azdır.
 F)

Soru-8. Güç santrallerinde enerji üretiminin nasıl gerçekleştiğini ve bu santrallerin çevreye etkisini fark ettirmek isteyen bir öğretmen aşağıdakilerden hangisi söylerse **yanlış** bir ifade kullanmış olur?

- A) Hidroelektrik santraller suyun potansiyel enerjisini kullanarak türbinleri döndürmekte ve hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmektedir.
 B) Rüzgâr enerjisinde türbinlerin dönmesi ile hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüşmektedir.
 C) Jeotermal enerji, yer kabuğu içerisinde basınç altında sıkışmış fosil yakıtların yanması ile buharın türbinleri çevirmesiyle elektrik enerjisi üretilmektedir.
 D) Biyokütle enerjisi fotosentez yolu ile kimyasal bağ enerjisinin depolandığı organik bileşiklerin yanması ile üretilmektedir.
 E) Hidroelektrik, rüzgâr, jeotermal enerji hatta biyokütle enerjisi fosil yakıtlardan enerji üretimindeki gibi çevreye zarar vermezler.

Cünkü-8:

- A) Hidroelektrik santrallerde türbin suyun potansiyel enerjisini ısı enerjisine çevirerek elektrik enerjisi üretmektedir.
 B) Rüzgâr enerjisi türbinlerin dönmesini sağlayarak potansiyel enerjiyi elektrik enerjisine çevirmektedir.
 C) Biyokütle enerjinin üretimi için fosil yakıtlar yakılarak ısı enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.
 D) Hidroelektrik, rüzgâr, jeotermal yenilenebilir enerji kaynakları iken biyokütle enerjisi yenilenemeyen enerji kaynağıdır.
 E) Biyokütle enerjisi kütlesi olan tüm maddelerin yanması sonucu üretilir.
 F)

Soru-9. Nükleer santrallerde nükleer enerji üretimine ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Nükleer santraller kararsız uranyum atomunun bölünmesi ile enerji üretmektedir.
 B) Nükleer santrallerde uranyum atomlarının yanma tepkimesi sonucu açığa çıkan enerji elektrik enerjisine dönüşmektedir.
 C) Nükleer enerji, kararsız atomların küçük bir kütlelerinin enerjiye dönüşmesidir.
 D) Nükleer santrallerde nükleer enerji üretilirken hava kirliliğine sebep olan gazlar açığa çıkmaz.
 E) Nükleer santrallerde türbinlerin dönmesiyle elektrik enerjisi elde edilebilir.

Cünkü-9:

- A) Nükleer enerji üretimi sonucu karbondioksit açığa çıkar ve hava kirliliği oluşur.
 B) Nükleer santrallerde türbinler yoktur, nükleer enerjiden kastedilen elektrik enerjisidir.
 C) Nükleer enerji atomların proton ve nötronların elektrona dönüşmesidir.
 D) Nükleer santrallerde elektrik enerjisinin üretim miktarı diğer santrallere göre daha azdır.
 E) Kararsız atomlar bölünerek daha kararlı atomlara dönüşürken enerji açığa çıkar.
 F)

Soru-10. Fen laboratuvarında gerçekleştirilen bir deneyde aynı miktarda aynı tür sıvılardan biri 5 dakika ısıtılmakta ve sıcaklığı 40°C , diğeri ise 10 dakika ısıtılmakta ve sıcaklığı 60°C olarak ölçülmektedir. Deney sonucunda ise her iki sıvı bir kaptaki birleştirilmektedir.

Bu deneye ilişkin aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- A) Sıcaklığı yüksek olan sıvının ısı enerjisi de fazladır.
 B) Sıvıların ısı termometre ile ölçülmüştür.
 C) Sıcaklığı yüksek olan sıvının kütlesi de artmıştır.
 D) Birleşme sonucu sıcaklık ısı enerjisi yüksek olandan düşük olana doğru akar.
 E) Birleşme sonucu ısı enerjileri 50°C olur.

Cünkü-10:

- A) Isı termometre ile sıcaklık ise kalorimetre kabı ile ölçülür.
 B) Sıcaklık, ısı yüksek olan maddeden az olan maddeye doğru akar.
 C) Eşit madde miktarında sıcaklık yüksek ise ısı enerjisi de yüksektir.
 D) Sıvılar ısıtıldığında genleşmeden dolayı kütle artar.
 E) Isı, maddedeki moleküllerin ortalama kinetik enerjisidir.
 F)

Soru-11. Güneş ışınlarının çok az girdiği laboratuvar ortamında güneş panelleri ile led lambanın yakıldığı bir deneye ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Güneş paneline el feneri ile ışık gönderilip led lamba yakılmış olabilir.
 B) Güneş panellerinde ışık enerjisi emilerek ısı enerjisine, ısı enerjisi de elektrik enerjisine dönüşür.

- C) Güneş panellerinde enerji üretimi fotonların koparttığı elektronların eklemde dolaşımı sayesinde.
- D) Güneş panelinin oluşturduğu elektrik enerjisinin kaynağı yüzeyine gelen ışık enerjisidir.
- E) Güneş panellerinden elektrik üretilmesi fosil yakıtların tükenmesini önler ve böylece çevre kirliliğini azaltmış olur.

Cünkü-11:

- A) Güneş panellerinde bulunan silisyum ve fosforun dış yörüngesindeki elektronların fotonlar ile hareketi elektrik enerjisi üretimini sağlar.
- B) Güneş panellerinin enerji üretim kaynağı sadece güneştir.
- C) Güneş panelleri, içerisindeki suyu ısıtarak ışık enerjisini ısıya dönüştürür. Isı enerjisi de elektrik enerjisine dönüşür.
- D) Fotonlar güneş panelinden protonları kopartarak elektrik enerjisi üretimini sağlar.
- E) Güneş panelinin enerji kaynağı elektriktir.
- F)



Soru-12. Yukarıda da gösterildiği üzere fen laboratuvarında yapılan bir deneyde, limonlara bakır ve çinko elektrotlar saplanarak bağlantı kabloları ile birbirlerine bağlanmakta ve küçük bir led lambası yakılarak elektrik enerjisinin üretimi gösterilmektedir. Sadece bu malzemelerin kullanılarak enerjinin üretilmesine ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır?**

- A) Deneyde bakır ve çinko elektrotlar, elektrolit olan limon ile etkileşime girerek basit bir pil oluşturmaktadırlar.
- B) Limon ve elektrotların etkileşimi ile elektronların hareketi enerji oluşturur.
- C) Piller, kimyasal maddeler ile dolu olan elektron kaynaklarıdır.
- D) Yapılan bu deney aynı zamanda akü ve bataryanın çalışma prensibini göstermektedir.
- E) Toprağa karışan piller, zamanla içindeki elementlere ayrışarak yer altı sularına karışır ve sadece su kirliliğine sebep olur.

Cünkü-12:

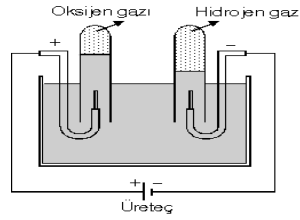
- A) Pillerin oluşturulabilmesi için elektrot ve elektrolitlerin yanında enerji kaynaklarına da ihtiyaç vardır.
- B) Pillerdeki kimyasal maddeler elektron depolamaktadırlar.
- C) Pillerin çalışma prensibi ile akü ve bataryanın çalışma prensibi farklıdır.
- D) Elektronlar çinkodan bakıra doğru yani (-) kutuptan (+) kutba doğru akar.
- E) Pil içindeki sıvı kimyasalların buharlaşmasıyla hava kirliliği de oluşur.
- F)

Soru-13. Yeşil yapraklı bitkilerde fotosentez sonucu organik madde üretildiğini ispatlamak isteyen bir fen öğretmeni, laboratuvarında bir deney tasarlayarak bunu göstermektedir. Bu deney ile ilgili yapılan yorumlardan hangisi **yanlıştır?**

- A) Yapraklarda üretilen organik bileşiklerin tayini ayıraçlar ile tespit edilebilir.
- B) Yapraklarda fotosentez sonucu doğrudan organik bileşik olarak karbohidratlar üretilmektedir.
- C) Yağ ve protein gibi organik bileşikler ve inorganik bileşikler de doğrudan fotosentez sonucu üretilmektedir.
- D) Yeşil yapraklardaki organik besinler hem bitkinin hem de diğer canlıların enerji kaynağıdır.
- E) İnsanlar enerjilerini bitkilerin ürettiği organik besinlerdeki kimyasal bağ enerjilerinden sağlamaktadır.

Cünkü-13:

- A) Yapraklarda fotosentez sonucu üretilen organik bileşiğin hangisi olduğu tespit edilemez.
- B) Yapraklarda sadece glikoz ve amino asit fotosentez ile üretilir.
- C) Fotosentez ile inorganik bileşikler üretilmez.
- D) Canlılar enerjilerini hem organik hem de inorganik besinlerden sağlarlar.
- E) İnsanlar enerjilerini bitkilerin ürettiği organik besinlerdeki ısı enerjisinden sağlamaktadır.
- F)

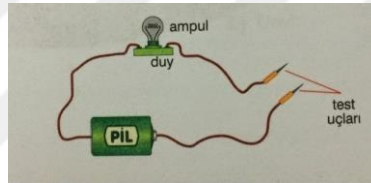


Soru-14. Yukarıdaki düzenek fen laboratuvarında kurularak elektroliz sonucu su, bileşenleri olan hidrojen ve oksijene ayrılmaktadır. Bu deneye ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Elektrik enerjisi kullanılarak su bileşenlerine ayrılabilir.
- B) Elektrik enerjisi suyun kimyasal bağlarını kırmak için kullanılmaktadır.
- C) Elektroliz olayında elektrik enerjisi moleküllerin bağ enerjisinden fazla verilmelidir ki bağlar kırılarak bileşenler ayrılsın.
- D) Elektroliz olayı ile yenilenemeyen enerji üretimi mümkündür.
- E) Elektroliz olayı sonucu açığa çıkan ısı enerjisi bileşenlerine ayrılmayan suyun sıcaklığını arttırmıştır.

Cünkü-14:

- A) Hidrojen gazı kısa sürede tekrar tekrar üretilbildiğinden yenilenebilir enerji kaynağıdır.
- B) Suyu bileşenlerine ayrıştırmada fiziksel temasta kullanılabilir.
- C) Su molekülüne elektrik enerjisi verilmesinin sebebi suyun içindeki diğer mineral ve bileşikleri ayırmaktır.
- D) Moleküllerin bağ enerjisi sadece yüksek sıcaklık ile kırılabilir.
- E) Açığa çıkan ısı enerjisi hidrojen enerjisine dönüşmüştür.
- F)



Soru-15. Yukarıdaki şekilde basit bir elektrik devresi görülmektedir. Bu elektrik devresinin bir ucu açık bırakılarak test uçlarında plastik bir maddenin, çivinin, saf suyun, tuzlu suyun ve havanın elektriği iletmediği denenmektedir.

Bu deneyde elektrik enerjisinin aktarılmasına ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Plastik maddelerde serbest elektronların hareketi zor gerçekleştiğinden elektrik enerjisi aktarılamaz.
- B) Tuzlu su içerisinde iyonlar bulunduğundan elektrik enerjisi aktarılmaktadır.
- C) Hava elektrik enerjisini aktarabilmek için iyonlarına ayrışabilmesi gerekmektedir.
- D) Elektriği ileten maddelerin iyonlaşma enerjisi küçük iken, yalıtkan maddelerin büyüktür.
- E) Çivinin elektriği iletmesi tanecikli yapılarının birbirine yakın olmasındandır.

Cünkü-15:

- A) Tüm maddelerde elektrik akımı elektronlar üzerinden gerçekleşir.
- B) Sıvılarda ve gazlarda elektrik enerjisini ortamda serbest haldeki elektronlar aktarır.
- C) İyonlaşma enerjisi büyük olan maddeler daha kolay iyonlaşır ve elektriği iletir.
- D) Yalıtkan maddelerin tanecikli yapıları birbirinden uzak olduğundan elektrik iletilemez.
- E) Sıvılarda elektriğin aktarılabilmesi katılara göre her zaman daha iyidir.
- F)

Soru-16. Bilardo oyununda ıstaka ile topa vurulmakta ve top başka bir topa çarparak onu deliğe sokmaktadır. Bu oyunda gerçekleşen enerji dönüşümleri ve aktarımları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- A) İstakanın topa vurması topa esneklik potansiyel enerjisi kazandırır.
- B) Hareket halindeki top, duran topun mekanik enerjisini harekete geçirerek hareketlenmesini sağlar.
- C) Topun deliğe girmesi olayında topun potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşmüştür.
- D) Toplar arasında kinetik enerjinin aktarımı, topların tanecikli yapılarının titreşim hareketleri sayesinde gerçekleşir.
- E) Hareket halindeki top, duran topa vurularak elektronlarını duran topa verir ve böylece kinetik enerjisini aktarır.

Cünkü-16:

- A) Hareketli cisimler başka bir cisme potansiyel enerjisini aktarabilir.

- B) Maddelerde depolanmış mekanik enerji bulunmaktadır, bu enerji hareket ile açığa çıkmaktadır.
- C) Topun mekanik enerjisindeki değişim potansiyelin azalması kinetik enerjinin artması şeklindedir.
- D) Kinetik enerjinin aktarımı tanecikli yapıların hareketi ile mümkündür.
- E) Çarpışma ile atomlardaki elektronlar başka bir atoma geçerek o atomun kinetik enerjisini artırır.
- F)

Soru-17. Fen laboratuvarında bazı deneyler gerçekleştirilmektedir. Bu deneyler şu şekildedir:

- I. Güneş paneli ile led lamba yakılmaktadır.
- II. Güneş paneli ile bir beher içerisindeki suyun ısınması sağlanmaktadır.
- III. Güneş paneli ile pervane döndürülmektedir.
- IV. Güneş paneli ile zilin çalması sağlanmaktadır.

Bu deneylere ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Güneş paneli ile lambanın yakılması, ışık enerjisinin elektrik enerjisine, elektriginde ışık ve ısı enerjisine dönüşmesidir.
- B) Güneş paneli ile suyun ısınması, ışık enerjisinin doğrudan ısı enerjisine dönüşümüdür.
- C) Güneş paneli ile pervanenin dönmesi, ışık-elektrik-kinetik enerji şeklinde dönüşümdür.
- D) Güneş paneli ile zilin çalması, ışık-elektrik-ses enerjisi şeklinde dönüşümdür.
- E) El fenerindeki enerji dönüşümünde, kimyasal enerji elektrik enerjisine, elektrikte ışık ve ısı enerjisine dönüşmektedir.

Cünkü-17:

- A) Güneş panelleri, ışık enerjisini elektrige çevirir ancak elektrik enerjisi ışık ve ısı enerjisine dönüşmez.
- B) El fenerinde piller kimyasal enerjiyi doğrudan ışık enerjisine dönüştürür.
- C) Güneş panelleri pervanenin dönmesi için doğrudan kinetik enerjisini üretir.
- D) Güneş panelleri elektrik enerjisi üretir, bu enerji formu ısı enerjisine dönüşerek suyu ısıtabilir.
- E) Güç santrallerinde üretilen elektrik enerjisi ses enerjisine dönüşebilirken, güneş paneli ile üretilen elektrik ses enerjisine dönüşmez.
- F)

Soru-18. Fen laboratuvarında gerçekleştirilen bir deneyde hava emme basma tulumba aleti kullanılarak havasız bir ortam içerisinde çalan bir telefonun sesinin duyulmaması sağlanmaktadır. Bu deneye ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Sesin duyulmamasının sebebi hava emme basma tulumbanın ses geçirmez cam ile kaplı olmasıdır.
- B) Telefonun bulunduğu ortamda titreşim oluşturabilecek moleküller bulunmadığından ses duyulmamaktadır.
- C) Hava moleküllerinin yoğunluğu arttıkça sesin yayılması da hızlanır.
- D) Sesin duyulabilmesi için hava moleküllerinin kinetik enerjiye de sahip olması gerekmektedir.
- E) Katı maddelerin tanecikli yapıları da kinetik enerjiye sahip olduğundan sesin hızlı yayılmasını sağlarlar.

Cünkü-18:

- A) Sesin duyulması için ortamda moleküllerin bulunmasına ihtiyaç yoktur.
- B) Sesin yayılmasında tanecikli maddelerin yoğunluğu etkili değildir.
- C) Sesin yayılabilmesi için tanecikli yapıların hem bir enerjiye sahip olması gerek hem de bir engelle karşılaşmaması gerekmektedir.
- D) Katı maddelerin tanecikli yapıları hareket etmediğinden enerjileri yoktur.
- E) Kinetik enerjisi fazla olan maddelerin sesi yayması zordur.
- F)

Soru-19. Bitkiler fotosentez ile kimyasal bağ enerjisini organik besinlerde depolamakta ve bu enerji canlıların hücrelerinde ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi olarak açığa çıkarak metabolizma faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Kimyasal bağ enerjisinin fotosentezden hücreye kadar geçen süreçlere ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Bitkiler kimyasal bağ enerjisini nişastanın molekülleri arasında bağ enerjisi olarak depolar.
- B) Organik besinlerdeki enerji, insan vücudundaki sindirim sisteminde serbest hale gelir.
- C) Kimyasal bağ enerjisi, hücrelerde organik bileşiklerin monomerlerinde depoludur.
- D) Hücrelerdeki protein sentezi, aktif taşıma gibi olaylar kimyasal bağ enerjisi sayesinde gerçekleşir.
- E) Hücreler tarafından kullanılan enerji, ATP molekülündeki fosfat bağlardaki enerjidir.

Cünkü-19:

- A) Besinlerdeki kimyasal bağ enerjisi ile moleküller arasındaki bağ enerjisi farklıdır.

- B) Sindirim sisteminde organik besinler kimyasal ve fiziksel sindireme uğrar, ancak enerji üretimi gerçekleşmez.
 C) Organik bileşiklerin monomerlerinde bağ enerjisi yoktur.
 D) ATP molekülündeki fosfat gibi inorganik bileşiklerden enerji elde edilmektedir.
 E) ATP molekülü hücrelerde enerji gerektiren olaylarda kloroplastlar tarafından üretilmektedir.
 F)

Soru-20. Ucundan tuttuğumuz bir demir çubuğu ateşe yaklaştırdığımızda çubuk belli bir süre sonra ısınarak elimizi yakmaya başlar. Bu olaya ilişkin aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Demir çubuğun bir ucundan diğer ucuna ısı enerjisinin aktarımı meydana gelmiştir.
 B) Demir çubuğun tanecikli yapısının hareketi kinetik enerjiyi oluşturmuş, bu enerjide ısı enerjisinin aktarımını sağlamıştır.
 C) Demir çubuğun bir ucundan diğer ucuna enerji aktarımı tanecikli yapıların bağ enerjisi ile gerçekleşir.
 D) Katı maddelerde sıcaklık aktarımı tanecikli yapıların öteleme hareketi ile sağlanır.
 E) Sıvı ve gazlarda enerji aktarımı maddelerin tanecikli yapılarının kinetik enerjileri sayesinde.

Cünkü-20:

- A) Isı enerjisinin aktarımı maddelerin tanecikli yapılarının hareketine bağlı değildir.
 B) Farklı iki ortam arasında ısı farkı varsa, sıcaklık yüksek ortamdaki düşük ortama doğrudur.
 C) Katı maddelerde ısı enerjisinin aktarımı tanecikli yapıların titreşim hareketine bağlıdır.
 D) Sıvı ve gazlarda ısı enerjisinin aktarımı maddelerin son yörüngesindeki serbest elektronlara bağlıdır.
 E) Isı iletimi sırasında ısı bir tanecikten diğerine transfer olur.
 F)

Soru-21. Bir kerestede kimyasal bağ enerjisi depolanıp depolanmamasını nasıl açıklarsınız?

- A) Kâğıt ve mobilya gibi diğer şeylere dönüşmesi bu enerjiyi depoladığını gösterir.
 B) Kereste yandığında kimyasal bağ enerjisi ATP enerjisine dönüşmektedir.
 C) Fotosentez sonucu kerestede organik besinler depolanmıştır ve bunlar yandığında ısı enerjisi olarak açığa çıkmaktadır.
 D) Sadece insanların yediği besinlerde kimyasal bağ enerjisi vardır, kerestede böyle bir enerji yoktur.
 E) Kerestede depolanmış ısı enerjisinin açığa çıkması kimyasal bağ enerjisinin depolanmadığını gösterir.

Cünkü-21:

- A) Maddelerde şekil değişikliği kimyasal bağ enerjisi sayesinde gerçekleşir.
 B) Kerestede daha önceden depolanmış organik besinlerin yapısında kimyasal bağ enerjisi bulunmaktadır.
 C) Kerestede yanma sonucu depolanmış ısı enerjisi ATP enerjisine dönüşür.
 D) Kerestede ısı enerjisi depoludur, bu enerjide oksijenli solunum ile açığa çıkar.
 E) Kimyasal bağ enerjisi sadece bitki yapraklarında vardır ve başka bir yere de aktarılamaz.
 F)

İki Aşamalı Enerji Kavramları Tanı Testi Cevap Anahtarı

S1.	E	S5.	C	S9.	B	S13.	C	S17.	B	S21.	C
Ç1.	D	Ç5.	A	Ç9.	E	Ç13.	C	Ç17.	D	Ç21.	B
S2.	A	S6.	D	S10.	A	S14.	D	S18.	A		
Ç2.	E	Ç6.	F	Ç10.	C	Ç14.	A	Ç18.	F		
S3.	D	S7.	E	S11.	B	S15.	E	S19.	B		
Ç3.	B	Ç7.	C	Ç11.	A	Ç15.	F	Ç19.	B		
S4.	A	S8.	C	S12.	E	S16.	D	S20.	D		
Ç4.	D	Ç8.	F	Ç12.	E	Ç16.	D	Ç20.	C		

Ek-9. Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi

- 1. Aşama:** Aşağıda verilen kavram hakkında aklınıza gelen kelimeyi yanındaki boşluğa yazınız. Bu aşamadaki işlemin tamamını 30 saniye içerisinde gerçekleştiriniz.
- 2. Aşama:** Yazmış olduğunuz her bir kelime için enerji ile ilişkili bir cümle yazınız. Her bir kelime için harcamanız gereken süre 30 saniyedir.

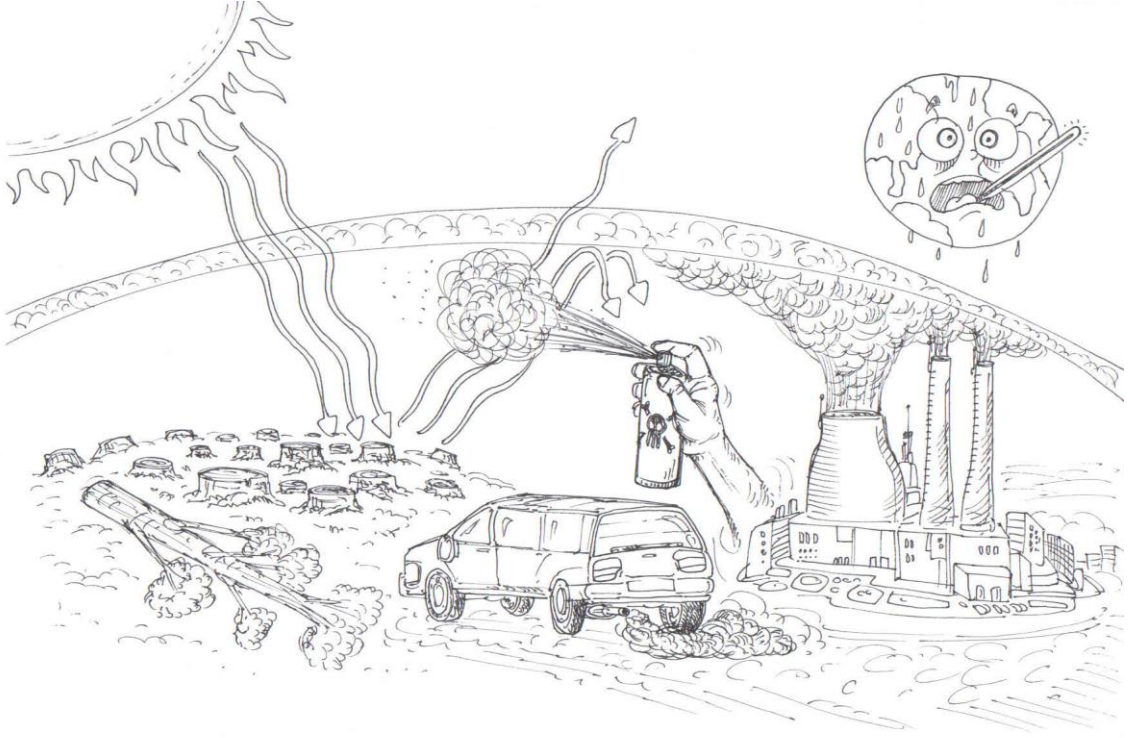
<u>1. AŞAMA (30 Saniye)</u>	<u>2. AŞAMA (30 Saniye)</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-1</u>	<u>Cümle-1:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-2</u>	<u>Cümle-2:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-3</u>	<u>Cümle-3:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-4</u>	<u>Cümle-4:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-5</u>	<u>Cümle-5:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-6</u>	<u>Cümle-6:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-7</u>	<u>Cümle-7:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-8</u>	<u>Cümle-8:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-9</u>	<u>Cümle-9:</u>
<u>Enerji Türü (Çeşidi)-10</u>	<u>Cümle-10:</u>

<u>1. AŞAMA (30 Saniye)</u>	<u>2. AŞAMA (30 Saniye)</u>
<u>Enerji Kaynağı-1</u>	<u>Cümle-1:</u>
<u>Enerji Kaynağı-2</u>	<u>Cümle-2:</u>
<u>Enerji Kaynağı-3</u>	<u>Cümle-3:</u>
<u>Enerji Kaynağı-4</u>	<u>Cümle-4:</u>
<u>Enerji Kaynağı-5</u>	<u>Cümle-5:</u>
<u>Enerji Kaynağı-6</u>	<u>Cümle-6:</u>
<u>Enerji Kaynağı-7</u>	<u>Cümle-7:</u>
<u>Enerji Kaynağı-8</u>	<u>Cümle-8:</u>
<u>Enerji Kaynağı-9</u>	<u>Cümle-9:</u>
<u>Enerji Kaynağı-10</u>	<u>Cümle-10:</u>

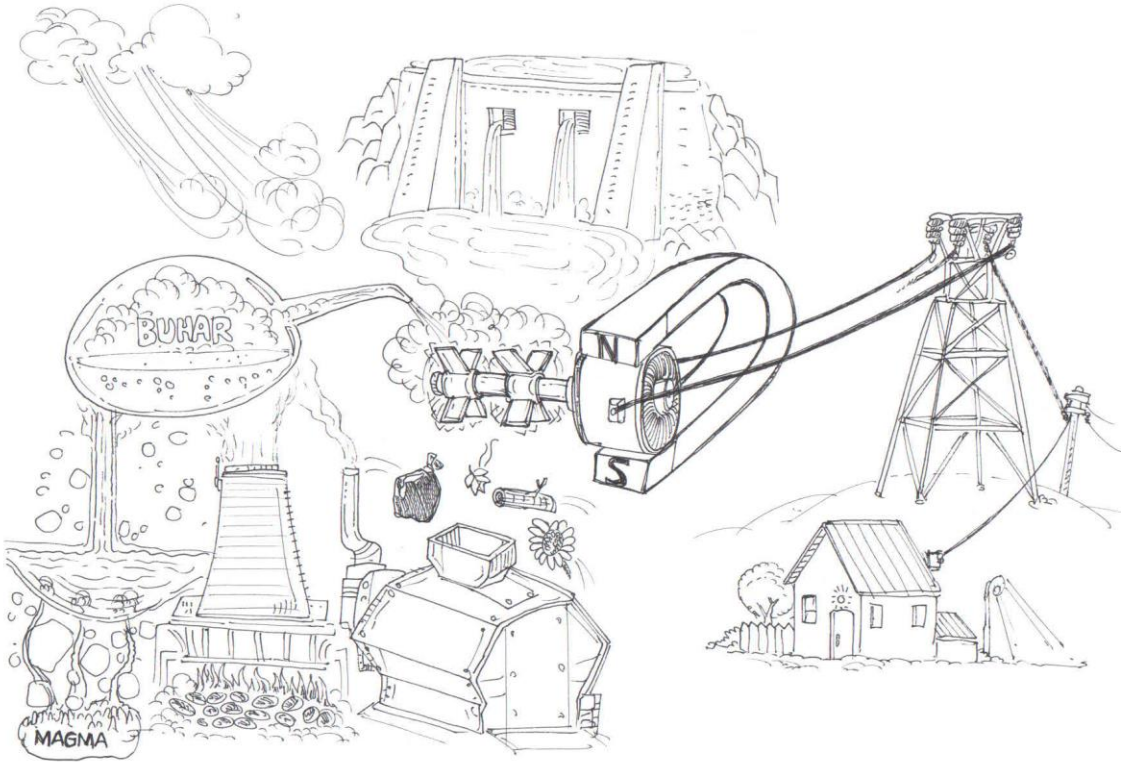
1. AŞAMA (30 Saniye)	2. AŞAMA (30 Saniye)
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-1</u>	<u>Cümle-1:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-2</u>	<u>Cümle-2:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-3</u>	<u>Cümle-3:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-4</u>	<u>Cümle-4:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-5</u>	<u>Cümle-5:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-6</u>	<u>Cümle-6:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-7</u>	<u>Cümle-7:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-8</u>	<u>Cümle-8:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-9</u>	<u>Cümle-9:</u>
<u>Enerji Aktarımı (transfer)-10</u>	<u>Cümle-10:</u>

1. AŞAMA (30 Saniye)	2. AŞAMA (30 Saniye)
<u>Enerji Dönüşümü-1</u>	<u>Cümle-1:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-2</u>	<u>Cümle-2:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-3</u>	<u>Cümle-3:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-4</u>	<u>Cümle-4:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-5</u>	<u>Cümle-5:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-6</u>	<u>Cümle-6:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-7</u>	<u>Cümle-7:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-8</u>	<u>Cümle-8:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-9</u>	<u>Cümle-9:</u>
<u>Enerji Dönüşümü-10</u>	<u>Cümle-10:</u>

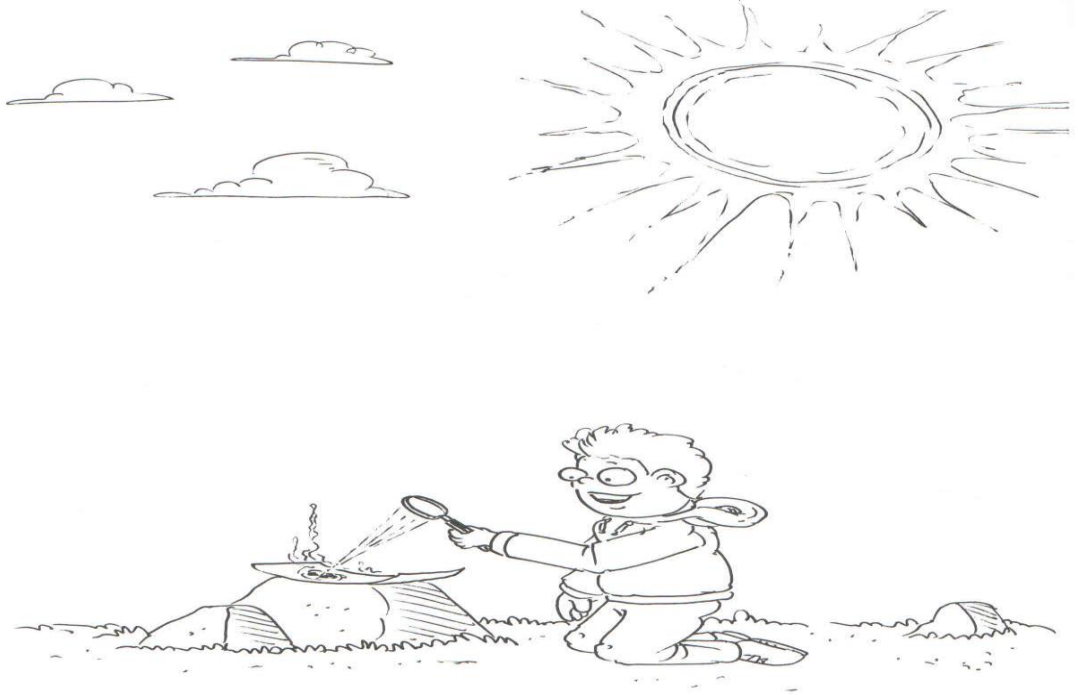
Ek-10. Görüşmelerde Kullanılan Resim Kartları



1 NO'LU RESİM KARTI



2 NO'LU RESİM KARTI



3 NO'LU RESİM KARTI



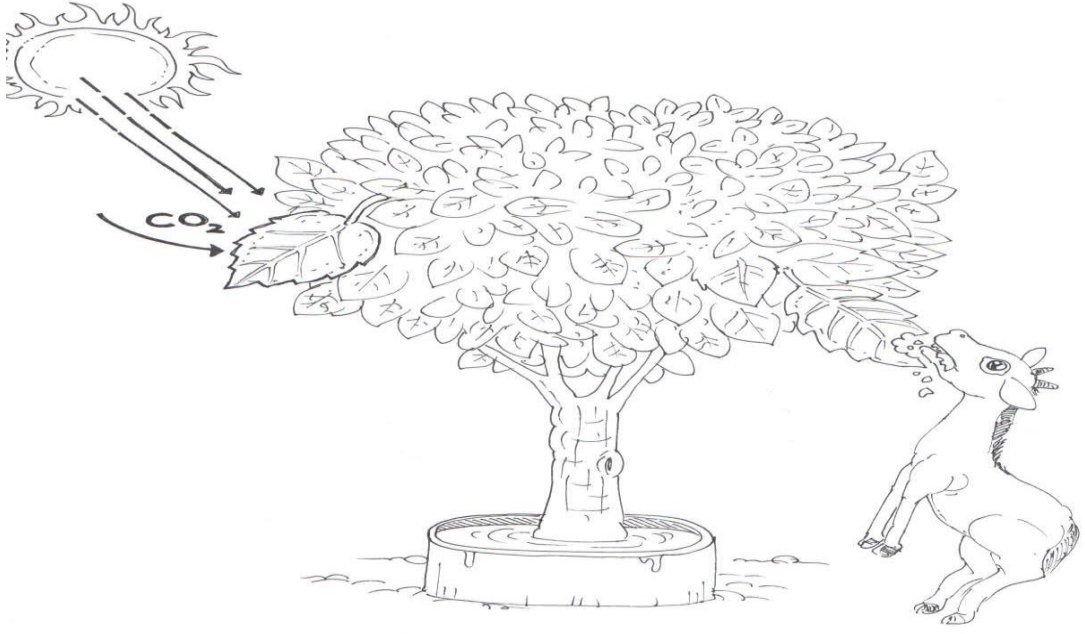
4 NO'LU RESİM KARTI



5 NO'LU RESİM KARTI



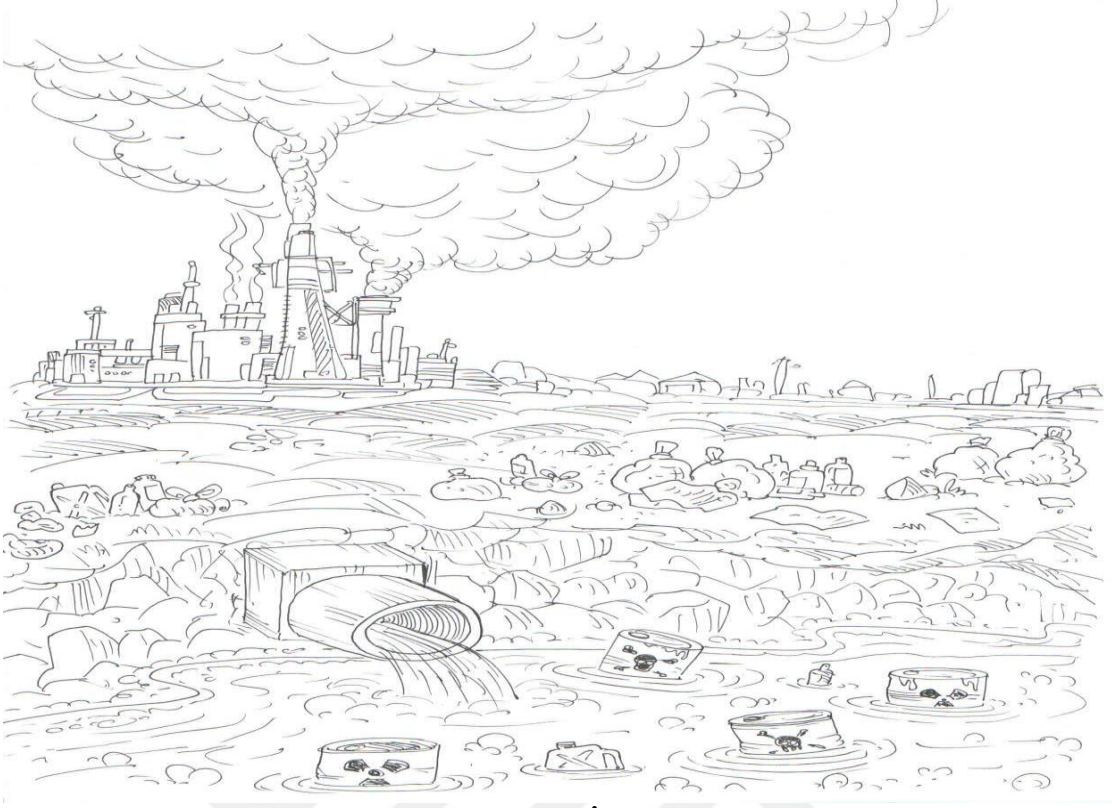
6 NO'LU RESİM KARTI



7 NO'LU RESİM KARTI



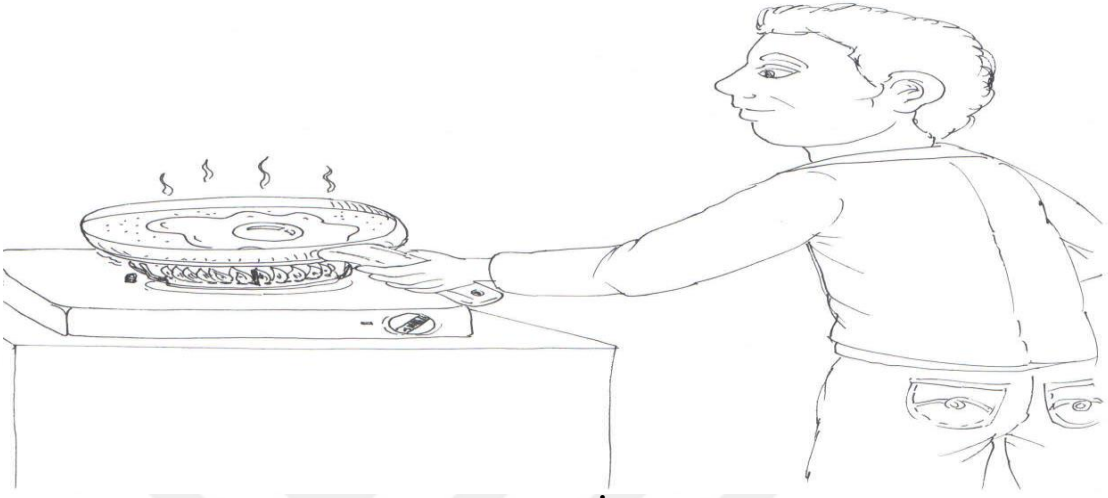
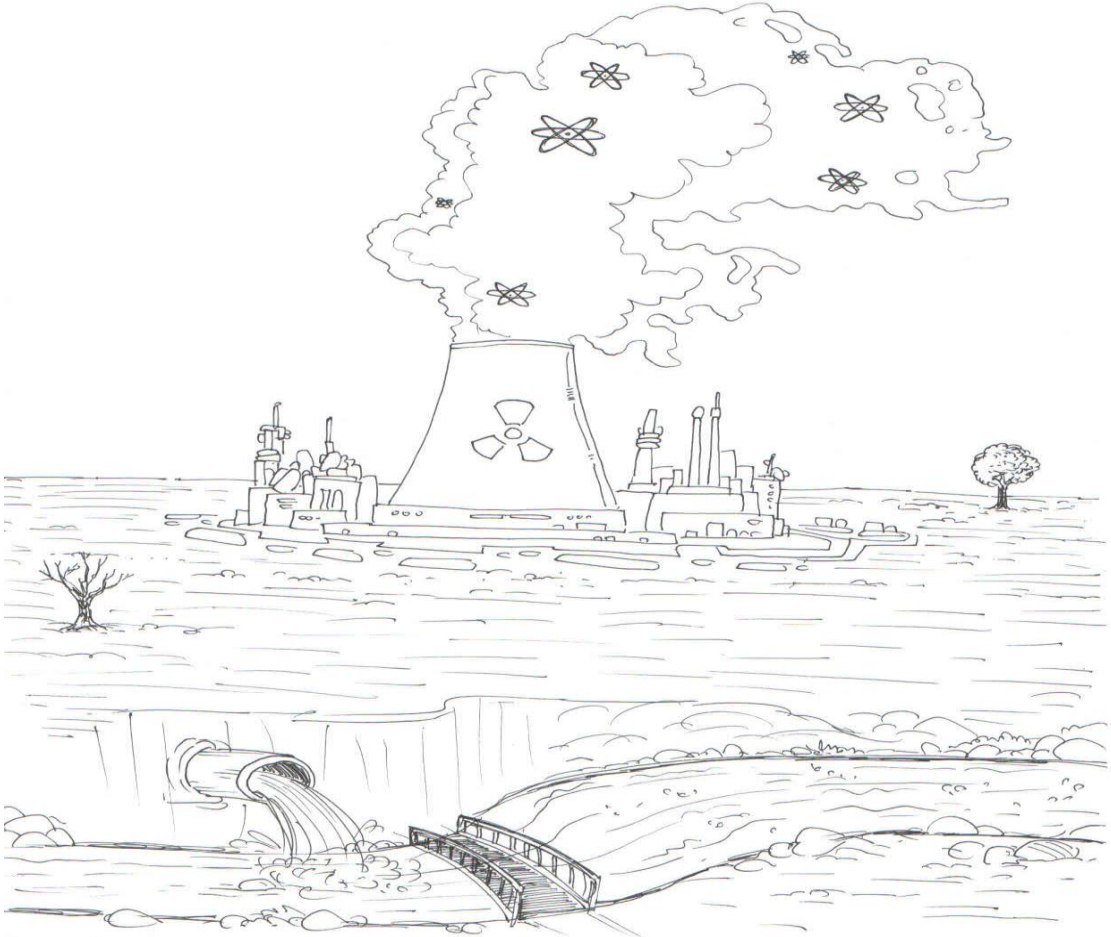
8 NO'LU RESİM KARTI



9 NO'LU RESİM KARTI

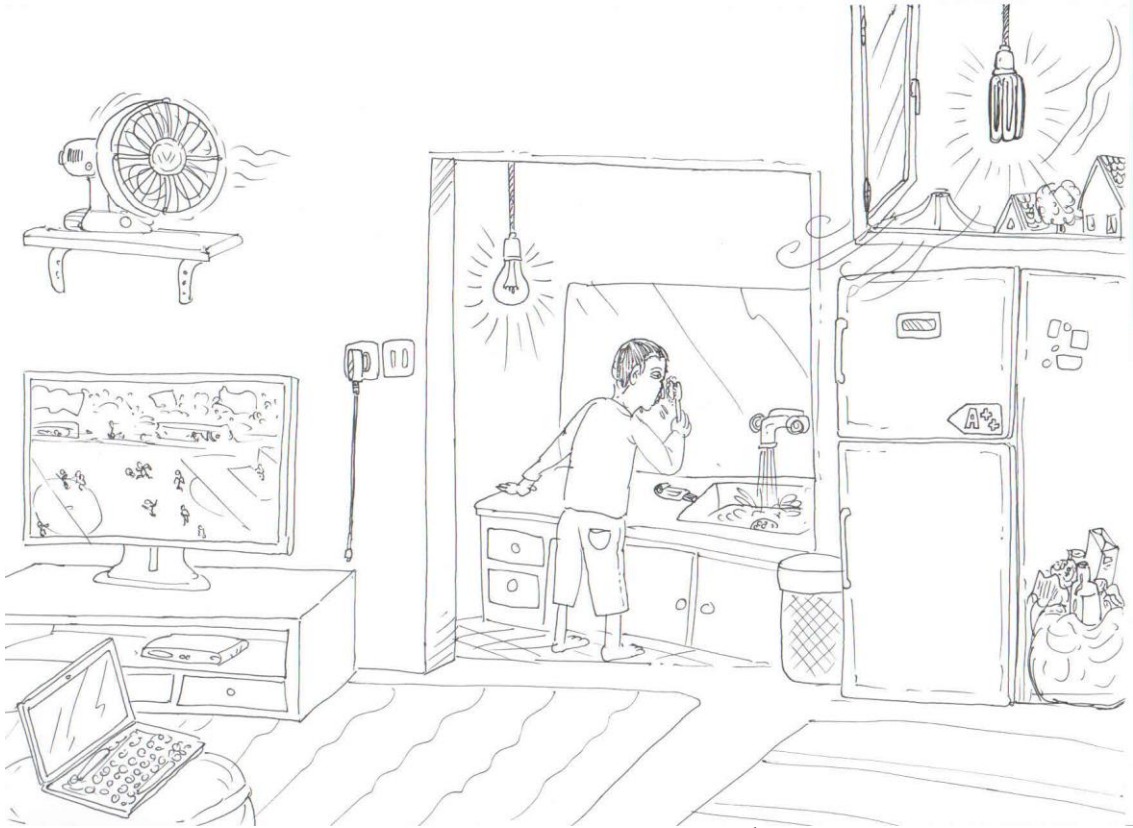


10 NO'LU RESİM KARTI

**11 NO'LU RESİM KARTI****12 NO'LU RESİM KARTI**



13 NO'LU RESİM KARTI

14 NO'LU RESİM KARTI¹

¹ Çizimlerin tamamı Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Güzel Sanatlar Eğitimi Bölümü, Resim-İş Eğitimi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Kahraman KILIÇ tarafından gerçekleştirilmiştir.

Ek-11. Deney ve Kontrol Grubunda Uygulanan Etkinlikler

LABORATUVAR UYGULAMALARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN DURUMLAR
<ol style="list-style-type: none"> 1. Laboratuvarda çalışırken her zaman önlük, ihtiyaç halinde eldiven ve koruyucu gözlük kullanılmalıdır. 2. Asit üzerine kesinlikle su dökülmemeli, asit su üzerine yavaşça eklenmelidir. 3. Kimyasal maddelere kesinlikle çıplak elle dokunulmamalı, maddenin tadına bakılmamalı ve koklanmamalıdır. 4. Islak ellerle veya ıslak zemin üzerindeki herhangi elektrik bir araca dokunulmamalıdır. 5. Deney sırasında cam kapların kırık veya çatlak olup olmadığına dikkat edilmelidir. 6. Isıtılan cam ve porselen malzemeler el ile tutulmamalı, tüp maşası veya pens kullanılmalıdır. 7. Kimyasalların neden olduğu gaz ve kokular solunmamalıdır. Eğer bir koku fark edilir ise, laboratuvar havalandırılmalı ve oradan uzaklaşılmalıdır. 8. Laboratuvarda meydana gelen herhangi bir kaza veya kaza ihtimali hemen sorumlu öğretim elemanına bildirilmelidir. 9. Malzemeler çalışma masalarının kenarlarına koyulmamalıdır. 10. Güvenlik konusunda her zaman bilinçli davranılmalıdır. Laboratuvar faaliyetlerinde kazalara karşı dikkatli ve tedbirli olunmalıdır.

LABORATUVAR KAZALARI VE ALINACAK ÖNLEMLER
<p><u>Ağız Yoluyla Olan Zehirlenmeler</u> Ağız yolu ile gerçekleşen zehirlenmelerde, %5'lik bakır sülfat eriyiği kullanılmalıdır. Bakır sülfatın kusturucu gücü fazla olduğundan, zehir mideden uzaklaştırılmış olur. Devamında kaza geçiren öğrenci hızlı bir şekilde ilk yardım merkezine ulaşımı sağlanmalıdır.</p>
<p><u>Solunum Sistemi Üzerinde Etkili Gazlarla Zehirlenmeler</u> Krom, brom, hidroklorik asit gibi kimyasalların buharları doğrudan bulunduğu zehirlenmelere yol açar. Su, bikarbonat buharı veya oksijen teneffüs ettirilmelidir. Devamında zehirlenen kişinin hemen en yakın sağlık kuruluşuna nakli sağlanmalıdır.</p>
<p><u>Yanıklar</u> Yanıklara su ile temas ettirilmemelidir. Yanık üzerine vazelin sürülüp hemen en yakın sağlık merkezine nakli sağlanmalıdır.</p>
<p><u>Elektrik Şoku</u> Kazazede elektrikle yüklü olduğundan yaklaşımadan önce ana kaynaktan akım kesilmeli veya fiş prizden çıkarılmalıdır. Bu yapılamıyorsa lastik çizme ya da eldiven kullanarak veya kuru bir önlük üzerine basarak kazazedeye yaklaşılmalıdır. Elektrik cereyanı ile temas kesildikten sonra temiz havada suni teneffüs yaptırılmalı ve en yakın hastaneye götürülmelidir.</p>
<p><u>Asit-Baz Dökülmesi</u> Asit bulaşan bölge seyreltik (%1'lik) NaHCO₃ çözeltisi ile nötrleştirilmeli veya pamuk, sargı bezi gibi emici maddelere emdirilerek temizlenmelidir. Asitler ve bazlar ile çalışılırken göze sıçramışsa, göz kapakları iyice açılarak bol su ile iyice yıkanmalı, gerektiğinde seyreltik borik asit ile (%2'lik) temizlenmelidir. Asit dökülen alan baz ile; baz dökülen alan asit ile nötralize edildikten sonra hemen su ile silinmelidir.</p>

LABORATUVAR GÜVENLİK SEMBOLLERİ VE ANLAMLARI	
	<u>Elbisenin Güvenliği</u> Bu sembol, elbiseyi lekeleyecek veya yakacak maddeler kullanırken görülür.
	<u>Açık Alev Uyarısı</u> Bu sembol, yangına veya patlamaya sebep olabilecek alev kullanıldığında görülür.
	<u>Duman Güvenliği</u> Bu sembol, kimyasal maddeler veya kimyasal reaksiyonlar tehlikeli dumana sebep olduklarında görülür.
	<u>Eldiven</u> Cilde zararlı bazı kimyasal maddelerle çalışırken eldiven kullanılması gerektiğini hatırlatan uyarı işaretidir.
	<u>Elektrik Güvenliği</u> Bu sembol, elektrikli aletler kullanılırken dikkat edilmesi gerektiğinde görülür.
	<u>Yangın Güvenliği</u> Bu sembol, açık alev etrafında tedbir alınması gerektiğinde görülür.
	<u>Patlama (İnfilak) Güvenliği</u> Bu sembol, yanlış kullanımdan dolayı patlamaya sebep olacak kimyasal maddeleri gösterir.
	<u>Göz Güvenliği</u> Bu sembol, gözler için tehlike olduğunu gösterir. Bu sembol görüldüğünde koruyucu gözlük takılmalıdır.
	<u>Kesici Cisimler Güvenliği</u> Bu sembol, kesme ve delme tehlikesi olan keskin cisimler olduğu zaman görülür.
	<u>Biyolojik Tehlike</u> Bu sembol, bakteri, mantar, tek hücreli hayvan veya bitki tehlikesi olduğunda görülür.
	<u>Isı Güvenliği</u> Bu işaret sıcak cisimlerin tutulması esnasında önlem alınmasını hatırlatmak içindir.
	<u>Kimyasal Madde Uyarısı</u> Bu sembol deriye dokunması halinde yakıcı veya zehirleyici etkisi olan kimyasal maddeler kullanılırken görülür.
	<u>Radyoaktif Güvenliği</u> Bu sembol, radyoaktif maddeler kullanırken görülür.

ETKİNLİK-1: YONCALI AMPUL

Kazanımlar:

1. Işığın bir enerji formu olduğunu fark eder.
2. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğrulabileceğini keşfeder. (7.5.1.1)
3. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır. (7.5.1.2)



Anahtar Kavramlar: Işık enerjisi, enerji formu.

Süre: 15 dakika

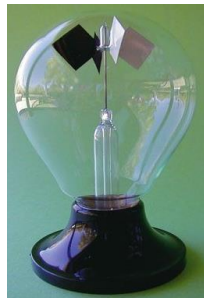
Araç ve Gereçler: Radyometre, el feneri, ışık prizması ve çalışma yaprağı (Işığı Bileşenlerine Ayırma)

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. İlk olarak radyometreyi inceleyiniz ve yapısını gözlemleyiniz.
2. Radyometre üzerine ilk olarak el feneri ile ışık tutunuz ve sonuçları gözlemleyerek not ediniz.



Resim 1: Radyometre

Sonuçlandırılm

Radyometreye beyaz ışık gönderdiğimizde yapraklarda ne tür değişiklikler meydana geldi?

Radyometrenin yapraklarının dönmesini nasıl açıklarsınız?

Genellelim

Radyometredeki yaprakları döndüren bir enerjinin varlığı bilindiğine göre bu enerji türü nedir? Açıklayınız.

Bu enerji türü nelerden oluşmaktadır? Bu enerji formu hakkında bilgi veriniz.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta ışık enerjisinden yararlandığınız durumlara örnekler veriniz.

CALIşMA YAPRAĞI-1.1: IşIĞI BİLEşENLERİNE AYIRMA

El feneri ile ışığı prizma üzerine dışurdüğünüzde ne tür değişiklikler meydana geldi? Bu değişimleri bir çizimle gösteriniz.

Sonuç:

Cizim:

Sizce beyaz ışık sadece bu renkli ışınlardan mı oluşur? Beyaz ışıktaki bu renk sırası değişir mi? Neden?

Işık enerjisindeki farklı renklerdeki ışınların madde ile etkileşerek soğurulmasını açıklayınız.

ETKİNLİK-2: BESİNLERDE DEPOLANMIŞ ENERJİ

Kazanımlar:

1. Besinlerdeki enerjinin kimyasal bağ enerjisi olarak depolandığını fark eder.
2. Canlıların hücrelerinde kullanabileceği enerji türünün ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi olduğu çıkarımında bulunur.



Güvenlik Sembolleri



Eldiven



Isı güvenliği



Yangın güvenliği

Anahtar Kavramlar: Kimyasal bağ enerjisi, ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi ve enerji formu.

Süre: 20 dakika

Araç ve Gereçler: Badem, ceviz, boş içecek kutusu, makas, ataç, eldiven, ateş ve çalışma yaprağı (Kavram Haritamızı Oluşturalım)

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, beyin fırtınası, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Boş içecek kutusunu şekildeki gibi yanlardan kesiniz.
2. Atacı elinizle şekildeki gibi bükünüz.
3. Atacın ucuna ceviz veya fındık yerleştiriniz.
4. Boş içecek kutusunun içerisine ataca geçirilmiş fındık veya cevizi yerleştiriniz.
5. Çakmak ile fındık veya cevizi yakınız ve sonuçları gözlemleyiniz.

(Energy In Food, t.y.)



Resim 2: Deney düzeneği

Sonuçlandırılm

Yapılan işlemlerde neler gözlemlediniz? Sizce cevizdeki enerji nereden gelmektedir?

--

Cevizdeki depolanmış enerjinin adı nedir? Açıklayınız.

--

Genellelim

Besinlerde depolanan enerji nasıl açığa çıkmaktadır?

--

Besinlerdeki enerji canlılar tarafından doğrudan kullanılabilir mi? Açıklayınız.

--

Günlük Yaşamla İlişkilendirme



Temel reis çizgi filmini hepimiz biliriz. Bu çizgi filmde Temel Reis, Kabasakal ile kavga etmekte Safinaz'ı ondan kurtarmaya çalışmaktadır. Ancak Kabasakal Temel Reisten çok güçlüdür. Kabasakal tam Temel Reisi kavgada yenmek üzere iken Temel Reis cebinden bir konserve kutusu ıspanak çıkararak hepsini yer. Yemek sonrası Temel Reis güçlenir ve Kabasakal'ı yenerek sevgilisi Safinaz'ı kurtarır.

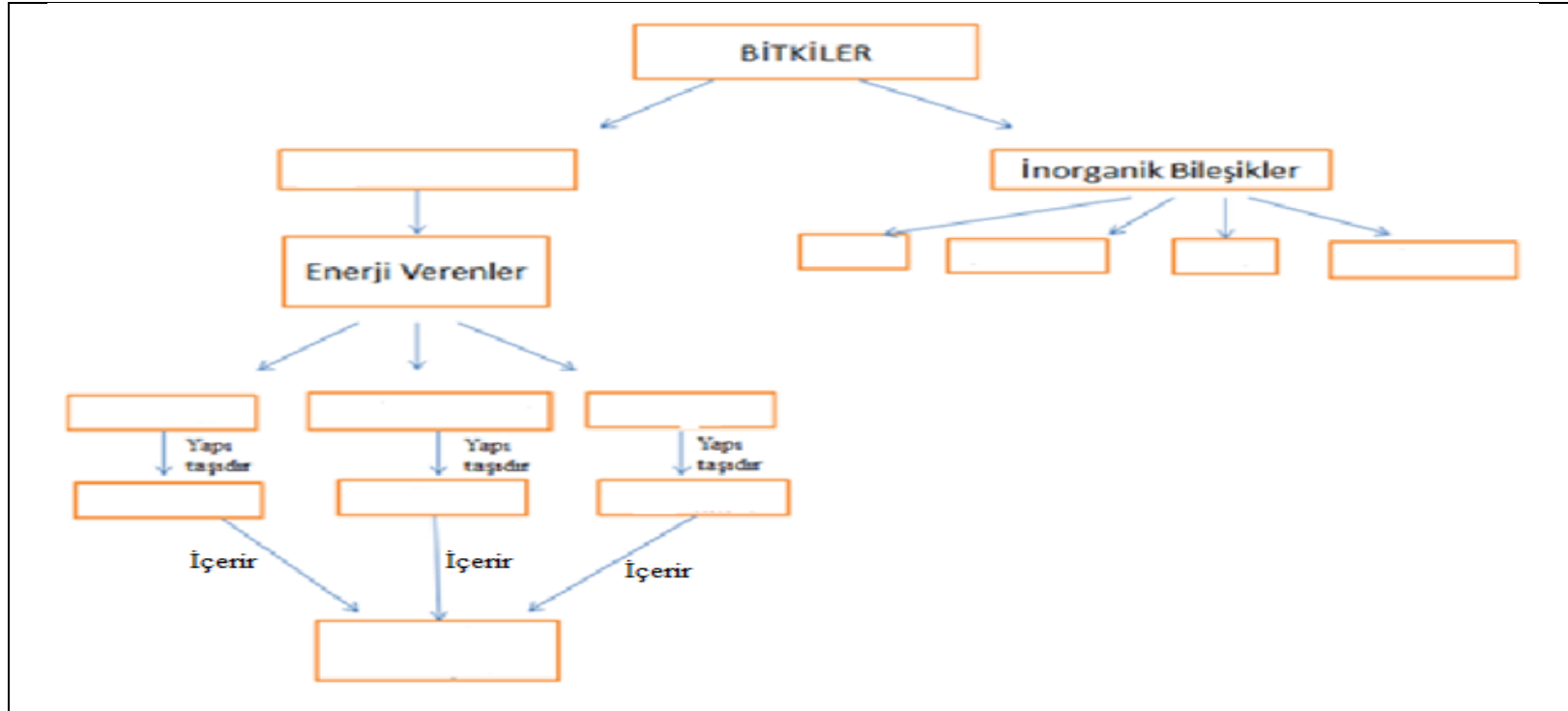
Temel Reis'in ıspanak yemesi sonucu vücudunda ne tür olaylar meydana gelmekte ve Temel Reis güçlenmektedir?

--

ÇALIŞMA YAPRAĞI-2: KAVRAM HARİTAMIZI OLUŞTURALIM

Aşağıda size verilen kelimeleri boş bırakılan yerlere yerleştiriniz.

Mineral, Glikoz, Protein, Organik Bileşikler, Yağ asidi, Tuz, Karbonhidrat,
Kimyasal Bağ Enerjisi, Aminoasit, Su, Yağ, Asit-Baz



ETKİNLİK-3: DART OKU VE PAKET LASTİK İLE KEŞİF

Kazanımlar:

1. Potansiyel enerji, çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi şeklinde sınıflandırır (7.3.2.2)
2. Çekim ve esneklik potansiyel enerjilerini örneklerle açıklar.



Anahtar Kavramlar: Çekim potansiyel enerjisi, esneklik potansiyel enerjisi ve enerji formu.

Süre: 15 dakika

Araç ve Gereçler: Dart oku, strafor, oyun hamuru, cetvel, tahta kalem, paket lastik

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

Birinci aşama

1. Bir dart okunu cetvel kullanarak sırayla 5 cm ve 10 cm yükseklikten straforun üstüne bırakın.
2. Dart okunun strafora saplanma derinliğini cetvel ile ölçün ve değeri kaydedin.

İkinci aşama

1. Bir dart okunu 10 cm yükseklikten straforun üstüne bırakın ve saplanma derinliğini ölçün.
2. Aynı dart okunu oyun hamuru ile ağırlığını arttırın ve 10 cm yükseklikten straforun üstüne bırakın ve saplanma derinliğini ölçün.

Üçüncü aşama

1. Paket lastiği yardımı ile tahta kelemi ileriye doğru fırlatmak için gerdirin.
2. İlk kalemin fırlatılması için lastiği 8 cm kendinize doğru gerdirin (gerdirmeye mesafesinde lastik tutulan parmakları referans noktası alınız).
3. Aynı işlemi lastiği 12 cm gerdirerek tekrarlayın.
4. Kalemin uzaklaşma mesafesini cetvelle ölçerek kaydedin.

Denevi sonuçlandırılm

Birinci aşama		
Dart okları	Yükseklik (cm)	Saplanma derinliği (cm)
1. Dart oku		
2. Dart oku		

İkinci aşama			
Dart okları	Yükseklik (cm)	Ağırlık (N)	Saplanma derinliği (cm)
1. Dart oku			
2. Dart oku			

Üçüncü aşama		
Tahta kalemi	Gerilme mesafesi (cm)	Fırlama mesafesi (cm)
1. Tahta kalemi		
2. Tahta kalemi		

Genellelim

Çekim potansiyel enerjisi nelere bağlıdır ve aralarında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?
Gerçekleştirilen 1 ve 2. aşama kutuplarda gerçekleştirilmiş olsaydı, sonuçlar yine aynı mı olurdu? Nedenleriyle açıklayınız.
Esneklik potansiyel enerjisi nelere bağlıdır? Açıklayınız.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta çekim ve esneklik potansiyel enerjilerini gözlemlediğiniz durumlara örnekler vererek bu enerji türlerini açıklayınız.

ETKİNLİK-4: DART OKUNUN ENERJİSİ

Kazanımlar:

1. Kinetik enerjinin nelere bağlı olduğunu sebepleriyle irdeler.
2. Kinetik enerjiyi örneklerle açıklar.



Anahtar Kavramlar: Kinetik enerji ve enerji formu.

Süre: 15 dakika

Araç ve Gereçler: Dart oku, strafor, oyun hamuru, cetvel.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

Birinci aşama

1. Dart okunu 30 cm mesafeden karşı tarafta bulunan strafora fırlatın ve saplanma derinliğini ölçün.
2. Aynı işlemi aynı mesafeden hızlı bir şekilde dart okunu fırlatarak deneyin ve strafordaki saplanma derinliğini ölçerek kaydedin.

İkinci aşama

1. Dart okunu 30 cm mesafeden karşı tarafta bulunan strafora fırlatın. Strafordaki saplanma derinliğini ölçün.
2. Aynı dart okunun kütleini oyun hamuru ile arttırarak hemen hemen birinci denemedeki hızda olacak şekilde strafora fırlatın ve saplanma derinliğini ölçerek kaydedin.

Denevi sonuçlandırılm

Birinci aşama		
Dart okları	Fırlatılma hızları (normal ve hızlı)	Saplanma derinliği (cm)
1. Dart oku		
2. Dart oku		

İkinci aşama			
Dart okları	Mesafe (m)	Kütle (gr)	Saplanma derinliği (cm)
1. Dart oku			
2. Dart oku			

Genelleyelim

Yapılan denemeler sonucu kinetik enerji nelere bağlıdır ve aralarında nasıl bir ilişki vardır?

Yukarıda gerçekleştirmiş olduğunuz aşamaların hepsini kutuplarda gerçekleştirmiş olsaydınız, sonuçlar değişir miydi? Nedenleriyle açıklayınız.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta kinetik enerjisinden yararlandığımız durumlara örnekler vererek, bu enerji türünü açıklayınız

ETKİNLİK-5: RUTHERFORD'UN GEZEĞEN ATOM MODELİ

Kazanımlar:

1. Atomdan elektron koparılmasını ve atom yarıçapını enerji ile ilişkilendirir.
2. İyonlaşma enerjisini atomdan elektron koparılması ile ilişkilendirerek açıklar.



Anahtar Kavramlar: İyonlaşma enerjisi, enerji formu.

Süre: 15 dakika

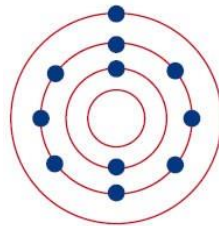
Araç ve Gereçler: Bakır tel, oyun hamuru, cetvel

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, benzetim, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Bakır teli bükerek Rudherford'un gezegen atom modeline benzer atom modelleri oluşturunuz.
2. Her bir grup farklı atomların modelini oluşturmalıdır.
3. Çekirdekte bulunan proton ve nötronları, etrafındaki elektronları oyun hamuru ile gösteriniz.
4. Oluşturulan modelin yarıçapını cetvel ile hesaplayınız.
5. Modeldeki her bir elektronun çekirdeğin merkezine olan uzaklığını hesaplayınız ve sonuçları kaydediniz.



Şekil 1: Rudherford'un Gezegen Atom modeli (1911)

Sonuçlandırılm

Sizce bir atomun yarıçapını hesaplamak ve her bir elektronun çekirdeğe olan uzaklığını bilmek atom hakkında nasıl bir yorum yapmamızı sağlar?

Bir atomdan bir elektronu kolay bir şekilde koparmak için atomun yarıçapı ile koparılacak elektronun çekirdeğin merkezine olan mesafesi uzun mu olmalıdır, yoksa kısa mı olmalıdır? Açıklayınız.

Sizce hangi elektronların koparılması için en fazla enerjiye gereksinim vardır? Sebebini açıklayınız.

Genellelim

Atomdan elektron koparmak için gerekli olan bu enerji çeşidine ne ad verilir?

Periyodik cetveli göz önüne aldığımızda bu enerji çeşidinin periyodik cetvelde nasıl bir değişiklik gösterdiğini atom yarıçapı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Periyodik cetvelin metaller kısmında yer alan bakır telin elektriğin iletilmesinde tercih edilmesinin sebebi nedir? Bu durumu iyonlaşma enerjisi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

ETKİNLİK-6: KİMYASAL TEPKİMELERDEKİ ENERJİ

Kazanımlar:

1. Kimyasal tepkimelerde enerji kullanıldığını veya ortaya çıktığını deneyerek keşfeder.
2. Kimyasal tepkimeleri, bağ oluşumu ve bağ kırılımı temelinde açıklar.



Güvenlik Sembolleri



Eldiven



Gözlük

Anahtar Kavramlar: Bağ enerjisi ve enerji formu.

Süre: 20 dakika

Araç ve Gereçler: Sirke, karbonat, termometre, kalsiyum klorür, beher, spatül, cam baget, eldiven, gözlük.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1.aşama

1. Bir beher içerisine 100 ml sirke koyunuz ve sıcaklığını ölçünüz.
2. Sirke ve termometre bulunan beher içerisine karbonat boşaltınız (3 spatül) ve termometredeki değişimleri gözlemleyiniz.

2.aşama

1. Bir beher içerisine 100 ml su koyarak içerisine karbonat boşaltınız (3 spatül) ve sıcaklığını ölçünüz.
2. Beher içerisine kalsiyum klorür boşaltınız (3 spatül) ve termometredeki değişimleri gözlemleyiniz.



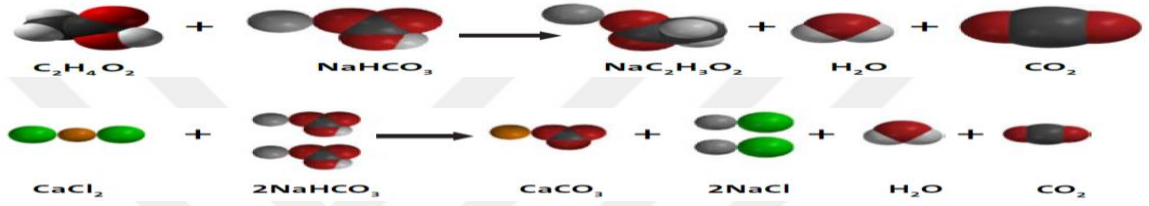
Şekil 2: Deney düzeneği (Middle School Chemistry, t.y.)

Sonuçlandırılm

Birinci aşamadaki işlemde neler gözlemlediniz? Sıcaklık değişimleri oldu mu? Açıklayınız.

İkinci aşamadaki işlemde neler gözlemlediniz? Sıcaklık değişimleri oldu mu? Açıklayınız.

Aşağıdaki **birinci** ve **ikinci aşamaya** ait tepkime denklemleri ve bileşiklerin molekül yapıları sırayla görülmektedir.



Sizce bu tepkimelerden hangisi endotermik hangisi ekzotermiktir? Sıcaklık değişimleri ile ilişkilendirerek açıklayınız.

Endotermik tepkimede kullanılan enerji reaksiyonda ne için kullanılmıştır?

Ekzotermik tepkimede açığa çıkan enerji nereden gelmektedir?

Genellelim

Kimyasal tepkimelerde bir enerji kullanılmakta veya bir enerji açığa çıkmaktadır. Sizce bu enerji türünün adı nedir? Bu enerji türünü kısaca tanımlasanız nasıl bir tanım ortaya çıkardı?

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta enerji alan veya dışarıya enerji veren olaylara örnekler veriniz?

ETKİNLİK-7: PİLSİZ DEVRE OLUŞTURALIM

Kazanımlar:

1. Elektrik enerjisini fark ederek oluşumu hakkında çıkarımda bulunur.



Anahtar Kavramlar: Elektrik enerjisi ve enerji formu.

Süre: 15 dakika

Araç ve Gereçler: Bobin, miliampermetre, bağlantı kablosu, bakır elektrot, çinko elektrot, çubuk mıknatıs.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Bağlantı kabloları ile bobini şekildeki gibi miliampermetreye bağlayınız.
2. Bakır ve çinko elektrotu, çubuk mıknatısı ayrı ayrı bobin içerisinde ileri geri hareket ettirerek mili ampermetrede herhangi bir sapma olup olmadığını gözlemleyiniz.
3. Çubuk mıknatısı bobin içinde sabit tutarak mili ampermetreyi gözlemleyiniz.



Resim 3: Deney düzeneği

(MEB, 2014c, s.189)

Sonuçlandırılm

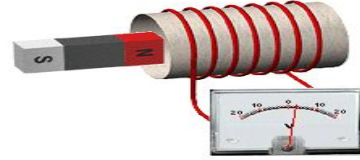
Bakır ve çinko elektrotu, çubuk mıknatısı bobin içerisinde ayrı ayrı ileri geri hareket ettirdiğimizde mili ampermetrede herhangi bir değişiklik oldu mu? Açıklayınız

Çubuk mıknatısı bobin içinde sabit tuttuğumuzda mili ampermetrede herhangi bir değişiklik oldu mu? Açıklayınız.

Mıknatıs ile bobin nasıl bir etkileşime girerek akım oluşmasını sağlamıştır? Açıklayınız.

Genellelim

Şekilde de görüldüğü üzere herhangi bir güç kaynağı kullanılmamasına rağmen enerji nasıl oluşmuştur?



Yapılan etkinlikte oluşan enerji türü nedir? Bu enerji türü hakkında bilgi veriniz.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Yukarıda yapılan etkinlikteki deneye benzer elektrik enerjisi üretmek günlük hayatta mümkün müdür? Açıklayınız.

ETKİNLİK-8: ALEVİ DALGALANDIR

Kazanımlar:

1. Sesin madde ile etkileşimi sonucunda oluşabilecek durumları kavrar.
2. Sesin bir enerji türü olduğunu fark eder (6.5.3.1)



Güvenlik Sembolleri



Isı güvenliği



Yangın güvenliği

Anahtar Kavramlar: Ses enerjisi ve enerji formu.

Süre: 15 dakika

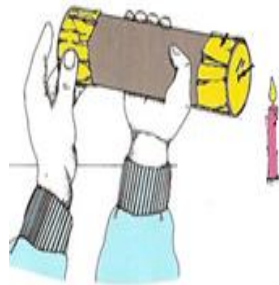
Araç ve Gereçler: Balon, mum, ateş, makas, karton boru, toplu iğne.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Karton borunun her iki açık tarafına balonu gerdirerek bağlayınız.
2. Balon gerdirilen bir uca tam ortadan toplu iğne ucu kadar bir delik açınız.
3. Şekilde de gösterildiği gibi mumu yakın ve karton borunun balon gerdirilmiş delikli kısma yaklaşınız.
4. Elinizle gerdirilmiş balona vurun ve mumdaki alevleri gözlemleyiniz.



Şekil 3: Deney düzeneği

(Darling, 1991).

Sonuçlandırılm

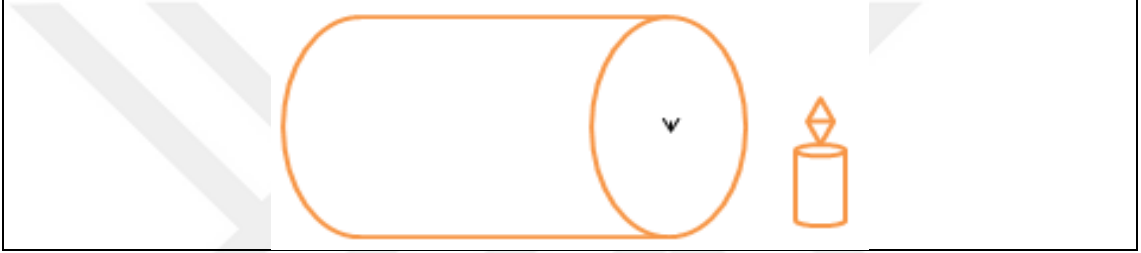
Bu deneyde ses madde ile karşılaşınca ne olmuştur?

--

Mum alevinin dalgalanmasını nasıl açıklarsınız? Bu duruma sebep olan nedir?

--

Elimizi gergin balona vurduğumuz andan mum alevinin dalgalanmasına kadar gelişen olayları mikro düzeyde bir çizimle gösteriniz.



Genellelim

Bütün sesler bu tür etkiye sebep olur mu? Açıklayınız.

--

Sonuç olarak ses neden enerjinin bir formudur? Açıklayınız.

--

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Sizce bir opera sanatçısı gerçekten bir cam bardağı sesi ile kırabilir mi? Açıklayınız.

--

ETKİNLİK-9: İZLE-ÜZÜL-KEŞFET

Kazanımlar:

1. Nükleer enerjinin bir enerji formu olduğunu fark eder.
2. Nükleer enerjinin ortaya çıkmasında tepkimedeki kütle kaybından kaynaklandığı sonucunu çıkarır.



Anahtar Kavramlar: Nükleer enerji ve enerji formu.

Süre: 15 dakika

Araç ve Gereçler: Bilgisayar veya cep telefonu

Yöntem ve Teknik: Örnek olay, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

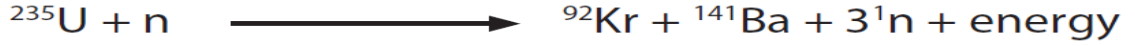
Nasıl yapalım?

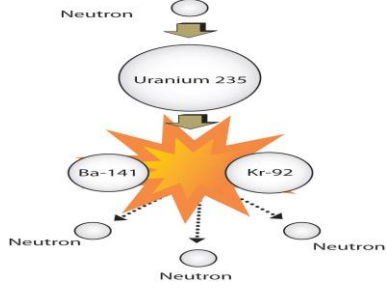
1. Atom bombası ile ilgili bağlantısı verilen videoları izleyiniz.
2. Grup içerisinde tartışarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Video linkleri

1. <https://www.youtube.com/watch?v=wF67P37I5cs> (Atom bombasının atılma anı).
2. https://www.youtube.com/watch?v=E_JUH0xukA0 (Kütledeki inanılmaz enerji).

Sonuçlandırılm



<p>Yukarıda atom bombasından elde edilen enerji türünün açığa çıktığı denklem verilmiştir. Hem bu denklemde hem de yandaki fotoğraftaki kararsız atom uranyumun nötron ile bombardıman edilmesi ile iki farklı ürün oluştuğu görülmektedir. Sonuçta ise bir enerji açığa çıkmaktadır. Sizce bu enerji nasıl ortaya çıkmaktadır?</p>													
<p>Yukarıda verilen denklemde tepkimeye girenlerin ve ürünlerin kütlelerini hesaplayıp kıyasladığımızda nasıl bir sonuç ortaya çıkmaktadır?</p>													
<p><u>U-235 kütlesi:</u> 235.044</p> <p><u>Kr-92 kütlesi:</u> 91.926</p> <p><u>Ba-141 kütlesi:</u> 140.914</p> <p><u>Bir nötronun kütlesi:</u> 1.00866</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">U-235 _____</td> <td style="width: 50%;">Kr-92 _____</td> </tr> <tr> <td>+ n _____</td> <td>+ Ba-141 _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td>+ n _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td>+ n _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td>+ n _____</td> </tr> <tr> <td>Total = _____</td> <td>Total = _____</td> </tr> </table>	U-235 _____	Kr-92 _____	+ n _____	+ Ba-141 _____		+ n _____		+ n _____		+ n _____	Total = _____	Total = _____
U-235 _____	Kr-92 _____												
+ n _____	+ Ba-141 _____												
	+ n _____												
	+ n _____												
	+ n _____												
Total = _____	Total = _____												
<p>Sizce bu tepkime sonucu azalan bu kütle ne olmuştur? Açıklayınız.</p>													

Genellelim

<p>Sonuç olarak kararsız bir atom uranyumdan nükleer enerji nasıl açığa çıkmaktadır? Açıklayınız.</p>

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

<p>Bir adet ${}^{235}\text{U}$ atomundan $3,2 \times 10^{-11}$ joule nükleer enerji açığa çıkmaktadır. Sizce atom bombasının içerisinde 1 kg uranyum olduğunu varsaydığımızda ne kadar enerji açığa çıkardı? (1 gr uranyumda $2,56 \times 10^{21}$ tane ${}^{235}\text{U}$ atomu vardır)</p>

ETKİNLİK-10: ISI MI SICAKLIK MI?

Kazanımlar:

1. Isı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar. (5.4.3.1)
2. Isı enerjisini örneklerle açıklar.



Güvenlik Sembolleri



Isı güvenliği



Yangın güvenliği

Anahtar Kavramlar: Isı enerjisi ve enerji formu.

Süre: 20 dakika

Araç ve Gereçler: 3 adet 1000 ml'lik beher, termometre, saç ayak, mum ve su.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. 3 adet beher kullanarak, birinci behere 200 ml su, ikincisine 400 ml ve üçüncüsüne de 200 ml su koyunuz.
2. Beherleri ayrı ayrı saç ayak üstlerine yerleştiriniz.
3. Her bir beherdeki suyun ilk sıcaklıklarını ölçünüz.
4. Birinci ve ikinci beherin olduğu saç ayak altına bir adet mumu, üçüncü beherin olduğu saç ayak altına ise iki adet mumu 5 dakika süre ile yakarak suyun ısıtılmasını sağlayınız.
5. Her bir beherdeki suyun son sıcaklığını ölçerek sonuçları kaydediniz.

Beher	Su miktarı	Mum sayısı
Beher	200 ml	1 adet mum
Beher	400 ml	1 adet mum
Beher	200 ml	2 adet mum



Şekil 4: Deney düzeneği

Sonuçlandırılm

Yapılan işlemler ve ölçümler sonucu elde ettiğiniz veriler nelerdir?

--

Sizce birinci ve ikinci beherde aynı ısıtıcı olmasına rağmen neden sıcaklık farkı oluşmuştur?
Burada sıcaklığın açıklamasını yaparak yapılan işlemi değerlendiriniz.

--

Sizce birinci ve üçüncü beherde aynı miktarda su olmasına rağmen neden sıcaklık farkı oluşmuştur? Burada ısı enerjisinin açıklamasını yaparak yapılan işlemi değerlendiriniz.

--

Genelleyelim

Sizce ısı neden bir enerji türüdür de sıcaklık bir enerji formu değildir? Örnek vererek açıklayınız.


--

Yapılan işlemler sonucu ısı ve sıcaklık arasındaki farklar nelerdir?


--


Günlük Yaşamla İlişkilendirme

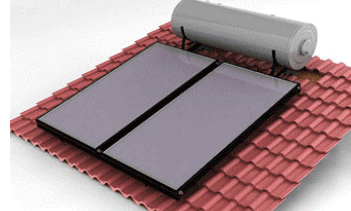
Aşağıda şekilde gösterilen olay veya durumları **ısı ve sıcaklık** ile ilişkilendirerek açıklayınız.

	<p><u>Hasta birisinin ateşinin yükselmesi;</u></p>
---	---

<p><u>Karın oluşumu ve kar yağması;</u></p>	
--	---

<p><u>Sobada yanan kömürün ve odunların odaya etkisi;</u></p>	
--	--

	<p><u>Ocakta yanan doğalgaz ile yemeğin pişirilmesi;</u></p>
---	---

<p><u>Evlerin çatısında bulunan güneşliğin eve etkisi;</u></p>	
---	---

ETKİNLİK-11: GÜNEŞ PANELLERİ İLE ENERJİ ÜRETİMİ

Kazanımlar:

1. Güneş panellerinin enerji üretim kaynağı olduğu çıkarımında bulunur.
2. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir ve kaynakların etkili kullanımı bakımından Güneş enerjisinin önemini tartışır. (7.5.1.4)



Anahtar Kavramlar: Güneş enerjisi, iyonlaşma enerjisi, elektrik enerjisi, enerji kaynağı.

Süre: 15 dakika

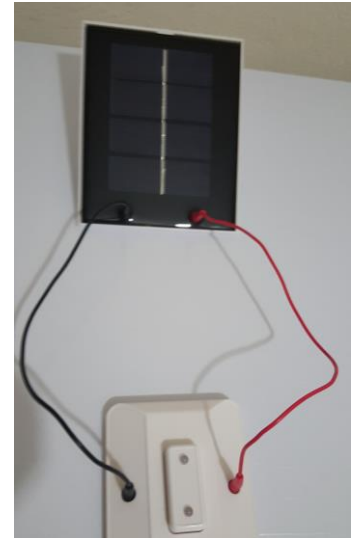
Araç ve Gereçler: Güneş paneli, led lamba, halojen lamba, duy, bağlantı kabloları, el feneri, multimetre.

Yöntem ve Teknik: Deney ve gösteri yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Güneş paneline kabloları bağlayınız.
2. Led lambayı da kablo ucuna bağlayarak bir devre oluşturunuz.
3. Oluşturulan devredeki güneş paneline el feneri ile ışık tutunuz.
4. Devreden geçen akım ve voltajı multimetre ile ölçünüz.
5. Oluşturulan devreyi güneş ışığında da deneyerek aynı işlemleri tekrarlayınız (güneş yok ise halojen lamba kullanınız).



Resim 4: Deney düzeneği

Sonuçlandırılm

Güneş paneline el feneri ile ışık tuttuğunuzda devreden geçen ve oluşan akım-voltaj değerlerini kaç olarak ölçtünüz? Bu değerler led lambayı yakabildi mi? Açıklayınız.

Güneş paneli güneş ışığında veya halojen lambada ne kadar akım-voltaj oluşturdu? Bu değerler led lambayı yakabildi mi? Açıklayınız.

Genellelim

<p>Güneş panellerinin içerisinde silisyum elementi bulunmaktadır. Yan tarafta bu elemente ait bazı bilgiler yer almaktadır.</p>	<p><i>Silisyum, yeryüzünde en çok bulunan elementlerden biridir. Atom numarası 14'tür. "Si" simgesi ile gösterilmektedir. Oda sıcaklığında katı haldedir. 4A grubunda 3. periyotta bulunur. Nötr haldeki elektron dizilimi ilk katmanda 2, ikinci katmanda 8, üçüncü katmanda 4'tür (4 adet valans elektron). Kararlı yapıya sahip değildir (nötr halde) ve yarı iletken bir maddedir.</i></p>
---	--

Bu bilgiler ışığında güneş panellerinin çalışma prensibini daha önceden öğrenmiş olduğunuz ışık enerjisi, iyonlaşma enerjisi ve elektrik enerjisi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

***(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)**

Bu bilgiler ışığında güneş panellerinin çalışma prensibini açıklayınız.

***(Sadece Kontrol Grubuna Yöneltilen Soru)**

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatı kolaylaştıracak şekilde güneş enerjisi ile ilgili bir proje tasarlasaydınız nasıl bir çalışma yapardınız? Kısaca açıklayınız.

ETKİNLİK-12: SANTRALLERDEKİ ENERJİ

Kazanımlar:

1. Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar. (8.7.3.3)
2. Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerini diğer enerji formları ile ilişkilendirerek açıklar.
3. Hidroelektrik, jeotermal, biyokütle ve rüzgâr enerjilerinin üretilmesinin çevreye etkisini açıklar.



Güvenlik Sembolleri



Eldiven



Gözlük



Kesici cisimler güvenliği



Isı güvenliği



Yangın güvenliği

Anahtar Kavramlar: Kinetik enerji, çekim potansiyel enerji, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, ısı enerjisi, biyokütle enerjisi, rüzgâr enerjisi, iyonlaşma enerjisi, bağ enerjisi ve enerji kaynağı.

Süre: 30 dakika

Araç ve Gereçler: Destek çubuğu, bağlama parçası, türbin modeli, huni, bisiklet dinamosu, bağlantı kablosu, led lamba, düdüklü tencere düzeneği, ısıtıcı, bilgisayar fanı, üçayak, atıklar (talaş, odun, kurumuş yaprak), konserve kutusu, rüzgâr türbini, saç kurutma makinesi.

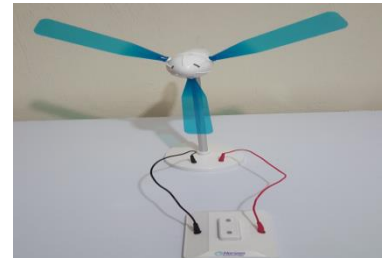
Yöntem ve Teknik: Deney ve gösteri yöntemi, analogi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1.aşama

1. Rüzgâr türbinine kablolar ile led lamba bağlayınız.
2. Dışarıda rüzgâr var ise deneyi bahçede gerçekleştiriniz, yok ise saç kurutma makinesi ile pervanenin dönmesini sağlayınız.



Resim 5: Deney düzeneği

2.aşama

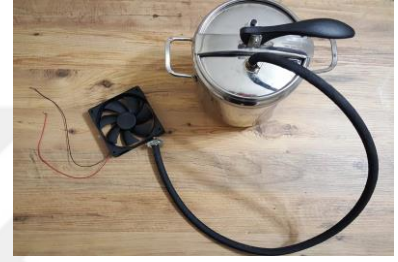
1. Destek çubuğuna bağlama parçası ile huniyi yerleştiriniz.
2. Alt kısmına ise türbin modelini bağlayınız.
3. Türbin modeline dinamoyu takınız ve uçlarına da kablolar ile led lambayı bağlayınız.
4. Yukarıdan huni içerisine su dökünüz ve türbinin dönmesini sağlayınız.



Resim 6: Deney düzeneği

3.aşama

1. Düdüklü tencere ile tasarlanan düzeneği ısıtınız ve çıkan buharın fanı döndürmesini sağlayınız.
2. Fandan çıkan kabloların ucuna led lamba bağlayınız.



Resim 7: Düdüklü tencere düzeneği

4.aşama

1. Düdüklü tencere düzeneğini kullanınız. Düzeneği üç ayak üzerine yerleştiriniz.
2. Konserve kutusu içerisine talaş, odun, kurumuş yaprak vb. atıklar koyunuz.
3. Atıkları konserve kutusu içerisinde yakınız ve düzeneği bununla ısıtınız.
4. Düzeneğe bağlı fandan çıkan kabloların ucuna led lamba bağlayınız.

Sonuçlandırılm

Birinci aşamada rüzgâr enerjisi nasıl meydana gelmiştir? Açıklayınız.
İkinci aşamada hidroelektrik enerji nasıl meydana gelmiştir? Açıklayınız.
Üçüncü aşamada jeotermal enerji nasıl meydana gelmiştir? Açıklayınız.
Dördüncü aşamada biyokütle enerjisi nasıl meydana gelmiştir? Açıklayınız.

Genelleyelim

Etkinliklerde üretilen enerjilerin oluşumunu bilimsel olarak açıklayınız. Açıklamalarınızı kimya disiplinine ait **iyonlaşma ve bağ enerjisi** ile ilişkilendiriniz.

***(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)**

Rüzgâr enerjisi;

Hidroelektrik enerjisi;

Jeotermal enerji;

Biyokütle enerjisi;

Etkinliklerde bahsedilen enerji türleri üretilirken sizce çevreye zarar vermekte midir?

Rüzgâr enerjisi;

Hidroelektrik enerjisi;

Jeotermal enerji;

Biyokütle enerjisi;

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Yukarıda bahsedilen enerjileri üretmek için günlük hayatta ne tür uygulamalar yapardınız?

ETKİNLİK-13: SES OLUŞUMU

Kazanımlar:

1. Ses enerjisinin nasıl oluştuğunu kavrar.



Anahtar Kavramlar: Ses enerjisi, kinetik enerji ve enerji kaynağı.

Süre: 10 dakika

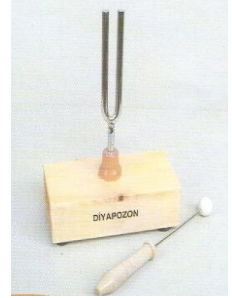
Araç ve Gereçler: Diyapazon ve tokmağı, beher ve su.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Diyapazonun çatalına tokmağı ile bir kez vurunuz.
2. Tekrar diyapazonun çatalına bir kez vurarak çatalı su içerisine daldırınız.
3. Aynı işlemi diyapazonun çatalı su içerisinde deneyiniz.
4. Yapılan işlemler sonucu diyapazonun çatalını ve suyu gözlemleyerek gözlemlerinizi kaydediniz.



Resim 8: Diyapazon ve Tokmağı

(Çepni, Ayvacı ve Çil, 2012, s.321)

Sonuçlandırılm

Diyapazona tokmak ile vurup suya daldırmadan önce ve daldırdıktan sonra nasıl bir değişim gözlemlediniz?

--

Diyapazona tokmak ile vurduktan sonra sudaki değişimin kaynağı sizce nedir? Açıklayınız.

--

Genellelim

Suda meydana gelen bu değişim, hava ortamında ve katılarda da gerçekleşir mi? Açıklayınız.

--

Sonuç olarak ses enerjisinin oluşması için nelere ihtiyaç vardır?

--

Ses enerjisinin oluşumunu kinetik enerji ile ilişkilendirerek açıklayınız.
*(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)

--

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta ses enerjisinden yararlandığımız durumlara örnekler veriniz.

--

ETKİNLİK-14: BASİT PİL YAPIMI

Kazanımlar:

1. Elektrik kaynakları olarak akü, pil ve bataryanın çalışma prensibini kavrar.
2. Pil atıklarının çevreye vereceği zararları ve bu konuda yapılması gerekenleri tartışır. (3.7.2.2)



Güvenlik Sembolleri



Eldiven



Gözlük



Kimyasal Madde Güvenliği

Anahtar Kavramlar: Elektrik enerjisi, kimyasal enerji ve enerji kaynağı.

Süre: 15 dakika

Araç ve Gereçler: Bakır ve çinko elektrot, bağlantı kabloları, led lamba, beher, sülfürik asit, su, puar, pipet.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. 3 adet beher kullanarak her bir behere 150 ml su ve 2 ml sülfürik asit koyunuz.
2. Her beher içerisine bakır ve çinko elektrotlar yerleştiriniz. Beher içerisinde elektrotların birbirine değmemesine dikkat ediniz.
3. Beherlerdeki elektrotları birbirine bağlantı kablosu ile bağlar iken bakır elektrottan çinko elektrota doğru veya çinko elektrottan bakır elektrota doğru bağlantı kurunuz.
4. Boşta kalan bağlantı kablolarını ise led lambaya bağlayınız.

Sonuçlandırılm

Yapılan etkinlik sonucu LED lamba yandı mı? Evet ise bu durumu nasıl açıklarsınız?

--

Sizce kurulan düzenek nasıl elektrik enerjisi üretmektedir?

--

Genelleyelim

Basit bir pil ile üretilen elektrik enerjisi ile yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilen elektrik enerjisi aynı mıdır? Benzer ve farklı yönlerini karşılaştırınız?

--

Sizce pillerin hepsi bu şekilde mi üretilmektedir? Başka üretim şekilleri var mıdır? Açıklayınız.

--

Sizce akü ve bataryanın çalışma prensibi nasıldır? Pillerle aynı özelliklere mi sahiptir?

--

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Bir enerji kaynağı olan pillerin çevreyle olan etkileşimi nasıldır? Çevreye zararı var mıdır?

--

ETKİNLİK-15: BİTKİ YAPRAĞINDAKİ ENERJİ

Kazanımlar:

1. Besin içeriklerinin, canlıların yaşamsal faaliyetleri için gerekli olduğunu fark eder.
2. Canlıların kullanmış olduğu enerji formlarının kaynağını açıklar.



Güvenlik Sembolleri



Eldiven



Gözlük



Isı güvenliği

Anahtar Kavramlar: Kimyasal bağ enerjisi, bağ enerjisi ve enerji kaynağı.

Süre: 20 dakika

Araç ve Gereçler: Etil alkol, petri kabı, damlalık, ısıtıcı, sardunya yaprakları, pens, 2 adet beher (küçük ve büyük), iyot çözeltisi veya lügol çözeltisi.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Büyük behere su koyup ısıtıcıda kaynatınız.
2. Bir miktar alkolü, küçük behere koyup kaynamakta olan suya batırınız. Alkolün iyice ısınmasını sağlayınız.
3. Sardunya yapraklarını kaynamakta olan alkolün içine atınız. Yaprakları yapısındaki yeşil renk kayboluncaya kadar alkolde bırakınız.
4. Renk çıkınca yapraklardan bir tanesini pens yardımıyla alkolden çıkarınız ve petri kabı üzerine seriniz.
5. Yaprığın üzerine iyot veya lügol çözeltisi damlatınız. Yapraklardaki renk değişimlerini gözlemleyiniz.

(Doğan, Dökme ve Yılmaz, 2013, s.195)

Sonuçlandırılm

Yeşil renkli yapraklarda nişasta nasıl oluşmaktadır?
Yeşil bitkilerde nişasta üretimi canlılar için neden çok önemlidir?
İnsanların tüketmiş olduğu besinlerde karbonhidratların yanında yağ ve proteinler bulunmaktadır. Karbonhidratlar (nişasta) bitkiler tarafından üretildiğine göre diğerleri (protein ve yağlar) nasıl üretilmektedir? Yani besinlerdeki enerjinin kaynağı nedir?

Genelleyim

Sizce canlılar enerjilerini sağlamak için neden besinleri kullanmaktadırlar? Besin içeriğini enerji ile ilişkilendirerek açıklayınız.
Besinlerde depolanan bu enerjiyi bağ enerjisi ile ilişkilendirerek açıklayınız. *(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta kullandığınız “enerjim bitti!” ifadesini bilimsel olarak nasıl açıklarsınız?

ETKİNLİK-16: GÜÇ SANTRALLERİNDEN EVİMİZE: ELEKTRİK

Kazanımlar:

1. Elektrik enerjisi kaynaklarının elektrik devrelerine elektrik akımı sağladığını ve elektrik akımının bir çeşit enerji aktarımı olduğunu bilir.
2. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır. (6.7.1.1)



Güvenlik Sembolü



Elektrik güvenliği

Anahtar Kavramlar: Elektrik enerjisi, iyonlaşma enerjisi, enerji aktarımı

Süre: 15 dakika

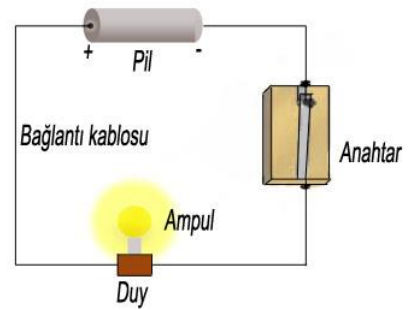
Araç ve Gereçler: Pil, ampul, bağlantı kablosu, saf su, çeşme suyu, tuzlu su, silgi ve çivi.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Şekilde verilen düzeneği kurunuz.
2. Düzenekte bağlantı kablosunun birer uçlarını açık bırakınız.
3. Açık kalan uca sırasıyla silgi ve çivi yerleştirerek devreyi tamamlayınız ve lambayı gözlemleyiniz.
4. Benzer şekilde açık kalan uçları saf su, çeşme suyu ve tuzlu su içerisine daldırınız ve lambayı gözlemleyiniz.
5. Son olarak açık kalan her iki bağlantı kablosunu birbirine dokundurmadan yaklaştırınız ve lambayı gözlemleyiniz.



Şekil 5: Deney düzeneği

Sonuçlandırılm

Elektrik enerjisi katı ve sıvı maddelerin hangilerinde aktarılarak lambayı yakmış hangilerinde yakamamıştır? Sebebini açıklayınız.	
Elektrik enerjisi kabloların birbirine yaklaştırılması ile yani gaz ortamında lambayı yakabilmiş midir?	
Kabloların birbirine yaklaştırılması ile yani gaz ortamında lambanın yanıp yanmaması olayını iyonlaşma enerjisi ile ilişkilendirerek açıklayınız. *(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)	
Elektrik enerjisinin iletken bir katı madde boyunca nasıl aktarıldığını atomik boyutta bir çizimle gösteriniz.	Elektrik enerjisinin iletken bir sıvı madde boyunca nasıl aktarıldığını atomik boyutta bir çizimle gösteriniz.

Genelleyelim

Elektrik enerjisinin katı, sıvı ve gaz ortamlarda aktarılması nasıl gerçekleşmektedir? Açıklayınız.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Güç santrallerinde üretilen elektrik enerjisinin evlerimize geliş serüveni nasıldır. Açıklayınız.

ETKİNLİK-17: BİLYELERDEKİ AKTARIM

Kazanımlar:

1. Kinetik enerjinin maddelerde aktarılabildiğini fark eder.



Anahtar Kavramlar: Kinetik enerji, elektrik enerjisi ve enerji aktarımı.

Süre: 15 dakika

Araç ve Gereçler: 8 adet özdeş demir bilye, 2 adet destek çubuğu ve cetvel.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Demir çubuğu yan yana yerleştiriniz ve üzerine demir bilyeleri sıralayınız.
2. Şekilde de görüldüğü üzere bir demir bilyeyi bilye dizisine 5 cm uzaklığa yerleştirerek, bilye dizisine doğru yavaşça itekleyiniz. Aynı işlemi 8 cm uzaklıktan deneyiniz.
3. Benzer şekilde 2 bilyeyi bilye dizisinden 5 cm ve 8 cm uzaklaştırarak aynı işlemi uygulayınız.
4. Yapılan işlemler sonucu bir ve iki bilyenin çarpmasıyla bilye dizisindeki değişiklikleri gözlemleyiniz.



Resim 9: Deney düzeneği

(MEB, 2014b, s.78)

Sonuçlandırılm

Demir bilyenin bilye dizisine çarpması sonucu neler gözlemlediniz?
Demir bilyenin bilye dizisine olan mesafesini arttırdığımızda, çarpışma sonucu neler gözlemlediniz?
Çarpıştırılacak demir bilye sayısını 2 katına çıkarmak çarpışma sonucunu nasıl etkilemiştir?
Bu düzenekte enerji aktarımı var mıdır? Var ise enerjinin hangi formu aktarılmaktadır? Açıklayınız.

Genelleyelim

Yukarıdaki düzenekte kinetik enerji aktarımı gözlenmiştir. Sizce çekim ve esneklik potansiyel enerji aktarımı mümkün müdür? Açıklayınız.
Sizce bu aktarım şekli elektrik enerjisinin aktarımı ile benzer yönleri nelerdir? *(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta kinetik enerji aktarım olaylarına örnekler veriniz.

ETKİNLİK-18: HANGİ SES DUYULUR?

Kazanımlar:

1. Ses enerjisinin farklı ortamlarda nasıl aktarıldığını fark eder.



Anahtar Kavramlar: Ses enerjisi, kinetik enerji ve enerji aktarımı

Süre: 20 dakika

Araç ve Gereçler: Pistonlu hava emme tulumbası, telefon

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Pistonlu hava emme tulumbası içerisine bir telefon koyunuz ve telefonu çaldırınız.
2. Daha sonra telefon içerisindeyken tulumbanın içerisindeki havayı boşaltınız.
3. Havası boşaltılmış tulumba içerisindeki telefonu tekrar çaldırınız ve telefon sesini duymaya çalışınız.



Resim 10: Deney düzeneği

Sonuçlandırılm

Pistonlu hava emme tulumbası içerisindeki telefonun sesi hangi durumda daha çok duyulmaktadır. Açıklayınız.

--

Havasız ortamda ses aktarımı nasıl olmaktadır. Açıklayınız.

--

Ses enerjisinin hava ortamında nasıl aktarıldığını bir çizimle gösteriniz.

--

Genelleyelim

Yukarıdaki düzenekte sesin hava ortamında aktarıldığı görülmüştür. Sizce bu aktarım katı ve sıvılarda nasıldır?

--

Ses enerjisinin aktarımını kinetik enerji ile ilişkilendirerek açıklayınız.

***(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)**

--

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Ses enerjisinin katı, sıvı ve gaz ortamlarında aktarılması sayesinde günlük hayatı kolaylaştıran durumlara örnekler veriniz.

--

ETKİNLİK-19: TOPLU İĞNEYİ DÜŞÜRELİM

Kazanımlar:

1. Isı enerjisinin maddelerde aktarılabildiğini fark eder.
2. Maddelerdeki enerji aktarımını kinetik enerji ile ilişkilendirir.



Güvenlik Sembolleri



Eldiven



Isı güvenliği



Yangın güvenliği

Anahtar Kavramlar: Isı enerjisi, kinetik enerji ve enerji aktarımı

Süre: 20 dakika

Araç ve Gereçler: Üç ayak ve destek çubuğu, toplu iğne, cetvel ve mum.

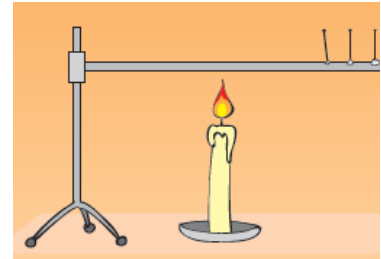
Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Şekilde verilen düzeneği kurunuz.
2. Mumu eriterek demir çubuğun uç noktasından başlayarak 4 cm aralıklarla damlatınız.
3. Toplu iğneler dik duracak şekilde mumlara batırınız.
4. Demir çubuğun diğer ucundan mum ile ısıtmaya başlayınız ve toplu iğneleri gözlemleyiniz.

Not: Deney süresince demir çubuklara dokunmayınız!



Şekil 6: Deney düzeneği

Sonuçlandırılm

Toplu iğnelerdeki mumlar aleve uzak olmasına rağmen neden eridi? İlk önce düşen toplu iğne hangisidir? Neden?

--

Bu olaya bakarak ısı enerjisinin aktarılabildiğini söyleyebilir miyiz? Neden?

--

Isı enerjisinin bir metal boyunca nasıl aktarıldığını mikro düzeyde bir çizimle gösteriniz.

--

Genelleyelim

Yukarıdaki düzenekte katı maddelerdeki ısı enerjisinin aktarımı gözlenmiştir. Sizce sıvı ve gazlarda da ısı enerjisi aktarılabılır mi? Nasıl?

--

Katı, sıvı ve gazlardaki ısı enerjisinin aktarımını kinetik enerji ile ilişkilendirerek açıklayınız.

***(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)**

--

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Isı enerjisinin aktarılması sayesinde yaşantımızı kolaylaştıran birçok uygulama bulunmaktadır. Sizce bunlar nelerdir? Örnekler veriniz.

--

ETKİNLİK-20: VÜCUDUMUZUN ENERJİSİ

Kazanımlar:

1. İnsan vücudundaki enerjiyi besinlerle ilişkilendirerek açıklar.
2. Kimyasal bağ enerjisinin canlılar için önemini açıklar.



Anahtar Kavramlar: Kimyasal bağ enerjisi, ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi, ışık enerjisi, ısı enerjisi, bağ enerjisi ve enerji aktarımı

Süre: 20 dakika

Araç ve Gereçler: Bakır ve çinko elektrotlar, multimetre, bağlantı kabloları, çalışma yaprağı “Enerji yolculuğu”.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Multimetrenin bir ucuna bağlantı kablolarını kullanarak bakır elektrot, diğer ucuna çinko elektrot bağlayınız.
2. Bir elinizle bakır elektrotu, diğer elinizle çinko elektrotu tutarak, vücut voltajınızı ve akım değerini ölçünüz.
3. Elde edilen değerleri kaydediniz ve arkadaşlarınızın değerleri ile karşılaştırınız.

Sonuçlandırılm

Multimetre de ölçmüş olduğunuz voltaj ve akım değerlerinizi arkadaşlarınızın değerleri ile karşılaştırınız. Neden farklılıklar gözlenmiştir?

--

Multimetre de ölçülen voltaj ve akım değerlerini vücudumuz nasıl oluşturmaktadır?

--

Burada ölçülen değerler hangi enerji formundan kaynaklanmaktadır? Bu formu kimyasal bağ enerjisi ile ilişkilendirerek açıklayınız?

--

Genellelim

Vücudumuzdaki kimyasal bağ enerji kaynaklarını daha önceki etkinliklerde öğrendik. Sizce bu enerjiler vücudumuzda nasıl bir yol izleyerek kullanabileceğimiz formlara dönüşmektedir?

Şimdi “Enerji Yolculuğu” çalışma yaprağına göz atalım.

Çalışma yaprağı “Enerji Yolculuğu”nda vücudumuzdaki enerjinin kullanabileceğimiz formlara nasıl dönüşerek ilerlediği görülmektedir. Sizce bu enerji formlarından kimyasal ve ısı enerjisinin bağ enerjisi ile nasıl bir ilişkisi bulunmaktadır? Açıklayınız.

***(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)**

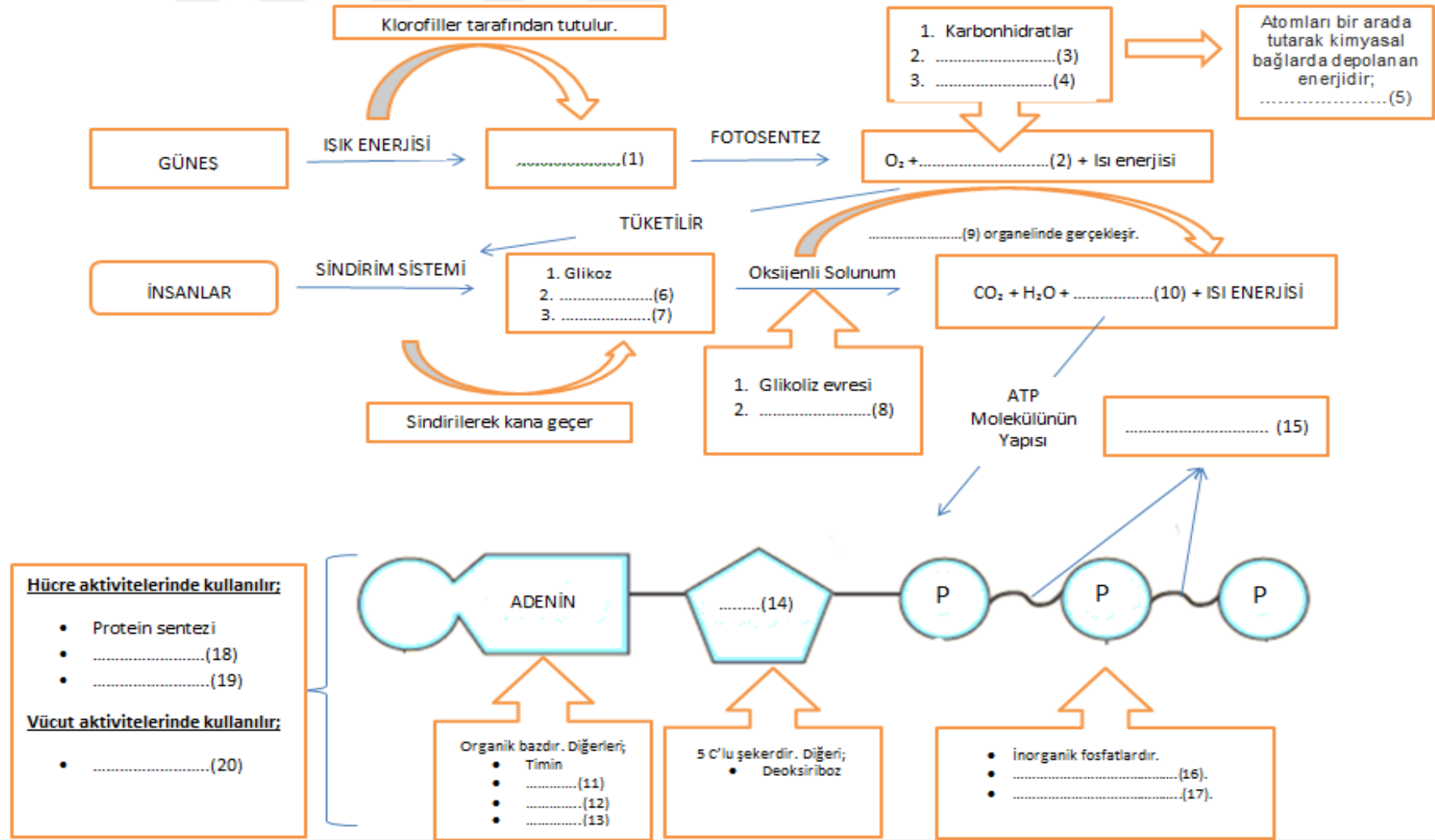
--

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

İnsan vücudunun kilo alması veya kilo vermesini enerji ile ilişkilendirerek açıklayınız.

--

ÇALIŞMA YAPRAĞI-3: ENERJİ YOLCULUĞU



Aşağıdaki kavram veya cümleleri kullanarak kavram haritasındaki boşlukları doldurunuz.

1. Yağlar
2. Krebs Döngüsü
3. Fiziksel Hareketler
4. Aktif Taşıma
5. 7300 Kalorilik Enerji Taşır.
6. Sitozin
7. Yağ Asidi
8. Yüksek Enerjili Fosfat Bağlarıdır.
9. Guanin
10. Kimyasal Bağ Enerjisi
11. Bitkiler
12. Mitokondri
13. Hücre Bölünmesi
14. Kimyasal Bağ Enerjisi
15. 38 ATP
16. Proteinler
17. Urasil
18. Riboz
19. Aminoasit
20. Organik Besinler

ETKİNLİK-21: NEWTON DENGİ TOPLARI

Kazanımlar:

1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır. (7.3.3.1)



Anahtar Kavramlar: Kinetik enerji, çekim potansiyel enerjisi, ısı enerjisi ve enerji dönüşümü

Süre: 15 dakika

Araç ve Gereçler: Newton denge topu, cetvel.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Newton denge topundaki bir topu 5 cm yükseğe çıkararak bırakınız.
2. Top dizindeki topları gözlemleyiniz ve bu dizinden ayrılarak yükselen topun yüksekliğini cetvel ile ölçünüz.
3. Aynı işlemi 2 top ile yaparak sonuçları kaydediniz.



Resim 11: Newton denge topları

Sonuçlandırılm

Newton denge topundaki bir topun top dizinine çarpması sonucu toplarda ne gibi değişiklikler gözlemlediniz? Dizinden ayrılan top ne kadar yüksekliğe çıkmıştır?

Top dizinine 2 top birden gönderildiğinde ne gibi değişiklikler gözlemlediniz?

Newton denge topunda meydana gelen enerji dönüşümleri nelerdir? Açıklayınız.

Yapılan etkinlikte enerji dönüşümünü ısı enerjisi ile ilişkilendiriniz.

***(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)**

Genellelim

Yapılan etkinlikte enerji korunumu ilkesini nasıl ilişkilendirerek açıklarsınız?

Bu tür enerji dönüşümleri sadece katı maddelerde mi meydana gelir? Örneğin sıvı ve gazlarda da enerjinin bu formları birbirlerine dönüşür mü?

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Hidroelektrik santrallerdeki enerji üretiminde hangi enerji formların birbirine dönüşümü vardır?

ETKİNLİK-22: ENERJİLERİ DÖNÜŞTÜRELİM

Kazanımlar:

1. Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler verir. (8.7.3.1)
2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar. (8.7.3.2)
3. Güç santrallerindeki enerji dönüşümlerini fark eder.
4. Çeşitli enerji formlarının dönüşümlerini açıklar.



Güvenlik Sembolleri



Isı güvenliği



Elektrik güvenliği

Anahtar Kavramlar: Elektrik enerjisi, ışık enerjisi, ısı enerjisi, kinetik enerji, ses enerjisi ve enerji dönüşümü

Süre: 35 dakika

Araç ve Gereçler: Güneş paneli, led lamba, beher, su, zil, el feneri, halojen lamba, termometre, pervane, bağlantı kabloları, saç kurutma makinesi ve çalışma yaprağı “dönüşümleri bulalım”.

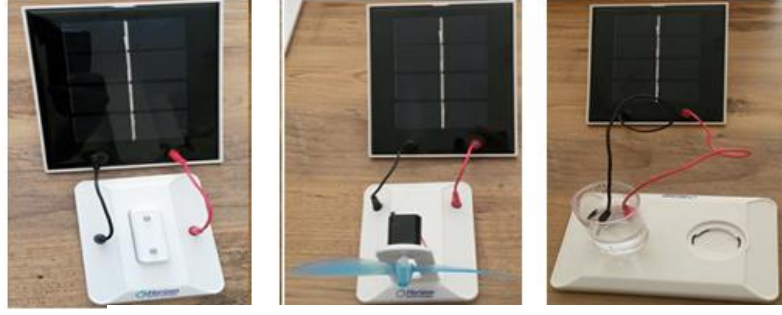
Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, gösteri yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1.aşama

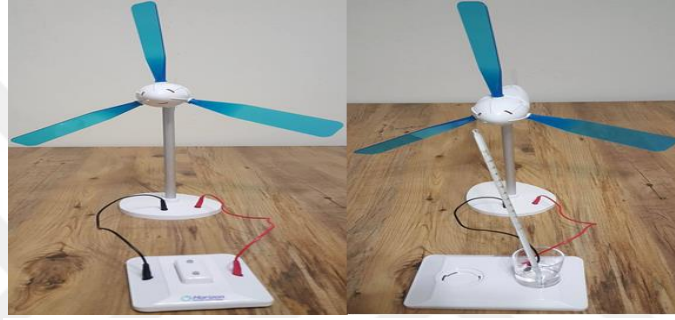
1. Güneş paneli ile led lambayı yakınız. (Güneş paneline el feneri tutunuz)
2. Güneş paneli ile pervaneyi döndürünüz. (Güneş paneline halojen lamba tutunuz)
3. Güneş paneli ile küçük beher içerisinde bulunan suyu ısıtınız. (Güneş paneline halojen lamba tutunuz)



Resim 12: Güneş Paneli ile Yapılan Deney Düzenekleri

2.aşama

1. Rüzgâr türbini ile led lambayı yakınız.
2. Rüzgâr türbini ile küçük beher içerisinde bulunan suyu ısıtınız.



Resim 13: Rüzgâr Türbini ile Yapılan Deney Düzenekleri

Sonuçlandırılm

Güneş panelinin yer aldığı düzeneklerdeki gözlemlerinizi nelerdir? Her bir enerji dönüşümleri belirtiniz.

Rüzgâr türbinin yer aldığı düzenekteki gözlemlerinizi nelerdir? Her bir enerji dönüşümleri belirtiniz.

Genelleyelim


Sizce her enerji formu birbirine dönüşebilir mi? Açıklayınız.

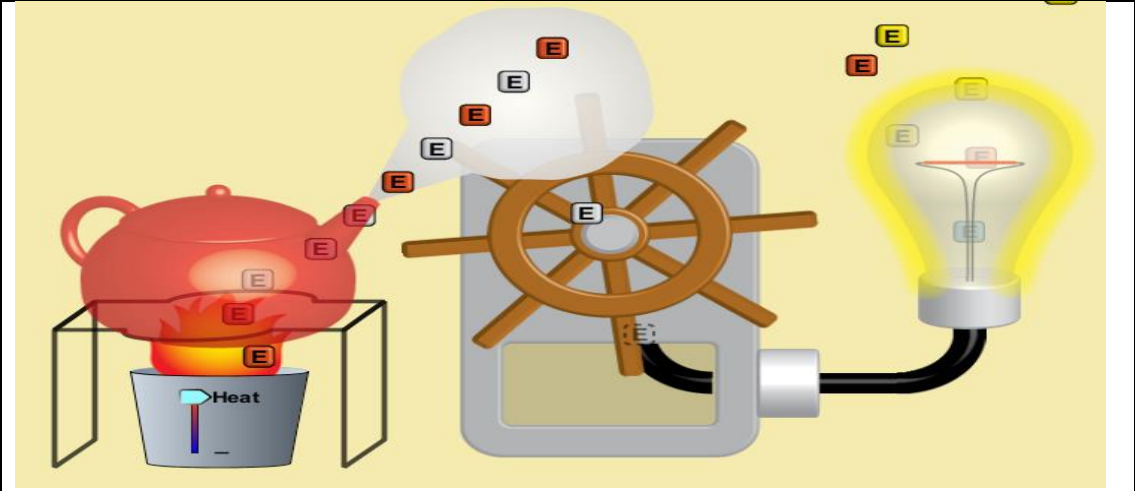
Birbirine dönüşemeyen enerji formları var mıdır? Örnekler veriniz.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta kullanmış olduğunuz teknolojik aletlerdeki enerji dönüşümlerine örnekler veriniz.

CALIŞMA YAPRAĞI-4: DÖNÜŞÜMLERİ BULALIM

Durumlar		Enerji Dönüşümü
1-Kibritin yakılması		
2-Isıtıcının suyu ısıtması		
3-Pillerin şarj edilmesi		
4-Bir elektrik motorunun yükü kaldırması		
5-Telefon ile görüşmenin yapılması		
6-Mumun yanması		
7-El fenerinin yanması		
8-Hidroelektrik santralinde enerji üretilerek evdeki lambanın yanması		
9-Termik santrallerinde enerji üretimi		
10-Nükleer santrallerinde enerji üretimi		
11-Ok atan bir sporcunun okunun hedefe saplanması		

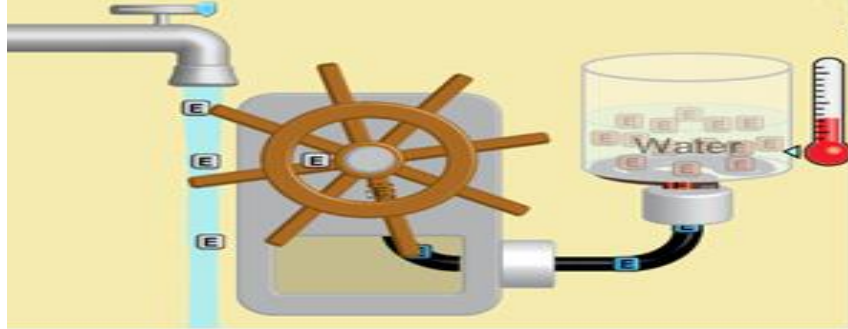


Şekil 7: Enerji dönüşümü (Interactive Simulation, 2014)

Üstteki fotoğrafta ateşte çaydanlık içerisindeki su kaynamakta ve buharı ile çarkı döndürerek lambayı yakmaktadır.

Burada gerçekleşen enerji dönüşümleri nelerdir?

*(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)



Şekil 8: Enerji dönüşümü (Interactive Simulation, 2014)

Üstteki fotoğrafta borudan akan su çarkı döndürerek suyu ısıtmaktadır.

Burada gerçekleşen enerji dönüşümleri nelerdir?

*(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)

ETKİNLİK-23: RESİMLERDEKİ ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

Kazanımlar:

1. İnsan vücudunda gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklar.
2. Fotosentez ve solunum olaylarında meydana gelen enerji dönüşümlerini fark eder.
3. Çeşitli enerji formları arasında gerçekleşen dönüşümleri açıklar.



Anahtar Kavramlar: Işık enerjisi, ATP molekülündeki kimyasal bağ enerjisi, kimyasal enerji, ısı enerjisi, kinetik enerji, elektrik enerjisi ve enerji dönüşümü.

Süre: 15 dakika

Araç ve Gereçler: Resim kartları

Yöntem ve Teknik: Beyin fırtınası, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Resim kartlarındaki fotoğrafları inceleyiniz ve soruları cevaplandırınız.

Sonuçlandırılım

Resim kartlarında hangi enerji formlarının dönüşümü gerçekleşmektedir?

--

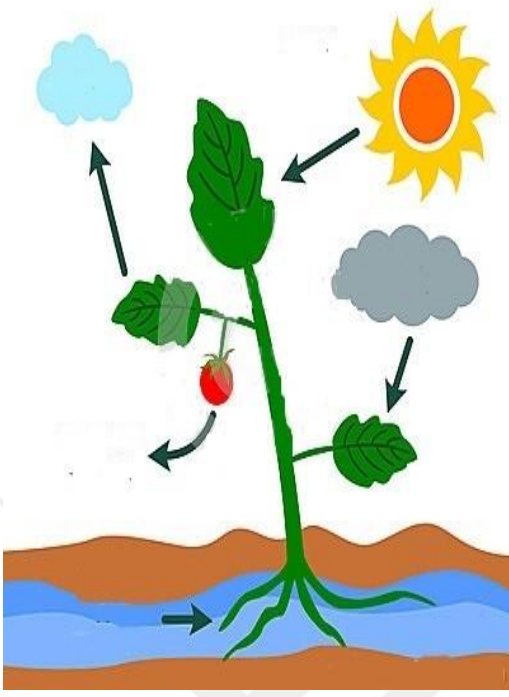
Genelleyelim

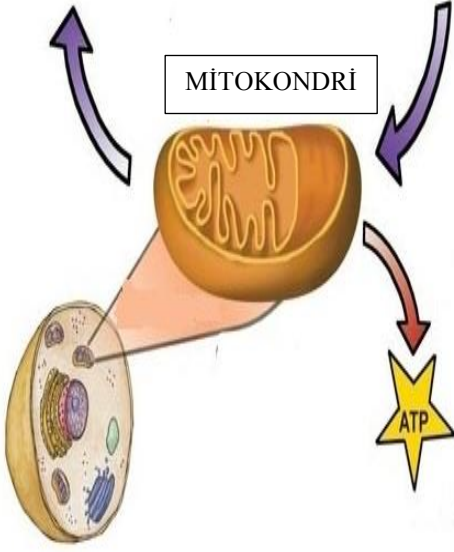
Sizce vücudumuzda gerçekleşen enerji dönüşümleri tüm canlılarda da meydana gelmekte midir? Açıklayınız.

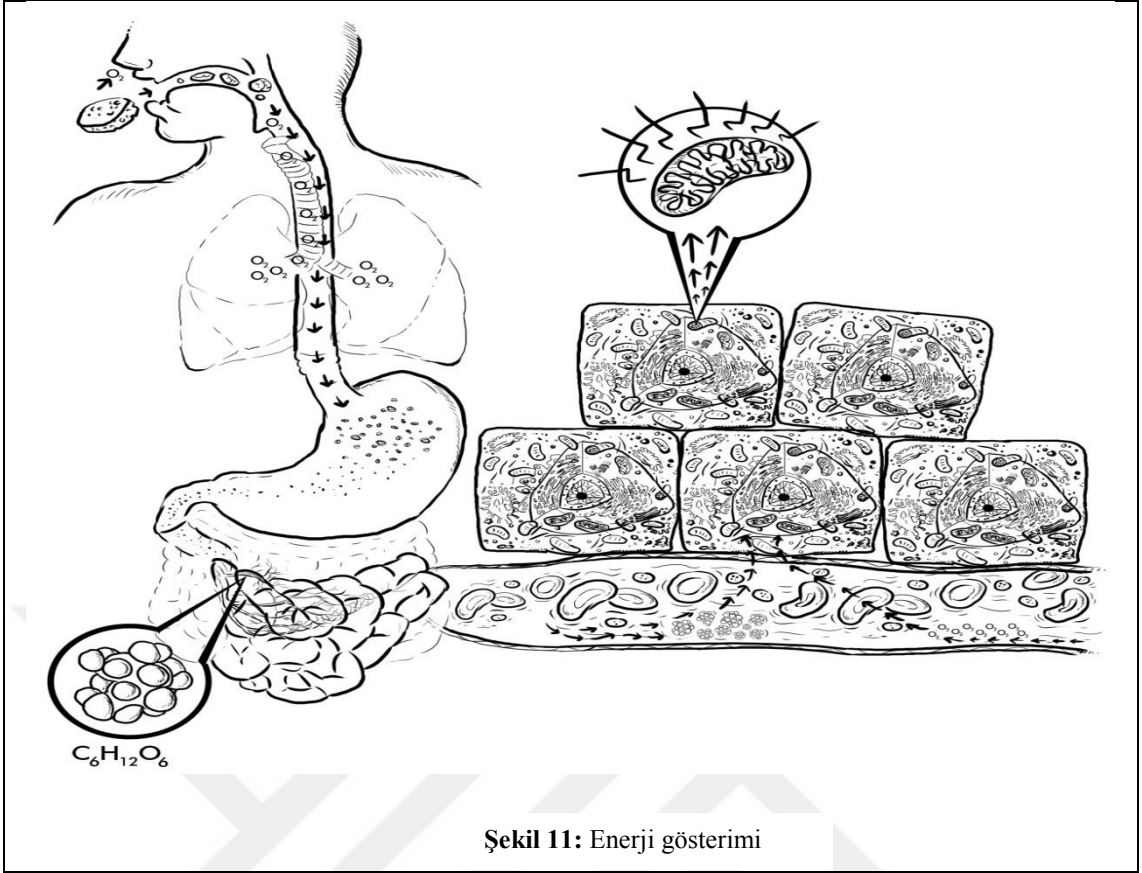
Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Günlük hayatta kullandığımız enerji içecekleri sağlığa zararlı mıdır? Enerji dönüşümleriyle ilişkilendirerek açıklayınız.

RESİM KARTLARI

	<p>Resmi enerji ile ilişkilendirerek yorumlayınız.</p> <p>Enerji üretilmekte ise bu enerji hangi forma aittir?</p> <p>Herhangi enerji dönüşümü meydana gelmekte midir? Belirtiniz.</p>
<p>Şekil 9: Enerji gösterimi (Dreamstime, t.y.)</p>	



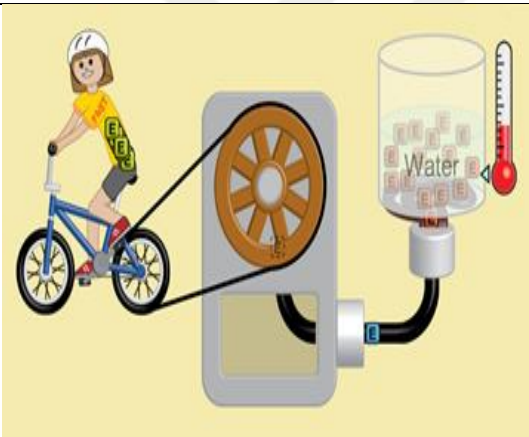

	<p>Resmi enerji ile ilişkilendirerek yorumlayınız.</p> <p>Enerji üretilmekte ise bu enerji hangi forma aittir?</p> <p>Herhangi enerji dönüşümü meydana gelmekte midir? Belirtiniz.</p>
<p>Şekil 10: Enerji gösterimi (Exploring Nature Educational Resource, t.y.)</p>	



Resmi enerji ile ilişkilendirerek yorumlayınız.

Enerji üretilmekte ise bu enerji hangi forma aittir?

Herhangi enerji dönüşümü meydana gelmekte midir? Belirtiniz.

	<p>1. Resimdeki "E" harfleri ile gösterilen enerji hangi formlara aittir?</p>
	<p>2. Çocuğun pedal çevirmesiyle enerji harcanmaktadır. Burada gerçekleşen enerji dönüşümleri hangileridir? Açıklayınız.</p>
	<p>3. Bisiklet pedalının çevrilmesiyle tekerlek dönmekte ve böylece suyun sıcaklığı artmaktadır. Sizce hangi enerji dönüşümleri meydana gelmektedir? *(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)</p>
	<p>4. Bisiklet pedalının çevrilmesiyle tekerlek dönmekte ve böylece lamba yanmaktadır. Sizce hangi enerji dönüşümleri meydana gelmektedir? *(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)</p>

Şekil 12: Enerji dönüşümleri
(Interactive Simulation, 2014)

ETKİNLİK-24: ELEKTROLİZ

Kazanımlar:

1. Elektroliz olayında gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklar.
2. Elektroliz olayını yenilenebilir enerji kaynakları ile ilişkilendirir.



Güvenlik Sembolleri



Isı güvenliği



Elektrik güvenliği

Anahtar Kavramlar: Bağ enerjisi, iyonlaşma enerjisi, ışık enerjisi, elektrik enerjisi, ısı enerjisi ve enerji dönüşümü

Süre: 20 dakika

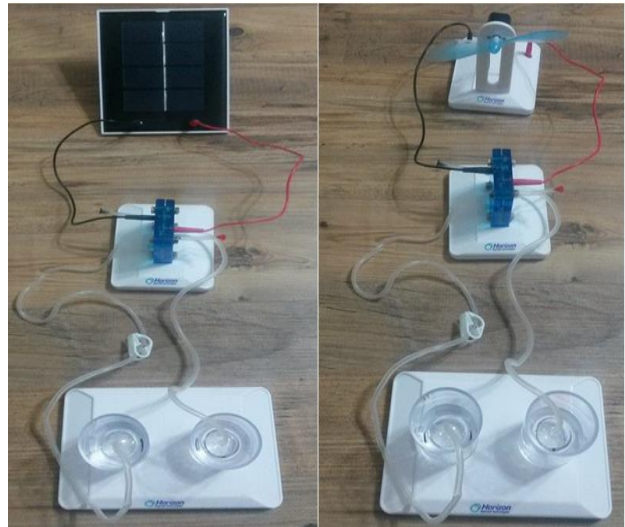
Araç ve Gereçler: Güneş paneli, elektroliz aleti, cam kaplar, serum hortumu, el feneri, pervane, saf su ve bağlantı kabloları.

Yöntem ve Teknik: Deney yöntemi, gösteri yöntemi, tartışma, grup çalışması

Değerlendirme: Açık-uçlu soruların rubrik ile değerlendirilmesi.

Nasıl yapalım?

1. Şekilde gösterilen düzeneği kurunuz.
2. Güneş panelini elektroliz aletine bağlayınız.
3. Elektroliz aletinin H₂ tarafındaki deliğe serum hortumu takarak diğer ucunu H₂ cam kabının üst kısmına yerleştiriniz.
4. Aynı işlemi O₂ için yapınız.
5. Güneş paneline ışık tutunuz ve 3 dakika bekleyiniz.
6. Güneş panelini çıkararak yerine pervaneyi bağlayınız ve sonuçları gözlemleyiniz.



Resim 14: Elektroliz Deney Düzeneği

Sonuçlandırılm

Elektroliz olayı nedir? Nasıl gerçekleşir? Açıklayınız.
Elektroliz olayı sonucu pervanenin dönmesini nasıl açıklarsınız?
Güneş paneli ile gerçekleştirilen deneyde suyun hidrojen ve oksijenlerine ayrışmasını bağ enerjisi ile açıklayınız. *(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)
Güneş panelinin yer aldığı deneyde elektroliz olayını iyonlaşma enerjisi ile ilişkilendirerek açıklayınız. *(Sadece Deney Grubuna Yöneltilen Soru)

Genelleyelim

Güneş panelinin yer aldığı deneyde gerçekleşen enerji dönüşümleri nelerdir? Açıklayınız.

Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Elektroliz olayı günlük hayatta kullanılmakta mıdır? Kullanılıyor ise nerelerde hangi amaçlar için kullanılmaktadır?

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Gökhan GÜVEN

Doğum Yeri ve Tarihi: Kırıkkale-1986

Eposta: gokhanguven@mu.edu.tr / gokhanguven86@hotmail.com

Telefon: -

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Bölüm / Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi	(2004 - 2008)
Yüksek Lisans	İlköğretim Eğitimi/Fen Bilgisi Eğitimi	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü	(2010 - 2013)

İŞ TECRÜBESİ

Görev	Kurum	Yıl
Araştırma Görevlisi	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi	2010-...

YAYINLAR

SCI veya SCI Expanded, SSCI, AHCI tarafından taranan dergilerde yayımlanan tam makale

1. **Güven, G.** & Sülün, Y. (2017). Pre-service teachers' knowledge and awareness about renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 663-668.
2. **Güven, G.**, Sülün, Y. & Çam, A. (2014). The examination of elementary preservice teachers' reflective diaries and epistemological beliefs in science laboratory. *Teaching in Higher Education*, 19(8), 895-907.

SCI veya SCI Expanded, SSCI, AHCI dışındaki uluslararası indexler tarafından taranan dergilerde yayımlanan tam makale

1. **Güven, G.**, Aysel, İ. (2016). Food footprint in daily life: Opinions about the consumption of convenience food. *Journal of Theory and Practice in Education*, 12(2), 403-426.
2. **Güven, G.**, Çam, A., & Sülün, Y. (2015). Effectiveness of case-based laboratory activities on chemistry laboratory anxiety of pre-service science teachers. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 6(18), 211-228.
3. Cam, A, Topcu, M. S., Sulun, Y., **Güven, G.**, & Arabacioglu, S. (2012). Translation and validation of the Epistemic Belief Inventory with Turkish pre-service teachers. *Educational Research and Evaluation*, 18(5), 441 - 458.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanmış tam makale

1. Küçük, H., **Güven, G.**, & Aycan, H. Ş. (2015). Developing a holistic measurement on nuclear issues for preservice science teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 12(1), 85-98.
2. Çelik, C., & **Güven, G.** (2015). Kan bağıışı tutum ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 504-521.
3. **Güven, G.**, & Sülün, Y. (2012). Bilgisayar destekli öğretimin 8. sınıf fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıya ve öğrencilerin derse karşı tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9, 68-79.

Uluslararası kongre, sempozyum, panel, çalıştay gibi bilimsel, sanatsal toplantılarda sözlü olarak sunulan ve tam metin olarak yayımlanan bildiri

1. Can, Ş., Çelik, C., & Güven, G. (2016). *İlköğretim bölümü öğretmen adaylarının kan bağışına yönelik tutumları*. XV. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, Muğla, Turkey, May 11-14.
2. Yakar, A. & Güven, G. (2016). *Öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik farkındalık düzeylerinin kişilik tiplerine göre incelenmesi*. XV. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, Muğla, Turkey, May 11-14.
3. Cam, A., Sulun, Y., Topcu, M. S., & Güven, G. (2015). *The examination of pre-service teachers' epistemological beliefs in terms of Hofer's and Hammer & Elby view*. 4th World Conference On Educational Technology Researches, 182, 249-253., Doi: 10.1016/j.sbspro.2015.04.762.

Uluslararası kongre, sempozyum, panel, çalıştay gibi bilimsel, sanatsal toplantılarda özet metin olarak yayımlanan bildiri

1. Sülün, Y., Güven, G. & Yakar, A. (2017). *Ortaokul öğrencilerinin enerji okuryazarlığı düzeylerinin incelenmesi: Muğla örneği*. 2nd International Painting Exhibition and Symposium on Philosophy, Education, Arts and History of Science, Muğla, Turkey, May 03-07.
2. Güven, G., Yakar, A., & Sülün, Y. (2016). *Enerji okuryazarlığı: Bir ölçek uyarlama çalışması*. III. International Eurasian Educational Research Congress, Muğla, Turkey, May 31-June 03.
3. Güven, G. & Sülün, Y. (2016). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlama ve bilgi düzeyleri: Enerji kavramı*. XV. International Primary Teacher Education Symposium, Muğla, Turkey, May 11-14.
4. Özdemir, O., Kozcu-Çakır, N. & Güven, G. (2016). *TGA stratejisinin genel biyoloji laboratuvar uygulamalarında etkililiğine ilişkin karma bir yöntem*. International Contemporary Educational Research Congress, Muğla, Turkey, Sep 29-Oct 2.
5. Sülün, Y., & Güven, G. (2015). *Sınıf öğretmeni adaylarının yansıtıcı günlük yazımlarının incelenmesi ve öğretmen görüşleri*. VII. International Congress of Educational Research, Muğla, Turkey, May 28-31.

6. Çam, A., Sülün Y., **Güven, G.** (2015). *Effectiveness of case-based learning laboratory instruction and scientific reasoning ability on science preservice teachers' understanding of some science concepts*. National Association of Research in Science Teaching, Chicago, USA, April 11-14.
7. **Güven, G.**, Aysel, İ., & Yakar, A. (2015). *ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı kapsamında gerçekleştirilen enerji eğitiminin Metfessel-Michael program değerlendirme modeline göre değerlendirilmesi*. VII. International Congress of Educational Research, Muğla, Turkey, May 28-31.
8. **Güven, G.**, Çam, A. & Sülün, Y. (2014). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimya laboratuvar endişeleri üzerine örnek olay temelli laboratuvar uygulamalarının etkililiği*. I. Eurasian Educational Research Congress, İstanbul, Turkey, April 24-26.
9. **Güven, G.**, Keskin, G., & Altıparmak-Karakuş, M. (2014). *Fizik gözüyle biyoloji: Bitkilerde taşıma*. I. Eurasian Educational Research Congress, İstanbul, Turkey, April 24-26.
10. **Güven, G.**, Sülün, Y., Çam, A., Topçu, M. S. (2012). *The relationship between the attitudes of preservice elementary school teachers towards science & technology laboratory and their scientific literacy*. 4th International Congress of Educational Research, İstanbul, Turkey, May 4-7.
11. Sulun, Y., Cam, A., Topcu, M. S., **Güven, G.**, & Arabacioglu, S. (2012). *Translation and validation of the epistemological beliefs scale with preservice teachers*. National Association of Research in Science Teaching, Indianapolis-Indiana, USA, March 25-28.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan veya bildiri kitabında basılan bildiriler

1. Sülün, Y., Çam, A., Topçu, M. S., & **Güven, G.** (2014). *Fen ve sosyal bilgiler öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarının ve ilgili değişkenlerin incelenmesi*. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Adana, 11-14 Eylül.
2. **Güven, G.** & Sülün, Y. (2014). *Öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi ve tutumları: Enerji tasarrufu*. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Adana, 11-14 Eylül.

3. Özdemir, O., **Güven, G.**, Küçük, H., & Dikmentepe, E. (2014). *Günlük hayatımızda ne kadar CO₂ emisyonuna yol açıyoruz? Karbon ayak izi hesaplama envanteri*. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Adana, 11-14 Eylül.
4. Çelik, C., & **Güven, G.** (2014). *Bir geçerlik ve güvenilirlik çalışması: Kan bağıtı tutum ölçeği*. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Adana, 11-14 Eylül.
5. Sülün, Y., Çam, A., & **Güven, G.** (2013). *Muğla ili lise 1. sınıf öğrencilerinin değerler eğitimi konusundaki görüşleri*. Muğla Değerler Sempozyumu, Muğla, 26-28 Eylül.

Projelerde Aldığı Görevler

1. Muğla Üniversitesi BAP Projesi (2011-2012). Gregory Schraw, L. D. Bendixen ve M. E. Dunkle (2002) tarafından geliştirilen “Epistemolojik İnanç Anketi” ni Türkçeye kazandırmak ve bu anketi ve mülakat soruları kullanarak üniversitelerin Eğitim Fakülteleri’nin birinci ve dördüncü sınıf öğrencilerinin epistemolojik inançlarını belirlemektir (Proje no: 2011/29 - Araştırmacı).
2. Tübitak-4004, Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları Projesi (2013). Cennet İlimiz Muğla’da Enerji Kaynakları Sosyobilimsel Konulara Yolculuk. (113B098 No’lu-Rehber).
3. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi BAP Projesi (2013-2014). Örnek Olay Yönteminin Fen ve Sınıf Öğretmen Adaylarının Epistemolojik İnançlarına Etkisi. (Proje no: 2013/50-Araştırmacı).